

# Yüksek İrtifa ve Dalışa Bağlı Akciğer Hastalıkları

## High Altitude and Diving Related Pulmonary Diseases

Dr. Levent TABAK

VKV Amerikan Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul

### ÖZET

Yüksek irtifaya çıkacak ya da dalış yapacak kişilere tavsiyede bulunacak veya uygunluk vermek üzere değerlendirilecek göğüs hastalıkları uzmanlarının yüksek irtifa ve dalış ile ilişkili akciğer hastalıklarının önlenmesi ve tedavisi konusunda bilgi sahibi olmaları gerekir. Yüksek irtifa hastalığı, akut dağ hastalığı, yüksek irtifa beyin ödemi ve yüksek irtifa pulmoner ödemini kapsar ve genellikle 2750-3000 metre üzerine çıktığında gelişir. Yüksek irtifa hastalığı gelişmesi veya mevcut komorbiditelerin yüksek irtifaya çıktığında alevlenmesi riskinin belirlenmesi, önlenmesi ve tedavisi bu yazıda gözden geçirildi. Dalışa bağlı akciğer hastalıkları arasında barotravma-hava embolisi, dekompresyon hastalığı ve nitrojen narkozu bulunur. Bu yazıda dalışa bağlı akciğer komplikasyonları ve tedavileri ayrı ayrı tartışılıp, dalış adaylarının dalış için uygun olup olmamalarını değerlendirmede kullanılacak bir algoritma sunuldu.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek irtifa hastalığı, akut dağ hastalığı, yüksek irtifa pulmoner ödemi, barotravma-hava embolisi, dekompresyon hastalığı, nitrojen narkozu.

### ABSTRACT

Chest physicians who advise or assessing high altitude climbers and SCUBA divers must familiarize themselves with the presentation and management of high altitude illness or diving related pulmonary diseases. High Altitude Illness (HAI) includes acute mountain sickness, high altitude cerebral edema and high altitude pulmonary edema can develop following ascent to high altitude over 2750-3000 meters. The risk of developing HAI and exacerbation of comorbidities due to high altitude, their prevention and treatment strategies are reviewed in this article. Diving-related pulmonary disorders includes barotrauma-air embolism, decompression sickness and nitrogen narcosis. In this chapter these diving complications and their treatment are discussed separately and an algorithm assessing respiratory fitness for diving candidates will be provided.

**Keywords:** High altitude illness, acute mountain sickness, high altitude pulmonary edema, barotravma-air embolism, decompression sickness, nitrogen narcosis.

### Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Prof. Dr. Levent TABAK  
VKV Amerikan Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, İstanbul  
e-posta: LeventT@amerikanhastanesi.org  
DOI: 10.5152/gghs.2019.028

## YÜKSEK İRTİFA HASTALIKLARI

Her yıl milyonlarca kişi yüksek irtifada yer alan şehirlere turistik amaçlı seyahatler yapmaktadır. Ayrıca yüzbinlerce kişi dağcılık, kayak veya trekking amacı ile yüksek irtifaya çıkmaktadır. Bunların dışında askeri personel, kurtarma ekipleri veya çeşitli meslek gruplarına bağlı profesyoneller aklimatizasyon için gerekli süreyi doldurmadan yüksek irtifaya çıkmak zorunda kalmaktadırlar.

Yüksek irtifaya çıkıldıkça azalan atmosferik basınçla birlikte solunan havadaki oksijen parsiyel basıncı düşerek hipoksemiye neden olur. Hipoksemiye bağlı olarak beyinde vazodilatasyon sonucunda ödem, solunum sayısında artma, kalp hızında artma ve hipoksik pulmoner vazokonstriksiyona bağlı pulmoner arter basıncında artış meydana gelir ve yüksek irtifa hastalıklarının belirtileri ortaya çıkar. Vücudun hipoksi sonucu ortaya çıkan bu değişikliklere fizyolojik cevabı aklimatizasyon olarak adlandırılır. Yüksek irtifada bir süre geçirilmesi sırasında gerçekleşen aklimatizasyon sürecinde serebrospinal sıvıda biriken bikarbonatın böbrekler aracılığı ile atılması ile gerçekleşen diüzeze bağlı dakika ventilasyonu, serebral ve pulmoner vasküler basınç azalır, kandaki hematokrit düzeyi yükselerek dokulara daha fazla oksijen taşınması sağlanır ve aklimatizasyon gerçekleşir. Aklimatizasyon için gerekli süreden daha kısa sürelerde yüksek irtifaya çıkan kişilerde, yüksek irtifaya bağlı hastalıklar gelişir<sup>(1,2)</sup>.

Yüksek irtifaya sahip yerleşim yerlerine yakın bölgelerde çalışan ya da yüksek irtifaya seyahat edecek kişilere önerilerde bulunacak hekimlerin yüksek irtifa hastalıklarını önleme ve tedavisi konusunda temel bilgilere sahip olması gerekmektedir.

Yüksek irtifaya çıkan kişilerde ortaya çıkan hastalıklar esas olarak yüksek irtifaya çıkmaya bağlı gelişen hastalıklar ve yüksek irtifaya çıkıldığında alevlenen ya da ağırlaşan hastalıklar olarak sınıflandırılabilir (Tablo 1)<sup>(1)</sup>.

Yüksek irtifaya bağlı hastalıkların en sık görüleni akut dağ hastalığı (ADH) olup, genellikle 2500-3000 metrenin üzerindeki yüksekliklere çıkıldığında ilk birkaç gün içerisinde gelişir. ADH'nın en sık belirtileri baş ağrısı, yorgunluk, baş dönmesi, iştah azalması, uykuya dalmakta zorlanma veya uyuyamama, bulantı bazen kusma, göğüste baskı ve sıkışıklık hissi ve özellikle hareket halinde ortaya çıkan nefes darlığıdır. ADH'nın bir sonraki aşaması ise yüksek irtifa beyin ödemidir (YİBÖ), genellikle ilk bir-üç gün içerisinde kendisini aşırı yorgunluk, tükenmişlik hissi, yürümeye güçlük, konfüzyon-iritabilite ve sarhoşluk hissi ile gösterir<sup>(3)</sup>.

Yüksek irtifa pulmoner ödemi (YİPÖ), genellikle ikinci-dördüncü günlerde ADH/YİBÖ ile birlikte veya tek başına ortaya çıkabilen, göreceli olarak nadir ama yüksek irtifaya bağlı gelişen komplikasyonlar arasında en ölümcül olanıdır. Hastalık daha çok yükseğe hızlı ve enerjik bir şekilde çıkıldığında ortaya

**Tablo 1. Yüksek irtifaya çıkıldığında gelişebilen hastalıklar.**

Yüksek İrtifa Hastalıkları	Yüksek İrtifadan Etkilenen Hastalıklar
Akut dağ hastalığı/yüksek irtifa beyin ödemi	Kalp kapak hastalıkları, kalp yetersizliği, semptomatik koroner hastalığı
Yüksek irtifa pulmoner ödemi	Hipertansiyon
Yüksek irtifa faranjiti-bronşiti	Pulmoner hipertansiyon
Yüksek irtifa retinopatisi	KOAH, pnömoni, kistik fibrozis, bronşit
Fotokeratit (Kar körlüğü)	İnterstisyel akciğer hastalıkları
Hipotermi ve soğuk ısırması	Bağ dokusu hastalıklarına bağlı akciğer hastalığı
Santral uyku apne sendromu	Orak hücreli anemi
Yüksek irtifa başağrısı ve senkop	Uyku apne hastalığı, obezite hipoventilasyon
Organik beyin sendromu	Prostat hipertrofinine bağlı idrar retansiyonu
Reentry pulmoner ödem	Yüksek riskli gebelik
Yüksek irtifa fenalığı	Radiyal keratotomi, göz hastalıkları
Periferik ödem	Solunum kaslarını tutan nöromusküler hastalık
Kronik dağ hastalığı (Monge Hastalığı)	Migren, pseudotümör serebri-yer kaplayıcı lezyon
Yüksek irtifa pulmoner hipertansiyonu	Karotis cerrahisi-radyoterapisi öyküsü

çıkır. İlk belirtiler ADH belirtileridir, ardından nefes darlığı, göğüs ağrısı ve kuru öksürük gelişir. Ağır olgularda hemoptizi de görülebilir. Hastalar sırt üstü yatamazlar. Halüsinasyon, konfüzyon veya davranış bozuklukları gösterebilirler<sup>(4)</sup>.

Yüksek irtifada bulunmaya bağlı sık görülen diğer hastalıklar arasında yer alan periyodik solunum aslında Cheyne-Stokes solunumunun bir türüdür, 1400 m'nin üzerinde görülmeye başlanır ama 2750-3000 m üzerine çıkılıncaya kadar uykuyu çok fazla etkilemez. Respiratuvar alkaloz nedeni ile santral solunum merkezinin hipoksiye duyarlılığının azalması sonucu gelişir. Uyku kalitesini bozduğu için aşırı uykululuk ya da uykuya dalmada zorluk, uyku bölünmeleri, uykudan dinlenmemiş olarak uyanma gibi belirtilere neden olur<sup>(5)</sup>.

**Yüksek irtifaya bağlı faranjit ve bronşit:** Yüksek irtifada soğuk ve kuru havanın etkisi ile boğaz ve akciğerlerde faranjit ve bronşit gelişebilir. Gelişen bu hastalıklar mikrobik değildir. Tamamen soğuk havanın tahriş edici etkisine ve vücudun susuz kalmasına bağlıdır. Başlıca belirtileri boğaz ağrısı, öksürük, balgam çıkarma ve nefes darlığıdır. Faranjit ve bronşit iltihabi nitelikte olmadığı için antibiyotik kullanılmasına gerek yoktur. Nemli hava solunulması, nefesin ısıtılması, boğaz pastilleri, şeker gibi ağız salgısını arttırıcı gıdaların yenilmesi yararlı olabilir.

Yüksek irtifa retinal hemorajisi, retinal arterlerde genişlemeye bağlı ortaya çıkan kanamadır, sıklıkla 5000 m ve üzerinde aşırı efor harcayanlarda görülür. Hemoraji makulayı etkilemedikçe her hangi bir semptomu yol açmaz<sup>(6)</sup>.

Yukarıda bahsedilen yüksek irtifada bulunmaya bağlı ortaya çıkan hastalıkların dışında Tablo 1'de görüldüğü üzere önceden bulunan bazı hastalıklar da yüksek irtifaya çıkıldığında gelişen hipoksi nedeni ile alevlenir ya da şiddetlenir. Yüksek irtifada hipoksemiden bağımsız olarak çevresel şartlar nedeni gelişen hastalıklar arasında ise fotokeratit, soğuk ısırması ve hipotermi sayılabilir<sup>(7)</sup>.

Fotokeratit; Yüksek irtifalarda ultraviyole (UV) ışınları atmosferde daha fazla bulunmakta ve vücuda zararı vermektedir, ayrıca her 300 m'de radyasyon ortalama %5 artmaktadır. Yükseklerde karlardan da yansıyan bu zararlı ışınların artmasına bağlı olarak gözün dış kısmında yanıklar oluşmaktadır. Bunlara kar körlüğü denilmektedir. Gözde ağrı, yabancı cisim kaçmış hissi, sulanma, kızarıklık, göz kapaklarında şişlik, ışığa bakama gibi şikayetlere yol açar. Kar gözlüğü kullanılması ile önlenir. Ağrı şiddetli ise

analjezikler kullanılabilir<sup>(8)</sup>.

## RİSK BELİRLEME-DEĞERLENDİRME

Yüksek irtifaya çıkacak kimselerde risk belirlenmesi veya değerlendirme yapılırken hekimin sorgulaması gereken dört soru vardır<sup>(1)</sup>:

1. Ne kadar yükseğe çıkılacak?
2. Ne kadar hızlı çıkılacak?
3. Daha önce yüksek irtifa hastalığı (YİH) geçirme öyküsü var mı?
4. Yüksek irtifada hastalık gelişme riskini arttıran ya da yüksek irtifaya çıkıldığında alevlenebilecek hastalık var mı?

Yüksek irtifaya bağlı hastalıklar 1500 m'nin altında yaşayan insanlarda genellikle 2500-3000 m'nin üzerine hızlı çıkıldığında görülür. Başta ADH olmak üzere YİH'in gelişmesinde bireysel farklılıklar bulunur. Bazı kişilerde 2000 m'de bile hastalık belirtileri ortaya çıkarken bazılarında 3000 m üzerinde bile görülmeyebilir. Ama 4000 m üzerinde çoğu kimse de, 5000 m üzerinde hemen tüm kişilerde hafif veya ağır belirtiler ortaya çıkar. Deniz seviyesinde sürekli egzersiz yapan, ağır işlerde çalışan, atletik bünyeye sahip kişilerde daha az görülür. 1500 m yüksekliğe yakın yerlerde oturanlarda deniz seviyesinde oturanlara göre daha az görülür<sup>(9)</sup>.

YİH'lerinin gelişiminde hastalık gelişiminin en sık görülmeye başladığı 2500-3000 m yüksekliğe aklimatizasyon için gerekli olan süreden daha hızlı çıkılması en önemli risk faktörlerinden birisidir. 3500 m üzerindeki yüksekliklerde günlük tırmanış hızı ve uyumak için kamp yapılan yüksekliğin önemi çok büyüktür<sup>(10)</sup>. Çıkış hızına göre risk:

**Düşük:** 2500-3000m'ye iki gün veya daha fazla sürede çıkmak.

**Orta:** 3000m'ye iki günden daha az sürede çıkmak, ama önceden ADH öyküsü olmaması.

**Yüksek:** 3500m üzerine iki günden daha az sürede çıkmak.

Daha önce YİH gelişme öyküsü olanlarda olmayanlara göre göreceli olarak risk daha yüksektir. YİH geçirme öyküsü ve yüksekliğe göre risk:

**Düşük:** YİH öyküsü yok ve 2800 m altında yüksekliğe tırmanış.

**Orta:** YİH öyküsü var, 2500-2800 m'ye iki günden az sürede tırmanış.

**Yüksek:** YİBÖ ve YİPÖ öyküsü bulunması.

Yüksek irtifada hastalık gelişme riskini artıran veya yüksek irtifaya çıktığında alevlenebilecek hastalıklar Tablo 1'de görülmektedir. Bu hastalıklara sahip kimselerin özellikle yeniden değerlendirilmesi, bu hastalar yüksek irtifaya çıkmak zorunda iseler hastalıklarına özgü hazırlık planları yapılması gerekir<sup>(11)</sup>. Düşünülenin tersine diyabet, astım, anemi ve sorunsuz gebeliği olanlarda yüksek irtifalara çıktığında büyük sorunlar yaşanmaz.

### YÜKSEK İRTİFA HASTALIKLARININ ÖNLENMESİ

Yüksek irtifaya bağlı hastalıkların önlenmesinde en etkili yöntem eğitimidir. Yüksek irtifaya çıkacak kimselere hekim tarafından yapılması gereken uyarılar veya bilgilendirmeler aşağıda sıralanmıştır<sup>(1,12,13)</sup>:

- Olası hastalıklar ve belirtileri bilinmeli, bu belirtiler görüldüğünde en iyi tedavinin daha alçak irtifalara inmek olduğu unutulmamalı, belirtiler görüldükten sonra daha yukarı çıkmaya çalışılmamalıdır.
- Eğer deniz seviyesi ya da 1500 m'den daha aşağıda ikamet ediyor iseniz, ilk gece 2800 m'den daha aşağı bir yükseklikte konaklayın.
- ADH belirtileri görüldüğünde tırmanışı durdurun. Grup halinde çıkılıyor ise, grubu engellemek için dayanmaya çalışmayın, rehberinizi veya grup liderini durumdan haberdar edin. Gruptan ayrılıp tek başınıza daha aşağıya inmeye teşebbüs etmeyin, her hangi bir arkadaşınızı tek başına bırakmayın. Mümkün ise aşağı bir seviyeye inin, mümkün değilse irtifanızı koruyun ama olabildiğince az hareket ederek belirtilerin geçmesini bekleyin veya ilaç kullanın. YİBÖ veya YİPÖ gelişen hastaları ise en kısa sürede 2000 m altında bir seviyeye indirmeye ya da en iyisi bir sağlık kuruluşuna götürmeye çalışın.
- Hangi yükseklikte olursa olsun aşırı efor sarfetmekten kaçının. Hatta hastalık belirtileri ortaya çıkıp daha aşağı bir düzeye inmeye karar verdiğinizde bile yük taşımamaya veya yükünüzü azaltmaya dikkat edin
- 3000 m üzerinde günlük tırmanış yüksekliğiniz dikey olarak 500 m'yi geçmesin, her 1000 m için bir gün fazladan bulunduğunuz irtifada konaklayarak tırmanışınıza devam edin. Dinlenme günlerinde olabildiğince az efor harcayın.
- Yüksek irtifaya çıktığımız ilk iki-üç gün alkol kullanmayın, uyumak için uyku ilacı almayın.
- Karbonhidrattan zengin diyet ile beslenme ADH gelişim riskini azaltır. Vücutta sıvı birikmesine yol açarak ödem gelişme riskini artırabileceği için tuz alımından kaçınılmalıdır.
- Aşırı ventilasyon nedeni ile sıvı kaybı çok olduğunda yeteri kadar sıvı alımı önemlidir, ancak hiponatremiye yol açabileceğinden gereğinden fazla sıvı tüketmek zararlı olabilir.
- Günlük yaşamınızda kahve ya da kafein içeren içecek tüketiyorsanız, kafein alımını azaltmak ADH gelişimine benzer bir tabloya yol açabileceğinden bunları içmeye devam edin. Ancak doğrudan çiğneyerek kokain kullanılmamalıdır, az miktarda kokain içeren çayların ise ADH gelişimini önlemede yararlı olabileceği bildirilmiştir.
- 5000 m ve üzerine çıkılacak ise 3000-4000 m yükseklikte beş-yedi gün geçirerek aklimatize olmak yararlı olabilir.
- Diyabet hastası iseniz kan şekerinizi kontrol etmek için kullandığımız cihazlar yüksek irtifada doğru ölçüm yapmayabilir. Doktorunuza danışarak bir hareket planı hazırlayın.
- Astım hastalığı yüksek irtifada genellikle alevlenmez ise de ilaçlarınızı aksatmayın, ama soğuk hava solumaya bağlı bronkospazm gelişebilir, önlem alın.
- Akciğer hastalığı nedeni ile oksijen kullanıyor iseniz yüksek irtifada oksijen ihtiyacınız artabilir, önleminizi alın.
- Hipertansiyonunuz var ve ilaç kullanıyor iseniz yüksek irtifada tansiyonunuz düşebilir ya da yükselir, ilaçlarınızı buna göre ayarlamanız gerekebilir.
- Gebe iseniz genellikle 3000 m'ye kadar yüksekliklere çıkmak risk oluşturmaz ama riskli gebeliğiniz var ise doktorunuza danışın.
- Kalp hastalığınız var ise, infarktüs geçirdi iseniz, koroner arter hastalığınız var ise doktorunuza danışarak önlem alınız. Yanınızda mutlaka acil durumlarda kullanılmak üzere nitrogliserin bulundurunuz. Koroner arter cerrahisinden sonra üç hafta süre ile yüksek irtifaya çıkmayınız.

Yüksek irtifaya çıkacak kimselerde değerlendirme yapan hekim tarafından Tablo 2'de görülen farmakolojik ajanlar ile profilaksi yapılıp yapılmayacağı da belirlenmeli ve aşağıda belirtilen özelliklere sahip kimselere uygun ilaç tedavisi önerilmelidir<sup>(14)</sup>;

**Tablo 2. YİH profilaksi ve tedavisinde kullanılan farmakolojik ajanlar.**

	ADH-YİBÖ	YİPÖ
<b>Profilaksi</b>	<p><b>Acetazolamideş</b> 2 x 125 mg Tırmanıştan bir gün önce başlanır, en fazla beş gün kullanılır.</p> <p><b>Dexamethazone</b> 4 x 2 mg veya 2 x 4 mg Tırmanış günü başlanır, maksimum yedi gün kullanılır.</p>	<p><b>Nifedipin</b> 2 x 30 mg kontrollü salınım tablet Tırmanış günü başlanıp maksimum yükseklikte üç-beş gün kullanılır.</p>
<b>Tedavi*</b>	<p><b>HAFİF ADH</b> 2 x 250 mg acetazolamide 4 x 2 mg dexamethasone</p> <p><b>ORTA-AĞIR ADH</b> 4x4 mg dexamethasone</p> <p><b>YİPÖ</b> 8 mg başlangıçta PO/IM/IV sonra 4 x 4 mg dexamethasone</p>	<p><b>Nifedipin</b> 2 x 30 mg kontrollü salınım tablet</p>
*Semptomlar kaybolduktan 24 saat sonrasında veya iniş tamamlandıncaya kadar, \$Diamox®, Diazomid® 250 mg tablet.		

1. Daha önce YİBÖ, YİPÖ öyküsü olanlara,
2. Daha önce ADH öyküsü olup, 2800 m üzerine iki günden daha az sürede çıkacak kimselere,
3. 3500 m üzerine iki günden daha kısa sürede çıkacak kimselere,
4. 3000 m üzerinde günde 500 m'den daha fazla irtifayı tırmanacak ve her 1000 m için fazladan bir gün konaklama yapmayacak ya da daha yükseklere yedi günden daha az sürede çıkmayı planlayan kimselere,
5. Yüksek irtifada alevlenebilecek hastalığı olanlara

### **YÜKSEK İRTIFA HASTALIKLARININ TEDAVİSİ**

Yüksek irtifa hastalıklarının temel tedavisi yukarıda da belirtildiği üzere daha alçak bir seviyeye ve mümkünse 2000 m ve altında bir düzeye inmektir. ADH hastalığı belirtileri sadece dinlenmekle dahi gerileyebilir. Baş ağrısı için aspirin, acetaminofen veya ibufren kullanılabilir. Şayet oksijen verme olanağı var ise belirtilerin hızla gerilemesini sağlayabilir. Bulantı için ondansetron kullanılabilir<sup>(1,15,16)</sup>. YİH'in profilaksi ve tedavisinde kullanılan farmakolojik ajanlar, dozları ve kullanım süreleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

### **DALIŞA BAĞLI HASTALIKLAR**

Son yıllarda milyonlarca kişi eğlence amaçlı dalış yapmaya başlamış ve artan dalış sayısı ile birlikte dalışa bağlı kaza sayısı da artmıştır. Uluslararası bildirilen yıllık dalış kazası yaklaşık 1000 civarında olup bunların %10 kadarı ölümlü sonuçlanmaktadır<sup>(17)</sup>. Dalış

yapanları bekleyen tehlikeler arasında barotravma ve hava embolisi, dekompresyon hastalığı (vurgun), boğulmaya bağlı ortaya çıkan yaralanmalar, nitrojen narkozu (derinlik sarhoşluğu) ve hipotermi sayılabilir<sup>(18)</sup>. Bu yazıda göğüs hastalıkları uzmanlarının bilmesi gereken dalışa bağlı hastalıklardan barotravma ve vurgun ile ilgili olanlardan daha ağırlıklı olarak bahsedilecektir:

### **BAROTRAVMA İLE İLGİLİ DALIŞ HASTALIKLARI**

Barotravma, basınç değişikliği sonucu ortaya çıkan doku hasarıdır. Barotravma hava içeren bir dokuda dalış sırasında artan basınç ya da yüzeye çıkış sırasında göreceli olarak azalan basıncın sonucu ortaya çıkan dokudaki gaz hacim değişiklikleri nedeni ile gelişir. Dalış sırasında içerisinde hava bulunan organlarda gaz volümü azalınca mukozalarda ödem, kanlanma artışı ve hemoraji meydana gelir. Çıkış sırasında ise dokularda bulunan gaz hacmi artar ve dokuların yırtılıp parçalanmasına neden olur. Barotravma en sık kulak, sinüsler, akciğerler ve dişlerde hasara yol açar ise de barotravma nedeni ile oluşan hava embolisinin geliştiği tüm organlarda hasar ortaya çıkabilir.

Kulak barotravması, dalış sırasında orta kulakta bulunan havanın hacminin azalması sonucu oluşan boşluğa seröz sıvı veya kanama sonucu timpanik membranın yırtılması sonucunda gelişir<sup>(19)</sup>. Öztaki borusunun girişinin üst havayolu hastalıkları, anatomik varyasyonlar veya gebelik nedeni ile tıkalı olması kulak barotravması gelişmesini kolaylaştıran başlıca

nedenlerdir<sup>(20)</sup>. Kulak barotravması yüzeye çıkış sırasında da görülebilir ama daha nadirdir ve timpanik membran yırtılmasına çok ender neden olur. Başlıca belirtiler işitme kaybı, kulak çınlaması, kulak ağrısı, baş dönmesi ve bulantı hissidir.

Sinüsler barotravmanın gerçekleşebildiği en sık ikinci lokalizasyondur. Sinüs ostiumlarının mukozal kanlanma artışı, ödem ve inflamasyon sonucu tıkanmasına bağlı olarak meydana gelir Frontal sinüs en fazla etkilenir. Hem dalış hem de yüzeye çıkış sırasında görülebilir. Baş ağrısı, burun kanaması ve lokalize sinüs ağrısı en sık görülen belirtiler olmakla birlikte nadir olarak sinüs yırtılmasına bağlı pnömosephali ve menenjit gelişebilir.

Dalış ya da yüzeye çıkış sırasında infekte dişlerin köklerinde veya diş dolgularının arasında sıkışmış hava kabarcıklarındaki hacim değişiklikleri sonucu diş ağrısı ve diş parçalanmaları meydana gelebilir. Diş, çene, orofasiyal ve sinüzit ağrıları ortaya çıkabilir<sup>(21)</sup>.

Dalış sırasında ölüme yol açan nedenler arasında boğulmadan sonra ikinci en sık neden akciğer barotravmasıdır<sup>(22)</sup>. Dalış sırasında basıncın artması sonucu akciğerdeki hava hacmi azalır ve rezidüel volümün altına inince pulmoner ödem ve hemoraji meydana gelir. Yüzeye çıkış sırasında ise görece olarak azalan basınçla birlikte gaz hacmi giderek artar ve başta hava yolu obstrüksiyonu olan astım ve KOAH'lı hastalarda alveoler yırtıklara neden olabilir. Pulmoner barotravma sonucunda pnömomediasten, pnömotoraks ve hava embolisi meydana gelebilir. Pnömomediasten gelişen hastalarda nefes darlığı, omuza yayılan plöritik tipte göğüs ağrısı, boyunda şişlik ve derialtıında krepitasyon, hırıltılı solunum ve disfaji şikayetleri ortaya çıkabilir. Özellikle bülü ve kistik akciğer hastalığı olanlarda spontan pnömotoraks gelişebilir. Pnömotoraks gelişenlerde göğüs ağrısı, nefes darlığı, solunum seslerinde azalma, vibrasyon torasik azalması, hiperrezonans, trakeada karşı tarafa deviasyon, siyanoz, hipoksemi ve taşikardi saptanabilir.

Hava embolisi, pulmoner barotravmanın en fazla sekel bırakma potansiyeli olan komplikasyonudur. Hava embolisi, hava kabarcıklarının pulmoner venlere ve oradan sistemik dolaşıma veya açık bir foramen ovale ya da başka bir sağ-sol şant varlığında paradoksikal olarak sistemik arteriyel dolaşıma geçmesi ile oluşur. Hava embolisi ulaştığı en son lokalizasyonda iskemi ve inflamatuvar aktivasyona yol açarak o lokalizasyondaki organa spesifik belirti ve bulgularının gelişmesine neden olur. En tehlikeli klinik tablo serebral ve

koroner arter hava embolisi sonucunda ortaya çıkar. Serebral emboli sonucunda motor ve sensoryal defisit, epileptik nöbet, şuur kaybı, apne ve ölüm meydana gelebilir. Koroner arter hava embolisi, aritmi, miyokard infarktüsü ve ani kardiyak arestle sonuçlanabilir. Renal arter embolisi hematüri, proteinüri ve böbrek yetmezliği oluşturabilir. Uterus ve gastrointestinal kanamalar meydana gelebilir, deri ve parmak uçlarında tıkanıklığa bağlı solukluk görülebilir.

### DEKOMPRESYON HASTALIĞI (VURGUN)

Dekompreyon hastalığı ve barotravmaya bağlı gelişen hastalıkların kliniği benzer olmasına karşın altta yatan fizyopatoloji birbirinden tamamen farklıdır. Dekompresyon hastalığı özellikle tüple dalış sırasında solunan havadaki oksijen dışındaki inert gazların yani nitrojen veya helyumun dokularda birikmesi ve yüzeye çıkıldığında basınç azalmasına bağlı olarak genişleşip difüzyona uğradıkları dakulardan gaz kabarcıkları oluşturup ayrılmaları ve vasküler yatağa geçerek tıkanıklıklara yol açması sonucu gelişir. Bu farklılık nedeni ile dekompresyon hastalığı dalgıçların %90'ında yüzeye çıktıktan sonraki ilk 1-12 saat içerisinde ortaya çıkar<sup>(23)</sup>. Ancak dekompresyon hastalığı dalış tamamlandıktan sonraki ilk 12-48 saat içerisinde yapılan uçak yolculukları sırasında dahi gelişebilir<sup>(24)</sup>.

Dekompresyon hastalığında, barotravmadan farklı olarak içerişinde hava bulunmayan ve arteriyel hava embolisinin daha nadir olarak etkilediği muskuloskeletal, deri ve lenfatik sistem daha öncelikli ve sık olarak etkilenir<sup>(25)</sup>. Başta el bileği ve omuz olmak üzere eklem ağrıları, deride kaşıntı ve eritematöz renk değişiklikleri, lenf bezlerinde şişlik, ağrı ve göğüs ile sırtta lenfatik obstrüksiyona bağlı ödem görülebilir.

Dekompresyon hastalığının ağır formlarında santral sinir sistemi ve pulmoner sistemde gaz embolilerine bağlı hasar gelişir. Foramen ovalesi açık olanlarda veya pulmoner venöz gaz embolisine bağlı sağ kalp yetersizliği ve gelişen pulmoner hipertansiyon nedeni ile pulmoner arterio-venöz şant gelişenlerde ortaya çıkan klinik tablo çok daha ağır ve ölümcüldür. Ancak dekompresyon hastalığında arteriyel gaz embolisi dışında lokal olarak veya venöz sistemde gelişen gaz embolilerine bağlı olarak da spinal kord hasarı gelişir ve parezi, paretizi, sfinkter kusuru, davranış bozukluklarına bağlı semptomlar ortaya çıkabilir. Pulmoner venöz sistemde gelişen gaz embolileri ani sağ kalp yetersizliğine, dolaşım bozukluğuna ve arteriovenöz şantların açılması veya açık foramen ovale aracılığı ile arteriyel embolilere neden olabilir.

## NİTROJEN NARKOZU

30 m'den daha derine tüplü dalanlarda solunan havadaki nitrojenin santral sinir sisteminde birikmesi sonucu gelişir, alkol ve benzodiazepin intoksikasyonundaki davranış ve kişilik değişikliklerine benzer belirtilerin ortaya çıkmasına yol açtığı için "derinlik sarhoşluğu" olarak da isimlendirilir. 100 m'den daha derinlere dalındığında ise halüsinasyonlar ve hatta şuur kaybı gelişebilir. Hiperkarbi, alkol kullanımı, yorgunluk ve hipotermi nitrojen narkozu gelişme olasılığını artırır.

## DALIŞ İÇİN UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gebelik, iskemik kalp hastalığı, aritmi, açık foramen ovale, konjenital uzun QT sendromu, kontrolsüz insüline bağımlı diyabet, onarılmamış inguinal herni, panik atak gibi pek çok medikal durum dalış ile ilişkili komplikasyon gelişme riskini artırır, bu hastalıklara sahip kişilerin dalmalarına izin verilmemelidir<sup>(26)</sup>. Göğüs hastalıkları uzmanı açısından dalgıç adaylarında yapılması gerek değerlendirme Şekil 1'de görülmektedir.

Her dalgıç adayında çocukluk dönemini de kapsayan detaylı bir anamnez alınmalıdır. Aktif pulmoner infeksiyon, kronik obstruktif akciğer hastalığı, astım, bül veya kist varlığı, kistik fibrozis, sarkoidoz, tüberküloz, pulmoner fibrozis gibi akciğer hastalıklarının bulunması, herhangi bir nedenle önceden geçirilmiş pnömotoraks veya pnömomediasten öyküsü dalış için mutlak kontraendikasyon olarak kabul edilmelidir<sup>(27)</sup>.

Dalış yapacak kimselerde detaylı solunum sistemi muayenesi yapılmalı ve fizik muayene bulgusu olanlar dalıştan men edilmelidir.

Muayene bulgusu olmasa dahi solunum fonksiyon testleri yapılmalı ve normal olmayanlara dalış izni verilmemelidir.

Sadece muayene bulgusu olmayan, öyküsünde akciğer hastalığı bulunmayan asemptomatik bireyler deneme amaçlı dalış yapacaklarsa rutin olarak akciğer grafisi çektilermeyebilir ama bunların dışında kalan bütün eğlence-hobi amaçlı dalış yapacak, dalış eğitimi olarak çalışacak ya da profesyonel olarak dalış yapacaklarda akciğer grafisi veya toraks bilgisayarlı tomografisi (BT) çekilerek dalış için kontraendikasyon olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Egzersiz testi, PEF değişkenlik takibi, bronş provakasyon testi veya reversibilite testi yapılması rutin olarak önerilmez. Ancak ilaçlarla veya ilaçsız asemptomatik astımlı bireylerde solunum fonksiyon testleri normal olduğunda dalış için izin verilir verilmemesinin belirlenmesinde yardımcı olabilirler<sup>(28)</sup>.

Dalış izni için değerlendirilen akciğer hastalığı geçirilmiş kişilerin değerlendirilmesi bazı durumlarda Şekil 1'de görülen temel esaslardan bağımsız olarak bireyselleştirilerek yapılabilir: tedavi olmuş ve solunum fonksiyon testleri normale dönmüş ve toraks BT de dalış için kontraendikasyon oluşturacak bulgusu olmayan sarkoidoz ve tüberküloz olgularına dalış için izin verilebilir.

Geçirilmiş spontan pnömotoraks mutlak kontraendikasyon olarak kabul edilir ise de şayet bilateral plörektomi yapılmış, solunum fonksiyonları ve toraks BT'si normal olan kimselerin dalışlarına izin verilebilir. Ancak kistik fibrozis, kistik bronşiektazi veya fibrotik interstisyel akciğer hastalığı olanlara solunum fonksiyon testleri normal olsa dahi dalış izni verilmemelidir<sup>(27)</sup>.

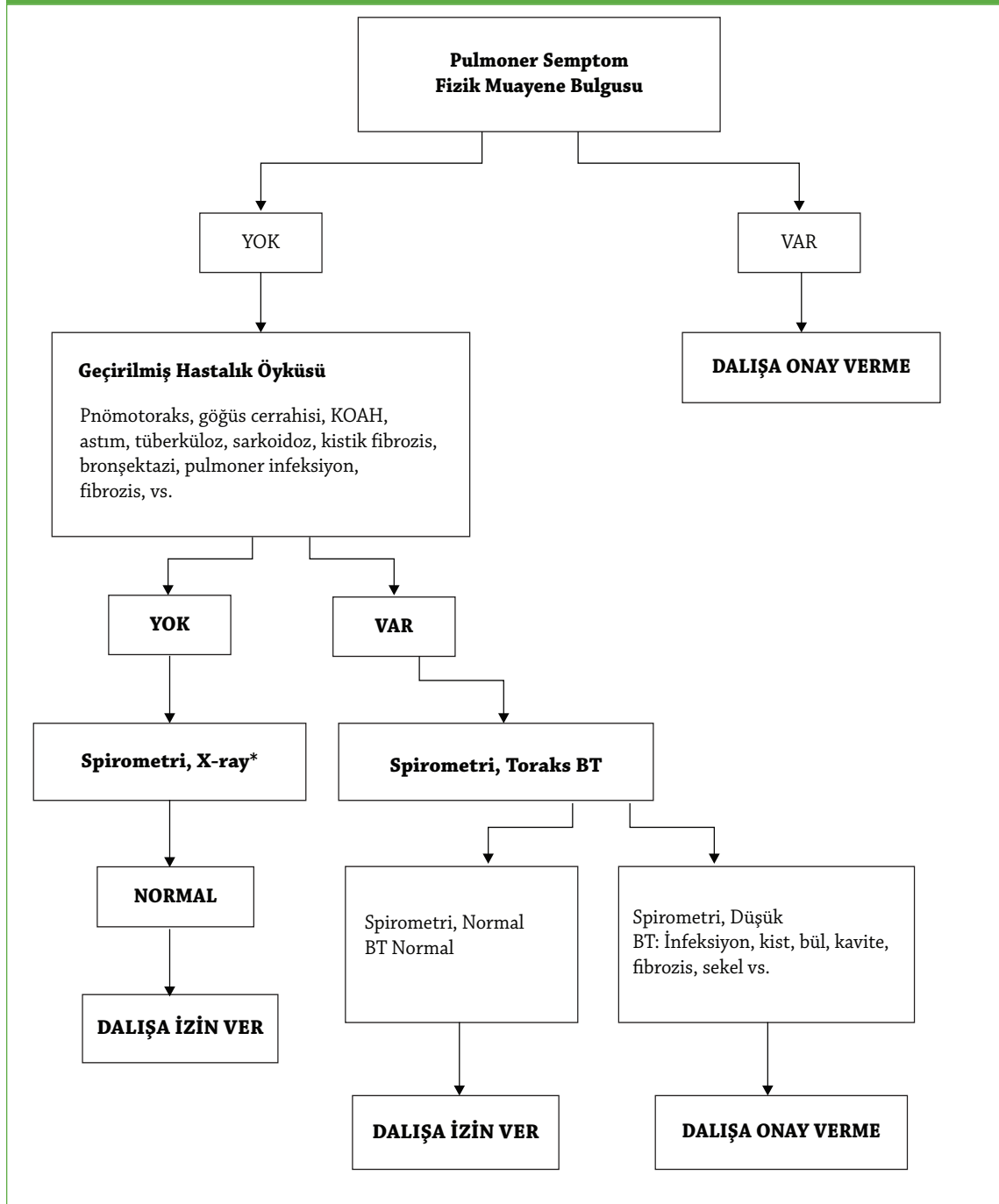
## DALIŞA BAĞLI HASTALIKLARIN TEDAVİSİ

Dalış ile ilgili komplikasyon gelişen hastalarda acil olarak oksijen desteği sağlanmalı, hastalar sol yanlarına yatırılarak ya da tendelenburg pozisyonunda en yakın hiperbarik oksijen tedavisi yapılabilecek bir merkeze transfer edilmelidirler<sup>(29)</sup>. İlk dört - beş saat içerisinde başlanılan hiperbarik oksijen tedavisi ile kalıcı sekelleri önlemek büyük ölçüde mümkün iken daha geç başlanılan tedavilerin başarısı çok düşüktür<sup>(30)</sup>. Ancak bu sürenin aşıldığı durumlarda dahi kazazedelere hiperbarik oksijen tedavisi uygulanması yarar sağlayabilir.

Tedavinin en önemli unsurlarından bir diğeri kollateral dolaşımı artıran sıvı tedavisidir. Bunların dışında denenmiş kortikosteroid, lidokain, prostasiklin, indometazin, non-steroid antiinflamatuar ajan, antikoagulan uygulamalarının sonuca katkıda bulunduğu gösterilemediğinden günümüzde rutin olarak uygulanmaları önerilmez<sup>(18,31,32)</sup>.

Kulak ve sinüs barotavmasına bağlı yakınmalarda ise sistemik veya topikal dekonjestanlar, antihistaminikler, analjezikler ve pürülan akıntı varlığında geniş spektrumlu antibiyotikler ile semptomlar kontrol altına alınabilir.

Şekil 1. Dalış için onay verirken pulmoner değerlendirme yol haritası.. (\*opsiyonel).

**KAYNAKLAR**

1. Gallagher SA, Hackett P, Rosem JM. High altitude illness: Physiology, risk factors, and general prevention. In: UpToDate. Grayzel J (ed). UpToDate, Waltham, MA, 2017
2. Beidleman BA, Fulco CS, Muza SR, et al. Effect of six days of staging on physiologic adjustments and acute mountain sickness during ascent to 4300 meters. High Alt Med Biol 2009; 10:253.
3. West JB, American College of Physicians, American Physiological Society. The physiologic basis of high-altitude diseases. Ann Intern Med 2004; 141:789.
4. West JB, Schoene RB, Luks AM, Milledge JS. High Altitude Medicine and Physiology, 5th ed, CRC Press, Boca Raton 2013.
5. Bloch KE, Latshang TD, Turk AJ, et al. Nocturnal periodic breathing during acclimatization at very high altitude at Mount Muztagh Ata (7,546 m). Am J Respir Crit Care Med 2010; 182:562.



6. Butler FK, Harris DJ Jr, Reynolds RD. Altitude retinopathy on Mount Everest, 1989. *Ophthalmology* 1992; 99:739
7. Schoene RB. Illnesses at high altitude. *Chest* 2008; 134:402.
8. Imray C, Booth A, Wright A, Bradwell A. Acute altitude illnesses. *BMJ* 2011;343
9. Hackett PH, Roach RC. High-altitude illness. *N Engl J Med* 2001; 345:107.
10. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness: 2014 update. *Wilderness Environ Med.* 2014 Dec;25 (4 Suppl):S4-14
11. Luks AM, Swenson ER. Travel to high altitude with pre-existing lung disease. *Eur Respir J* 2007;29:770-92.
12. Luks AM. Clinician's corner: what do we know about safe ascent rates at high altitude? *High Alt Med Biol* 2012;13:147-52.
13. Bärtsch P, Swenson ER. Clinical practice: Acute high-altitude illnesses. *N Engl J Med* 2013; 368:2294.
14. Seupaul RA, Welch JL, Malka ST, Emmett TW. Pharmacologic prophylaxis for acute mountain sickness: a systematic shortcut review. *Ann Emerg Med.* 2012; 59(4):307-317
15. Luks AM, McIntosh SE, Grissom CK, et al. Wilderness Medical Society practice guidelines for the prevention and treatment of acute altitude illness: 2014 update. *Wilderness Environ Med.* 2014 Dec; 25(4 Suppl):S4-14.
16. Tabak L, Dağ hastalığı. Ekim N, Türkteş H (ed). *Göğüs Hastalıkları Acilleri.* Ankara Bilimsel Tıp Yayınevi, 2000: 167-74
17. DeGorordo A, Vallejo-Manzur F, Chanin K, Varon J. Diving emergencies. *Resuscitation* 2003; 59:171.
18. Chandy D, Weinhouse GL. Complications of CSUBA diving. In: *UpToDate, Grayzel J (ed). UpToDate, Watham, MA, 2017.*
19. Taylor DM, O'Toole KS, Ryan CM. Experienced scuba divers in Australia and the United States suffer considerable injury and morbidity. *Wilderness Environ Med* 2003; 14:83.
20. Uzun C, Adali MK, Koten M, et al. Relationship between mastoid pneumatization and middle ear barotrauma in divers. *Laryngoscope* 2002; 112:287.
21. Jagger RG, Shah CA, Weerapperuma ID, Jagger DC. The prevalence of orofacial pain and tooth fracture (odontocrexia) associated with SCUBA diving. *Prim Dent Care* 2009; 16:75.
22. Hardy KR. Diving-related emergencies. *Emerg Med Clin North Am* 1997; 15:223.
23. St Leger Dowse M, Bryson P, Gunby A, Fife W. Comparative data from 2250 male and female sports divers: diving patterns and decompression sickness. *Aviat Space Environ Med* 2002; 73:743
24. Cialoni D, Pieri M, Balestra C, Marroni A. Flying after diving: in-flight echocardiography after a scuba diving week. *Aviat Space Environ Med* 2014; 85:993
25. Sun Q, Gao G. Decompression Sickness. *N Engl J Med* 2017; 377:1568
26. Harrison D, Lloyd-Smith R, Khazei A, et al. Controversies in the medical clearance of recreational scuba divers: updates on asthma, diabetes mellitus, coronary artery disease, and patent foramen ovale. *Curr Sports Med Rep* 2005; 4: 275.
27. British Thoracic Society Fitness to Dive Group, Subgroup of the British Thoracic Society Standards of Care Committee. British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving. *Thorax* 2003; 58:3-13.
28. Tetzlaff K, Muth CM, Waldhauser LK. A review of asthma and scuba diving. *J Asthma* 2002; 39:557.
29. Tetzlaff K, Shank ES, Muth CM. Evaluation and management of decompression illness--an intensivist's perspective. *Intensive Care Med* 2003; 29: 2128.
30. Bennett MH, Lehm JP, Mitchell SJ, Wasiak J. Recompression and adjunctive therapy for decompression illness. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;
31. Aktaş Ş. Dekompresyon hastalığı ve barotravmalar. Ekim N, Türkteş H (ed). *Göğüs Hastalıkları Acilleri.* Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi,2000:151-166
32. Altıay G. Dekompresyon hastalığı (Vurgun) ve arteriyel gaz embolisi. Kaya A, Sevinç C (ed). *Solunum Acilleri.* Ankara. Poyraz Tıbbi Yayıncılık 2007: 317-22.