

Yüksek İrtifada Burun Fizyolojisi

Duran Karataş¹

¹Özel Erciyes hastanesi kulak burun boğaz kliniği, Kayseri, Turkey

Eur J Basic Med Sci 2012;2(1): 24-29

Received: 16.09.2011

Accepted: 09.03.2012

Nose Physiology in High Altitude

ABSTRACT

Upper respiratory tract, different conditions of air temperature and humidity during the re-shaping the inspiratory and expiratory. showing the changes made by high-altitude mountain climbers of the nasal mucosa, the subjective feeling of nasal obstruction and mucociliary clearance should increase caused by the limited number of publications are available in the literature. Publications in the literature investigating the effects of high altitude on nasal resistance is extremely limited. Investigating the influence of nasal resistance and even transmitted yoktur.Mevcut publications altitude altitude physiology, and other systems, the effect of the lower respiratory system incelemektedir. Purpose of this review is to review the changes at high altitude physiology of the nose.

Key words: Nose, nasal physiology, high altitude

ÖZET

Üst solunum yolları, değişik koşullarda inspirasyon ve ekspirasyon esnasında havanın ısısını ve nemini yeniden şekillendirir. Yüksek irtifada hipobarik hipoksiden dolayı dakikadaki solunum volümü artar, bundan dolayı daha geniş hacimde havaya ihtiyaç oluşur. Literatürde dağcılarda ve tırmanıcılarda yüksek irtifanın nazal mukozada yaptığı değişiklikleri gösteren, subjektif burun tıkanıklığı hissine neden olduğu ve mukosilier klirensi uzattığına dair sınırlı sayıda yayın mevcuttur. Yüksek irtifanın nazal direnç üzerine etkisini inceleyen yayınlar literatürde son derece sınırlıdır. Hatta irtifanın nazal direnci nasıl etkilediğini araştıran yayın yoktur. Mevcut yayınlarda irtifanın alt solunum sistemi fizyolojisi ve diğer sistemlere etkisini incelemektedir. Bu derlemenin amacı normal burun fizyolojisini gözden geçirmek ve yüksek irtifada burun fizyolojisinde oluşan değişiklikleri gözden geçirmektir.

Anahtar kelimeler: Burun, nazal fizyoloji, yüksek irtifa

Correspondence (Yazışma Adresi):

Op.Dr. Duran Karataş

Özel Erciyes Hastanesi Kulak Burun Boğaz

Kliniği, Kayseri, Turkey

E-mail: drkaratasbugra@hotmail.com

NAZAL FIZYOLOJİ

Burunun üç temel fonksiyonu olarak, solunum, koku alma ve savunma fonksiyonları sayılabilir. Burun ayrıca konuşma üzerine de etkilidir. Burun septumla iki bölmeeye ayrılmıştır ve bu bölmelerin her biri fonksiyonel bir ünitedir.

Solunum

İnsanda yegâne fizyolojik respiratuar yol burundan geçer. Ağız solunumu fizyolojik olmayıp, yalnızca gerekli durumlarda burun solunumu yerine kullanılır. Respirasyonda metabolizma için oksijen temin edilir ve karbondioksit vücuttan uzaklaştırılır. Burnun fonksiyonu inspire edilen havayı modifiye ederek en ideal şartlarda alveollere ulaştırmak ve onların hasarını önlemektir. Bu işlem üç fonksiyonla yerine getirilir:

1-Termoregülasyon: Inspire edilen havanın ısısı -50 C'den + 50° C'ye kadar değişebilir ve burun tarafından lokal çevre ısısına uygun bir hale getirilir. Isı kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon yolları ile iletilir. Burunda gazların hareketi ile güçlü bir konveksiyon akımı vardır. Kondüksiyon ve radyasyon solunan havanın ısıtılmasında önemli rol oynamaz. Radyasyon işlemi nemlendirmede önem kazanır. Burnun iki akışkan üzerinde ısı değiştirici bir sistem olduğu düşünülürse bunlardan birisi inspire edilen hava diğeri de burnu besleyen kandır. İspirasyon esnasında hava akımı ile kan akımı ters istikamettedir ve bu durum solunan havanın ısıtılmasında çok etkilidir.

2-Nemlendirme: Alveoller membranda gaz difüzyonu için sıvı bir filme ihtiyaç vardır. Bu nedenle alveollere ulaşan hava su buharı ile satüre edilmiş olmalıdır. Burnun görevi inspiyum esnasında içeri giren havanın nemlenmesini sağlamaktır. Optimum alveoller gaz degisimi %85 nem ortamında gerçekleşir ve bu nemli hava sadece yeterli gaz değişimini sağlamakla kalmaz aynı zamanda alt solunum yollarının kurummasını önler. Hava burun pasajında ilerlerken mukoza içinde biraz su ile yoğunlaşır. Nemlendirme için gerekli olan suyun üretimi yüzey epiteli içindeki kapillerlerden gelir. Bazal membranın hemen altındaki bu kapiller damarların fenestrasyonları olduğu ve sıvı değişimini kolaylaştırdığı gösterilmiştir. Ayrıca bazı çalımsalar göstermiştir ki akut inflamasyon hariç, az miktarda su direkt olarak yüzey epitelindeki seröz glandlardan gelir. Bunlara ek olarak su; ekspirasyon havasından, nazolakrimal kanallardan ve oral kaviteden de gelir.

3-Savunma (Filtrasyon): Burnun önemli fonksiyonlarından biri de alt solunum yollarını korumak amacıyla inspire edilen havadan gelen zararlı partikülleri ortadan kaldırmaktır. 4-6 µ'dan daha büyük partiküller burundan geçip akciğerlere ulaşamazlar. Burnun bir filtrasyon yeri olması onun morfolojisi ile ilgilidir. Inspire edilen hava önce 180° yukarı çıkar ve çatıya ulaştıktan sonra nazofarenkse doğru yönelir, oraya ulaşınca 80-90°'lik bir açıyla aşağıya iner. Daha sonra diğeri burun deliğinden gelen eş hava akımı ile birlesir ve birlikte farenkste damağın arkasına doğru giderler. Bu iki akımın birleştiği yere çarpışma noktası denir ve burası partiküllerin ortadan kaldırılmasına yardımcı olur. Daha sonra adenoidler üzerine olan çarpma ile kriptalarda partiküller immunolojik cevap uyandırır. Burundaki hava akımı esnasında akımın hızında değişiklikler olur. Özellikle nazal valvden sonra akım hızında önemli bir azalma meydana gelir ve burada türbülans artar. Türbülansın görüldüğü yüzeylerde partiküllerin depolanması da hızlanır. Partiküllerin hareketi genellikle aynı yöndedir ve bunlar büyük kitleler oluşturabilir. Bu da nazal direncin artmasına neden olabilir. Nazal kıllar sadece çok büyük partiküllerin ve bazı organizmaların burundan geçişini engeller.

Hava Akımı

İspirasyon esnasında hava önce yukarıya doğru gider ve nazal valvden sonra esas olarak alt konkanın ön kısmının altından ve orta konkanın üzerinden geçerek arkada posterior koanalara doğru ilerler. Bu akımın lineer olduğu rinomanometrik olarak düşünülürse de pratikte respirasyonda olfaktör bölgede türbülans akımın meydana geldiği bilinmektedir. Ekspirasyon esnasında hava akımı daha uzundur ve inspirasyona göre daha fazla türbülandır. Türbülansın çok olmasının nedeni, ekstra pulmoner hava akımın yönlerinin değişik olmasıdır. Ekspirasyondaki akım yönü inspirasyondakinin tersidir ve ön nazal valvdeki rölatif tıkanıklıktan dolayı bir girdap (türbülans) oluşur. Bu türbülans nazal kavitedeki eğrilikler ve tıkanıklar ile artar.

Nazal Direnç

Erişkinlerde burun, total hava yolu direncinin üçte ikisini oluşturur. Nazal direnç üç komponente ayrılır. Bunlar; nazal vestibül, nazal valv ve nazal pasajdır. Nazal vestibül, inspirasyonda akımı sınırlayıcı bir segment olarak rol oynar ve nazal direncin üçte birini oluşturur. Nazal valv ise geriye kalan üçte iki direnci sağlar. Kıvrımlı nazal pasajın dirence minimal etkisi vardır. Nazal pasajın

en dar noktası hava akımına en fazla direnç gösterilen yerdir ki bu bölgeye nazal valv denir. Nazal valv üst lateral kartilajların alt kenarları, alt konkanın ön ucu, komsu nazal septum ve etrafındaki yumuşak dokuları ihtiva eder. Elektromiyografi ile inspirasyon esnasında dilatör nares kaslarının kontraksiyonu gösterilmiştir. Bu kasın innervasyon kaybı alar kollaps ile sonuçlanır. Nazal valvin hava yolunun en büyük direnç bölgesi olmasının ana nedeni türbülans hava akımına neden olmasıdır.

Nazal Siklus

Nazal siklus otonomik sinir sisteminin kontrolü altında gerçekleşen ve nazal kaviteletin dönüşümlü olarak konjesyon ve dekonjesyonu ile karakterize, fizyolojik bir refleksdir. Nazal hava akımı ve nazal direnç mukozadaki değişiklikler tarafından modifiye edilir. Bu değişiklikler burundaki vasküler aktivite tarafından ve bilhassa burun venöz erektil dokular tarafından meydana getirilir. Bu mukozal değişiklikler siklidir ve ortalama 2 - 5 saat sürmektedir. Bu venöz erektil sinüsler alt konka ve septumun anterior kısmındadır. Bunların sismesi nazal valvde daralmaya neden olur. Venöz erektil dokunun kenarları sinüs ostiumlarını kuşatır, buradaki damarların şişmesi generalize konjesyona neden olarak sinüslerin dirençini bozar. Hava sıcaklığı, mizaç, soğuk reseptörler, üstaki tüpünün konjesyonu, sinüs ostiumlarının konjesyonu kişinin burnunu tıkalı algılamasını etkileyen faktörlerdir (1).

YÜKSEK İRTİFA

Yüksek irtifanın organizma üzerindeki etkilerine yönelik çalışmalara 1878 yılında başlanılmış ise de, yüksek irtifa konusu 1968 yılında yapılan Mexico olimpiyatları ile en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Yüksek irtifada hipobarik hipoksiden dolayı dakikadaki solunum volümü artar, bundan dolayı daha geniş hacimde havaya ihtiyaç olunur (2). Atletler ve dağcılar yüksek irtifada ciddi atmosferik değişiklikten dolayı ısı ve su kaybına maruz kalırlar. Literatürde dağcılarda ve tırmanıcılarda yüksek irtifanın nazal mukozada yaptığı değişiklikleri gösteren (3), subjektif burun tıkanıklığı hissine neden olduğu ve mukosilier klirensi uzattığına dair sınırlı sayıda yayın mevcuttur (4).

1000 m ve üzerindeki rakımlar yükseklik (yüksekti) olarak kabul edilmektedir. 1500 m ve daha yükseklerde fiziksel performans olumsuz etkilenmekte ve yüksekliğin artmasına bağlı olarak da fiziksel etkilerde de artış görül-

mektedir. 1500 m den sonra çıkılan her 300 m'de max VO₂'de %3-3,5 azalma görülür (5).

Atmosfer %71 hidrojen, %20,9'u oksijenden oluşur. Deniz seviyesinde basınç 760 mmHg, parsiyel O₂ basıncı (PO₂) yaklaşık 150 mmHg'dir. Yükseklik arttıkça barometrik basınç azalmakta ve bu azalma ile birlikte PO₂ basıncıda azalmaktadır. Çünkü havadaki O₂'nin oranı değişmez durumdadır. Barometrik basınç, dünya yüzeyine baskı etkisi yaratan atmosferik gazların ağırlığının toplamıdır. İrtifa çıktıkça azalan gazların etkisiyle atmosferik basınç da azalır (6).

Deniz seviyesinde dalton yasasına göre; atmosfer basıncı 760 mmHg iken solunan havadaki PO₂ 149 mmHg'dir. Solunan havadaki PO₂ alveollerde 100 mmHg'ye düşerek arteriyel kana geçmekte ve bu şekilde dokulara taşınmaktadır (5). Yüksek irtifada ise azalan atmosfer basıncı, havadaki O₂ miktarı sabit kaldığından dolayı atmosferik PO₂ ve alveolar PO₂'nin azalmasına neden olur (6). Alveolar PO₂'ninde bu etkiye bağlı olarak 60 mmHg gibi bir düzeye inmesi de bu düşük arteriyel ve alveolar kan PO₂'si nedeniyle, organizmada dokunun yeterince oksijen alamama 26 durumu olarak tanımlanan hipoksiye neden olur (6). Atmosferik basınç ve oksijen basıncı 5500 m de % 50 ye, 8900 m de % 30 a düşer (7).

Yüksek İrtifanın Etkileri

Hemoglobinin oksijenle doyumu (saturasyonu) % 98'den % 87'ye düşmesi organizmayı anlamlı düzeyde etkilemeye de (3048 m'ye kadar) saturasyonun % 65 gibi bir düzeye inmesi ile hipoksinin etkileri belirginleşmeye başlar (6). Hipoksinin organizmaya etkileri yükseklik düzeyine, yüksekliğe çıkış hızı, kalış süresi, ortam sıcaklığı ve yapılan egzersizlerle birlikte, kişisel faktörlere göre değişebilir (8).

PO₂'nin 35 mmHg düşmesi ile beyin fonksiyonlarında bozulma görülür. Bu durum 4000 m'den itibaren görülmeye başlar. Düşük PO₂ basıncına maruz kaldığında kemoreseptörler yoluyla solunum dakika hacmi artırılır. Yani hiperventilasyon oluşur. Yükseklikte meydana gelen solunum artışı egzersizdeki gibi değildir. Hiperventilasyon sonucu PCO₂'de azalarak respiratuar alkalozu oluşturur ki buda kanın asit-baz dengesini bozar. Yükseklikte ayrıca kalp atış hızı ve kalp debisinin artışı ile birlikte dokuya yeterli O₂ sağlanmaya çalışılır (9). Ayrıca bir takım hormonal adaptasyonlarda (epinefrin, norepinefrin salınımı) dokuya daha fazla O₂ verilmeye çalışılır (10).

Birçok kişide ilk kez yüksek irtifaya çıkılması ile akut

(geçici) dağ hastalığı oluşur. Bu sendrom o yüksekliğe (300 m üzeri) ulaşıldıktan sonra 8-24 saat içinde gelişir ve 4-8 gün boyunca devam eder. Belirtiler bas ağrısı, uykusuzluk, sersemlik, bulantı, nefes darlığı, halsizlik, iştahın azalması, kilo kaybı, bulantı, kusma şeklinde görülür. Karbonhidratlardan zengin bir diyet alımı ile dağ hastalığının etkileri ve fiziksel performansın düşüşü önlenebilir (11). Aşırı derecedeki dağ hastalığına yapılacak acil yardım kişiye O₂ verilmesi ya da düşük irtifaya taşınması ve yahut ikisinin birden yapılmasıdır.

Aklimatizasyon

Aklimatizasyon yüksekliğe uyum sağlanmasıdır. Aklimatizasyon kısa süreli ve uzun süreli uyumlar şeklinde gerçekleşir (6). Yükseltiye uyum açısından ne kadar uzun süre yükseltide kalınırsa performansta da o derecede uyum gerçekleşir. Ancak hiçbir zaman deniz düzeyine ulaşamaz. Yükseltiye uyum sağlanması amacıyla gereken süre birçok araştırmacı tarafından değişik şekillerde açıklanmıştır. Ancak temel yönüyle uyum süreleri şu şekildedir:

2700 m'de uyum 7-10 gün

3600 m'de uyum 15-21 gün

4500 m'de uyum 21-25 gün

Genel olarak yükselti uyum için kalınan süre bireysel özelliklere bağlıdır. Ancak yinede 2300 m'ye kadar olan yüksekliklere uyum için 2 hafta ve 2300 m'den sonraki her 610 m için (4572 m yüksekliğe kadar) ek bir hafta süreye ihtiyaç duyulur. Ayrıca gerçekte bazı insanların da hiç bir zaman yüksekliğe aklimatize olamadıkları ve bunun sonucu olarak dağ veya irtifa hastalıklarına yakalandıkları da belirtilmektedir. Yüksekliğe (2000 m'ye kadar) çıkılması ile başlayan ilk fizyolojik uyumlar kısa süreli uyumlar olarak adlandırılır (5).

Yükseltinin artışına bağlı olarak ortaya çıkan ilk belirtiler (kısa süreli uyumlar) şunlardır:

*PO₂'nin azalımı nedeniyle dokuya ihtiyaç duyulan O₂'nin sağlanabilmesi için hiperventilasyonun oluşumu,

*Kalp atım hızının artışıyla dokulara kan akımının artırılmasının sağlanması (istirahatta ve egzersizde).

*Hiperventilasyon sonucu CO₂ azalımı ile respiratuar ve metabolik alkaloz oluşmasıdır. Kanda pH alkali tarafa kayar (5,6).

Yükseltide kalış süresi bir kaç günden daha uzun olduğunda gerçekleşen metabolik ve fizyolojik uyumlar

(uzun süreli uyumlar) şu şekildedir:

*Hiperventilasyon: Yüksek irtifaya çıkış ile ilk bir kaç günde belirgin bir artış varken, yaklaşık bir hafta sonra sabitleşir. Hiperventilasyon azalmaya başlasa da normal düzeye dönebilmesi için yıllarca yüksek irtifada kalınmasını gerektirir

*Asit - Baz Dengesinin Sağlanması: Yükseltide hiperventilasyon sonucu organizmaya daha fazla O₂ sağlanırken, organizmadanda daha fazla CO₂ atılımı gerçekleştirilir. Respiratuar alkalozun oluşum ile kanın pH dengesi alkali tarafa kayar. Yükseltiye uyum sağlanması için böbreklerde alkali maddelerin (HCO₃ bikarbonat) atılımı ile kanın pH dengesi normale döndürülür (11).

*Hematokrit (kan hücrelerinde) Düzeyinde Meydana Gelen Artışlar: Yükseltiye çıkışla birlikte plazma azalmasına bağlı olarak kan hücrelerinde artış görülür (11). Hipoksiye bağlı olarak uyarılan ve PO₂'nin azalmasına bağlı olarak böbreklerden salınan Eritropoietin hormonu salınımı ile eritropoezise neden olunur. Böylece kırmızı kemik iliğinde kırmızı kan hücrelerinin (eritrosit) yapımı ile birlikte kan hücrelerinde (eritrosit ve hemoglobin) artışı görülür. Özellikle ilk 2-3 günde artış görülmeye başlanır ve irtifada kalış süresince artış devam eder (11). Eritrosit ve Hb (hemoglobin) de meydana gelen artışlarda kanın O₂ taşıma kapasitesinin arttırılır.

*Dokuda Meydana Gelen Değişiklikler: Kasın O₂ kullanma düzeyi de arttırılmalıdır. Bunun için kas dokuda kılcal damar sayısında, mitokondria yoğunluğunda ve kandan dokuya O₂ difüzyon yeteneğinde meydana gelen artışlarla da dokularda daha fazla O₂'nin kullanılması sağlanır (5,12). Ayrıca yüksek irtifada barometrik basıncın düşmesi ile PO₂'nin de düşmesi O₂ saturasyonunda azaltır. Hemoglobinin oksijene bağlanma eğiliminin azalması ile O₂ ayrışım eğrisinin sağa kayması ile dokuya oksijen daha kolay bırakılmaktadır.

1000 m ve üzerindeki rakımlar yükseklik (yükselti) olarak kabul edilmektedir. 1500 m ve daha yükseklerde fiziksel performans olumsuz etkilenmekte ve yüksekliğin artmasına bağlı olarak fiziksel etkilerde de artış görülmektedir. Yükseklik arttıkça barometrik basınç azalmakta ve bu azalma ile birlikte PO₂ basıncı da azalmaktadır. Çünkü havadaki O₂'nin oranı değişmez durumdadır. Atmosferik basınç ve oksijen basıncı 5500 m de % 50'ye, 8900 m de % 30'a düşer (7). Dolayısıyla yüksek irtifada hipoksi gelişir (5). Hipoksinin organizmaya etkileri yükseklik düzeyine, yüksekliğe çıkış hızı, kalış süresi, ortam

sıcaklığı ve yapılan egzersizlerle birlikte, kişisel faktörlere göre değişebilir (6). Hipoksiye bağlı olarak respirasyon artar. Respirasyon oranının artışı ile nazal direnç artar (13). Hiperventilasyon ile daha fazla O₂ alınırken daha fazla CO₂ atılmaktadır. Solunan karbondioksit azlığı nazal dirençte azalmaya neden olur (14). Akut hipoksi nazal vazokonstruksiyona neden olur ve direnci azaltır (15). Nazal mukoza sert kemik ve kıkırdagi sarmıştır, böylece nazal rezistansın azalması için alanı sınırlandırır (16). Ancak akut hipoksi nazal mukus sekresyonu üzerine de etkilidir.

Her 150 m'lik irtifa değişikliğinde hava sıcaklığı 1 derece azalır (17). Sıcak havada nazal direnç azalır, soğuk havada ise artar (18,19,20). Unilateral soğuk kuru hava inhalasyonu nazal sekresyonda refleks aktivasyona neden olur (21). Nazal sekresyonlar nazal direnci artırır (18). Bazı otörler irtifada soğuk kuru hava inhalasyonundan dolayı subjektif burun tıkanıklığı hissiyatının arttığını tespit etmişlerdir. Bunlardan kontrol edilebilir çevre şartlarında yapılan deneysel çalışma yayınları irtifada soğuk kuru hava inhalasyonundan dolayı subjektif burun tıkanıklığı hissiyatının arttığını desteklememektedir. Diğerleri de kontrol edilebilir çevrede sadece çok soğuk veya çok kuru havada mukosilier klirensdeki değişiklikleri göstermişlerdir. İrtifada subjektif burun tıkanıklığı hissiyatı artar ve mukosilier klirens uzar (4). Dağcılarda yüksek irtifada burun yanması ve boğaz ağrısı gelişir, bu şikâyetler tırmanmalarını zorlaştırır. Akut dağ hastalığı periferik ödem ile karakterizedir ve burun yapılarının şişmesiyle gelişen burun tıkanıklığından dolayı burun hava akımı da azalmaktadır. Yüksek irtifada subklinik pulmoner ödem geliştiğini açıklayan birkaç yayın vardır (22,23) ve bunlar akciğer fonksiyon değişiklik nedenini açıklamaktadır (3). Buna karşılık yüksek irtifada gelişen burun ödeminin nedenini açıklayan bir çalışma yoktur.

Yükseklik arttıkça barometrik basınç azalmakta ve bu azalma ile birlikte PO₂basıncı da azalmaktadır. Yüksek irtifaya çıkıldıkça azalan gazların etkisiyle atmosferik basınç da azalır (6). 2300 m'ye kadar olan yüksekliklere adaptasyon için 2 hafta ve 2300 m'den sonraki her 610 m için (4572 m yüksekliğe kadar) ek bir hafta süreye ihtiyaç duyulur (5). İrtifa değişikliğinde burun fizyolojisinin dolayısıyla nazal direncin ne zaman değişmeye başladığını belirten yayın yoktur. Nazal direnci etkileyen çok sayıda faktörün olması ve yüksek irtifanın nazal direnci etkileyebilecek fizyolojik, metabolik, hematolojik etkilerinin olması standart şartları oluşturmayı zorlaştırmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Pallanch JF, Mc Caffery TV, Kern EB. Evaluation of nasal breathing function. In Cummings CW (ed) *Otolaryngology head and neck surgery-general, face, nose, paranasal sinuses 2nd ed st. Lavis, Mosby 1993: 665.*
2. Ward MP, Milledge JS, West JB. *High altitude medicine and physiology. 2 nd Edn. London, Chapman 81 Hall, 1995: 221-5.*
3. Mason NP, Barry PW, Pollard AJ, et al. Serial changes in spirometry during an ascent to 5300 m in the Nepalese Himalayas. *High Alt Med Biol 2000;1(3):185-95.*
4. Barry PW, Mason NP, O'Callaghan C. Nasal mucociliary transport is impaired at altitude. *Eur Respir J 1997;10(1): 35-7.*
5. Devries HA. *Physiology of exercise for physical ediation and athletics. WMC Brown Publishers, OIWA, 1986.*
6. Yaman M, Coskuntürk OS. *Sportif performansın sınırları. Ankara, Barış Yayınevi, 1982.*
7. Peacock AJ. ABC of oxygen: Oxygen at high altitude. *BMJ 1998; 317: 1063-6.*
8. Akgün N. *Egzersiz fizyolojisi. 2. Baskı, İzmir 1986.*
9. Silbernağl S, Despopulos A. *Renkli fizyoloji atlası. Arkadaş Tıp Kitapları Yayını, İstanbul (N. Hariri), 1989.*
10. Ergen E et al. Relationship between body composition Leg strength and maximal alactic anaerobic power in trained subject. *J Sports Medicine 1983; 399-402.*
11. Ganong FW. *Tıbbi Fizyoloji. Barış Kitapevi, İstanbul (Çeviri Editörü: A.Dogan), 1995.*
12. Ergen E ve ark. *Spor Fizyolojisi. Anadolu Üniv Yayını. No: 584, Eskişehir, 1993.*
13. Mc Caffery TV, Kern EB: Response of nasal airway resistance of hypercapnia and hypoxia in man. *Ann Otol Rhinol Laryngol 1979; 88: 247-52.*
14. Schumacher MJ, Cota KA, Taussig LM. Pulmonary response to nasal - challenge testing of atopic subjects with stable asthma. *J Allergy Clin Immunol 1986; 78: 30-5.*
15. Eccles R. Neurological and pharmacological considerations. In: Proctor DF, Andersen IP, eds. *The nose: upper airway physiology and the atmospheric environment. Amsterdam, Elsevier Biomedical Press, 1982; 191-214.*
16. Widdicombe JG. Nasal airflow resistance at simulated altitude. *Eur Respir J 2002; 19: 4-5.*
17. Jack H, Wilmore David L. *Physiology of sport and exercise. in: Exercise in hypobaric, hyperbaric, and Microgravity Environments. Second Edition, Human Kinetics, ABD 1998: 344-60.*
18. Cole P, Forsyth R, Haight JS. Effect of cold air and exercise on nasal patency. *Ann Otol Rhinol Laryngol 1983; 92: 196-8.*
19. Ivarsson A, Malm L. Nasal airway resistance at difference. Description of on climate aggregate and its use. *Am J Rhinol 1990; 4(6): 211-13.*
20. Proctor DF, Andersen I, Lundqvist GR. Human nasal mu-

- cosal function at controlled temperatures. *Respir Physiol* 1977; 30 (1-2): 109-24.
21. Philip G, Jankowski R, Baroody FM, et al. Reflex activation of nasal secretion by unilateral inhalation of cold dry air. *Am Rev Respir Dis* 1993; 148:1616-22.
22. Gray GW, McFadden MD, Houston CS, et al. Changes in the single-breath nitrogen washout curve on exposure to 17,600 ft. *J Appl Physiol* 1975; 39: 652-6.
23. Welsh CH, Wagner PD, Recves JT, et al. Operation Everest. II: Spirometric and radiographic changes in acclimatized humans at simulated high altitudes. *Am Rev Respir Dis* 1993; 147 (5) : 1239-44.