

# Akut İrtifa Değişiminin Solunum Fonksiyonlarına Etkisi

## EFFECT OF ACUTE ALTITUDE ALTERATION ON PULMONARY FUNCTIONS

Bekir ÇOKSEVİM\*, M. Mümtaz MAZICIOĞLU\*\*, Faruk M. ÇOMU\*\*\*

\* Doç.Dr., Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji AD,

\*\* Dr., Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD, Öğr.Gör.,

\*\*\* Uz.Dr., Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji AD, KAYSERİ

### Özet

**Amaç:** Bu çalışma pulmoner fonksiyonlar ve nabızın akut irtifa değişikliğine bağlı değişimini belirlemek amacıyla Erciyes dağında yapıldı.

**Materyel ve Metod:** Tırmanış tecrübesi olan 27 erkek dağcı bu çalışmamıza dahil edildi. Ortalama  $780 \pm 4$  m (0-1050) de yaşayan katılımcılar 1100 m'de toplandı ve bunlar iki saat içerisinde 2750 m'ye motorlu araçlarla taşındılar. Hem 1100 m hem de 2750 m'de kalp atım hızı, SaO<sub>2</sub> (arteryel oksijen saturasyonu), akciğer fonksiyonları test edildi. Elde edilen sonuçlar sigara içenler ve içmeyenler olarak ayrı ayrı değerlendirildi.

**Bulgular:** FEV<sub>1</sub> (1. saniye zorlu ekspirasyon akım hızı) ve SaO<sub>2</sub>'de sigara içenlerde azalma görülürken ( $p < 0.05$ ), FVC (zorlu vital kapasite), VC (vital kapasite) değerlerindeki azalma istatistiksel olarak önemli bulunmadı ( $p > 0.005$ ). Diğer solunum parametrelerinde değişim gözlenmedi ( $p > 0.005$ ).

**Sonuç:** Orta irtifaya tırmanmanın solunum fonksiyonları ve nabız üzerindeki etkisinin sigara içilmesi, çevresel etkiler ve hipobarik hipoksik ortam ile birlikte atletik performansın bazı parametrelerini (kardiyovasküler ve respiratuar dayanıklılık) sınırlandırdığını düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** Aklimatizasyon, Orta irtifa, Pulmoner fonksiyonlar

T Klin Tıp Bilimleri 2002, 22:18-23

### Summary

**Purpose:** This study was performed in Mt Erciyes to detect the variation of pulmonary function and cardiac pulse due to acute altitude alteration.

**Material and Method:** Twenty seven experienced male climber were included in our study. Participants who used to live at  $780 \pm 4$  m (0-1050) were gathered at 1100 m and they were carried up to 2750 m by motor vehicle in two hours time. Both at 1100 m and at 2750 m heart rate, SaO<sub>2</sub> (oxygen saturation), mechanics of ventilation were noted. Collected data were evaluated separately as smokers and non-smokers.

**Results:** While FEV<sub>1</sub> (Forced expiratory volume 1<sup>st</sup> second) and SaO<sub>2</sub> measurements found to be decreased in smokers ( $p < 0.05$ ), decrease in FVC (Forced vital capacity), VC (Vital capacity) and SaO<sub>2</sub> measurements found not to be statistically significant ( $p > 0.005$ ). No alteration was observed in the remaining respiratory parameters ( $p > 0.005$ ).

**Conclusion:** We consider that acute effect of climbing- to mid altitude- on respiratory function and cardiac pulse limits the athletic performance of mountaineers together with smoking, environmental effects and hypobaric hypoxic medium.

**Key Words:** Acclimatisation, Mid altitude, Pulmonary functions

T Klin J Med Sci 2002, 22:18-23

Yükseğe çıkıldıkça atmosferin fizyolojik kuşağı içinde - bu kuşak; düşük, orta ve ekstrem yükseklikler olarak bilinmektedir- vital fonksiyonlar belirgin şekilde etkilenmektedir. Hava yoğunluğundaki azalmaya bağlı olarak Zorlu 1. saniye ekspirasyon volümü (FEV<sub>1</sub>) ve zorlu akım hızları irtifa artışı neticesinde bir miktar artmaktadır. Solunum fonksiyonlarında 1500 m irtifaya kadar bazı akım hızlarında değişimler olsa da ölçülebilir düzeyde belirgin değişimler ortaya çıkmamaktadır (1).

Yüksek irtifada sağlıklı kişilerde SaO<sub>2</sub>'de değişim olması solunum fonksiyonlarında değişim olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (2). Tırmanış öncesi SaO<sub>2</sub>'nin aşırı düşük olması akut dağ hastalığının ortaya

çıkışının bir göstergesi olarak da kabul edilmektedir (3). Ortalama kalp atım hızı da deniz seviyesine göre belirgin şekilde artmaktadır (4). Birçok çalışmada yüksek irtifada Zorlu Vital Kapasite (FVC)'de pulmoner kan akımındaki artışa ve interstisyel ödeme bağlı olarak azalma ortaya çıktığı gözlenmiştir (1,5). Tırmanış öncesi; aklimatizasyonun sağlanması, yüksek karbonhidratlı, düşük yağlı ve tuzlu diyet gibi düzenlemeler, aşırı egzersiz ve alkol alımının kısıtlanması, tırmanış sürati ve tırmanılan eğimin azaltılması gibi önlemler akut dağ hastalığı belirtilerinin ortaya çıkışını engelleyebilmektedir (6,7).

Tırmanış öncesi ve tırmanış sırasında solunum fonksiyonlarında değişim yapabilecek çok sayıda

**Tablo 1.** Farklı iki irtifada sigara içenlerde solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi

TESTLER*	HACILAR n=13 (1100m)		KAMP n=13 (2750 m)		t	p
	ORTALAMA±SS	MİN-MAKS	ORTALAMA±SS	MİN-MAKS		
FVC (lt)	4.8±0.7	3.71-6.22	4.7±0.7	3.69-6.15	1.287	p>0.05
FEV <sub>1</sub> (lt/1. sn)	3.9±0.6	2.82-4.87	3.8±0.7	2.68-4.87	3.065	p<0.05
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	80.6±8.5	69.50-100.0	77.9±9.6	60.0-89.60	1.080	p>0.05
FEF <sub>25-75</sub> (lt)	4.1±1.3	2.22-5.93	4.0±1.6	2.15-6.90	0.230	p>0.05
PEF (lt/s)	8.9±2.6	5.57-13.44	8.7±2.7	3.54-13.44	0.644	p>0.05
ERV (lt)	1.9±0.6	0.73-2.75	1.7±0.7	0.68-2.65	0.741	p>0.05
VC (lt)	4.9±0.7	3.61-6.19	4.5±0.9	3.19-6.15	1.606	p>0.05
MVV (lt/dk)	157.9±40.7	87.10-227.70	157.1±29.9	123.97-226.50	0.099	p>0.05
RF (Solunum/dk)	22.4±9.5	13.10-45.0	22.1±10.2	13.60-48.0	0.186	p>0.05
NABIZ (Atım/dk)	82.4±13.2	60.0-98.0	91.4±17.4	60.0-123.0	1.589	p>0.05
SaO <sub>2</sub> (%)	95.4±1.9	90.0-97.0	91.0±3.7	85.0-97.0	5.019	p<0.05
VE (lt/dk)	21.9±15.4	4.51-49.86	20.7±16.2	5.09-52.48	0.357	p>0.05
TI (s)	1.2±0.5	0.46-2.03	1.3±0.5	0.60-2.24	1.418	p>0.05
TE (s)	1.5±0.8	0.49-2.57	1.4±0.6	0.60-2.17	0.583	p>0.05
VT/I (%)	0.9±0.6	0.32-1.78	0.8±0.6	0.15-1.73	1.901	p>0.05

\*FVC: Zorlu vital kapasite, FEV<sub>1</sub>: Zorlu ekspiratuar akım 1. saniye, FEF<sub>25-75</sub>: Zorlu ekspiratuar akım % 25-75, PEF: Maksimum ekspirasyon akımı, ERV: Ekspiratuar yedek hacmi, VC: Vital kapasite, MVV: Maksimum istemli ventilasyon, RF: Solunum frekansı, SaO<sub>2</sub>: Arteriyel oksijen saturasyon yüzdesi, VE: Dakika soluk hacmi, TI: İnspiriyum süresi, TE: Ekspiryum süresi, VT/I: Solunum zamanı/ İnspiriyum süresi

**Tablo 2.** Farklı iki irtifada sigara içmeyenlerde solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesi

TESTLER*	HACILAR n=14 (1100m)		KAMP n=14 (2750 m)		t	p
	ORTALAMA±SS	MİN-MAKS	ORTALAMA±SS	MİN-MAKS		
FVC (lt)	4.3±0.6	3.46-5.28	4.1±0.6	3.09-4.99	3.224	p<0.05
FEV <sub>1</sub> (lt/1. sn)	3.5±0.6	2.68-4.60	3.4±0.6	2.50-4.57	1.295	p>0.05
FEV <sub>1</sub> /FVC (%)	80.4±7.1	69.90-91.80	81.5±6.2	71.40-91.50	0.868	p>0.05
FEF <sub>25-75</sub> (lt)	3.8±1.5	1.91-6.65	3.3±1.6	1.45-7.13	1.742	p>0.05
PEF (lt/s)	8.3±2.4	4.72-11.37	8.0±2.2	4.66-11.42	0.603	p>0.05
ERV (lt)	1.7±0.4	1.03-2.36	1.8±0.5	0.61-2.58	0.788	p>0.05
VC (lt)	4.5±0.7	3.41-5.38	4.3±0.7	3.39-5.31	4.250	p<0.05
MVV (lt/dk)	175.8±35.1	118.40-230.50	171.6±39.5	109.20-241.90	0.834	p>0.05
RF (Solunum/dk)	26.8±7.1	16.60-39.60	27.1±5.4	20.30-37.50	0.171	p>0.05
NABIZ (Atım/dk)	81.7±15.2	62.0-117.0	91.2±15.7	65.0-122.0	1.742	p>0.05
SaO <sub>2</sub> (%)	96.5±1.5	94.0-99.0	90.3±4.9	80.0-97.0	4.405	p<0.05
VE (lt/dk)	24.8±12.7	7.27-49.40	24.1±11.0	10.01-45.2	0.250	p>0.05
TI (s)	1.0±0.3	0.70-1.67	0.9±0.2	0.62-1.38	0.807	p>0.05
TE (s)	1.4±0.4	0.81-2.07	1.3±0.3	0.97-1.75	0.528	p>0.05
VT/I (%)	1.0±0.4	0.26-1.78	1.0±0.5	0.35-1.89	0.047	p>0.05

\* FVC: Zorlu vital kapasite, FEV<sub>1</sub>: Zorlu ekspiratuar akım 1. saniye, FEF<sub>25-75</sub>: Zorlu ekspiratuar akım % 25-75, PEF: Maksimum ekspirasyon akımı, ERV: Ekspiratuar yedek hacmi, VC: Vital kapasite, MVV: Maksimum istemli ventilasyon, RF: Solunum frekansı, SaO<sub>2</sub>: Arteriyel oksijen saturasyon yüzdesi, VE: Dakika soluk hacmi, TI: İnspiriyum süresi, TE: Ekspiryum süresi, VT/I: Solunum zamanı/ İnspiriyum süresi

parametre vardır. İrtifanın tek başına solunum fonksiyonlarını nasıl etkilediğini görmek için çevresel faktörleri dikkate almak gerekmektedir. Bu tür çalışmalarda basınç odalarının kullanılması ile olumsuz

atmosferik şartlar ortadan kaldırılmaktadır. Deneklerin sürekli monitörizasyonu sağlanıp olumsuz gelişmelere kısa sürede müdahale edilebilmektedir. Bu yolla ayrıca istenilen irtifaya uygun basınç düzeyi kolaylıkla

ayarlanabilmektedir. Deneysel açıdan kontrolü kolay olan bu ortamlar oksijen konsantrasyonu ve hava basıncıyla ilgili çok detaylı bilgi vermesine rağmen; gerçek dağ şartlarına göre daha yapay bir ortam yaratmaktadırlar.

Çalışmamızda da uygun atmosfer ve tırmanış koşullarında yapılan bir grup tırmanışında; orta irtifada yer alan 1100 m irtifadan 2750 m irtifaya kısa sürede çıkıldıktan sonra solunum fonksiyonları değerlendirildi. Değerlendirme aklimatizasyonun henüz başlamadığı ilk birkaç saat içerisinde yapıldı. Böylece akut irtifa değişiminin solunum fonksiyon parametrelerini nasıl etkilediği gözlenmeye çalışıldı.

### Materyel ve Metod

Hepsi 1050 m ve altındaki irtifalarda yaşayan 27 erkek dağcı tırmanış öncesi 1100 m irtifada toplandılar. En az beş yıldır sigara içme alışkanlığını sürdürenler sigara içen grup olarak değerlendirildi. Sigara içmeyen grup 13 kişiden, sigara içen grup ise 14 kişiden oluşmaktaydı. Burada arteriyel oksijen saturasyonları (Pulseoxymeter BCI International), kalp atım hızları ve solunum fonksiyonları (Bosch Spiro 501) değerlendirildi. Spirometri ölçümünde zorlu inspirasyon ve ekspirasyon manevraları gösterilerek, burun mandalı takılmış halde en az üç kere test yapıldı. Ölçümlerde ulaşılan en yüksek değer kaydedildi.

Spirometrik ölçümler ile FVC, VC (Vital kapasite), FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>1</sub>/FVC (FEV<sub>1</sub>'in zorlu vital kapasiteye oranı), FEF<sub>25-75</sub> (FVC'nin orta yarısında ortalama zorlu ekspiratuar akım) ve PEF (Zirve ekspirasyon akım hızı), ERV (Ekspirasyon yedek hacmi), MVV (Maksimum istemli ventilasyon), RF (Soluk sayısı), VE (Dakika soluk hacmi), TI (İnspiriyum süresi), TE (Ekspiriyum süresi), VTI (Toplam solunum süresine inspiriyumun oranı) değerleri kaydedildi. Arteriyel oksijen saturasyonları ise en az 1 dakikalık istirahat sonrasında transkütanöz yoldan pulsoksimetre ile değerlendirildi. Bu testler hem 1100 m'de toplanma bölgesinde, hem de 2750 m'de yapıldı.

Çalışma grubu 1100 m'de genel sistemik muayeneden de geçirildi. Daha sonra 2 saat süren dönemde motorlu araçlarla 2750 m irtifaya taşındılar. Bu irtifada yaklaşık iki saat süren kamp hazırlıklarını tamamladıktan sonra en az yarım saatlik dinlenmeyi takiben aynı parametreler yönünden yeniden değerlendirildiler. Bu arada sadece kamp çadırlarının kurulması sırasında efor sarfettiler. Her iki ölçümün yapıldığı esnada çevre faktörleri açısından farklılık yoktu.

Her iki irtifada kaydedilen değerler paired t testi ile bilgisayar kullanılarak karşılaştırıldı.

### Bulgular

Tırmanışa katılan dağcılardan sigara içenlerin fizik profil bulgularından ağırlık; 78.3±10.3 (65.0-95.0) kg, boy;

180.0±7.0 (172.0-194.0) cm, yaşları 36.1 ± 11.2 (18.0-55.0) yıl idi. Sigara içmeyen grubun değerleri ise, ağırlık; 69.5±9.5 (52.0-82.0) kg, boy; 173.8±7.2 (160.0-182.0) cm, yaşları 31.8 ± 9.6 (21.0-51.0) yıl olarak belirlendi. Her iki grubun fizik profil bulguları karşılaştırıldığında yaş ve boyları arasında anlamlı farklılık yoktu (sırasıyla t=0.106, t=1.535 p>0.05) iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmazken, ağırlıklar bakımından farklılık anlamlıydı (t=4.278 p<0.05).

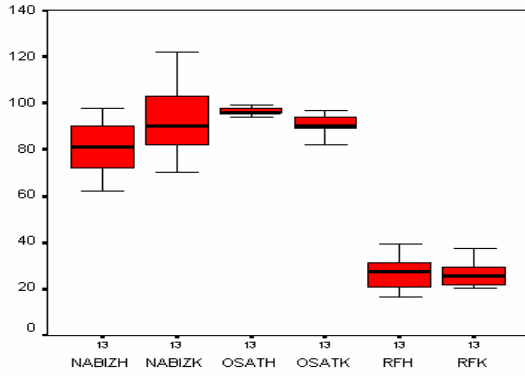
Hem sigara içen hem de sigara içmeyen grupların tamamında solunum fonksiyon testleri ve kalp atım hızları 1100 m ve 2750 m'de test edilerek bulgular kaydedildi (Tablo 1 ve Tablo 2). Sigara içenlerde irtifa artışı ile FEV<sub>1</sub>' de % 2.56 SaO<sub>2</sub>' de ise % 4.61 oranında bir azalma meydana geldi ve düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 1). Bu grupta kalp atım sayısında %10.9 oranında anlamlı olmayan artış meydana geldi. Diğer bütün parametrelerde ölçülen değerlerde ya değişme olmadı ya da çok küçük oranlarda (%1-4) azalmalar oldu. Fakat bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (Tablo 1).

Sigara içmeyen grubun kardiyorespiratuvar bulguları birbirleri ile karşılaştırıldığında FVC değerleri % 2.32, VC %4.43, SaO<sub>2</sub> değerlerinde ise % 6.65 oranında anlamlı bir azalma oluştu. Ölçümler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Tablo 2). Tablo 2'de sunulan diğer parametreler ise ya değişim göstermedi ya da genellikle azalan yönde olmak üzere %1-5 oranları arasında düşüşler meydana geldi, ancak istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı.

Sigara içmeyen grupta soluk frekansı değerlerinde diğer bütün bulguların aksine ihmal edilecek düzeyde de olsa bir artma meydana geldi. Sigara içmeyen grupta kalp atım sayısı %11.6 oranında Erciyes Dağı Kamp yerinde artmış olmasına rağmen iki ölçüm arasındaki fark anlamlı bulunmadı.

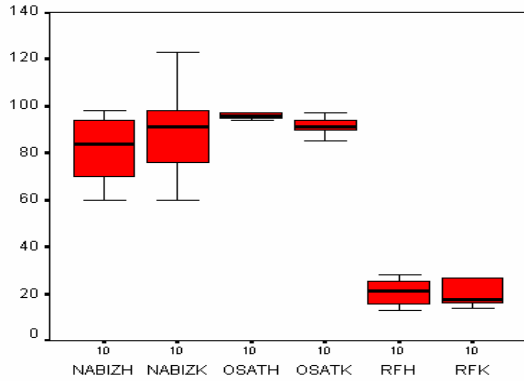
Orta yükseklikte vital fonksiyonların yüksekliğin özel şartları içinde regülasyon mekanizmalarının etkinliği altındaki değişkenlerden olan nabız, solunum frekansı ve oksijen saturasyonu bulguları, sigara içen ve içmeyen gruplar için Şekil 1-2'de sunulmuştur. Grafikte görüldüğü gibi SaO<sub>2</sub> kamp yerinde %4.6-6.65 oranlarında anlamlı bir şekilde azalırken solunum frekansında değişiklik olmamış ancak kalp atım sayısında istatistiksel anlamlılık olmasa bile % 10.9-11.6 oranlarında artış meydana gelmiştir.

Vital fonksiyonlardan solunumun dinamik parametrelerindeki değişimler de Şekil 3-4'te sunulmuştur. Sigara içen ve içmeyen grupların FVC değerleri %2.1-2.3 oranlarında FEV<sub>1</sub> değerleri %2.56 oranında, ERV değerleri %10.5 oranında azalma göstermiştir. Sigara içmeyenlerde ise ERV değerlerinde %5.8 oranında artma, FVC ve FEV<sub>1</sub>



**Şekil 1.** Sigara içmeyenlerde nabız, oksijen saturasyonu ve soluk sayısının karşılaştırılması

NABİZH: Hacılar'da nabız, NABİZK: Kampta nabız, OSTH: Hacılar'da oksijen saturasyonu, OSTK: Kampta oksijen saturasyonu, RFH: Hacılar'da soluk sayısı RFK: Kampta solunum sayısı

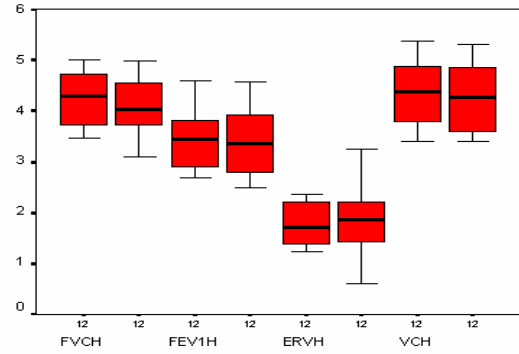


**Şekil 2.** Sigara içenlerde nabız, oksijen saturasyonu ve soluk sayısının karşılaştırılması

NABİZH: Hacılar'da nabız, NABİZK: Kampta nabız, OSTH: Hacılar'da oksijen saturasyonu, OSTK: Kampta oksijen saturasyonu, RFH: Hacılar'da soluk sayısı RFK: Kampta solunum sayısı

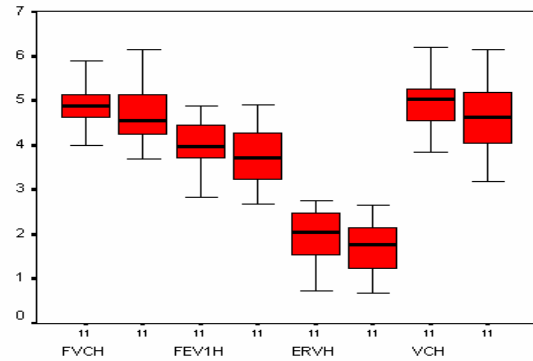
değerlerinde ise %2.3-8.2 oranlarında bir azalma meydana gelmiştir. Sigara içmeyenlerle sigara içenlerin dinamik solunum fonksiyonları üzerinde yüksekliğin etkisinin farklı olduğu grafiklerde görülmektedir.

Ventilasyon mekaniğinde solunumun zamansal analizi, inspiyum ve ekspiryum sürelerinin total solunum sürelerine oranları Şekil 5 ve 6'da sunulmuştur. İnspiyum süresi sigara içenlerde; %8.33 oranında artmış, ekspirasyon süresi %6.67 oranında azalmıştır. İnspiyumun süresinin total solunum zamanına oranı ise % 11.2 oranında azalmış



**Şekil 3.** Sigara içmeyenlerde dinamik solunum fonksiyonu değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

FVCH: Hacılar'da zorlu vital kapasite, FVCK: Kampta zorlu vital kapasite, FEV1H: Haclar'da 1. saniye zorlu ekspirasyon hacmi, FEV1K: kampta 1. saniye zorlu ekspirasyon hacmi, ERVH: Hacılar'da ekspirasyon yedek hacmi, ERVK: Kampta ekspirasyon yedek hacmi, VCH: Hacılar'da vital kapasite, VCK: Kampta vital kapasite



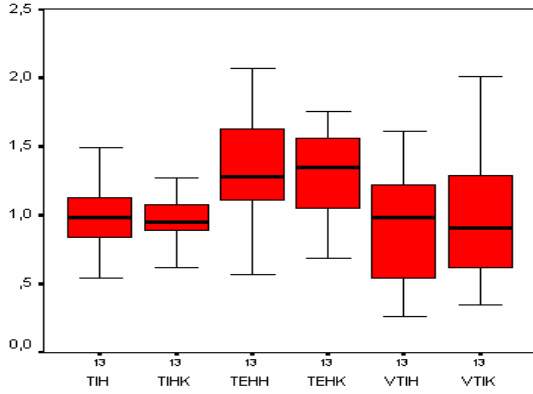
**Şekil 4.** Sigara içenlerde dinamik solunum fonksiyonu değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

FVCH: Hacılar'da zorlu vital kapasite, FVCK: Kampta zorlu vital kapasite, FEV1H: Haclar'da 1. saniye zorlu ekspirasyon hacmi, FEV1K: kampta 1. saniye zorlu ekspirasyon hacmi, ERVH: Hacılar'da ekspirasyon yedek hacmi, ERVK: Kampta ekspirasyon yedek hacmi, VCH: Hacılar'da vital kapasite, VCK: Kampta vital kapasite

olmasına rağmen sigara içmeyen grupta bu üç parametrede de herhangi bir değişim görülmemiştir.

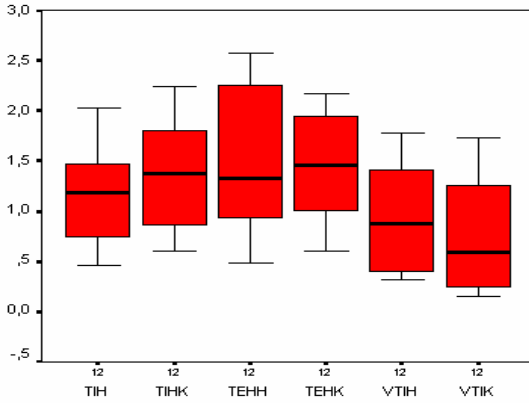
### Tartışma

Erciyes Dağı tırmanışına katılan dağcılarının toplanma noktası 1100 m' de kamp yeri ise 2750 m'de olup dağcılarının hipobarik hipoksiye maruz kaldıkları yükseklik yaklaşık 2000 m dolayındadır. Bu yüksekliğin bulgulara sunulan parametreler üzerine akut etkisi tartışılacaktır.



**Şekil 5.** Sigara içmeyenlerde inspiriyum ve ekspiriyumun zamansal değişimi

TIH: Hacılar'da inspiriyum süresi, TIHK: Kampta inspiriyum süresi, TEHH: Hacılarda inspiriyum süresi, TEHK: Kampta inspiriyum süresi, VT/IH: Hacılar'da solunum süresi/ inspiriyum süresi,VT/IK: Kampta solunum süresi/inspiriyum süresi



**Şekil 6.** Sigara içenlerde inspiriyum ve ekspiriyumun zamansal değişimi

TIH: Hacılar'da inspiriyum süresi, TIHK: Kampta inspiriyum süresi, TEHH: Hacılarda inspiriyum süresi, TEHK: Kampta inspiriyum süresi, VT/IH: Hacılar'da solunum süresi/ inspiriyum süresi,VT/IK: Kampta solunum süresi/inspiriyum süresi

Toplanma bölgesinden kamp yerine motorlu araçlarla ulaşımında yaklaşık iki saatlik sürenin geçmesi bu bulguları sigara içen ve içmeyen her iki grupta da değiştirmemiştir. Ancak fizik profil bulguları (yaş, boy, ağırlık, yağsız vücut kitlesi, göğüs çevresi ve çevre faktörleri) akciğer fonksiyonları üzerinde büyük bir etkinliğe sahiptir (8).

Kardiyorespiratuar fonksiyonların primer bulgusu olan soluk frekansı ve kalp atım sayısı üzerine yüksekliğin akut etkisi sonucu sigara içen ve içmeyen her iki grupta nabız üzerinde belirgin artış görülürken solunum

frekansında aynı oranda bir değişim tespit edilmemiştir. Aynı yüksekliğe uyan bölgelerde yapılan çalışmalarda nabız ve soluk sayısında meydana gelen değişikliklerin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ancak aynı yükseklikte bir hafta sonra yapılan ölçümlerde nabız ve soluk frekansının anlamlı bir şekilde arttığı bildirilmektedir (10-13). Birkaç gün içinde ventilasyon mekaniğinin arttığını belirten araştırmalar da vardır (14,15). Sigara içen grubun FEV<sub>1</sub> ve SaO<sub>2</sub> değerleri dışında tüm parametrelerde hipobarik hipoksinin akut etkisi anlamlı bulunmamıştır. Sigara içmeyenlerde ise FVC, VC ve SaO<sub>2</sub> değerlerinde ancak anlamlı bir fark elde edilmiştir. Her iki grup için de bu parametrelerdeki değişim azalan yönde olmuştur. Akut uyarılara cevabı sinirsel regülasyon mekanizmaları oluşturduğundan santral ve periferik kontrol mekanizmaları ventilasyon mekaniğini dolayısıyla oksijen taşıma kapasitesini arttırmaktadır (11,14,16,17). Orta yükseklikte yapılan pek çok çalışmada (4,5,12,16,18), bizim bulgularımızı destekleyen araştırmalar olduğu gibi tersi bulgular elde edilen çalışmalar da vardır. 2380 m civarında yapılan çalışmalarda FVC'de azalma bulunurken (5,9,19) 3600 m'de yapılan başka bir çalışmada FVC'nin değişmediği saptanmıştır (18). FVC değerleri hem sigara içenlerde hem de içmeyenlerde bizim bulgularımızda da azalmaktadır. FVC'de azalmaya neden olan bu faktörün kardiyak debinin artmasına balı olarak pulmoner kan hacminin artması ile izah edilmektedir (5).

FEV<sub>1</sub> ve FEV<sub>1</sub>/FVC değerlerinde orta yükseklikte hipobarik hipoksik şartların etkinliğine bağlı olarak azalma oranlarının giderek arttığı bildirilmektedir (5,9,12,18,20). Aynı yükseklikteki akut etkinin bir azalmaya neden olduğu ancak bu azalmanın anlamlı olmadığı bulunmuştur (12). Ancak sigara içenlerle içmeyenler arasındaki karşılaştırmalarda FEV<sub>1</sub> değerleri sigara içenlerde anlamlı oranda azalırken sigara içmeyenlerde %2.86 oranında bir azalma olmasına rağmen fark anlamlı bulunmamıştır. En az 5 yıldır sigara içenlerde FEV<sub>1</sub>'deki bu anlamlı azalmanın obstrüktif faktörlerin etkisi ile olduğunu düşünmekteyiz. PEF değerleri konusunda yazarlar farklı bulgular rapor etmişlerdir. Bu değerlerin orta yükseklikte (1500m-4800m) değişmeden kaldığını, arttığını ve azaldığını bildiren yazarlar vardır (5,12,18). Bulgulardaki bu farklılıkların pek çok çevre ve kişisel faktörlerin etkisi ile oluştuğunu düşünmekteyiz. FEF<sub>25-75</sub> değerleri FVC değerlerindeki değişime paralellik gösterecektir. Bulgularımızda hem sigara içenlerde hem de sigara içmeyenlerde PEF ve FEF<sub>25-75</sub> değerleri yükseğe çıktığında azalan yönde değişim göstermiştir. Pulmoner kan volümünün veya interstisyel sıvı hacminin artması buna yol açmaktadır. ERV değerleri ekspiratuar vital kapasitenin büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir (5,9,18,19). ERV değerlerimiz daha önceki çalışmalarımıza uyan değişim göstermektedir (12). VE ve MVV değerlerine yüksekliğin akut etkisinin olmadığı ancak bu

etkinin üçüncü günden itibaren ortaya çıktığı ve bu artışın 11. güne kadar devam ettiği belirtilmektedir (14,15). Bizim çalışmamızda hem sigara içenlerde hem de içmeyenlerde VE, MVV değerlerinde azalma görülmesine rağmen anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Bu durum ventilasyon mekaniğinin genel özelliklerine uyum göstermektedir. Ventilasyon mekaniğinin diğer parametreleri olan RF, TI, TE ve VT/I değerleri hem sigara içenlerde hem de içmeyenlerde genel olarak aynı yönde değişiklik oluşturmuşlardır. Soluk frekansında çok az da olsa bir artma meydana gelirken sigara içenlerde inspiriyum süresinde hafif artma meydana gelmiştir. Sigara içmeyenlerde bu parametrelerde bir değişiklik olmamıştır. Ekspiryum süreleri her iki grupta da azalmıştır. Sigaranın kişileri oksijen borcu içinde yaşatması yanında Yüksekliğin özel koşullarının da bu durumla birleşerek solunum regülasyon mekanizmalarının sigara içenlerde sigara içmeyenlere göre daha hızlı bir cevabı oluşturduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç olarak orta yüksekliğin solunum fonksiyonları üzerine akut etkisi sigara içenlerde daha çabuk ortaya çıkarken çevrenin özel şartlarından radyasyon, ozon, soğuk, nem oranı gibi faktörlerin etkisi ile bu fonksiyonların günler içerisinde hangi yönde nasıl değişeceği mutlaka çalışılmalıdır. Özellikle yüksek irtifa tırmanışlarında olmak üzere orta yükseklik tırmanışlarında da sigaranın atletik performansı bozduğu görülmüştür.

#### KAYNAKLAR

- Randall CW, ed. Flight surgeon's guide, USAF School of Aerospace Medicine. Brooks AFV, Texas 1992; 2:1-30.
- Cynthia MB. Oxygen saturation increases during childhood and decreases during adulthood among high altitude native Tibetans residing at 3800-4200 m. High Altitude Med & Biol 2000 1: (1) 25-32.
- Roach RC, Greene ER, Schoene RB, Hackett PH. Arterial oxygen saturation for prediction of acute mountain sickness. Respir Physiol 1998; 113(3): 247-58.
- Sagawa S, Tori R, Nagaya K, Wada F, Endo Y, Shiraki K. Carotid baroreflex control of heart rate during acute exposure to simulated altitudes of 3800-4300 m. Am J Physiol 1997; 273(4 Pt 2):R1219-23.
- Cogo A, Legnani D, Allegra L. Respiratory function at different altitudes. Respiration 1997; 64; (6): 407-15.
- Porcelli MC, Gugelchuk GM. A trek to the top: A review of acute mountain sickness. J Appl Physiol 1995; 79(5): 1698-703.
- Minetti AE. Optimum gradient of mountain paths. Clinical Endocrinology 1995; 43(1): 11-8.
- American Thoracic Society. Lung function testing; selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis 1991; 144: 1202-18.
- Rupwate RU, Chitaley M, Kamat SR. Cardiopulmonary functional changes in acute acclimatisation to high altitude in mountaineers. Eur J Epidemiol 1990; 6(3): 266-72.
- Nishihara F, Shiniada H, Saito S. Rate pressure product and oxygen saturation in tourists at approximately above sea level. Aviat Space Environ Med 1998; 69 (12): 182-5.
- Currion LS, Zhuank J, Droma T, Moore LG. Superior exercise performance in lifelong Tibetan residents of 4400 m compared with Tibetan residents of 3658 m. Funct Neurol 1997; 12 (6): 339-44.
- Çoksevım B, Sıkı E. Yüksekliğin bazı kardiyorespiratuar fonksiyonlara etkisi. Erciyes Med J 2000; 22(3): 118-21.
- Hanna JM. Climate, altitude and blood pressure. Am J Phys Anthropol 1999; 109(3): 295-301.
- Terzioğlu M. Yüksekliğe adaptasyonda rol oynayan mekanizmalar. Solunum 1980; 4: 115-20.
- Terzioğlu M. On the problem of the effects of hypoxia of mid altitude. Forschung-Praxis-Fortbildung 1967; 18: 14.
- Salvaggio A, Insalaco G, Marrone O et al. Effect of high altitude periodic breathing on sleep and arterial oxyhemoglobin saturation. Proc Natl Acad Sci 1998; 95 (17): 10288-93.
- Gamponia MJ, Babaali H, Yugar F, Gilman RH. Reference values for pulseoxymetry at high altitude. Chung Hua Nei Ko Tsa Chih 1996; 35 (9): 616-9.
- Polard AJ, Bony PW, Mason NP et al. Hypoxia, hypocapnia and spirometry at altitude. Eur J Pediatr 1995; 154(4):263-72.
- Brutsaert TD, Spielvogel H, Soria R, et al. Effect of developmental and ancestral high altitude exposure on Vdot; O2 Peak of Andean and European/North American Natives Int J Biometeorol 1999; 543(2):76-84.
- Tarazona-Santos E, Lavine M, Pator S et al. Hematological and pulmonary responses to high altitude in Quechuas: A multivariate approach. Adv Exp Med Biol 1999; 474: 81-91.

**Geliş Tarihi:** 31.01.2001

**Yazınma Adresi:** Dr.Bekir ÇOKSEVİM  
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Fizyoloji AD, KAYSERİ