

Eğitmenler için DALIŞ SAĞLIĞI



Editör
Prof. Dr. Şamil AKTAŞ



Yayın No: 51

Eğitmenler için DALIŞ SAĞLIĞI

Editör

Prof. Dr. şamil AKTAŞ



Eğitmenler için DALIŞ SAĞLIĞI

Bu kitabın bütün hakları Türk Deniz Araştırmaları Vakfı'na aittir. İzinsiz basılamaz, çoğaltılamaz. Kitapta bulunan makalelerin bilimsel sorumluluğu yazarlarına aittir.

All rights are reserved. No part of the publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means without the prior permission from the Turkish Marine Research Foundation (TUDAV).

© Türk Deniz Araştırmaları Vakfı
ISBN: 978-975-8825-43-1

Kaynak Gösterme: AKTAŞ, Ş. (Ed.) 2019. Eğitmenler için Dalış Sağlığı. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Yayın no: 51, İstanbul, Türkiye, 272 sayfa.

Kapak fotoğrafı: © Şamil AKTAŞ

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)
P.K.: 10, Beykoz, İstanbul, 34820
Tel: 0 (216) 424 07 72
Faks: 0 (216) 424 07 71
E-posta: tudav@tudav.org
Web site : www.tudav.org

Baskı: Ekaform Matbaa Reklam Ajans
Org. San. ve Tic. Ltd. Şti. Esenkent Mah.
Azade Sok. No:1 Ümraniye, İstanbul
E-posta: info@ekaform.com
www.ekaform.com
Sertifika No : 41753
Basım yeri : İstanbul
Basım yılı : 2019

ÖNSÖZ

Donanımlı dalışın ülkemizdeki geçmişi neredeyse dünyadaki geçmişiyle eş zamanlıdır. Jacques-Yves Cousteau ve Emile Gagnan'ın 1942 yılında etkin biçimde çalışan açık devre scuba sistemini kullanıma sunmasından sadece 12 yıl sonra, 8 Mayıs 1954 tarihinde, İstanbul Caddebostan'da Türk Balıkadamlar Kulübü kurulmuştur. Donanımlı dalışta ülkemizin bu ilk kulübü, aynı zamanda dünyanın da ilk kulüplerinden biridir. Kulüp üyelerinin kişisel gayretleri, üretimleri sayesinde sportif donanımlı dalışlar ve dalış eğitimleri başlamıştır. Türk Balıkadamlar Kulübü'nün 1988 yılında Dünya Sualtı Aktiviteleri Federasyonu (CMAS)'a üye olmasıyla eğitim ve belgelendirmeler uluslararası nitelik kazanmıştır.

1980 yılında kurulan Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu'nun CMAS'a üyeliği ve eğitimlerin federasyonumuz üzerinden yürütülmeye başlamasıyla birlikte sportif donanımlı dalışın ülkemizdeki geçmişi neredeyse 65 yılı bulmaktadır.

2019 yılında ülkemizde 278 dalış merkezi faal olarak hizmet vermekte ve 4 binden fazla donanımlı dalış eğitmenimiz bulunmaktadır. Federasyonumuzun son üç yılda yetki belgesi verdiği, faal olan dalış merkezlerimiz 2017'de 264 iken, 2018'de 268'e ve 2019'da 278'e yükselmiştir. 2017'de 647, 2018'de 677 olan aktif donanımlı dalış eğitmen sayımız 2019 itibarıyla 671'dir. Federasyonumuz tarafından akredite edilen uluslararası dalış şirketlerinin federasyonumuzdan yetki belgesi alan faal eğitmen sayıları ise 2017'de 149, 2018'de 177 ve 2019 yılında 199'dur.

Dalış merkezlerimiz ve eğitmenlerimiz, ülkemizde donanımlı dalış sporunu geliştirmenin yanı sıra yerli ve yabancı turistlere verdikleri hizmetlerle dalış turizminin de bel kemiğini oluşturmaktadır.

Donanımlı dalış, yeterli eğitim alındığında ve uygun malzeme kullanıldığında minimum riskle yapılabilen bir spor dalıdır. Ancak su altında yapılan bir aktivite olduğu dikkate alındığında basınca, solunan gazların parsiyel basınçlarının artışına, termal strese, çeşitli fizik ve fizyolojik farklılıklara bağlı olarak kaza ve hastalıklara temel oluşturabilir. Bu nedenle dalış sporu eğitiminde, oluşabilecek hastalıklar, bunların acil tedavi yaklaşımları ve korunma önlemleri önemli bir yer tutar. Federasyonumuz tarafından yapılan ya da federasyonumuzun kredilendirdiği birçok toplantı, seminer, kurs ve kongrelerde ana konulardan biri daima “dalış sağlığı” olmuştur. Federasyonumuzun eğitim faaliyetleri kapsamında hazırlanan bu kitap eğitmenlerimizin eksikliğini hissettiği bir boşluğu dolduracaktır.

Dalış merkezleri ve eğitmenlerimize ücretsiz bir hizmet olarak sunulan, federasyonumuzun basım ve dağıtımına destek verdiği, donanımlı dalışa bilimsel ve akademik kazanım sağlayan, çok değerli bilgileri barındıran bu kitabın hazırlanmasına öncülük eden Sayın Prof. Dr. şamil Aktaş'a ve bölümleri hazırlayan değerli yazarlarımıza, kitabı yayınlayan TÜDAV Başkanı Sayın Prof. Dr. Bayram Öztürk ve şahsında tüm TÜDAV Yönetim Kurulu Üyelerine, basımını yapan Ekaform Matbaasına ve emeği geçen tüm kişi ve kuruluşlara Sualtı Sporları Federasyonu Yönetim Kurulu Üyeleri ve Sualtı Topluluğu Üyeleri adına çok teşekkür ediyorum.

Doç. Dr. şahin ÖZEN
Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu Başkanı

SUNUŞ

Eğitmenlerimizin yararlanacağı “dalış sağlığı” konulu Türkçe kaynaklar son derece kısıtlıdır. Federasyonumuzun eğitim materyallerinde bu konular dağınık, dalıcılar için gereksiz biçimde uzun oysa eğitmenler için oldukça yetersizdir.

Eğitmenlere yönelik bir kitabın öncelikle hazırlanması konusu Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (TSSF) Başkanı, sevgili dostum Doç. Dr. Şahin Özen tarafından önerildi. Kurucuları arasında bulunmaktan övünç duyduğum Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV) Başkanı, sevgili dostum Prof. Dr. Bayram Öztürk de bu kitabın basımını TÜDAV’ın amaçlarıyla doğrudan örtüşmesi nedeniyle kabul etti. Böylece elinizde tuttuğunuz kitabın yazımına başlandı. Bu vesileyle TÜDAV’ın tüm yönetim kurulu üyelerine teşekkür ederiz.

Eğitmenler için Dalış Sağlığı kitabı, sualtı hekimliği ve hiperbarik tıp uzmanlık alanında henüz akademik yaşamlarının başındaki genç fakat deneyimli arkadaşlarımızın yoğun ve özverili çalışmalarıyla gerçekleşti. Konu seçiminde doğrudan donanımlı dalışa ilgilendiren konulara ağırlık verildi. Yalnızca profesyonel sanayi dalgıçlarını ilgilendiren bazı konular ise kitapta yer almadı.

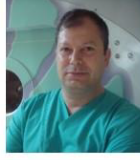
Ele alınan her konu, giriş ve tanımlama ile başlayıp ardından olayın fiziksel ve fizyolojik temelleri açıklandı. Eğitmenlerimizin konuyu daha iyi kavraması için hastalıkların mekanizma ve fizyopatolojisine özel bir önem verildi. Klinik bölümünde sık rastlanan belirti ve bulgular ile tanı yöntemlerine değinildi. Tedavi bölümlerinde, hekimler tarafından uygulanacak tedavilere değil, sahada acil olarak ve eğitmenlerimiz tarafından uygulanabilecek tedavi yaklaşımlarına ağırlık verilmeye çalışıldı. Son olarak, her türlü korunma ve önleme yönteminin hastalığı oluştuktan sonra tedavi etmekten çok daha kolay olduğu için korunma önerileri yer aldı. Yine konu hakkında daha geniş bilgi edinmek isteyen eğitmenlerimiz için konu sonlarında kaynak önerisinde bulunuldu.

Eğitmenler için Dalış Sağlığı kitabı mümkün olduğunca teknik tıbbi dilden arındırılmış, günlük kullanılan dilde yazılmaya çalışıldı. Yine de, yabancı dilde ifadeler ya da tıbbi terimler kullanılması gerektiğinde, yanlarında Türkçe karşılık veya açıklamalarıyla yer aldı. Okuma ve kavrama kolaylığı açısından kitapta bol fotoğraf, şekil, çizim, tablo kullanıldı. Özellikle vurgulanmak istenen hususlar çerçeve içinde farklı renklerde yer aldı.

Eğitmenler için Dalış Sağlığı kitabının tüm donanımlı dalış eğitmenlerimize yararlı olmasını diliyoruz.

Prof. Dr. Şamil Aktaş
Ekim, 2019

YAZARLAR



Prof. Dr. Şamil Aktaş
İÜ, İstanbul Tıp Fakültesi,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 3 Yıldız Eğitmen
saktas@istanbul.edu.tr



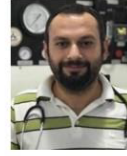
Dr. Öğr. Üyesi Selin Gamze Sümen
SBÜ, Kartal Dr. Lütfi Kırdar EAH,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği
TSSF 3 Yıldız Dahici
selingamze.sumen@sbu.edu.tr



Uzm. Dr. Bengüsu Mirasoğlu
İÜ, İstanbul Tıp Fakültesi,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 3 Yıldız Dahici
bengusu.mirasoglu@istanbul.edu.tr



Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Arslan
NEÜ, Meram Tıp Fakültesi,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 1 Yıldız Dahici
aarslan@erbakan.edu.tr



Dr. Öğr. Üyesi Ali Erdal Güneş
Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 1 Yıldız Dahici
alierdalgunes@harran.edu.tr



Uzm. Dr. Aslıcan Çakkalkurt
Koç Üniversitesi Hastanesi,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kliniği
TSSF 1 Yıldız Dahici
acakkalkurt@kuh.ku.edu.tr



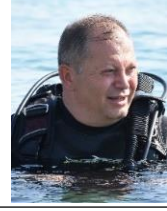
Uzm. Dr. Yavuz Aslan
SBÜ, Sultan Abdulhamid Han EAH,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 3 Yıldız Dahici
yavuz.aslan2@saglik.gov.tr

İçindekiler

ÖNSÖZ	iii
SUNUŞ.....	iv
YAZARLAR	v
Dekompresyon hastalığı (Vurgun)	
Dr. Şamil AKTAŞ	1
Barotravmalar: Kulak ve sinüs	
Dr. Abdullah ARSLAN	33
Barotravmalar: Akciğer, sindirim sistemi, diş, dalış elbisesi, maske	
Dr. Selin Gamze SÜMEN	49
Nitrojen narkozu	
Dr. Ali Erdal GÜNEŞ	67
Oksijen zehirlenmesi	
Dr. Ali Erdal GÜNEŞ	77
Kirletici gazlar	
Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT	87
Suda boğulma	
Dr. Bengüsü MİRASOĞLU	101
Disbarik osteonekroz	
Dr. Şamil AKTAŞ	113
Dalışta temel sorunlar	
Dr. Bengüsü MİRASOĞLU	127
Sığ su bayılması	
Dr. Abdullah ARSLAN	139
Güneş yanığı ve deniz tutması	
Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT	147
Zararlı deniz canlıları	
Dr. Selin Gamze SÜMEN	159

Dalışlarda baş ağrısı	
Dr. Abdullah ARSLAN	181
İnfeksiyonlar	
Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT	193
Dalış ve ilaç kullanımı	
Dr. Selin Gamze SÜMEN	211
Dalış malzemesi hijyeni	
Dr. Yavuz ASLAN	229
Kadın, çocuk ve ileri yaşta dalıcılar	
Dr. Bengüsü MİRASOĞLU	239
Dalışın uzun dönemli fizyolojik etkileri	
Dr. Yavuz ASLAN	253

DEKOMPRESYON HASTALIĞI (VURGUN)



Dr. Şamil AKTAŞ

Tanım

Dekompresyon Hastalığı (DH, Vurgun) Henry Gaz Kanunu uyarınca dokularda çözünmüş gazların çevre basıncındaki azalma sonucunda oluşturduğu serbest gaz kabarcıklarının yol açtığı belirti ve bulgular ile karakterize hastalığın adıdır. Hastalık, deniz seviyesinden daha düşük basınçlara çıkan pilotlarda, belirli bir süre yüksek basınçlara maruz kalan ve daha sonra normal atmosfer basıncına dönen basınçlı tünel (kezon) işçilerinde ve dalgıçlarda gözlenebilir. Dekompresyon hastalığı halk arasında **vurgun** olarak adlandırılmaktadır. Ancak dalış sırasında gözlenen her türlü hastalığa ve kazaya da yanlış olarak “vurgun” adı verildiği unutulmamalıdır.

Dekompresyon hastalığına yol açan gaz kabarcıkları vücudun her dokusunda hücre içi, hücre arası, doku boşlukları ve damar içinde yerleşim gösterebilirler. Öte yandan oluşan bu gaz kabarcıkları mutlaka dekompresyon hastalığına yol açmayabilir. Çeşitli tekniklerle saptanabilen ancak belirti ve bulgu vermeyen bu kabarcıklara sessiz kabarcık (*silent bubble*) adı verilir.

Dekompresyon hastalığı yaygın olarak; eklemler, kas-iskelet sistemi ve derinin tutulduğu Tip I Dekompresyon Hastalığı (hafif tip DH, *bends*) ve diğer sistemlerin tutulduğu Tip II Dekompresyon Hastalığı (ağır tip DH) olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Tıpta ise bu sınıflama kullanılmakla birlikte tutulan sisteme, organa göre yapılan sınıflama daha önemlidir.

Dekompresyon hastalığı uzun yıllar askeri ve sanayi dalgıçlarının ve kezon işçilerinin bir meslek hastalığı olarak kalmıştır. Bununla birlikte teknolojiye ve dalış ekipmanlarında sağlanan ilerlemeler ve SCUBA dalışının yaygınlaşmasıyla dekompresyon hastalığı artık yalnızca profesyonelleri değil, amatörleri de ilgilendirir olmuştur.



Tarihçe

Dekompresyon hastalığı ile ilgili bilgilerimiz oldukça eskilere dayanmaktadır. Henüz 1670 yılında kendinden 20 yıl önce Von Guericke tarafından icat edilen pompaya benzer bir model kullanan İngiliz fizikçi ve kimyacı **Robert Boyle**, basınç altına aldığı deney hayvanlarından bir engerek yılanının kanında ve gözünde kabarcık geliştiğini gözlemlemiştir.

Dekompresyon hastalığı ile ilgili ilk bilgilerimiz basınçlı tünel (*Caisson-Kezon*) çalışmalarından elde edilmiştir. Basınçlı tünel işçileri tıpkı dalgıçlar gibi basınç altında çalışır ve daha sonra yüzeye gelirler. Bunlarda da tünelin basıncı (*derinlik*), burada çalışılan süre (*dip zamanı*) ve yüzeye geliş zamanı (*dekompresyon*) kurallarına uyulmazsa vurgun gelişir. Kezon işçilerinde dekompresyon hastalığı ilk kez 1841’de Fransız bir maden mühendisi olan M. Triger tarafından tanımlanmıştır. Fransa’daki Loire nehri kıyısında yapılan köprünün basınçlı tünel çalışmalarına katılan iki kezon işçisinin kol ve omuzlarında ortaya çıkan ağrılar lokal alkol uygulaması ile tedavi edilmeye çalışılmıştır.

Pol ve Watelle 1854’te yayınladıkları raporlarında basınçlı tünel işçilerinde ortaya çıkan belirti ve bulguların tünelde maruz kalınan basıncın düzeyiyle, basınç altında kalınan süreyle ve dekompresyon hızıyla belirgin bir biçimde ilişkili olduğunu belirttiler. Hastalık belirtileri ortaya çıktığında derhal yeniden basınç altına almanın ve daha sonra dikkatli bir biçimde dekompresyon etmenin önemine de yine bu iki Fransız bilim adamı değinmişler, ancak böyle bir uygulamaya hiçbir zaman başvurmamışlardır.

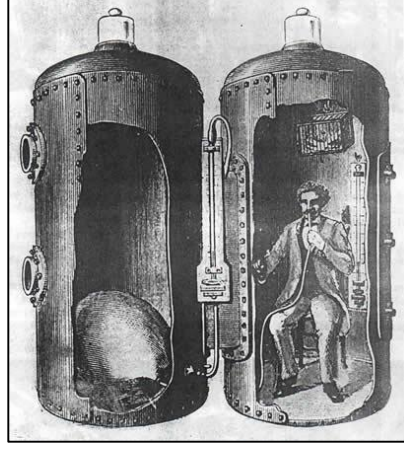
Bu dönemlerde tam anlaşılmadığı ve tedavisi de bilinmediği için basınçlı tünel çalışmalarında vurgun ve ölüm oranları çok yüksekti. Örneğin 1860’larda inşa edilen St. Louis’deki Eads köprüsü basınçlı tünel işlerinde çalışan 600 kezon işçisinden 116’sı ciddi dekompresyon hastalığına yakalanmış, on dördü ise ölmüştür. Öte yandan yüzyıllardır serbest dalış yöntemi ile süngercilik yapan ve belli bir dalış sistemi edinmiş bulunan sünger dalgıçlarının yarısı Siebe’nin 1837’de geliştirdiği dalış takımlarını kullanmaya başladıkları ilk yıl içinde ölmüşlerdir. Ancak 1870’lere kadar kezon işçileri ile dalgıçların yakalandığı hastalığın aynı hastalık olduğu bilinmiyordu, ancak bu yıllardan sonra bunların aynı hastalık olduğu anlaşıldı.

Basınç fiziolojisi ve tıbbının babası olarak adlandırılabilen Fransız araştırmacı **Paul Bert**’in çıkardığı sonuçlar bir dönüm noktası oluşturdu. 1878’de yayımladığı *La Pression Barometrique: Recherches de Physiologie Experimentale* isimli kitabında Bert, basınç-gaz çözünmesi ilişkisini, kabarcık oluşumunu, hastalık oluşumunda çözünmüş gaz miktarının değil serbest kalan gaz miktarının önemli olduğunu, kabarcık içinde özellikle inert gazın yani nitrojenin önemini ortaya koymuştur. Bert ayrıca yeniden basınç altına almanın ne şekilde tedavi edici etkiye sahip olduğunu da açıklamıştır. Tedavide oksijen kullanımına ilk değinen de Bert’tir. Gerek yüzeyde oksijen kullanmanın gerek

basınç altında oksijen kullanarak tedavi başarısını arttırmanın ve tedavi süresini kısaltmanın mümkün olduğunu da ilk kez ortaya koyan Paul Bert'tir.



Paul Bert
(1833-1886)



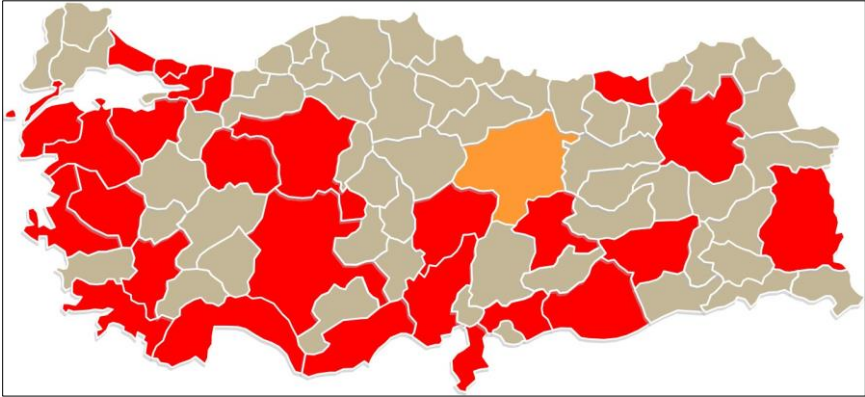
Paul Bert'in deneylerini yaptığı basınç odası

Hastaları acilen tekrar basınç altına almak ve yavaş biçimde dekomprese etmek fikrine dayanan tedavinin ilk uygulandığı çalışma 1889 yılında inşa edilen Hudson nehri tünelidir. Bu çalışmanın yöneticiliğine gelen İngiliz mühendis Ernest W. Moir'den önce çalışanlar arasında ölüm oranı %25 iken, Moir'in sahaya bir basınç odası koydurması ve tekrar daldırma (*rekompresyon*) tedavisini başlatması ile kalan 15 ay içinde 120 çalışandan yalnızca ikisi (%1,6) ölmüştür.

Ülkemiz denizlerinde dalışın tarihi, binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Her ne kadar ülkemizde askeri ve sivil sektörde dalgıçlığın tarihçesi hakkında bilgi sahibiysek de oluşan dekompresyon hastalıklarının ne şekilde tedavi edildiği bilinmemektedir. Donanmamızın dalışla uğraşan birlikleri ve 1949 tarihinde Donanmamıza katılan ve içinde dalış hastalıkları tedavisinde kullanılabilen basınç odası bulunan TCG Kurtaran gibi kurtarma gemileri 1957 yılında Çubuklu-İstanbul'da kurulan **Kurtarma ve Sualtı Komutanlığı**'na katılmıştır. Dalgıç Okulu adı da verilen bu birlik uzun yıllar askeri alanda olduğu kadar sivil sektöre de dalgıç yetiştiren ve dekompresyon hastalıklarının tedavisini yürüten tek merkez olmuştur.



1990'lı yıllarda İstanbul Tıp Fakültesi'nde (Çapa) ve GATA Haydarpaşa Hastanesi'nde faaliyete geçen çok kişilik basınç odası ile sivil dalgıçların tedavisi yapılmaya başlanmıştır. Sonraki yıllarda hiperbarik oksijen tedavisi uygulayan kamu ve özel merkezlerin kurulmaya başlamasıyla dekompresyon hastalığı tedavileri çeşitli illerimize yayılmış elliden fazla basınç odasında yapılabilmektedir.



Ülkemizde basınç odası bulunan iller (Sivas kurulum aşamasında)

DİKKAT !

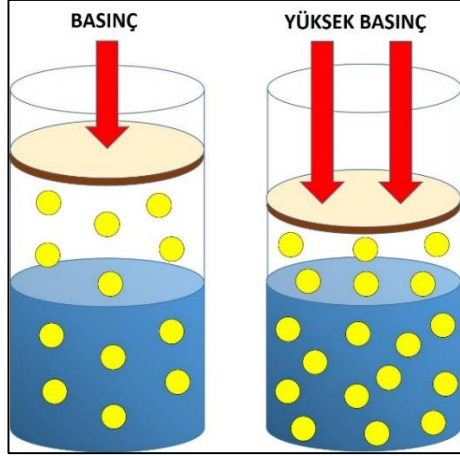
Herhangi bir acil durumda basınç odalarının güncel iletişim bilgilerine TSSF'nin web sitesinden www.tssf.gov.tr veya Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği'nin web sitesinden www.sualti.org ulaşılabilir.

Fiziksel temel

Dekompresyon hastalığının fiziksel temelini **Henry Gaz Kanunu** oluşturur. Bu kanuna göre; “**Gazların sıvılarda çözünürlüğü kısmi basınçları ile doğru orantılıdır.**” Gazın sıvı üzerindeki basıncı arttırılırsa çözünürlüğü de artar.



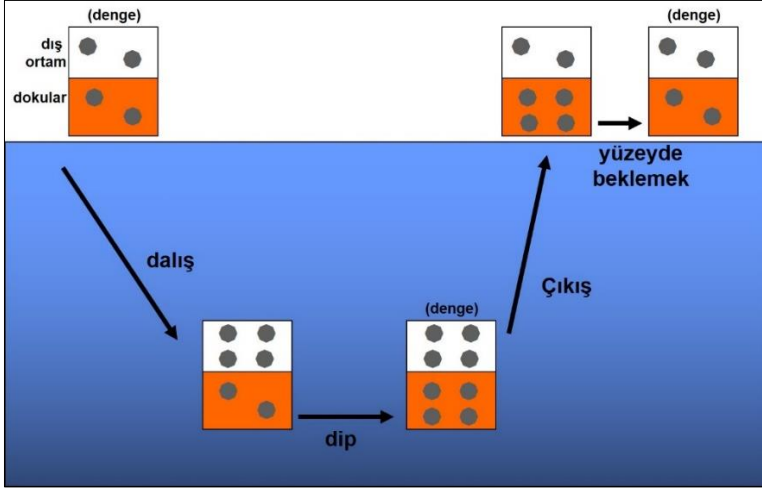
William Henry
1775-1836



Henry Gaz Kanunu

Herhangi bir gaz sıvı ile karşılaştığında bunun içinde çözünür. Çözünen gazın miktarı gazın kısmi basıncı ile ilişkilidir. Bir gazın sıvıdaki çözünürlüğünü yalnızca basıncı belirlemez. Gazın cinsi, sıvının cinsi, sıcaklık da önem taşır. Örneğin nitrojenin yağ içinde çözünürlüğü su içinde olana kıyasla 5 kat daha fazladır. Plazmada karbondioksitin çözünürlüğü oksijenin 22 katıdır. Öte yandan dekompresyon hastalığı söz konusu olduğunda (solunan gaz = örneğin nitrojen); (sıvı = plazma) ve (ortam sıcaklığı da = vücut sıcaklığı) olduğuna göre çözünen gaz miktarı yalnızca gazın kısmi basıncına bağlı olarak değişecektir. Dalış sırasında artan basınçla birlikte solunan gazın içindeki nitrojenin basıncı da artacak, böylece dokulara daha fazla nitrojen çözünmeye başlayacaktır. Çıkış sırasında ise basıncın azalması ile solunan nitrojen basıncı dokulardaki çözünmüş nitrojenden daha düşük kalacaktır. Bu durumda Henry Kanunu tersine işleyecek, dokularda aşırı doymuş (*süper satüre*) halde bulunan nitrojen solunum yoluyla dışarıya atılacaktır. Bu süreç dalan kişi tarafından farkına bile varılmadan her dalışta gelişir. Dalındığında dokularda nitrojen gazı çözünür ve birikir, dalış sonrası da birikmiş olan bu nitrojen dışarıya atılır. Her dalışta bu çözünme-geri atılma olayı vurguna yol açmadan gerçekleşiyorsa, vurgun nasıl oluyor? Bu sorunun yanıtı, vurgun oluşması için bir sınırın aşılması gerektiği şeklindedir.

Süpersaturasyon halinin kritik bir eşiği geçmesi ile çözünmüş gaz atılmayı beklemeden dokularda serbest kabarcık halini alacak, bu durum da dekompresyon hastalığının temelini oluşturacaktır.

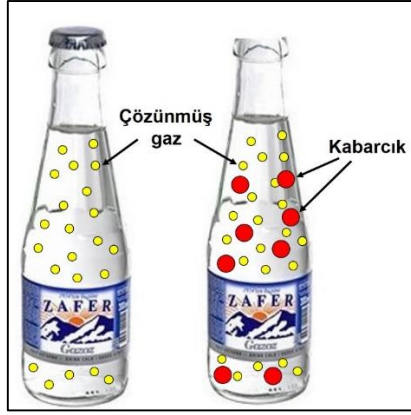


Normal bir dalış sırasında vücutta gaz çözünür, çıkıştan sonra atılır, ancak bu durum vurguna sebep olmaz.

Dekompresyon hastalığının temeli, kabarcık oluşumunu, gazoz örneği ile açıklamak mümkündür. Bilindiği gibi gazlı içecekler içine gaz (karbondioksit) üretim aşamasında basınç ile sıkıştırılarak çözündürülür. Gazın kaçmasını engellemek için sıkı bir kapak takılı olması gereklidir. Bu duruma dalış yapmış bir dalıcının kanında çözülmüş bulunan fazla miktardaki nitrojen gazı benzetilebilir.

Dalış bittikten sonra dalıcının deniz yüzeyine dönmesi, gazlı içeceğin kapağının açılmasına benzer. Kapak çok yavaş bir biçimde açılırsa belirli bir süre sonra tüm gaz içeriği kaçacaktır. Ancak bu kaçışın gözle izlenmesi mümkün değildir. Oysa kapağın hızla açılması halinde gazoz içerisinde erimiş bulunan gaz köpürerek, sıvı içinde serbest kabarcıklar oluşturarak kaçar. Benzer biçimde yavaş, dekompresyon kurallarına uyarak çıkış yapan bir dalıcının dokularında çözünen gaz sorun oluşturmada atılır. Oysa kurallara uymadan, hızlı veya yetersiz dekompresyon yapan bir dalıcıda, dokularda çözünen gaz atılmayı beklemeden serbest gaz kabarcıkları oluşturacak ve dekompresyon hastalığına yol açacaktır.

Dekompresyon hastalığı gelişmesi için dokularda gaz basıncının belirli bir düzeyi aşması ve gazın serbest kabarcık oluşturması gerekmektedir. Ancak bu kabarcıklar mutlaka dekompresyon hastalığına yol açmaz. Bunlara sessiz kabarcık denir. Kabarcıkların “sesli” hale gelmesi, bunların vücutta bir hasara yol açarak belirti, bulgu ve yakınmaya neden olması halinde hastalıktan bahsedilir.



Kabarcık oluşumu (çekirdek teorileri)

Bir kabarcığın “yok” oluşu ile “var” oluşu arasında dikkat çeken bir aşama bulunur. Belli oranda aşırı doymuş bir dokuda bir kabarcığın “orada” değil de “burada” olmasının nedeni nedir?

Bu soruların yanıtı olarak kabarcığın aslında yoktan varolmadığı; kabarcık oluşumuna nüve oluşturan çekirdeklerin doğal olarak bulunduğu ileri sürülmüştür. Doğal ortamlarda çekirdek varlığını açıklayan bir çok yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar hidrofobik yüzeyler ve negatif basınç alanlarına yol açan vakum fenomeni, kavitasyon fenomeni, tribonükleasyon gibi fiziksel açıklamalardır. İnsan vücudunda bu açıklamalara uyan durumlar mevcuttur. Böylece dokularda aşırı doymuş ve kritik bir düzeyi geçmiş gaz, önceden var olan çekirdekler yardımıyla kabarcık oluşturmaktadır.

Kabarcık bir kez oluştuktan sonra büyümesi bir çok faktöre bağlıdır. Her şeyden önce kabarcığın içindeki gaz basıncının çevreden onu küçültmek ya da ezmek için etki eden kuvvetlerden büyük olması gerekir. Bunlardan en önemlisi çevre basıncıdır. Çevre dokunun uyguladığı basınç ve yüzey gerilimi de kabarcığı söndürmek için çalışır. Doku içindeki kabarcıkların doku basıncı nedeniyle genişleyemeden stabil kalabileceği, dolaşımdakilerin ise doku direncine maruz kalmadıklarından genişleyebilecekleri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca belli bir boyutun altındaki kabarcıkların yüzey gerilimi nedeniyle ortadan kalkabilecekleri de anlaşılmaktadır. Kabarcığı ortadan kaldıracak kuvvetler bir kez yenildikten sonra, dokudaki gaz basıncı belli bir değerin üzerinde ise akciğerlerden dışarıya atılıyormuş gibi kabarcığın içine de girerler ve kabarcığın genişlemesine yol açarlar.

Fizyolojik Temel

Dekompresyon hastalığının fiziksel temeli bölümünde Henry Kanununun insan vücuduna uyarlanması halinde gazın cinsi, sıvının cinsi, ortam sıcaklığı gibi sabit olan faktörlerin göz ardı edilebileceğini, tek değişkenin gazın kısmi basıncı olduğunu ileri sürmüştük. Aslında durum daha da karmaşıktır:

Her şeyden önce çözünen gaz çoğunlukla tek başına ele alınamaz. Ya *Trimix* karışımının solunmasında olduğu gibi (Helyum+Nitrojen+Oksijen) birden fazla inert gaz bulunur, ya da farklı karışımlardan birbirine geçişte solunum havasında olmasa bile vücutta birden fazla inert gaz bulunur. Bundan başka aynı karışım, örneğin hava ile dalış yapılsa bile oksijenin inert olmayışı, dokularda kullanılması karışıklıklara yol açar.

İnert (atıl) gaz: Belirli şartlar altında kimyasal reaksiyona girmeyen gazlardır: Helyum, Neon, Argon, Kripton, Ksenon, Radon gibi Asal gazlar ile biyolojik olarak inert olan Hidrojen ve Nitrojen gibi.

Vücut da tek bir sıvı cinsinden oluşmamaktadır. Dokularda, hücrelerde, plazmada su ve yağ gibi değişik özelliklerdeki sıvılar bir arada bulunur. Daha önce de ele alındığı gibi örneğin nitrojenin yağda çözünürlüğü suda çözünürlüğünden beş kat daha fazladır.

Vücut iç sıcaklığı oldukça dar bir sınır içinde tutulsa da dalış boyunca özellikle dış dokuların sıcaklığı önemli oranda değişiklik gösterir. Uygun dalış giysisi ile iyi korunmamış uç kısımlarda sıcaklık, soğuk su dalışlarında uzun bir dalış sonunda neredeyse su sıcaklığına kadar düşebilir.

Tüm bunların ötesinde insan vücudu söz konusu olduğunda gaz ile sıvı karşılaşması basit değildir. Bu karşılaşma akciğerlerde gerçekleşmekle birlikte dokulara taşınması dolaşım sistemi ile olmakta, bu durumda işin içine kan dolaşımı da girmektedir. Farklı dokuların farklı kan dolaşımı olayı karmaşıklştırmaktadır. Dalış sırasında yapılan aktivasyona bağlı olarak solunum hızının değişmesi, dolaşım hızının değişmesi, soğuk nedeniyle kan damarlarının büzülmesi gaz çözünmesini daha da karmaşıklştırmaktadır. Ayrıca insan vücudu sabit bir sıvı örneği ile uyuşmamakta, sürekli devinim halinde bulunmaktadır. Bu durum kabarcık oluşması için ajitasyona yol açabilmektedir.

Fizyopatoloji

Değişik düzeylerde de olsa tüm dokularda gaz çözünmesi gerçekleştiğinden dekompresyon hastalığı bir doku, bir organ ya da sistemle sınırlı değildir. Kabarcıklar teorik olarak hücre içinde, hücre dışında veya damar içinde yani tüm kompartmanlarda gelişebilirler. Bunlar ya mekanik yolla hasar oluştururlar, ya da harekete geçirdikleri ikincil biyokimyasal süreçlerle zarar verirler.

Mekanik etkiler

Hücre içi kabarcıklar

Kabarcıkların hücreler içinde oluşması mümkündür. Nitrojenin hücre içine alınması ve çıkışta yeterli hızda atılamaması kabarcık oluşma nedeni olabilir. Hücre içinde gelişen bir kabarcığın mekanik yolla hasar vermesi çok kolaydır. Kabarcığın genişlemesiyle hücre şişer ve membranının parçalanmasıyla zarar görür.

Yağ hücreleri içinde gelişen kabarcıklar bunların patlamasıyla gelişen yağ embolilerinden sorumlu tutulabilir. Bir tür aseptik nekroz olan ve dalıcılarda görülen bir meslek hastalığı, disbarik osteonekrozun, dekompresyon hastalığının geç dönem görülen türü olduğu ileri sürülmektedir. Dekompresyon hastalığı disbarik osteonekrozdan suçlanırken ileri sürülen mekanizmalar arasında, kemik iliğindeki yağ hücrelerinin parçalanmasıyla açığa çıkan yağın embolilere yol açtığı da bulunmaktadır.

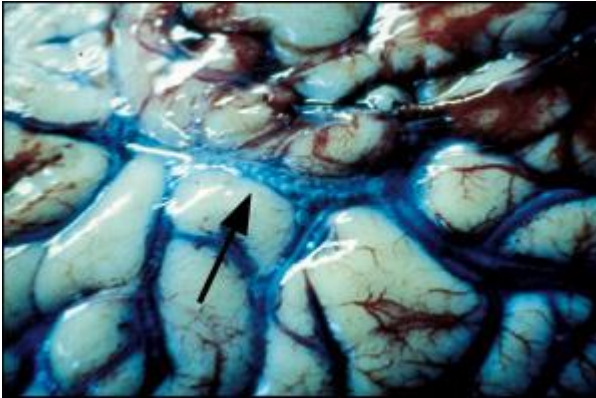
Kabarcıkların tek tek hücrelerde yol açtığı zararlar ya da fonksiyon kayıpları çoğunlukla önemsizdir. Sinir sistemi hücreleri gibi önemli fonksiyonlara sahip hücrelerin ölümünün önem taşıyabileceği ileri sürülebilir. Bununla birlikte dekompresyon hastalığının kliniğinde diğer kompartmanlarda gelişen kabarcıklar daha baskın bir rol oynarlar.

Hücre dışı ve damar dışı kabarcıklar

Bilindiği gibi dekompresyon hastalığının ilk tanımlandığı ve kabarcıkların ilk gösterildiği yer bir yılanın göz içi sıvısıdır. Hızla dekompresye edilen deney hayvanlarında idrarda, eklem sıvısında, beyin omurilik sıvısında, gözyaşında ve gözün ön kamarasında kabarcık gelişimi gösterilmiştir. Bununla birlikte bu alanlarda oluşan kabarcıkların hasara yol açması uzak görülmektedir. Yine de eklemi tutan dekompresyon hastalığı tiplerinde bu tip kabarcıkların öneminden söz edilebilir. Benzer biçimde iç kulak dekompresyon hastalığı açısından iç kulak sıvısı içinde gelişen kabarcıklar önem taşırlar.

Damar içi kabarcıklar

Kan akımı içindeki kabarcıklar dolaşımı bozarak zarar verirler. Bunlar toplardamarlar (*ven*) ve atardamarlar (*arter*) içinde yerleşebilirler. Yol açtıkları mekanik etkileri bir yana, harekete geçirdikleri biyokimyasal süreçlerle durum karmaşıklaşır ve ağırlaşır.



Damar içi kabarcık

Toplardamar sistemine (*venöz*) yavaş verildiği takdirde 1 litreye varan bir gaz tolere edilebilir. Oysa atardamar sistemine (*arteriyal*) verilen 1 ml kadar gaz bile yaşamı tehdit eden sonuçlara yol açabilir. Bunun en önemli nedeni venöz gaz embolilerinin (VGE) akciğer kılcal damarlarının oluşturduğu filtrasyon sisteminde tutulmaları ve buradan dışarıya atılmalarıdır. Oysa sistemik dolaşımında bulunan arteriyal gaz embolileri (AGE) büyüklükleri ile orantılı bir damara kadar ulaştıktan sonra burada tıkanmaya yol açarlar.

Dekompresyon hastalığına bağlı damar içi gaz kabarcıkları uzunca bir süredir bilinmektedir. Arteriyal ve venöz kabarcıklar deneysel ve klinik olarak bir çok eski çalışmada gösterilmiştir. Damar içi kabarcıklar günümüzde teknik olarak çok daha rahatlıkla ortaya konulabilmektedir. Bu amaçla örneğin Doppler yöntemi rutin ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Arteriyal sistemde gaz embolileri klinik olarak daha fazla önem taşısa da dekompresyon hastalığında kabarcıklar neredeyse daima venöz sistemde görülürler. Arteriyal sistem akım hızı ve çatallanma yerleri açısından teorik olarak daha fazla çekirdek oluşumuna izin verir. Ancak dokulara ve venöz sisteme oranla hidrostatik basıncı daha yüksektir. Bu durum kabarcık oluşumunu ve oluşan kabarcıkların gelişimini ters yönde etkiler. Ancak daha da önemlisi arteriyal sistem neredeyse akciğerlerdeki alveolar gaz basıncını yansıtır. Kan, yarılanma ömrü bir kaç dakika ile ifade edilen hızlı dokulardandır. Çıkış sürerken gaz basıncı açısından hızla alveolar hava ile eşitlenir. Bu nedenle düşük aşırı doyma durumu kabarcık oluşumuna da, oluşan kabarcıkların gelişimine de izin vermez. Dekompresyon hastalığında istisnalar olsa da arter içindeki gaz embolilerinin kaynağı yine venöz gaz embolileridir.

Venöz gaz kabarcıkları: Venöz gaz basıncı doku gaz basıncını yansıtır. Bu nedenle aşırı doyma durumu dokuda olduğu kadar yüksektir. Ayrıca ven sistemindeki basınç arteriyal basınçtan çok düşüktür. Bu basınç bazı yerlerde 1 atmosferden bile düşük olabilir. Bu durum venöz sistemde kabarcık gelişiminin arteriyal alandan daha fazla olmasını açıklamaktadır. Ayrıca oluşan kabarcıkların ven içinde gelişimi dokuda gelişiminden daha kolaydır. Bir kabarcığın büyümesi için içerisinde bulunan gaz basıncının çevre basıncından, yüzey geriliminden ve doku basıncının toplamından daha büyük olması gerektiği belirtilmişti. Ven içindeki bir kabarcık için doku basıncı ihmal edilebilir, oysa birçok doku içi kabarcık bu nedenle gelişmeden kalmaktadır.

Venöz kabarcıklar ya doğrudan ven içinde ortaya çıkar ve gelişirler, ya da dokuda ortaya çıkıp ven içine geçerler. Hangi biçimde oluşurlarsa oluşsunlar venöz tıkanmaya yol açarlar. Bu tarz bir mekanik hasar dokuda kan birikimi (*staz*) ve kanamaya (*hemoraji*) yol açarak ve sekonder biyokimyasal süreçleri tetikleyerek gerçekleşir. Bununla birlikte Doppler yöntemi ile kolayca ortaya konulabildiği gibi görece masum dalışlarda bile bol miktarda oluşan venöz kabarcıkların insan vücudu tarafından oldukça iyi tolere edildiği bilinmektedir.

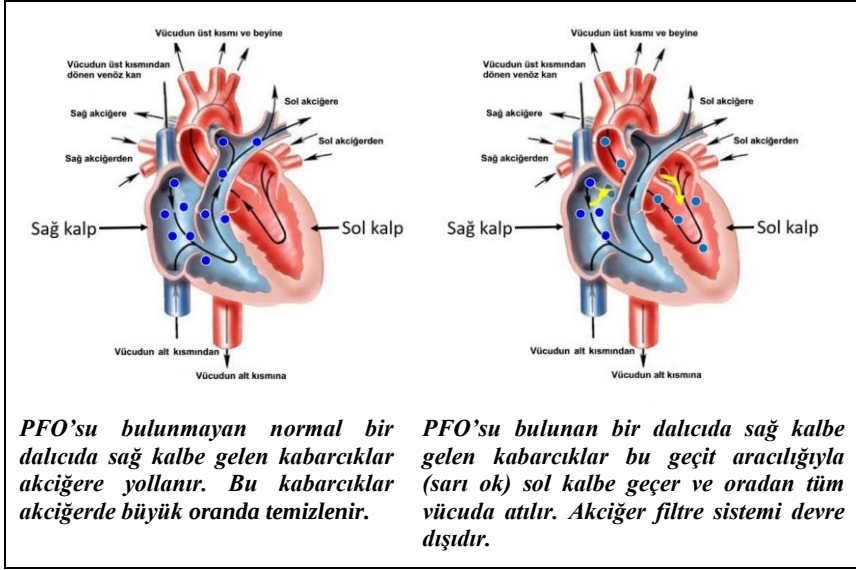
Tüm vücuttan toplanan ven kanı kalbin sağ kulakçık (*atrium*) ve sağ karıncığı (*ventrikül*) ve oradan da akciğer atardamarı aracılığıyla akciğerlere yollanmaktadır. Akciğerde giderek kılcal damarlar düzeyine kadar dallanan damar sisteminde bu kabarcıklar tutulmaktadır. Adeta bir filtre görevi gören akciğer kılcal damar ağı sayesinde tutulan kabarcıklar burada ortadan kalkarlar ve içlerindeki gaz alveol havası aracılığıyla dışarı atılır. Normal şartlar altında akciğer toplardamarı aracılığıyla kalbin sol tarafına, oradan da sistemik dolaşıma bu kabarcıklar taşınmaz, ancak bunu bozan, böylece venöz kabarcıkları arteriyal hale dönüştüren birçok durum bulunmaktadır.

Her şeyden önce akciğerlere venöz sistemden ani ve bol miktarda kabarcık yüklenmesi, akciğer filtresini bozar, bunun kapasitesini aşar. Kabarcıkların tıkamasıyla akciğer sistemdeki basınç normalin üstüne yükseldiğinde bu kabarcıklar arterio-venöz şantlar aracılığıyla sistemik dolaşıma geçecektir. Sağdan sola bu geçiş büyük damarlar veya kalp düzeyindeki potansiyel şantların açılmasıyla da gerçekleşebilir. Bunlardan günümüzde en çok tartışılanı “açık oval geçit veya delik” olarak Türkçeleştirilebilecek olan **Patent Foramen Ovale** (PFO)’dur.

Kalbin sağ kulakçığı ile sol kulakçığı arasında bulunan foramen ovale, anne karnındayken herkeste açıktır. Bu sayede anneden gelen kan (akciğerler henüz faaliyette bulunmadığından) bu delikten kalbin sol tarafına geçerek vücuda dağıtılır. Doğumdan sonra iki önemli değişiklik olur; öncelikle göbek bağı kesilerek anneden gelen basınçlı kan engellenir. İkinci olarak da akciğerler faaliyete geçer. Böylece kalbin sağ tarafına gelen kan artık sol tarafa değil, akciğerlere yollanır. Kalbin sol tarafındaki basınç daha yüksek olduğu için sol kulakçıkta bu deliğin kenarında bulunan kapak kapanır. Zamanla kapanan bu kapak yerine kaynar ve bir daha açılmaz. Oysa bazı kişilerde bu kapak kaynamaz, sağ taraftaki basınç sol tarafın basıncını geçtiği hallerde açılabilir, bu durum “patent” olarak tanımlanır.

Patent foramen ovale (PFO) için kilitlenmemiş kapı örneği verilebilir. Normal gelişim sürecinde arkasından basılan kapı zamanla kilitlendiğinden basınç bir sebeple kalksa bile kapı açılmaz. Oysa patent foramen ovale’de kapı kilitli değildir, sadece arkasındaki basınç ile kapalı tutulmaktadır. Sağ tarafın basıncı sol tarafı geçtiğinde bu kapı açılacaktır.

PFO görülme sıklığı normal popülasyonda 1-30 yaşları arasında %30-35 civarındadır. Yaşın ilerlemesiyle kapanma gerçekleşebilmekte, böylece sıklık 80 yaş ve ötesinde %20'lere kadar düşebilmektedir.



Rutin bir dalıştan sonra kolaylıkla rastlanabilecek zorlanma, hapsirme, öksürme, ıkınma, valsalva manevrası gibi kalbin sağ tarafının basıncını artıran hallerde sağdan sola geçişler olabilmekte, böylece akciğer filtresinde süzlebilecek kabarcıklar sistemik dolaşıma geçerek AGE halini alabilmektedir. Nispeten basit ve masum dalışlarda, örneğin sportif scuba dalışlarında, “sessiz kabarcık” düzeyinde kabarcık miktarının bile kalbin sağ tarafındaki basıncı önemli oranda artırdığı gösterilmiştir.

Akciğerlere kabarcık yüklenmesinin hızlı ve aşırı miktarda olması halinde, “chokes” adı verilen ve dolaşım ve solunum çökmesi ile sonlanan klinik tablo ortaya çıkar. Bu durum genellikle kabarcık tıkanmasının sağ karıncık basıncını %150’den de fazla arttırması durumunda görülür.

Arteriyal gaz kabarcıkları: Dekompresyon hastalığında doğrudan arteriyal sistem içinde kabarcık oluşması teorik olarak mümkün, ancak pratikte sık rastlanmayan bir durumdur. Bunun nedeni daha önce de bahsedildiği gibi arteriyal sistem içinde hidrostatik basıncın yüksekliği ve daha da önemlisi arteriyal kanın hızla desatüre olarak aşırı doyma durumunu kaybetmiş olmasıdır. Dekompresyon hastalığında arteriyal kabarcıklar seyrek görülseler de daha ciddi sonuçlara yol açmaları beklenir. Tıkanma halinde ana sorun atardamarın beslediği dokuların kansız kalarak ölmesidir.

Venöz gaz kabarcıklarına göre arteriyal kabarcıklar daha tehlikeli olmakla birlikte mutlaka kötü sonlanması şart değildir. Arteriyal sisteme giren kabarcık ya kritik bir bölgede tıkanmaya yol açmaz, ya da tıkanan bölgenin başka damarlarla desteklenen dolaşımı bulunur. Ayrıca çok küçük kabarcıkların sistem içinde belirti ve bulguya yol açmaması da mümkündür.

Genel kabul olarak, dekompresyon hastalığında arteriyal kabarcık kaynağı venöz kabarcıklar ve bunların akciğer ve kalp düzeyinde sağdan sola geçişleridir.

Sağdan sola geçiş için ileri sürülen bir yol daha bulunmaktadır. Bu durum ardışık dalışları, “yo-yo” dalış tabir edilen kısa aralıklı sık dalışları, basınç odasında oksijensiz yüzey dekompresyonunu ve dekompresyon hastalığı geliştiğinde “aksuna” adı verilen ve su içine tekrar dalarak yapılan rekompresyon tedavilerini ilgilendirmektedir. Bu görüşe göre, ilk dalış sırasında akciğerlerde takılan venöz kabarcıklar yeniden dalmakla birlikte küçülmekte ve sistemik dolaşıma daha kolay geçebilmektedirler. Yeniden dalış sırasında kulak açma işlemi için yapılan valsalva manevrası da bu durumu kolaylaştırabilir. Kan hızlı doku olduğundan su altına dalındığında arteriyal sistemde hızla yükselen gaz basıncı bu kez kabarcığın ufalmasına değil, büyümesine hizmet edecektir. Bu konuda kesin bilimsel kanıt bulunmamakla birlikte sualtı pratiğinde yukarıda anılan durumlar açısından dikkate alınması gereken bir durumdur.

Kabarcıkların sekonder etkileri

Hücre içi ve hücreler arası kabarcıklar dokuların parçalanmasına, damar içi kabarcıklar da dolaşımın aksamasına neden olarak mekanik hasarlar yaratırlar. Arteriyal tıkanma, ilgilendirdiği alanda kansız kalma (*iskemi*) ve oksijensiz kalma (*hipoksi*), venöz kabarcıklar ise kan birikmesi (*staz*) ve hipoksiye yol açarlar. Ancak özellikle damar içi kabarcıkların etkileri yalnızca bunlarla sınırlı değildir. Doku hipoksisi, ödem, kompartman basıncı artışı, damar içi pıhtılaşma, kan koyulaşması (*hemokonsantrasyon*), kan viskozitesinin artması, yangı (*inflamatuvar*) yanıtı gibi reaksiyonlar az veya çok tüm dekompresyon hastalığı olgularında görülür. Dekompresyon hastalığının tedavi prensibi bu fizyopatolojik süreçlere göre belirlenir.

İskemi ve hipoksi

Arteriyal tıkanmalarda, tıkanmanın ardında kalan alanlarda iskemi ve hipoksi görülür. Bu hipoksi etkisini başta damar hücreleri olmak üzere bu damardan beslenen tüm dokuda gösterir. Tam tıkanmalarda hipoksinin ağır olması halinde hücre ölümü gerçekleşecektir. Damar hücrelerinin hipoksiye maruz kalması damar geçirgenliğini bozar. Damar dışına sızan sıvı nedeniyle dokuda ödem gelişir. Venöz tıkanlıklar staza yol açarlar. Bu durum doku içine kan ve plazma çıkışının; ödemin, kanamanın ve staza bağlı doku ölümünün nedenidir. Omurilik dekompresyon hastalığının venöz tıkanma türünde gözlenen klinik ve patolojik bulgular bu tarz bir tutulumun örneğidir.

Ödem

Dekompresyon hastalığında önem taşıyan fizyopatolojik bir süreç de ödemdir. Ödem yukarıda ele alındığı gibi damar içi tıkanlıkların bir sonucu olarak hipoksiye bağlı damar geçirgenliği bozulması, iskemi-reperfüzyon hasarı, damar içi hidrostatik basınç artışı gibi nedenlerle gelişir. Ödem ayrıca dekompresyon hastalığında kabarcıklara reaksiyon olarak gelişen inflamatuvar yanıt tarafından da gerçekleştirilir. Sebep ne olursa olsun dokuda ödem gelişimi kısır bir

döngüyü tetikler. Ödem nedeniyle damar yatağından uzaklaşan hücrelerin beslenmesi bozulur, dokuda var olan hipoksik durum giderek ağırlaşır. Doku içinde gelişen ödem aynı zamanda doku basıncını da artırır. Özellikle kapalı karakter taşıyan kompartmanlarda basınç artışı ağrıya, damarların dıştan bası ile daha da tıkanmasına yol açar.

Hemokonsantrasyon

Damar dışına sıvı kaçıışı kanın koyulaşmasına yol açar. Bu durum kanın viskozitesini artırır. Kan, kabarcıklar ile tıkanmış damarlarda daha zor akmaya, yavaşlamaya ve giderek pıhtılaşmaya giden bir sürece girer.

Damar içi pıhtılaşma

Kabarcıklar bir yandan damar iç yüzeyini bozarak, bir yandan da kendi başlarına yabancı cisim oluşturarak pıhtılaşma süreçlerini harekete geçirirler. Belli bir süre geçtikten sonra tekrar daldırmak kabarcıkları küçültse ve ortadan kaldırsa da oluşan pıhtı üzerine etki edemez.

İnflamatuvar etki

Damar içinde yabancı cisim reaksiyonuna yol açan kabarcıklar inflamauar süreçleri tetikler. Akyuvarların uyarılması, kimyasalların salınması lokal ve sistemik yanıtlara yol açar. Böylece ağrı, damar genişlemesi, ödem gelişimi, akyuvar göçü, ilerleyen bir pıhtılaşma süreci ve iskeminin derinleşmesi gerçekleşecektir.

Klinik

Dekompresyon Hastalığı ilk kez Golding ve arkadaşları tarafından Darford tüneli çalışmaları sırasında sınıflandırıldı. Bu sınıflamaya göre Tip I Dekompresyon hastalığı yalnızca eklem ağrısından oluşmaktaydı ve “basit tip”, “eklem bends”i adını aldı. Tip II Dekompresyon hastalığı ise diğer tüm sistemleri ilgilendiren ve “ağır tip” olarak nitelendirilen türüydü. Tip I Dekompresyon hastalığına daha sonra kas-iskelet sistemi bulguları “limb bends”, deri bulguları “skin bends” ve yorgunluk, genel hastalık hali gibi sistemik bulgular da eklendi. Son haliyle Tip I dekompresyon hastalığı kas-iskelet sistemi ve/veya deri; Tip II dekompresyon hastalığı ise diğer tüm sistemleri ilgilendiren sınıflama olarak kesinleşti.

Günümüzde bu sınıflama kullanılmakla birlikte dekompresyon hastalığını tutulan sisteme, organa veya dokuya göre sınıflamak daha çok tercih edilmektedir. Örneğin merkezi sinir sistemi-omurilik tutulması veya iç kulak-deinge organı tutulması gibi.

Belirti ve bulgular

Dekompresyon hastalığı tüm sistemleri ilgilendiren bir hastalık olduğundan hemen her organa ait belirti ve bulgular verebilir. Belirti ve bulgular çıkışta henüz su içinde iken başlayabilir veya çıkıştan saatler sonra ortaya çıkabilir. Genellikle ilk bir saat içinde olguların %50’sinde; ilk 6 saat içinde olguların %90’ında belirti ve bulguların ortaya çıktığı kabul edilir. Derin dalışlardan, hızlı çıkışlardan, kaçırılmış aşırı dekompresyonlu dalışlardan sonra veya önceki

dalıştan kalan kabarcık varsa ve dalıcıda hastalığı kolaylaştıracak faktörler bulunuyorsa belirti ve bulguların daha erken ortaya çıkacağı ve daha şiddetli olacağı kabul edilir. Tersine sığ dalışlardan, yavaş çıkışlardan ve sınırda bir dekompresyon kaçırmadan sonra ortaya çıkan belirtiler daha yavaş ortaya çıkacak ve daha hafif seyredecektir.

Deri

Dekompresyon hastalığına ait deri belirti ve bulguları hafif ve çok kısıtlı bir bölgeyi ilgilendirenlerden, ciddi ve tüm vücudu ilgilendiren formlara kadar değişebilir.

Kasıntı: En çok kollar, eller, bacak ve ayaklar ile burun ve kulağı tutan bir yakındır. Genellikle kısa ve derin dalışlardan sonra ortaya çıkar. Çıkıştan kısa bir süre sonra ortadan kalkar.

Kızıl benzeri döküntüler: Sıklık sırasıyla göğüste, omuzlarda, sırtta, karnın üst kısmında ve uylukta rastlanır. Birkaç dakikada ortadan kalkmasına rağmen bazen saatlerce kaybolmadığı da görülür.

Yılancık benzeri döküntüler: Tek tek kızarıkların birleşmiş hali gibidir. Aynı bölgelerde görülmesine karşın deri venlerinin tutulması nedeniyle gerçek bir dekompresyon hastalığını işaret eder. Öksürmekle ya da valsalva manevrasıyla deri venleri belirginleşir.

Mermer görüntüsü: Deride küçük soluk alanlar ile alacalı morlukların birleşmesinden oluşmuştur. Bu alan, etrafındaki deriden daha sıcak ve hassastır. Tedaviye kısa sürede yanıt verir ancak dokunmakla ağrı yanıtı bir kaç saat daha sürebilir. Vücudun her yerinde görülebilen bu tipik mermer görüntüsüne (*cutis marmorata*) ödem yol açar. Hem dokularda hem deri damarlarında tutulum olduğundan daha ciddi belirti ve bulguların habercisidir.

Derialtı amfizemi: Deri altında belirli bölgelerde ve tendonlar boyunca dokunmakla çıtırtı alınabilir ve bu hava gölgeleri radyografide de ortaya konabilir. Bu derialtı (*subkutan*) amfizemini akciğer çıkış barotravmasında yüzde ve boyunda görülen amfizemle karıştırmamak gerekir.

Lenfatik tıkanma: Lenf damarlarının tutulmasıyla belirli bölgelerin şişmesi şeklinde görülür. Saçlı derinin tutulması, derinin portakal kabuğu görünümü kazanması ve gevşek, titrek bir ödem tipiktir. Daha çok gövdede görülür ancak başta ve ensede de rastlanabilir.

Eşbasıncılı çapraz diffüzyon: Çok özel bir durumdur ve dekompresyon hastalığının çıkış yapmadan da gerçekleşebilmesinin tek örneğidir. Özellikle iç kulağı ilgilendiren hali karışım gaz ile dalış yapanlarda gaz değişimi sırasında görülür. Derideki tipi vücut hızlı çözünen bir gaz ortamı içindeyken (örn: Helyum), dalıcının daha ağır ve yavaş çözünen bir gazı (örn: Nitrojen) soluması halinde gerçekleşir.

Diğerleri: Sinirlerin veya omuriliğin tutulumu ile karıncalanma, hissizlik, ağrı hissinde artma, azalma, yanma; tutulan eklem uyan bölge derisinde şişmeler; gövdede çizik benzeri görüntüler vs. yukarıda sayılan deri belirtilerine eşlik edebilirler.

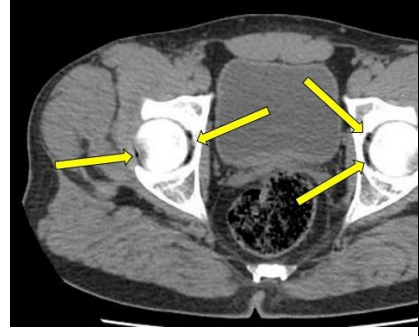


Sağ omuzda deri tutulumu

Kas-iskelet sistemi

Eklem tutulumu tüm dekompresyon hastalığı olgularının yaklaşık %85-90'ını oluşturur. Dalıcılarda omuz eklemi üçte bir sıklıkla en fazla tutulan bölgedir. Bunu eşit sıklıkla tutulan dirsek, el bileği ve parmaklar, ayak bileği, diz ve kalça izler. Çene eklemine ait bir tutulum bildirilmişse de omurga prensip olarak tutulmaz. Eğer iki eklem tutulmuşsa bunlar genellikle birbirine komşu eklemlerdir. Çift taraflı tutulum son derece nadirdir. Eklem içinde, eklem çevresinde ve kas içindeki gaz gölgelerini radyolojik olarak göstermek mümkündür. Bir uzvun dolaşımı dıştan bası ile engellenmişse o bölgede hastalık gelişimi daha sık görülür. Dalıcıların aksine pilotlarda, saturasyon dalgıçlarında ve tünel işçilerinde kalça ve diz eklemine sık tutulması, bunların dekompresyon yaparken oturmalarına, dolayısıyla bükülü uzuvlarının dolaşımının engellenmesine bağlanmaktadır.

Ağrının karakteri çok değişkendir. Basitçe eklem varlığından haberdar olmaktan, şiddetli batıcı ağrıya kadar değişebilir. Hasta genellikle ağrıyan eklemine hareket ettirmekten kaçınır ve en rahat pozisyonda tutmaya eğilim gösterir. Ağrı genellikle derin yerleşimli ve künt bir tarzdadır ancak ani batma tarzında nöbetler gelebilir. Tansiyon aletinin manşonu ile etkilenen bölgeye basınç uygulamasının uçuşa bağlı dekompresyon hastalığı olgularının %61'inde ağrıyı azalttığı ileri sürülmüşse de her zaman bu sonuç alınamayabilmektedir. Bu uygulama bazen tedaviye yanıtı takip etmekte bir ölçüt olarak da kullanılabilir.



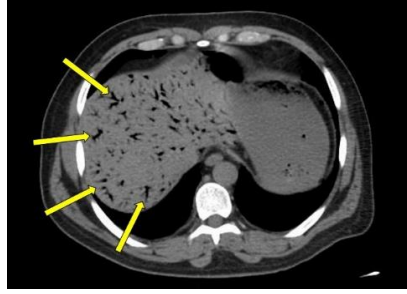
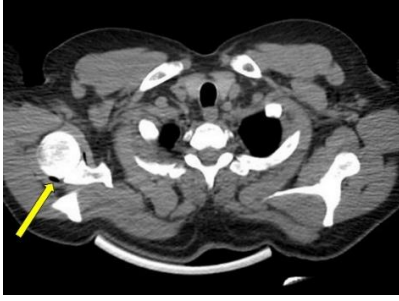
36 yaşında aday dalgıç. Nargile ile 6 saat içinde 27 metreye 60-65 dakikalık 3 dalış yapmış. Kompresör arızası nedeniyle acil çıkış yaparak yüze geldikten yarım saat sonra eklem ağrıları, karın ağrısı, bulantı, kusma bacaklarda uyuşma yakınmalarıyla basınç odasına 5 saat sonra başvurmuş. Yapılan muayenede bacaklarda duyu kusurları ve güç kaybı, idrar yapamama, deride lekeler saptandı. Basınç odasında bir seans TT6 ve 2 seans TT9 tedavisi sonrası tamamen iyileşti. Karın cildinde kızarıklıklar ve kalça eklemine hava kabarcıkları dikkat çekiyor. (Dr. Nihal Güneş)

Hafif yakınmalar “ışkillenme” olarak adlandırılır ve tedavi etmeden bir kaç saat içinde ortadan kalkabilir. Daha ağır olgularda ağrı 12-24 saat içinde giderek artar ve eğer tedavi edilmezse 3-7 gün künt ağrı şeklinde devam ederek ortadan kalkar. Bu tip dekompresyon hastalığı ile disbarik osteonekroz arasında ilişki kurulduğundan ağrının geçmesi beklenmemeli, mutlaka en kısa sürede basınç odasında tedavi edilmelidir.

Sinir sistemi

Sinir sistemine ait belirti ve bulgular tutulan organa ve bölgeye göre büyük bir çeşitlilik gösterir. Ayrıca yapılan dalışın türü de tutulan organ üzerine büyük etkilere sahiptir. Örneğin saturasyon dalgıçlarında eklem tutulmaları %86 oranında iken amatör dalgıçlar arasında sinir sistemi tutulumu %80 gibi yüksek bir düzeydedir.

Dekompresyon hastalığında beyin tutulumunun omurilik tutulmalarına oranla daha seyrek olduğu genellikle kabul edilmektedir. Beyinde tutulum daha çok arteriyel gaz embolisine aittir. Vücudun yarısının felci, tek uzvun felci, uzuvda his kaybı gözlenebilir. Kafa sinir çiftleri tutulumuna ait bulgular; iştme, tat alma, koku kusurları, görme bozuklukları, denge kaybı yanında şiddetli baş ağrısı, beyin faaliyetlerde bozulma, hafıza kaybı, kişilik değişiklikleri, akli bozukluklar, nöbetler ve ölüm görülebilir. Beyinciği ilgilendiren tutulumlarda yürüyüş bozukluğu, güç kaybı, dengesizlik görülebilir.



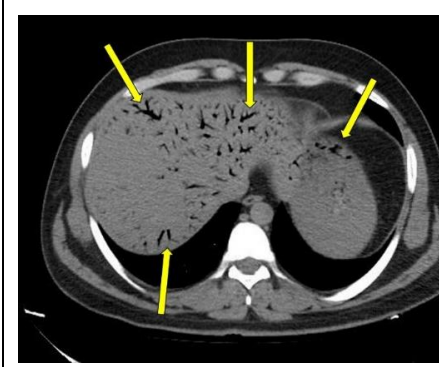
46 yaşında erkek nargile dalgıcı. Deniz patlicanı toplamak amacıyla 25-26 metre derinliklere 8 saat içinde birer saatlik 4 dalış yapmış. Son dalışından 2 saat sonra sırtta cilt bulguları ve şiddetli karın ağrısı yakınmaları ortaya çıkmış. Beş saat sonra basınç odasına başvuru. USN-TT6 tablosu ile tedavi edildi ve tamamen iyileşti. Hastanın sırtında mermer görüntüsü, sağ omuz ekleminde ve karaciğerde kabarcıklar dikkati çekiyor. (Dr. Nihal Güneş)

Bazı serilerde tüm sinir sistemi tutulumlarının %40 - %60'ı omuriliğe bağlıdır. En sık etkilenen omurilik kısımları boynun alt, belin üst ve göğüs segmentleridir. Çıkıştan hemen sonra hatta su içindeyken sırtta ve göğüs bölgesine uyan alanda şiddetli batıcı ağrı hissedilmesi şart değildir. Ancak varlığı gidişatın kötülüğüne işaret eder. Tutulum yama tarzındadır ve tutulan seviyenin altında kalan bölgelerde değişik derecelerde kas gücü ve duyu kayıpları, idrar, dışkılama ve sertleşme bozuklukları gözlenir.

Bazı hallerde merkezi sinir sistemi etkilenmeden de sinir tutulumları gözlenebilir. Sinir kılıfları içinde oluşan kabarcıklar ilgili sinir bölgesinde motor veya duyu kayıplarına yol açar. Bu kayıplar yanlılıkla merkezi sinir sistemi tutulumuna ait zannedilebilir.

Kalp-akciğer

Daha önce de ele alındığı gibi dokularda oluşan kabarcıkların çok büyük bölümü akciğerler tarafından filtre edilirler. Ancak bu filtrenin kapasitesi özellikle kısa sürede akciğerlere gelen fazla miktardaki kabarcıklarla aşıldığında solunum sistemine ait belirti ve bulgular ortaya çıkar.

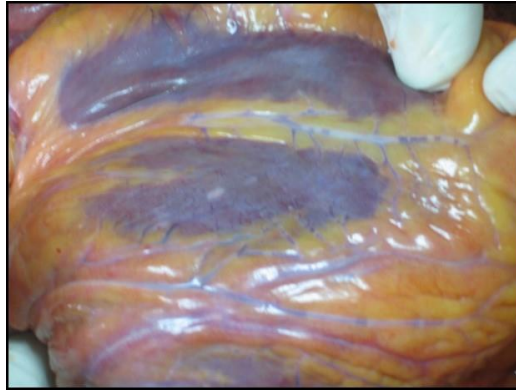


24 yaşında 9 yıldır nargile dalaşı yapan erkek. Herhangi bir dalış eğitimi, belgesi yok. 26-27 metre derinliklere 8 saat içinde birer saatlik 4 dalış yapmış. Son dalışından 3 saat sonra aşırı yorgunluk ve kaşıntı yakınmaları ortaya çıkmış. Altı saat sonra başvurduğu basınç odasında USN-TT5 tablosu ile tedavi edildi ve tamamen iyileşti. Hastanın karaciğerde yaygın kabarcıklar dikkati çekiyor. (Dr. Nihal Güneş)

Hızlı soluma, soluk darlığı ve ağrı belgirdir. Ağrı derin soluk almakla artar. Sigara içmek belirtileri artırır ve ısrarlı bir öksürüğe yol açar. Akciğer belirtilerinin çoğu yüzeysel soluk almakla, oksijen solumakla veya basınç altına almakla ortadan kalkar. Ancak durumun ağırlaşması halinde morarma, hipoksi ve akciğer şoku ile birlikte ölüm görülebilir.

Akciğer kılcal damarlarının kabarcıklar ile tıkanması halinde sağ kalbin basıncı artar, böylece kalp yetmezliği ve kollaps gelişir. Sol kalbe gelen kan miktarının azalması ile nabız yüzeyelleşir, dokuda oksijen miktarı düşer, kan basıncı düşer ve şok gelişir.

Nadiren kalp damarların kabarcıklarla tıkanması halinde kalp krizi (*enfarktüs*) gelişir. Bu halde göğüs ağrısı, kalp ritmi bozulması ve ani ölümler görülebilir.



Kalp damarlarında kabarcıklar. Bu olgu kalp krizi ile kaybedilmiştir.

Sindirim sistemi

Hafif olgularda iştahsızlık, bulantı, kusma, karın ağrıları ve ishal görülebilir. Durum daha ciddi ise barsakların belli bölgelerinin dolaşımının bozulmasıyla kanama ve infarkt alanlarına rastlanır.

İç kulak

İşitme organı olan salyangozun tutulumu halinde işitme kaybı ve çınlama; denge organının tutulması halinde denge kaybı, bulantı, kusma, yürüme bozukluğu ve istem dışı ritmik göz hareketleri (*nistagmus*) gözlenir. İç kulak dekompresyon hastalığı en sık iç kulak barotravması (yuvarlak pencere rüptürü) ve beyincik tutulumu ile karışabilir (**Tablo 1**). Yuvarlak pencere rüptürü bulunan hastaların basınç odasında tekrar basınç altına alınarak tedavisi sakıncalı olduğundan ayırım yapılması önemlidir.

Tablo 1. İç kulak barotravması ve dekompresyon hastalığının ayırıcı tanısı tedavide önem taşıdığı için mutlaka yapılmalıdır.

	İç kulak barotravması	İç kulak dekompresyon hastalığı
Dalış	Herhangi bir zaman	Dekompresyon limitleri sınırında veya aşıldığında
Başlangıç	İniş, çıkış veya dalış sonrası	Dipte, çıkışta veya dalış sonrası yüzeyde
Birliktelik	Kulak barotravması	Diğer dekompresyon hastalığı semptomları, derin veya satürasyon dalışı
Solunan gaz	Genellikle hava	Genellikle helyum, bazen hava
Tedavi	Konservatif/cerrahi	Basınç odası/oksijen

Genel belirti ve bulgular

Yorgunluk, uyuşukluk, baş ağrısı, genel bir hastalık hali, yaygın sızılar dekompresyondan sonra en sık ifade edilen yakınmalardır. Dalıcıların saatlerce dinlenmelerine rağmen geçmeyen bu yakınmalarının tekrar basınç altına alınma ile birden bire geçmesi olayın başka bir nedene bağlı olmadığını düşündürmektedir. Bu tip belirti ve bulgular daha ciddi tutulumun habercisi olabilir.

Laboratuvar bulguları

Dekompresyon hastalığında kan laboratuvar çalışmaları trombosit sayısında azalmayı, artmış pıhtı oluşumunu ve kan koyulaşmasını yansıtır. Rutin olarak kullanılan biyokimyasal bir test bulunmamaktadır.

Kabarcık belirlemede doppler yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer ultrasonik yöntemler daha çok araştırma amaçlı kullanılmaktadır. İç kulak

tutulumunda işitme ve denge testleri gerekir. Merkezi sinir sisteminin etkilendiği hallerde elektrofizyolojik çalışmalar ve nöropsikolojik değerlendirmeler yapılabilir.

Bazı kabarcıkları radyografik yöntemlerle ortaya koymak mümkün olabilir, ancak rutinde kullanımı ve klinik önemi yoktur. Manyetik rezonans görüntüleme özellikle merkezi sinir sistemi tutulumlarında klinik tabloyu ve gidişatı belirlemekte kullanışlı bir yöntemdir. Şüpheli olgularda dekompresyon hastalığı ile akciğer barotravmasına bağlı gaz embolisini ayırmak amacıyla hiç olmazsa bir akciğer grafisi ve özellikle yüksek çözünürlüklü akciğer tomografisi (HRCT) gereklidir. Altta yatan bir faktör olarak PFO'nun araştırmasında ekokardiyografi kullanılabilir.

Ayırıcı tanı

Dekompresyon hastalığının bir çok sistemi etkilemesi ve bu nedenle çok geniş bir yelpazede belirti ve bulgu vermesi bunun bir çok hastalıkla karışması yol açabilir. Ancak klinik önem taşıyan iki durum daha önce bahsedildiği gibi iç kulak dekompresyon hastalığı ile barotravmatik yuvarlak pencere rüptürünün karışması ve Tip II dekompresyon hastalığı ile akciğer çıkış barotravmasının, özellikle gaz embolisinin karışmasıdır (**Tablo 2**). İç kulak tutulumunda yeniden basınç altına almak sakıncalı olduğundan ayırımın yapılması çok önemlidir. Akciğer barotravması halinde ise pnömotoraks varlığında girişimde bulunmadan basınç altına almak tehlike yaratır. Gaz embolisi varlığında ise altta bulunan bir akciğer lezyonunun tanınması, tedavi sonlandığında yeniden dalışa dönüş aşamasında önem kazanacaktır.

Tablo 2. Akciğer çıkış barotravmasına bağlı gaz embolisi ile dekompresyon hastalığının ayırıcı tanısı

	Akciğer çıkış barotravması	Dekompresyon hastalığı
Fiziksel temel	Boyle kanunu	Henry kanunu
Dalış dönemi	Çıkışta	Dipte, çıkış veya dalış sonrası
Birliktelik	Hızlı çıkış, yüze fırlama, dip zamanına bağlı olmadan	Dekompresyon limitleri sınırında veya aşıldığında
Ortaya çıkış zamanı	Genellikle ilk 10 dk içinde	Su içinde, ilk 10 dk ve 2 güne kadar uzayabilir.
MSS'de genellikle	Beyin tutulumu	Omurilik tutulumu
Tedavi	Basınç odası, ilaç	Basınç odası, ilaç
Dalış dönüş	Genellikle kısıtlanır	Genellikle kısıtlanmaz

Tedavi

Dekompresyon hastalığının tedavisi üç ana başlık altında incelenebilir: Hastalık tanındığı anda başlatılacak ve sürdürülecek ilaç tedavisi, basınç odasında uygulanacak tedavi (*rekompresyon*) ve kalıcı sekelleri bulunan hastalara uygulanacak rehabilitasyon.

İlaç tedavisi

Bu tedavide en önemli girişim hastaya %100 Oksijen solutmaktır. Oksijen yalnızca doku hipoksisinin ortadan kalkmasına yardımcı olmaz, aynı zamanda nitrojenin atılmasını ve kabarcıkların küçülmesi de kolaylaştırır. Burun oksijen kanülleri ve kenarları delikli ağız-burun maskeleri ile %100 Oksijen sağlayamayacağı unutulmamalıdır. Bunun yerine daha yüksek yüzdede oksijen sağlayabilen rezervuarlı ağız-burun maskeleri tercih edilmelidir. Oksijen tedavisi basınç odasına ulaşana kadar sürdürülmelidir.



Dekompresyon hastalığında %100 oksijen solutmak için nazal kanül (a) veya delikli yüz maskesi (b) uygun değildir. Hiç olmazsa rezervuarlı yüz maskesi (c) veya oksijen başlığı (d) kullanılmalıdır.

DİKKAT !

Oksijen maskesi veya başlığı takılı hastalar sürekli gözlem altında tutulmalıdır. Oksijen kaynağının bir an bile kesilmesi, hastanın boğulması ile sonlanabilir.

Dekompresyon hastalığı sırasında gelişen ve durumun daha da ağırlaşmasına neden olan ödem ve kan koyulaşması nedeniyle sıvı vermek gereklidir. Koyulaşan kan bir yandan viskoziteyi arttırarak kan akımını güçleştirir, bir yandan da damar içi pıhtılaşmayı kolaylaştırır. Ayrıca dalış sırasında soğukun ve suya batmanın etkisiyle idrarla atımın ve harcanan efor nedeniyle terlemeyle kaybedilen sıvının yol açtığı dehidratasyon da hesaba katılmalıdır. Bilinci açık hastalara ağızdan sıvı verilebilir. Gerektiğinde damar içine Ringer Laktat veya izotonik solüsyonlar kullanılabilir. Sıvılar ilk 1 saat içinde 500 ml, sonraki 4-6 saat içinde ikinci bir 500 ml gidecek şekilde ayarlanabilir. Transfer sırasında hastanın idrar yapıp yapmadığı mutlaka belirlenmeli ve yapıyorsa sonda takılmalıdır.

Pıhtılaşmayı önleyici etkisi nedeniyle aspirin kullanımı çok yaygın olmakla birlikte iç kulağı, omuriliği tutan dekompresyon hastalığının kanama ile birlikte olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle rutin olarak aspirin kullanmamak gerekir. Kullanılması uygun görüldüğünde günlük 80-100 mg uygun olacaktır.

Antiödem etkisinden yararlanmak amacıyla kortikosteroid kullanımı da tartışmalıdır. Bir çok çalışmada kullanımının herhangi bir yarar sağlamadığı gösterilmiştir. Uzun yıllar bu amaçla deksametazon kullanımı tercih edilmiştir. Erken dönemde ilk ampul IV (8 mg), sonra her 6 saatte bir ½ ampul (4 mg) IM olarak kontrendike bir durum olmadığı takdirde kullanılmıştır.

Rekompresyon tedavisi

Basınç odasında yeniden daldırma (*rekompresyon*) tedavisi ile gaz kabarcıklarının ufaltılması, ortadan kaldırılması ve aynı zamanda kabarcıkların yol açtığı sorunların ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Artan basıncın etkisiyle Boyle Kanunu uyarınca kabarcıkların boyutu küçülmektedir. Belli bir çapa kadar ufaltılan kabarcıklar yüzey geriliminin artmasıyla ortadan kaldırılabilirler. Ayrıca saf oksijen solumakla nitrojenin kabarcık içinden atılımı artırılabilir, bu da kabarcığın daha hızlı küçülmesini sağlar.

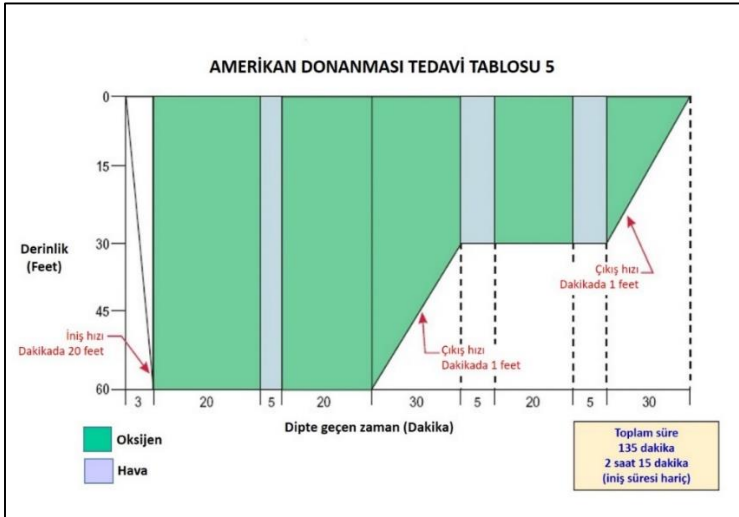
DİKKAT !

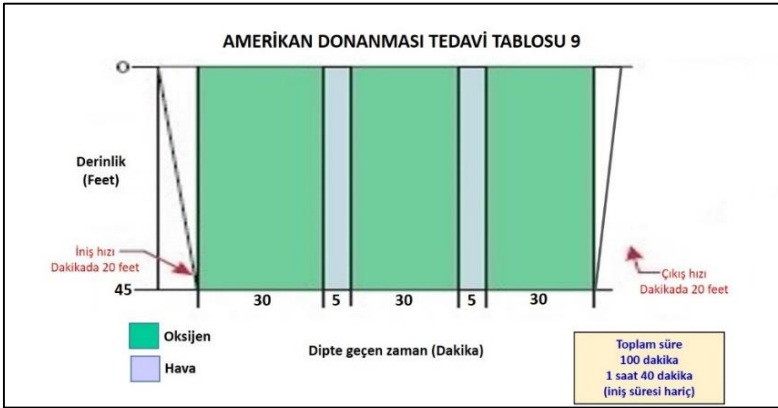
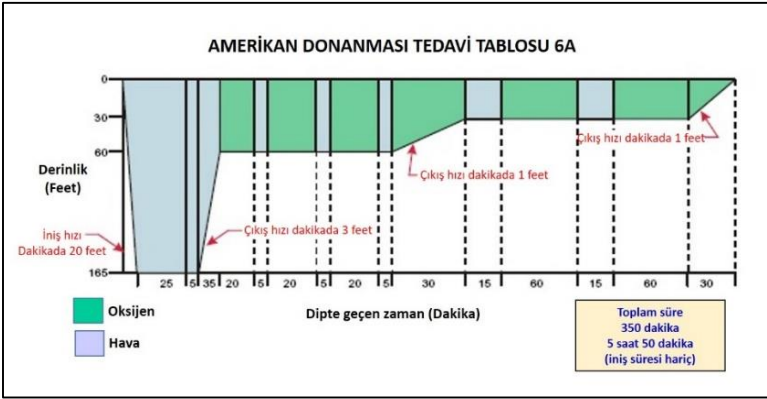
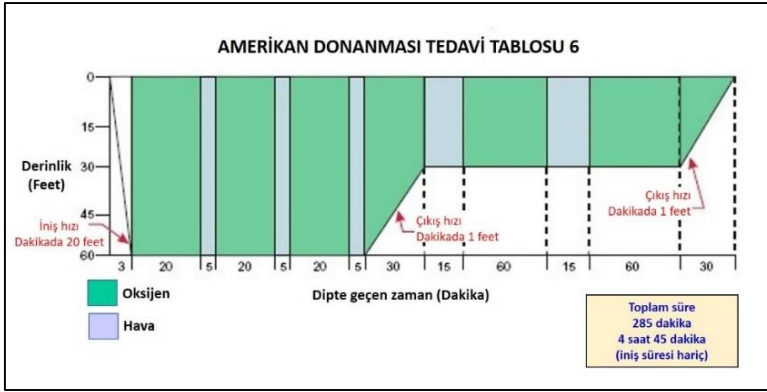
Dalgıçlar arasında “aksuna” olarak bilinen su içi rekompresyon tedavisi kesinlikle uygulanmamalıdır. Yetersiz ve yanlış tedavi hastanın durumunu ağırlaştırır ve yaşamına mal olabilir. Bunun yerine basınç odasına transfer sırasında %100 Oksijen solutulması daha uygundur.



İstanbul Tıp Fakültesi'nde bulunan çok kişilik basınç odası

Birçok tedavi tablosu bulunmakla birlikte günümüzde en sık Amerikan Donanması Oksijen Tedavi Tabloları; USN-TT5, USN-TT6 ve USN-TT6A kullanılmaktadır. Bu tedavi tablolarından TT5 daha çok Tip I dekompresyon hastalığı olgularında, TT6 daha çok Tip II dekompresyon hastalığı olgularında ve TT6A ise ağır tip dekompresyon hastalığı ile gaz embolisi olgularında önerilmiştir. Tedavilerden çeşitli algoritmeler kullanılarak birbirine geçiş yapılabilir. Amerikan Donanması dışında başka donanmaların ve dalış şirketlerinin kullandığı tedavi tabloları da bulunmaktadır. Günümüzde daha sık ve kısa süreli hiperbarik oksijen tedavi tabloları da (örneğin USN-TT9) özellikle idame tedavilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.





Rehabilitasyon tedavisi

Özellikle ilaç ve rekompresyon tedavilerine iyi yanıt alınamayan, kalıcı lezyonların bulunduğu durumlarda hastanın kas gücünü ve koordinasyonunu eski haline getirmek için yapılan tedavidir. Diğer tedavilerle birlikte uygulanır.

Hasta transferi

Basınç odası tedavisi için mümkün olan en kısa zamanda basınç odası merkezleriyle telefon bağlantısı kurulmalıdır.

İyi bir eğitmen, dalış merkezine en yakın basınç odalarının yalnızca isim ve adreslerini bilmekle kalmaz; bu basınç odalarını daha önceden ziyaret eder. Doktorları ve teknisyenleri ile tanışır, bunların kişisel iletişim bilgilerini alır. Basınç odası tedavisi gerektirebilecek haller için acil durum planlarını birlikte yapar.

Transfer için en uygun seçenek kabin içi basıncı ayarlanabilen uçaklar (yolcu uçakları veya tercihen ambulans uçakları) veya alçak uçuş yapabilen helikopterlerdir. Uçak görevlilerine hastalığın düşük atmosferik basınçtan kötü yönde etkilenebileceğini ve kabin içi basıncın mümkün olduğu kadar yüksek tutulmasını isteyen bir notun yazılması çok önemlidir. Standart yolcu uçakları rutin uçuşlarında kabin içi basınçlarını yaklaşık 6000 feet'te (2000 mt) tutmaktadırlar. Ancak 1000 feet'lik (300 metre) kabin içi basıncı bile kabarcıkların genişleyerek tehlike yaratmasına sebep olurlar. Bu sınırın üstüne geçilmemelidir.



Sağlık Bakanlığı'nın gerektiği durumlarda kullanmak üzere uçak, helikopter ve tekne ambulans sistemi bulunmaktadır.

Güney Ege ve Akdeniz bölgelerinde kara yolculuğunda oldukça yüksek irtifalara çıkıldığı ve uzun süren yolculuk sırasında bu düşük basınçlara maruz kalındığı unutulmamalıdır. Uçak ile transfer daha kısa, daha konforlu ve daha güvenli olabilir. Hasta uçakta acil durum oksijenini kullanmalıdır.

DİKKAT !

Hastanın basınç odasına transfer edilecek olması ilaç tedavisinin başlatılmamasına veya aksatılmasına gerekçe olmamalıdır.

Hastalık ne kadar geç sürede tanınırsa tanınsin tedavi için basınç odasına sevk edilmelidir.

Dalışa dönüş ve uçuş

Dekompresyon hastalığının tedavisinden sonra tekrar dalışa dönüş olguya göre değerlendirilir. Deri ve eklem tutulumu gibi ağır olmayan ve tek tedavi ile iyileşen olgularda bir hafta sonra dalışa izin verilebilirken, ağır olgularda bu süre 3-4 haftayı aşabilir. İlk rekompresyon tedavisine ek tedavi gereken olgularda ve ancak uzun rekompresyon tabloları ile tedavi edilebilen olgularda dalışın aylarca yasaklanması gerekebilir.

Basınç odası tedavisi gören dekompresyon hastalarına belirli bir süre uçuş yasağı da söz konusudur. Tek tedavi ile tamamen iyileşen olgularda bu süre 24 saat iken, daha ağır olgularda 48 saat uçuşa izin verilmez. İlk tedaviye ek tedavi gerektiren ve uzun tedavi tablosu kullanılmış hastalarda bu süre 3-7 gün arasında değişebilir. Kabin içi basıncı ayarlama ve %100 Oksijen soluma olanağı varlığında durum olguya göre değerlendirilebilir.

Etkileyen unsurlar

Dekompresyon hastalığı gelişimini etkileyen en önemli unsurlar solunan gazın basıncı (*derinlik*) ve süresi (*dip zamanı*)'dır. Ancak bunların dışında kalan, dalış türüne ve dalıcıya ait bir çok unsur da ya dekompresyon hastalığı oluşumuna ya da oluşan bir dekompresyon hastalığının şiddetine etki eder:

Vücutta çözünen inert gazın solunum yoluyla dışarı atılması belli bir çıkış süresine ve hızına (dekompresyon) uyulmasını gerektirir. Bu sürenin ve hızın aşılması halinde dokularda çözünmüş olan gazın kritik bir aşırı doyma noktasına gelmesi ile kabarcıklar oluşur. *Hızlı çıkış* ayrıca akciğer içindeki havanın genişleyerek barotravmaya uğramasına neden olur.

Ardışık dalışlar dekompresyon hastalığı oluşumunu değişik yollarla arttırırlar. Her şeyden önce ilk dalıştan sonra vücutta kalan nitrojen ikinci dalışa eklenecektir. Ancak buna uygun dalış tabloları kullanılsa da gün içinde sık dalışın hatta “yo-yo” dalışlarının tehlikeler yarattığı kabul edilmektedir. Bunun nedenleri olarak ilk dalışa ait sessiz kabarcıkların, ikinci dalışta tam olarak ortadan kalkmadığı durumda içlerine giren gazla daha da büyümeleri, dalışla birlikte boyları küçülen kabarcıkların akciğer filtresini aşarak atardamar sistemine geçmeleri sayılabilir.

Dalış sıklığı çift yönlü bir etkiye sahiptir. Dekompresyon hastalığının dalış sezonunun başlarında veya bir tatilden sonraki ilk dalışlarda daha sık görüldüğü bilinmektedir. Sürekli dalış yapmak tam aydınlatılmamış mekanizmalarla dekompresyon hastalığı gelişimine karşı bir bağıışıklık sağlamaktadır. Bu

adaptasyon için ileri sürülen bir görüş sürekli dalmanın vücutta bulunan doğal çekirdekleri ortadan kaldırdığı şeklindedir. Ancak hafta içinde hiç ara vermeden dalmanın da dekompresyon hastalığı gelişimini kolaylaştırdığı bilinmektedir.

Dalıştan sonra uçuş veya irtifaya çıkma çevre basıncında düşmeye sebep olacağından kabarcık oluşumuna veya var olan kabarcıkların gelişimine neden olur. Normal, sıfır dekompresyon sınırları içinde sportif bir dalıştan sonra 24 saat uçulmaması önerilmektedir.

Cinsiyet açısından kadın ve erkek dalıcılar arasında dekompresyon hastalığı oluşumu bakımından farklılıklar bulunduğu yolundaki görüşler kanıtlanamamıştır ve bir çok tartışmalı sonuçlar elde edilmektedir. Benzer biçimde doğum kontrol hapı kullanma ve adet dönemlerinin de dekompresyon hastalığına yakınlık sağladığı kanıtlanamamıştır.

Dehidratasyon dekompresyon hastalığı şiddetini artırır. Kan viskozitesinin artması akımın yavaşlamasına ve daha kolay pıhtılaşmasına yol açar. Dalışlardan önce yeterli düzeyde sıvı alınmış olması özellikle sıcak yaz günlerinde önem taşır. Dalıştan bir gece önce alınmış alkolün en belirgin etkisi dehidratasyon yaratmasıdır.

Dalış sırasında dipte, dekompresyon sırasında veya dalıştan çıktıktan sonra yapılan egzersiz dekompresyon hastalığı gelişimini farklı yollarla etkilediği ileri sürülmektedir. Dipte yapılan egzersiz dokuların perfüzyonunu artırarak daha fazla nitrojenin çözülmesine yol açar. Dipte ağır efor gerektiren dalışlarda bir üst dekompresyon tablosunun kullanımının önerilmesi buna bağlıdır. Öte yandan dekompresyon sırasında veya çıkıştan sonra efor yapmak da gaz atımını hızlandıracaktır. Bu durum kısmen doğru olmakla birlikte, dekompresyon sırasında veya çıkıştan sonra efor yapmanın en önemli sakıncası kan dolaşımı artışının kabarcık gelişimini tetiklemesidir.

Dekompresyon hastalığı riskinin yaşla birlikte arttığı kabul edilmektedir. Ancak bu riskin yaşlanmayla gelişen ne tür olaylara bağlı olduğu tam olarak ortaya konulamamıştır. Eklem yapıları ve yüzeylerinin bozulması kabarcık oluşumunu kolaylaştırabilir. Damar bozulmaları bir yandan damar içi kabarcık gelişimini artırırken bir yandan da kolayca tıkanmalarına yol açar. Vücudun doku oranları da yaşla birlikte değişir. Dekompresyon tabloları genç insanlar için hesaplanır ve bunlarda sınanır.

Vücut ağırlığı dekompresyon hastalığına yakınlığı arttıran bir unsur olarak kabul edilir. Yağlı dokularda nitrojenin daha fazla çözünmesi bunun en çok kabul gören açıklamasıdır. Ayrıca fazla kilolu kişilerin fizik kondüsyonlarının genellikle daha kötü olması da önem taşımaktadır. Nedeni ne olursa olsun dalıcıların vücut kitle indekslerine göre belirli ağırlık sınırları içinde olmamaları halinde daha üst dalış tablolarını kullanmaları önerilir.

Soğuk ve sıcak birbirleri ile çelişen durumlara yol açarlar. İç sıcaklık oldukça dar sınırlar içinde tutulmasına karşın uzuvlarda önemli sıcaklık farklılıkları

gerçekleşir. Dalışın henüz başlarında uzuvlara yeterli kan dolaşımı dokularda gaz çözünmesine izin verir. Soğuk suyun etkisiyle dalışın ilerleyen dönemlerinde ve dekompresyon sırasında damar daralması nedeniyle gaz atımı yavaşlar. Dalıştan hemen sonra sığa maruz kalmak (örneğin sıcak duş) kabarcık gelişimini ve hastalığı artırır.

Daha önceden geçirilmiş dekompresyon hastalığı da yatkınlık nedenleri arasındadır. Bu durumda ya bu bölgede kabarcık gelişimini kolaylaştıran yapısal bir durum bulunmalı ya da ilk dekompresyon hastalığından sonra bu bölgelerde kalıcı yapısal hasarlar bulunmalıdır. Başka bir görüş de önceden geçirilen dekompresyon hastalığından sonra bu bölge fonksiyonlarının ancak bir kısmının düzeltilerildiği şeklindedir. Bu durumda aynı bölgede geçirilecek ikinci bir dekompresyon hastalığı normalde verebileceğinden daha fazla zararlara ve fonksiyon kaybına yol açacaktır.

Yukarıda sayılanlardan başka önceden öngörülemeyecek bir çok unsur daha dekompresyon hastalığına yatkınlığı etkileyebilir. Karbondioksit artışı, dalıcının kişiliği, vücudun dolaşımını, gaz alış-verişini etkileyen bir çok kişisel farklılıklar da yatkınlığı artırabilir.

Korunma

Dekompresyon hastalığı gelişimini etkileyen en önemli unsurlar dalınan derinlik, dipte geçen süre ve bu dalışa uygun olmayan bir çıkıştır. Bunlardan başka dekompresyon hastalığı gelişimine etki eden dalıcıya ve çevreye bağlı etkenler bulunur. Günümüzde dekompresyon hastalığı oluşumunu tam olarak engelleyecek bir yöntem, bir tedavi bulunmamaktadır. Dalış kurallarına uymak ve kolaylaştırıcı faktörleri dikkate almak tek korunma yöntemi olarak görülmektedir.

Ülkemizdeki durum

Ülkemizde 1960'lı yıllardan bu yana basınç odasında tedavi edilen 324 vurgun olgusu üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları şu şekildedir:

- Dekompresyon hastalığı daha çok genç yaşta erkekleri ilgilendirmektedir. Az sayıdaki kadın dalıcı son yıllarda dalışa başlamış olup yaşları erkeklerden daha fazladır.
- Dekompresyon hastalığı daha çok profesyonellerde ve özellikle süngerci ve salyongozcularda görülmektedir.
- Dekompresyon hastalığı olguları özellikle 1980'lerin ikinci yarısından sonra artmıştır.
- Dekompresyon hastalığına yol açan dalışların amacı yıllar ve aylar içinde ve bölgeler açısından önemli değişiklikler göstermektedir.

- Yasal kurallarla sınırlanmış gece dalışı, derinlik sınırları, dalış kurallarının dekompresyon hastalığı gelişen bu grupta çığnendiği görülmektedir.
- Dekompresyon hastalığı belirti ve bulgularının çıkıştan sonraki 10 dakikadan sonra görüleceği yanlış inanışının aksine olguların yaklaşık yarısında (%49,2) belirti ve bulgular ilk 10 dakika içinde ortaya çıkmıştır.
- Belirti ve bulguların ortaya çıkışı 2 güne kadar uzayabilmektedir.
- Belirti ve bulgular yalnızca belirli sistem ve organları tutmamakta, neredeyse her sistem ve organa ait belirti ve bulgu görülebilmektedir.
- Önerilmemesine rağmen olguların yaklaşık dörtte biri basınç odasına başvurmadan önce su içi rekompresyon tedavisi (aksuna) yapmışlardır.
- Transport sırasında önerilen medikal tedaviler istenildiği oranda yapılmamış, ya da önerilmeyen tedavi ve uygulamalar önerilenlerden fazla uygulanmıştır. Dalıcıların ve hastaları ilk gören hekim grubunun bu konuda eğitilmeleri gerektiği ortaya çıkmıştır.
- Eski dönemlerde uygulanan koşturma, sigara içirme, soğanla ovma, ayak tabanlarını dağlama vs gibi ampirik tedavi yaklaşımları ve uygulamalarının giderek terkedildiği görülmektedir.
- Transport sırasında ağırlıklı olarak daha uzun süren ve genellikle daha fazla irtifaya maruz kalınan kara yolu seçilmektedir. Hava yolunun önemi ve transport kuralları konusunda dalıcıların bilgilendirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.
- Ülkemizde basınç odası olanakları açısından bir sıkıntı olmamasına rağmen hastalar basınç odasına geç ulaşmaktadır. Bu durum özellikle profesyonel derin dalış yapılan teknelerde basınç odası ve hekim bulunmasının önemi ortaya çıkmıştır.
- Günümüzde oksijen tedavi tabloları seçilmektedir. Tip I dekompresyon hastaları olguları için TT5 ve Tip II dekompresyon hastalığı olguları için TT6 ve modifiye TT6 daha çok tercih edilmektedir.
- Basınç odasında tedavileri yürüten sınırlı sayıdaki hekim arasında uygulanacak medikal tedaviler konusunda yeterli görüş birliğinin olmadığı görülmektedir.

- Sınırlı sayıdaki merkez, hastaları uzun süre tedavi edebilecek yataklı kliniğe ve rehabilitasyon olanağına sahiptir.
- Tedavinin değişik aşamalarında iyileşme oranları değişmektedir. Bu nedenle tedavi erken sonlandırılmamalı, ardışık tedavilerle sürdürülmelidir.
- Basınç odasına girme süresi için en geç kritik değer 3 saat olarak bulunmuştur. Hastaların tedaviye alınması için bu süre hedeflenmelidir.
- Belirti ve bulguların erken ortaya çıkışı kötü sonuca işaret etmektedir.
- Tedavi sonucunu etkileyen faktör dipte geçen süre değil, dalınan derinlik olarak bulunmuştur. Dalıcılar derin dalışlardan kaçınmaları konusunda uyarılmalıdır.
- Tip I dekompresyon hastalığının prognozu beklendiği gibi Tip II dekompresyon hastalığından daha iyidir.
- Alt ekstremité ve gövdede kas gücü ve duyu kaybı bulunması, üst ekstremitéye oranla daha kötü prognozun belirtisidir.

Önerilen kaynaklar

Francis, T.J.R., Mitchell, S.J. (2003) Decompression sickness. In: Bennett and Elliotts' Physiology and Medicine of Diving (5th ed. Brubakk, A., Neuman, T.) Saunders Ltd. s: 578-650.

Mitchell, S.J., Bennett, M.H., Bryson, P., et al. (2018) Consensus guideline: Pre-hospital management of decompression illness: expert review of key principles and controversies. *Undersea Hyperb Med* 45(3):273-286.

Okuturlar, B. (2008) Ülkemizde basınç odasında tedavi edilen dekompresyon hastalarının retrospektif incelenmesi. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi.

Walker, R. (2016) Decompression Sickness. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.). CRC Press. s: 123-184.

BAROTRAVMALAR:

KULAK VE SİNÜS



Dr. Abdullah ARSLAN

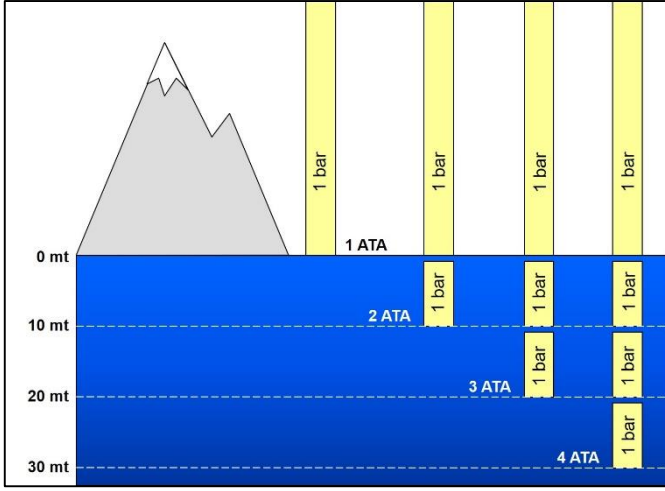
Tanım

Basınç değişikliğine bağlı olarak vücutta bulunan hava dolu boşlukların hasar görmesine barotravma denilmektedir. Bunlar dalışlarda en sık karşılaşılan sağlık problemini oluşturmaktadır. Dalıcıların %65'inin dalış hayatları boyunca bu durumla en az bir kez karşı karşıya kaldığı bildirilmektedir. Özellikle dalışa yeni başlayan dalıcılarda daha sık görülmektedir. Barotravmanın oluşması durumunda şiddetine göre dalışa ara verilmesi gerekebilir. Sportif ve profesyonel dalıcılar için uzun süre önceden planlanan; zaman ve maddi imkanlar harcanan dalışların barotravma nedeniyle sekteye uğraması, günler hatta haftalar boyunca dalışa ara verilmesi istenmeyen bir durumdur. Barotravmaların hangi durumlarda nasıl meydana geldiğini bilmek ve önlemek en iyi korunma yoludur.

Fizik temel

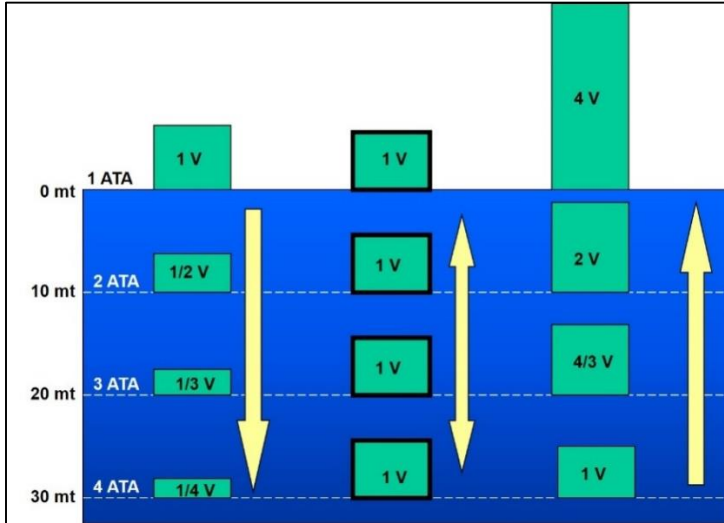
Deniz yüzeyinde atmosferik basınç 1 ATA'dır (atmosfer absolut). (Bu değer, diğer basınç birimlerinden 1 bar'a, 1 kg/cm²'ye, 760 mmHg'ya, 14,7 psi'ya, 101 kPa'a yaklaşık olarak eşdeğerdir.) Bu basıncı, atmosferin üst katmanlarına kadar uzanan hava sütununun ağırlığı oluşturur. Böylece yüzey alanı ortalama 1,5 - 2 metrekare olan bir insana uygulanan basınç 15 – 20 ton gibi yüksek bir düzeydedir. Bununla birlikte dış basınç ile vücudun iç basıncı denge durumunda bulunduğundan bu basınç hissedilmez.

Barotravmaların temelini **Boyle Gaz Kanunu** oluşturur. Bu kanun uyarınca *sabit sıcaklık altında gazların basınçları ile hacimleri arasında ters bir orantı* bulunur. Buna göre çevre basıncı arttığında kapalı gaz hacimleri sıkışır; basınç azaldığında ise genişler. İnsan vücudu büyük oranda katı ve sıvı fazlardan oluştuğundan çevre basıncındaki değişimlerden etkilenmez. Buna karşılık kapalı gaz hacim içeren boşluklar eğer basınç/hacim değişimlerine uyum sağlayamazlarsa barotravmaya uğrarlar. Dalış sırasında olduğu gibi artan basınç sırasında dışarı ile bağlantıları bulunmayan bu gaz boşluklar küçülür ve bu tip barotravmalara “**sıkışma**” veya “**iniş barotravması**” adı verilir. Ters durumda yani çıkış sırasında azalan çevre basıncı kapalı gaz hacimlerinin aşırı genişlemesine yol açar ki bu fazla hacmi dışarıya atamayan kapalı gaz hacimleri “**genleşme**” ya da “**çıkış barotravması**”na uğrarlar.



Kilometrelerce yükselen havanın oluşturabildiği atmosferik basınç yüksek gibi görünse de suyun yol açtığı ile karşılaştırıldığında çok az olduğu ortaya çıkar. Deniz suyunun her 10 metresinde basınç 1 atmosfer artar. Başka bir deyişle tüm atmosfer sütunu ancak 10 metrelik su sütunu kadar basınç sağlar.

Önemli: Barotravmalar özellikle hacim değişikliğinin en fazla olduğu sığ derinliklerde daha sık görülür.



Yukarıdaki şekilde iniş ve çıkışın gaz hacimleri ne şekilde etkilendiği gösterilmiştir. Ortadaki kolonda denizaltı gibi sert ve dayanıklı bir yapıdan oluşan boşlukların basınç değişimlerine direndiği, iç basıncın da sabit tutulabildiği görülmektedir. Başka bir deyişle denizaltı içinde bulunan personel, denizaltının dayanabileceği sınıra kadar herhangi bir basınç artışından etkilenmez. Oysa gaz içeren vücut boşlukları bu basınç değişimlerini karşılayabilecek yapıda değildir. Eğer dış dünya ile bağlantıları türlü nedenlerle kesilmiş ve kapalı boşluk haline gelmişlerse basınç değişimine hacimlerinin ufalması veya genişlemesi ile karşılık verirler. Akciğerler ve sindirim sistemi gibi elastik yapıda bulunan organlar bir dereceye kadar bu hacim değişikliklerine uyum sağlayabilirler. Oysa kulak boşlukları veya paranasal sinüsler gibi kemik yapıdan oluşan boşlukların, eğer dış ortamla bağlantılı değilse, travmaya uğramadan hacim değiştirme imkanları bulunmaz (**Tablo 1**).

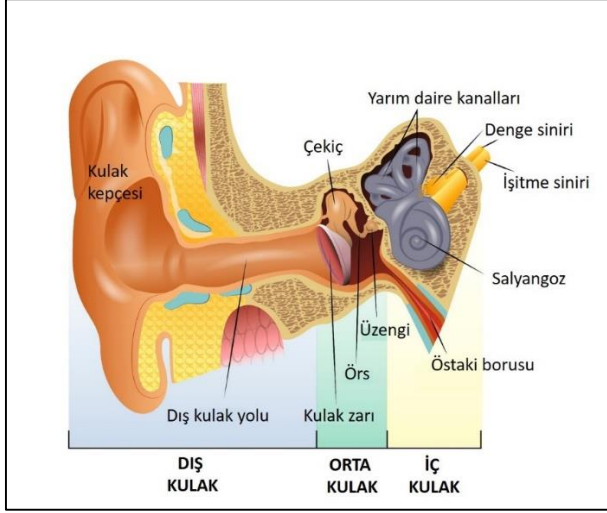
Barotravmaları oluşturan gaz kanununun bir özelliği de en büyük basınç/hacim değişikliklerinin en sığ derinliklerde oluşudur. Yukarıdaki şekilde de izlenebileceği gibi basınç/hacim değişiklikleri doğrusal bir ilişki taşımaz. Örneğin 10 litrelik bir gaz hacim su içinde 10 metrede 5 litreye düşer ve ilk 10 metre için net fark 5 litre olur. Oysa 20 metreye gelindiğinde hacim 3,4 litreye düşer ve ikinci 10 metre için net fark ancak 1,6 litredir. En büyük etkinin sığ derinliklerde ortaya çıkması dalış deneyimi ve türü ne olursa olsun her grup dalıcının barotravmalardan etkilenebileceği gerçeğini ortaya koyar.

Tablo1. Vücutta barotravma gelişen kısımlar

İniş barotravmaları	Çıkış barotravmaları
Kulak (dış, orta, iç)	Kulak (orta)
Paranasal sinüsler	Paranasal sinüsler
Akciğerler	Akciğerler
Diş	Diş
Maske, elbise, başlık	Sindirim sistemi

Yukarıdaki tabloda iniş ve çıkış barotravması oluşma potansiyeli taşıyan vücut bölümleri yer almaktadır. Bu boşluklardan kulak ve paranasal sinüsler en sık barotravma kaynağı olurlar. Akciğer barotravmaları sık görülmemekle birlikte en ciddi sonuçlara yol açarlar. Sindirim sisteminin sıkışma yeteneği sınırsızdır ve iniş barotravması görülmez. Oysa sindirim boşluğu organlarının genişleyebilme sınırı bulunmaktadır. Bu nedenle nadir görüle de çıkış barotravmalarına uğrarlar. Dişler normal olarak gaz hacim içermediğinden bunlara ait barotravma görülmez. Ancak çürük ve içinde hava boşluğu kalacak şekilde doldurulmuş dişlerde barotravmaya rastlanır. Maske ve elbise gerçek vücut boşlukları olmamakla birlikte oluşturdıkları gaz hacimlere komşu deri ve

göz gibi organlarda dolaylı bir etkiye neden olurlar. Bu bölümde kulak ve sinüs barotravmaları yer almaktadır. Diğer barotravmalar kitabın bir sonraki bölümünde ele alınacaktır.

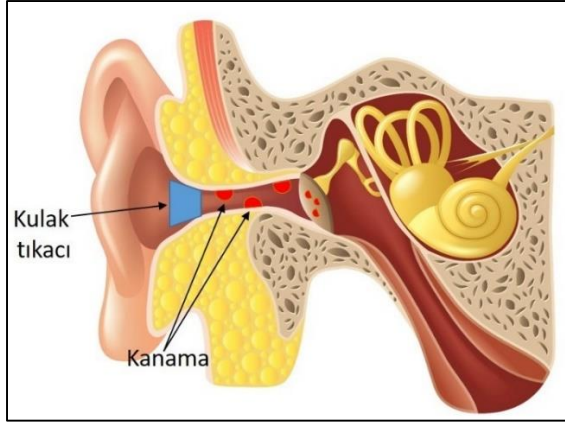


Dış kulak kulak kepçesi ile başlar ve kulak zarı ile sonlanır. Dalış sırasında içi tamamen su ile dolar. Orta kulak hava ile dolu kapalı bir boşluktur. Kulak zarına yapışık çekiç, örs ve oval pencereye yapışık üzengi kemikçikleri bulunur. Bir ucu genize açılan Östaki borusu da orta kulağa açılır. İç kulakta denge organı olan yarım daire kanalları ve işitme organı olan salyangoz yer almaktadır.

Dış kulak barotravması

Tanım ve Etiyoloji

Dış kulak, kafanın her iki yanında bulunan kulak kepçesi (*pinna*) ve orta kulağa kadar uzanan dış kulak yolundan oluşmaktadır. Kulak kepçesinin görevi ses dalgalarını toplayarak dış kulak yolu aracılığı ile kulak zarına iletmektir. Kulak kepçesi ve dış kulak yolu dış ortam ile direkt temas halindedir. Dış kulak yolu üzerinde bulunan deri salgı üretir. Bu salgılar hem dış kulakta biriken maddelerin dışarı atılmasını sağlar hem de doğal bir bariyer oluşturarak zararlı patojenlerin üremesini engeller, infeksiyonlara karşı koruma sağlar. Bu salgıların zamanla birikmesine bağlı olarak kulak kiri olarak bilinen *buşonlar* oluşabilir.



Dalış sırasında dış ortamla direkt bağlantılı olan dış kulak yolu tamamen su ile dolar. Bu şekilde suyun kulak zarına kadar ulaşması sağlanmış olur. Derinliğin artması ile ortam basıncı da artar. Ortam basıncı bu şekilde kulak zarına iletilmiş olur. Normal şartlarda dalışlar sırasında olması gereken durum budur. Suyun herhangi bir nedenden dolayı dış kulak yolundan kulak zarına kadar ilerleyememesi durumunda kulak zarı ile tıkaç arasında hava boşluğu oluşur. Tıkaç oluşumuna dış kulak yolunda oluşan salgıların birikimiyle oluşan buşonlar, dalış başlıkları, maske kayışları, dış kulak yolunda bulunan kemik çıkıntılar (*ekzositoz*), kulak tıkaçları neden olabilir. Dalışlarda ortam basıncının artmasıyla beraber, oluşan bu hava boşluğunun hacmi küçülmeye başlar. Kulak zarı dışarıya doğru bombeleşirken dış kulak yolu etrafındaki dokularda ödem, salgı artışı ve daha ileri durumlarda kanamalar oluşabilir. Basınç değişimine bağlı hacim değişiklikleri özellikle sığ derinliklerde daha fazla meydana gelir. İki metre derinlikte bile dış kulak barotravması gelişimi görülebilir.

Önemli: Dalışlarda suyun kulak zarına ulaşmasını engelleyen her durum dış kulak barotravmasına neden olur.

Belirti ve Bulgular

Dalış sırasında kulakta rahatsızlık hissi, ağrı, dolgunluk, orta kulak eşitleme problemlerine benzer belirtiler görülebilir. Kulak muayenesinde dış kulak yolunda kızarıklık, akıntı, ödem, kanamalar ve kulak zarında kanama alanları, çok nadiren de olsa kulak zarında yırtık görülebilir.

Klinik ve Tedavi

Kulak muayenesinde tıkaç oluşumuna neden olan buşon tespit edilirse çıkarılır. Dış kulak yolundaki hasara bağlı olarak infeksiyon gelişebilir. Bu durumda antibiyotik ve dekonjestan ilaç kullanımı gerekir. Dış kulak yolu normal haline dönene kadar dalışlara ara verilmelidir. Dış kulak yolunun kuru tutulması gerekir. Kulak zarında hasar gelişmesi durumunda kulak eşitleme manevraları rahatlıkla yapılabilmeye kadar dalışlara ara verilir.

Önleme

Dış kulak yolu barotravmasından korunmak için yapılması gerekenler;

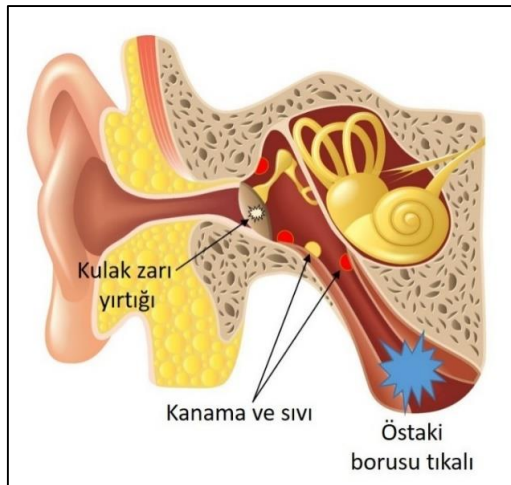
- Dış kulak yolunda buşon olup olmadığını kontrol ettirmek. Tespit edilmesi durumunda temizlenmesi,
- Dalışlarda elbise başlığı veya maske kayışının dış kulağa su girişini engellemediğini kontrol etmek,
- Dalışlarda kulağa su girmesini engelleyen kulak tıkaçlarını kesinlikle kullanmamak,
- Kulak kirlerini temizlemek için sıkça kullanılan çubukları kullanmamak. Kulak temizleme çubukları kullanmak zamanla buşon oluşumunu kolaylaştırmaktadır.

Orta kulağın iniş barotravması

Tanım ve etiyoloji

Dalıcılarda en sık görülen sağlık problemidir. Bazı kaynaklarda tüm dalıcıların dalış hayatları boyunca %65'inin, dalışa yeni başlayan dalıcıların dörtte birinin bu problemi yaşadıkları bildirilmiştir.

Orta kulak kafa kemiklerinden temporal kemik içerisinde yer almaktadır. Kulak zarından başlayarak içeri doğru vücuttaki en küçük kemikçikler olan çekiç, örs ve üzengi kemiklerini bulundurmaktadır. Bu kemikçikler kulak zarından alınan ses titreşimlerini oval pencere aracılığıyla iç kulağa iletir. Orta kulak hava ile doludur ve östaki borusu ile yutağa açılır. Östaki borusu orta kulak havalanmasını sağlar. Dalış sırasında orta kulaktaki havanın küçülmesi durumunda östaki borusu aracılığıyla orta kulağa hava gönderilmesi hacim değişikliğinden etkilenmesini önler. Bu işleme **kulak açma**, **kulak eşitleme** gibi isimler verilmektedir. Kulak açma işlemi yeterli yapılamadığında, orta kulak etrafı sert kemik yapı ile çevrili olduğundan çevre dokuların ve kulak zarının zarar görmesine neden olur.



Dalış sırasında östaki borusundan orta kulağa hava göndermek barotravma gelişmesini engellemektedir. Üst solunum yolu infeksiyonları, saman nezlesi, sigara kullanımı, alkol kullanımı, nazal septum deviasyonu (burun kemiğinde eğrilik), nazal polipler (burun eti), östaki disfonksiyonu gibi durumlarda istemli kulak açma manevraları yapılmasına rağmen östaki borusundan orta kulağa hava gönderme işlemi yapılamaz. Dalış öncesinde yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı kulak eşitleme sorunu yaşayan dalıcıların nedene yönelik tedavileri yaptırılması gerekir. Aynı zamanda doğru ve yeterli kulak eşitleme manevralarının yapılmaması da barotravma oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Karada kulak eşitleme manevrasını yaptığında kulaklarında basınç hissi oluşmasına rağmen dalışta barotravma gelişmesi dalıcının yanlış dalış tekniği uyguladığını gösterir.

DİKKAT !

Dalış öncesi kulak eşitleme manevraları ile dengeleme yapılabildiği kontrol edilmelidir.

Klinik

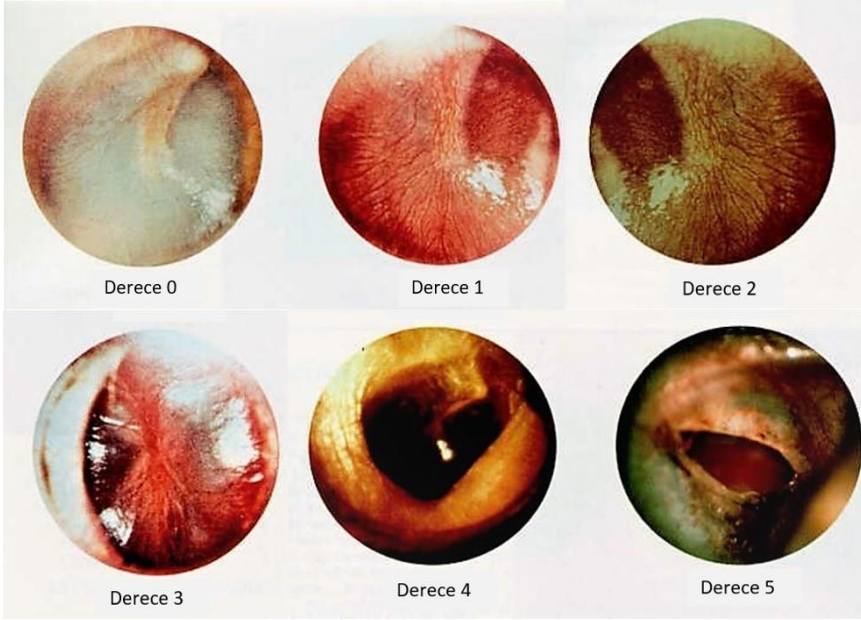
Dalışlarda yeterli kulak açma manevrası yapılmadığında, ilk olarak kulakta dolgunluk hissi meydana gelir. Derinlik arttıkça etkilenen kulakta ağrı oluşur. Ağrı keskin, bıçak saplanır tarzıdır. Bu sırada orta kulağın içini döşeyen mukozada salgı artışı, ödem, kanamalar, kulak zarında ödem ve kanama gelişir. Dalış sırasında kulak eşitleme yeterli düzeyde yapılamadığında orta kulak hava hacmi küçülür ve negatif basınç oluşturarak östaki borusunun kapanmasına neden olur. Bu duruma kilitleme etkisi denir. Östaki borusu kilitlendikten sonra kulak açma manevraları yapmanın herhangi bir anlamı kalmaz. Bu durumda dalıcı yükselerek önce kilitlenmeyi ortadan kaldırmalı, sonra kulak açma manevralarını tekrarlamalıdır. Dalışın devam etmesi durumunda kulak zarı belirli bir noktadan sonra yırtılır.

Kulak zarının yırtılmasıyla beraber ağrı azalma ve rahatlama meydana gelir. Fakat dış kulakta bulunan su orta kulağa girer. Suyun vücut sıcaklığından düşük derecede olması nedeniyle orta kulağın ve etrafındaki kemik dokunun sıcaklığının düşmesine neden olur. Sıcaklık düşüşü iç kulak denge organlarını etkiler ve baş dönmesi meydana gelir. Bu duruma **kalorik vertigo** denir. Baş dönmesiyle beraber bulantı ve kusma da görülebilir. Su altında kusmanın meydana gelmesi solunum sistemine su kaçmasına, solunum yolu irritasyonuna neden olabilir. Acemi dalıcıların başına böyle bir olay gelmesi halinde boğulma gibi hayatı tehdit edici durumlar gelişebilir. Orta kulağa giren suyun zamanla ısınmasıyla belirtiler azalır.

Dalış bittikten sonra yüzeye gelindiğinde orta kulakta bulunan havanın genişlemesiyle beraber orta kulakta bulunan kan, östaki borusu aracılığı ile yutağa atılabilir. Bu durumda dalış sonrasında burundan veya ağızdan kan gelebilir.

Bazı dalıcılarda dalış sonrasında etkilenen kulakta dolgunluk, boğuk ve hışırtılı sesler duyulabilir. Bu durumun nedeni orta kulakta *efüzyon* adı verilen sıvı birikimidir. Orta kulakta sıvı ve sıvı içerisinde oluşan hava kabarcıkları bu yakınmalara yol açar. Bazı dalıcılar bu durumu kulaklarına su kaçtığı şeklinde yorumlarlar, fakat kulak zarı yırtılmadığı sürece dış kulaktan orta kulağa su girişi olamaz.

Hafif şiddetli barotravmalarda görülen ağrı da hafiftir ve dalıcılar bu ağrıyı tolere edebilir. Fakat altta yatan durum düzeltilmezse tekrarlayan dalışlarla beraber daha şiddetli bir hasar ortaya çıkar.



Orta kulak barotravmasının şiddetine göre otoskopik muayenede kulak zarının görünümü değişir. Derece 0'da normal görünümde bir kulak zarı izlenmektedir. Derece 1'de kulak zarında kızarıklık ve çökme, Derece 2'de kulak zarı içine kanama, Derece 3'de bu kanamanın belirginleşmesi, Derece 4'de kulak zarı orta kulak içinde serbest kan birikimi nedeniyle koyu ve dışarıya doğru şişmiş durumda ve Derece 5'de ise kulak zarının yırtılmış olduğu görülmektedir.

Tedavi

Orta kulak barotravması geçiren bir kişi mutlaka bir hekim, daha da iyisi bir KBB uzmanı tarafından kontrol edilmelidir. Kulak muayenesi ile kulak zarı kontrol edilmeli, işitme testleri (*odyometri*) ile iç kulak hasarı olup olmadığı araştırılmalıdır. *Timpanogram* adı verilen test ile kulak zarı hareketliliği ve hasarı değerlendirilebilir.

Hastalara çoğu zaman herhangi bir tedavi verilmesi gerekmez. Gerek görüldüğünde ağızdan (oral) ve burundan (nazal) dekonjestan grubu ilaçlar kullanılabilir. Damlalar kulak zarını geçemediği için kulaktan ilaç uygulanmasının herhangi bir etkinliği olmaz. Dahası kulak zarının yırtık olması durumunda orta kulağa zarar verebilirler.

Orta kulaktaki hasarın durumuna göre hafif olgularda 1-2 günden 2 haftaya kadar süre iyileşme için yeterlidir. Dalış, uçuş ve basınçlı ortamlara girmek yasaklanır. Muayene sırasında üst solunum yolu infeksiyonu tespit edilmesi durumunda antibiyotik kullanımı gerekebilir. Aynı zamanda orta kulakta biriken kanama ve salgılara bağlı orta kulak infeksiyonu gelişebilir. Bu durumda ateş, kulakta barotravmanın gelişmesinden birkaç gün sonra başlayan ağrı, kulak zarının yırtık olması durumunda kulak kanalından akıntı gelmesi görülebilir.

Önemli: Hafif hasar oluşan durumlarda tam iyileşme sağlanmadan dalışa dönülmesi daha uzun sürecek tedavi gerektirebilir.

Dalışa ne zaman döneleceği tam iyileşmenin sağlanması ve basınç eşitleme manevralarının tam yapılabilmesine bağlıdır. Muayene ile barotravmanın neye bağlı olarak geliştiğini saptamak, tekrarlamasını engellemek amacıyla yapılacak en önemli korunma yöntemidir.

Kulak zarının yırtılması durumunda tam iyileşmesi için 1-3 aylık bir zamana ihtiyacı vardır. Yine bu dönemde dalış, uçuş, basınçlı ortamlara girmek iyileşme sürecini uzatacağından bunlardan kaçınılmalıdır. Yapılan muayenelerde kulak zarında tam iyileşme sağlanamaması durumunda KBB uzmanı tarafından değerlendirilerek kulak zarı tamiri yapılabilir. Böyle bir durumda dalışa dönmek için kulak zarındaki yırtığın tamamen kapanması ve pasif kulak eşitleme manevraları ile kulak eşitleme yapılabilmesi gerekmektedir.

Orta kulak barotravmasından korunma

Günümüzde birçok sportif dalıcı haftalar hatta aylar öncesinden dalış planları yapmaktadır. Dalış bölgesine gitmek için uzun mesafeler kat edilmektedir. Dalıcıların bu şekilde planladıkları dalışlar, sık rastlanılan orta kulak barotravması nedeniyle sekteye uğramaktadır.

Dalıcıların öncelikli olarak kulak eşitleme manevralarını iyi bir şekilde öğrenmeleri ve dalış öncesinde manevraları yaptıkları zaman kulaklarında basınç değişikliğini hissetmeleri gerekir. Dalışlar sırasında kullanılabilecek kulak eşitleme manevraları şunlardır.

Valsalva Manevrası: Bu manevranın uygulanması kolay olduğu için yeni başlayan dalıcılar tarafından sıkça kullanılır. Manevra, burun ve ağız kapalı iken burna kuvvetli hava gönderilmesi ile yapılır. Öğrenilmesi kolay ve yapıldığında pozitif basıncın kulaklarda hissedilmesi dalış öncesi dalıcının dalışa hazır olup olmadığını kontrol etmek açısından avantajlıdır. Manevra ile kulaklarda açılma hissedildiğinde işlem bitirilmelidir. Valsalva manevrası ile 20-100 cmH₂O

basınç uygulanır ve bu basınçlar östaki borusunun açılarak orta kulağa hava gönderilmesi için fazlasıyla yeterlidir. Manevranın kuvvetli ve uzun süreli yapılması iç kulak barotravması gelişimine neden olabilir. Burnun bir el ile kapatılması zorunluluğu bu manevranın dezavantajıdır. Yine burun içeride kaldığı için başlık dalışları, tüm yüz maskeleri gibi ekipmanlarla yapılan dalışlarda uygulanması güçtür.

Frenzel Manevrası: Deneyimli dalıcılar tarafından daha sık uygulanan bir manevradır. Dalıcı dilini bir piston gibi hareket ettirerek östaki borusuna hava pompalar. Ağız tabanı kasları ve yutak (farinks) kaslarının kasılmasıyla yapılan bu manevranın dalışa yeni başlayan dalıcılar tarafından anlaşılması biraz zordur. Fakat öğrenildiğinde saniyede birkaç defa tekrarlanan bu manevra ile rahat dalışlar yapılabilir.

Toynbee Manevrası: Ağız ve burun kapalı iken yutkunma ile yapılır. Bu manevra ile östaki borusu kendiliğinden açılır ve orta kulak ile yutak arasında basınç farklılığı giderilmiş olur. Pozitif bir basınç etkisi oluşturduğu için zor kulak açan dalıcılara önerilmez. Daha çok deneyimli dalıcılar tarafından kullanılır. Özellikle dalışın çıkış fazında orta kulakta genleşen havanın yutağa atılmasını kolaylaştırır.

Lowry Manevrası: Bu teknik Valsalva ve Toynbee manevralarının aynı anda yapılmasıdır. Burun kapalı tutulurken yutkunmanın ardından valsalva manevrası yapılır. Zor kulak açan dalıcıların bu manevrayı yapması önerilir.

Edmonds Manevraları: Edmonds Tip 1 manevrasında alt çeneyi ileri-geri hareket ettirirken Valsalva manevrasının yapılmasıdır. Edmonds Tip 2 manevrası burun ve ağız kapalı iken yanakların öne büzülmesi ve sonrasında şişirilmesi işlemlerinin sırasıyla yapılması ile gerçekleştirilir.

Dalış öncesinde her dalıcı kulak eşitleme manevralarını iki kulakta da yapabildiklerini mutlaka kontrol etmelidir. Suyu girmeden önce her iki kulakta eşitleme yapabilen dalıcıda orta kulak barotravması gelişmesi, dalış tekniğindeki hatalardan kaynaklanmaktadır. Barotravmalar sığ derinliklerde daha sık oluşmaktadır. Bu nedenle dalış başladığı andan itibaren kulaklarda basınç hissedilmeden sık aralıklarla kulak eşitleme manevraları yapılmalıdır. Baş suyun içine girdiği andan itibaren kulak eşitleme sıkça yapılmalıdır.

Dalışın baş aşağı yapılması östaki borusunun açılmasını zorlaştırdığı gibi daha yüksek basınç uygulanmasını gerektirmektedir. Baş aşağı pozisyonda venöz dönüşün artmasına bağlı kafada basınç artışı ve östaki borusunun anatomik pozisyonunun yön değiştirmesi kulak açma işlemlerini zorlaştırır. Baş aşağı dalışlarda sorun yaşayan dalıcılar dik pozisyonda, ayak önde dalış yapmalıdır.

Bir başka önemli neden ise dalışın hızlı yapılmasıdır. Dalıcının yüzerliliğini iyi ayarlayamaması, akıntılı suda dalış yapmak gibi nedenlerle dalış hızı ayarlanamayabilir. Bu nedenle çapaya bağlı halatlara tutunmak, kılavuz ip kullanmak yararlı olacaktır.

Dalış sırasında kulak eşitlenemediğinde daha derine inmeden biraz yükselerek kulak açma işlemi denenmelidir. Dalışta hiçbir şekilde kulak eşitleme manevrası yapılamıyorsa dalış sonlandırılmalıdır. Eşitleme yapılmadan devam etmek orta kulağa hasar vereceğinden birkaç gün dalışlardan uzak kalınması gerekebilir. Yüzeye gelindiğinde nazal veya sistemik dekonjestan ilaçların kullanılması kulak açma işleminin yapılmasını sağlayabilir.

Uzun süreli dekonjestan ilaç kullanımı önerilmemektedir. Dalışın iniş fazında pozitif basınçlı manevralar ile eşitleme sağlanabilirken çıkış sırasında pasif olarak östaki borusunun açılması ve genleşen havanın dışarı çıkması gerekir. Östaki borusunun yutağa açılan bölgesi yumuşak doku ve kas doku ile orta kulağa açılan kısmı ise kıkırdak ve kemik doku ile çevrilidir. Dekonjestanlar yutağa açılan bölgenin açılmasını kolaylaştırabilirken orta kulak tarafında etkileri görülmeyebilir. Uzun süreli dekonjestan kullanımı östaki borusunun pasif olarak açılmasını sağlayamadığı için orta kulağın çıkış barotravması denilen durumun oluşmasına neden olabilir.

İpucu: Kulak açmakta güçlük çekenler, bilhassa sigara kullananlar dalışın başında maske yüzlerine takılı olmadan tuzlu su içinde bir takla atar ve sonra sümkürerek burunlarını temizlerlerse hem kulakları hem de sinüsleri daha rahat eşitlenir.

Östaki disfonksiyonu östaki borusunun anatomik yapısı veya kas fonksiyonlarında yetersizliğe bağlı olarak açılmaması veya her zaman açılma işlemini yapamamasıdır. Dalışa yeni başlayan kişilerde toplumda görüldüğü oranda östaki disfonksiyonu bulunur. Dalış sırasında östaki borusunun açılmaması, çok küçük basınç farklılıklarında bile barotravma oluşturmaya nedeniyle bu kişiler dalış yapamazlar. Günümüzde östaki disfonksiyonu bulunan kişiler cerrahi yöntemler ile tedavi edilebilmektedir. Daha önceki yıllarda dalışlarına kesinlikle izin verilmeyen ve isteseler de dalış yapamayan kişiler günümüzde bu şansa ulaşabilmektedir.

DİKKAT !

Dalış başladığı andan itibaren sık ve düzenli kulak eşitleme manevraları yapılmalıdır.

Orta kulağın çıkış barotravması

Dalış tamamlanıp çıkışa geçildiğinde ortam basıncı düşmeye başlar. Orta kulakta eşitleme manevraları ile gönderilen havanın genleşmesiyle bu havanın östaki borusu aracılığı ile yutağa atılması gerekir. Yutkunma veya diğer pasif manevralar genleşen havanın atılmasını sağlar. Genleşen havanın atılamaması orta kulakta basınç artışına neden olur ve kulak zarını dışarı doğru itmeye başlar. Çıkış sırasında ilk olarak kulakta dolgunluk meydana gelir. Çıkış devam ettikçe kulakta ağrı ve iki kulakta basınç farklılığı oluşmasına bağlı baş dönmesi, çınlama, bulantı, kusma gelişebilir. Bu duruma **alternobarik vertigo**

denir. Dalıcıların çoğunda hafif bulgularla seyrederken az da olsa iç kulak hasarı ve kulak zarında yırtılma görülebilir.

Orta kulağın çıkış barotravması, dalış sırasında gelişen barotravma nedeniyle östaki borusunun tıkanmasına, dekonjestan kullanımına, en sık olarak da hızlı çıkışa bağlı olarak ortaya çıkar. Muayenede kulak zarında kanama alanları, işitme testlerinde iletim tipi işitme kaybı ve nadiren iç kulak hasarı tespit edilebilir.

Çıkış sırasında dik pozisyonda baş dönmesi şiddetlenirken, yatay pozisyonda hafifler. Bu durum fark edildiğinde biraz iniş yapılarak ağız kapalı iken yutkunma veya kulak açma manevraları yapmak östaki borusunun açılmasına yardımcı olabilir. Aynı zamanda etkilenen kulak yukarı gelecek şekilde manevraların yapılması eşitleme yapılmasını kolaylaştırır. Dış kulak yoluna parmakla baskı yapılması suyun kulak zarına basınç yapmasını artırır, kulak eşitlemeye yardımcı olabilir.

Tedavide genellikle kulak zarı ve orta kulak normal haline dönene kadar dalış ve basınç değişikliğine maruziyet yasaklanır. Kulak açma işlemi rahat yapılabilir hale geldikten sonra dalışa başlanabilir. Kulak zarında yırtık olması durumunda kulak zarının tam iyileşmesi beklenir.

Orta kulağın çıkış barotravmasından korunmak için en sık yapılan hata olan hızlı çıkıştan kaçınılmalı, gerekirse çıkış sırasında kulak eşitleme manevraları yapmayı unutmamalı, iniş sırasında düzenli olarak kulak eşitleme manevraları tekrarlanmalıdır.

İç kulak barotravması

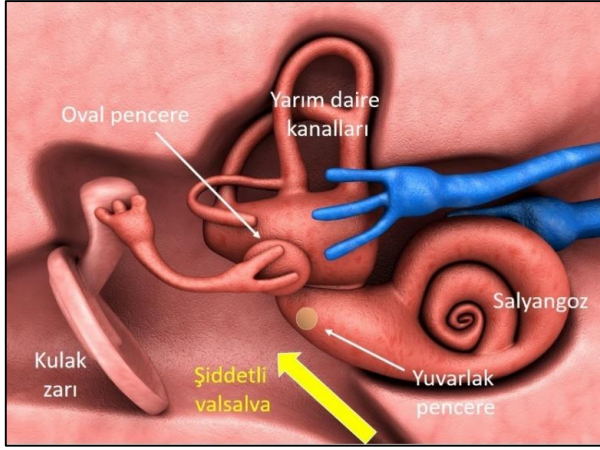
Tanım ve etiyoloji

İç kulak barotravmasının oluşumuyla ilgili birkaç hipotez bulunmaktadır. Bunlardan biri dalış sırasında yeterli kulak eşitleme yapılmadığında kulak zarı içeri doğru bombeleşir ve kendisine bağlı kemikçikleri içeri doğru iter. Üzengi kemiğinin yapıştığı oval pencerede salyangoz (*koklea*) içerisine doğru basınç oluşur ve yuvarlak pencere tersine dışarıya, orta kulağa doğru bombeleşir. Bu sırada kuvvetli valsälva manevrası yapılması ile kulak zarı normal haline döner, üzengi kemiği geri çekilir ve yuvarlak pencere eski haline döner. Salyangoz içindeki sıvı (*perilenf*) hızlı hareket edemediği için yuvarlak pencere yırtığı oluşabilir ve bu sıvı orta kulağa sızabilir. Diğer bir görüşe göre, kuvvetli valsälva manevrası yapılması ile kafa içi basıncın artması salyangoz içi basıncın artmasına neden olur ve perilenf sıvısının baskısı ile yuvarlak pencere yırtığı oluşabilir. Her iki durumda da yuvarlak pencere yırtığına bağlı perilenf sıvısı kaybı devam ederse kalıcı işitme kaybı oluşabilir. Bazı dalıcılarda oval pencere yırtığı da görülebilir.

Diğer bir klinik durum ise yuvarlak pencere yırtığı olmaksızın salyangoz içerisinde kanama alanları, salyangoz membran yırtığı ve iç kulağa hava girişi gözlemlenebilir. Bu durumda da aynı klinik belirtiler gözlemlenir.

Belirti ve bulgular

İç kulak barotravmasında işitme kaybı ve çınlama en sık görülen belirtilerdir. Perilenf sıvısının kaybına bağlı olarak saatler veya günler içerisinde artarak devam eden işitme kayıpları görülebilir. Yuvarlak pencere yırtığına bağlı olarak denge bozukluğu ve baş dönmesi (*vertigo*), çınlama (*tinnitus*), bulantı ve kusma gelişebilir. İşitme testlerinde (*odyometri*) tüm frekanslarda veya daha çok yüksek frekanslarda (4000-8000 Hz) sensörinöral (sinirsel) tipte kayıplar görülür. Denge bozukluğuyla beraber yön tayininde zorluk yaşanabilir. İzole iç kulak hasarı olan dalıcılarda otoskop ile yapılan kulak muayenesinde herhangi bir bulguya rastlanmaz. Öte yandan orta kulak barotravması iç kulak barotravmasına eşlik edebilir ve bu durumda orta kulak barotravmasına ait muayene bulguları tespit edilebilir.



Yuvarlak pencere yırtığı gelişmesi durumunda koklea içerisindeki perilenf sıvısının dışarıya akması kalıcı işitme kaybına neden olabilir. Yuvarlak pencere yırtığının kendi kendine kapanmadığı tespit edilirse cerrahi olarak onarılması gerekir. Orta kulak muayenesinde perilenf sıvısı tespit edilebilir.

Tedavi

Tedavide baş yukarı pozisyonda olacak şekilde mutlak yatak istirahati önerilir. Dalış, uçuş, kulak eşitleme manevraları, ağır kaldırma, hapşırma, cinsel ilişki, zorlu defekasyon (dışkılama), hızlı hareketler gibi koklea iç basıncını artırıcı hareketler kesinlikle yapılmamalıdır. Düzenli bir şekilde muayene takibi yapılmalı ve muayenelerde ilerleme duruncaya kadar yatak istirahati devam etmelidir. Yüksek sese maruz kalınmamalıdır. Düzenli bir şekilde odyometri ve vertigo fonksiyon testleri ile takip edilmelidir.

24-48 saat içerisinde bulgularda bir değişiklik olmaması ve işitme kaybının giderek artması durumunda cerrahi tedavi açısından değerlendirme yapılmalıdır. İç kulak barotravması gelişikten sonra iki haftadan fazla zaman geçmiştse cerrahi operasyonlardan nadiren fayda sağlanmaktadır. Hatta iç kulakta kanama

odakları olan hastalarda cerrahi işlem yapılması kalıcı işitme kaybına neden olabilir. Vasodilatatör (damar genişletici) ilaçlar, vitaminler, steroid tedavisi ve kanama alanlarını artırabileceğinden dolayı aspirin kullanımı önerilmemektedir. Hiperbarik oksijen tedavisi de hastanın kulak eşitleme manevraları yapması gerektiği için önerilmez.

Benzer belirti ve bulgular iç kulak dekompresyon hastalığında da görülür. Bu iki hastalık arasında ayırıcı tanı mutlaka yapılmalıdır. Ayırıcı tanı açısından; barotravma sığ derinliklerde, iniş sırasında olurken dekompresyon hastalığı derin dalışlar, dekompresyon uygulanması gereken dalışlarda, çıkış sırasında görülür. Dekompresyon hastalığında mutlaka basınç odası tedavisi gerekirken barotravmada basınç odası tedavisi durumu daha da kötüleştirir.

Prognoz

Tedaviler sonucunda genellikle işitme kayıplarında, düşük frekanslarda düzelme sağlanırken yüksek frekanslarda kalıcı kayıp yaşanır. Kulak çınlaması iyileşmeye veya korti organında kalıcı hasar oluşmasına bağlı olarak genellikle 6-12 ay içerisinde gelişme gösterir. Denge fonksiyonları zarar gören dalıcılarda alternobarik vertigo gelişebileceğinden dalış ve uçuş izni verilmez. Kalıcı iç kulak hasarı olan ve eşitleme manevraları ile kolay iç kulak barotravması gelişebilecek dalıcılara basınç altına girmeleri önerilmez.

Korunma

Su altında kulak ağrısı geliştiğinde bir an evvel kulak eşitleme yapmak için kuvvetli ve uzun süreli valsalva manevrası yapmak istenebilir. Bu çoğu zaman eşitlemeye yardımcı olsa da iç kulak barotravması gibi ağır bir durumun oluşmasına neden olabilmektedir. Orta kulak barotravması çoğunlukla kendi başına iyileşebilecek bir durumken iç kulak barotravması uzun süreli dalıştan uzak kalmaya, hayat boyu devam edebilecek ciddi sekellerle yaşamaya neden olur. Dalış sırasında düzenli kulak eşitleme yapmakla zorlu valsalva manevrası yapmaya gerek kalmaz. Dalış eğitimleri sırasında her dalıcıya kuvvetli ve 5 saniyeden uzun valsalva manevrasının yapılmaması gerektiği öğretilmelidir. Ayrıca valsalva manevrası yapıldığında her iki kulakta eşitleme hissedildiğinde manevra hemen sonlandırılmalıdır.

DİKKAT !

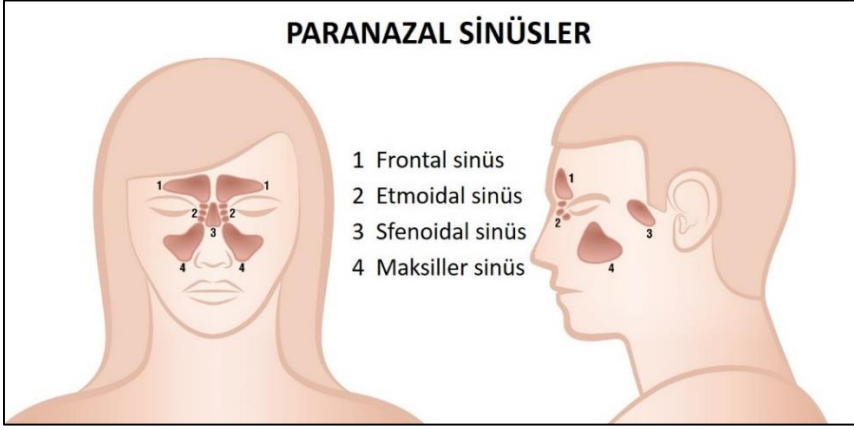
Uzun ve kuvvetli valsalva manevralarından kaçınılmalıdır.

Sinüs barotravması

Tanım ve etiyoloji

Sinüsler kafa kemikleri içerisinde bulunan hava dolu boşluklardır. Etrafları sert kemik yapı ile çevrili, iç yüzleri zengin kan damar ağına sahip mukoza dokusu ile döşelidir. Ostium adı verilen ufak açıklıklar ile genize açılan kanalları bulunur ve sürekli olarak içeri ve dışa doğru hava akımına sahiptirler. Solukla alınan havanın temizlenmesi, ısıtılması ve nemlendirilmesi, ses rezonansının

sağlanması gibi etkilere sahiptirler. Aynı zamanda hava ile dolu olduklarından kafa ağırlığını azaltırlar.



Ostium aracılığı ile burun boşluğuna açılan 4 ana sinüs grubu bulunur. Bunlar:

- Frontal Sinüs: Kafanın ön tarafında, alında, gözlerin üst kısmında yer alır.
- Etmoidal Sinüs: Burnun arka kısmında yer alır.
- Sfenoidal Sinüs: Kafanın orta hattında, derin yerleşimli ve merkezinde yer alır.
- Maksiller Sinüs: Her iki elmacık kemiğinin altında yer alır.

Dalışlar sırasında ortam basıncının artmasına bağlı olarak sinüslerin içlerinde bulunan hava hacmi küçülmek ister. Fakat sinüsler sert yapıda olduğu için bunlar küçülemez ve içlerinde negatif basınç, vakum oluşur. Açık olan ostiumlar aracılığıyla içeriye hava geçişi sağlanırsa vakum gelişmez ve barotravma önlenir. Üst solunum yolu enfeksiyonu, sinüzit, alerjik rinit, saman nezlesi, uzun süreli dekonjestan kullanımı, sigara kullanımı, nazal polip, burunda septum deviasyonu gibi nedenlerle ostiumda tıkanıklık oluşması halinde içeriye hava girişi gerçekleşmez. Böylece sinüs içerisinde vakum oluşur ve barotravmaya neden olur. Tıkanıklık sonrası sinüsün içini döşeyen mukoza dokusunda şişme, salgı artışı, ödem ve kanama oluşarak negatif basınç kompanse edilir.

Belirti ve bulgular

Sinüsün bulunduğu yere göre dolgunluk hissi ve ağrı oluşur. Frontal sinüs tutulumunda gözlerin üst kısmında ve çevresinde, maksiller sinüs tutulumunda

elmacık kemikleri etrafında ve üst dişlerde, etmoidal sinüs tutulumunda burun bölgesinde, sfenoidal sinüs tutulumunda kafa orta hattında ağrı hissedilir. Öksürme, hapşırma, kafayı öne eğme ağrıda artışa ve zonklama hissine neden olabilir. Dalış sonrasında baş ağrısı gelişmesi sinüs barotravmaları açısından değerlendirilmelidir.

Tedavi

Sinüs içine kanlı mukuslu sıvı birikimi bakteri üremesi için uygun bir ortam oluşturur ve infeksiyon gelişebilir. Sinüzit gelişimine bağlı olarak dalıştan birkaç gün sonra ağrı, ateş ve geniz akıntısı görülebilir. Tedavide antibiyotik ve dekonjestan kullanımı yeterli olmaktadır. Sinüs içerisindeki sıvı birikimi direkt radyografi veya daha net bir şekilde bilgisayarlı tomografi ile görüntülenebilir.

Barotravmanın şiddetine göre tam iyileşme olana kadar dalışa 2-10 gün ara verilir. Çıkışta sinüs içerisindeki hava genleşerek içeride biriken kanlı mukusu burun boşluğuna atabilir. Kanlı mukus, tutulan sinüs tarafındaki burun deliğinden veya ağızdan gelebilir. Dalış sonunda maskede kan birikimi görülebilir.

Etmoidal sinüs sıkışması sırasında sıvı birikimi ve kanama sinüs duvarına hasar vererek sinüs içerisindeki hava göz etrafında birikim yapabilir (*orbital amfizem*). Aynı şekilde kafa kaidesi içerisine sızma gerçekleşebilir (*pnömoensefalus*). Bu durumlar acil olarak değerlendirilmeli, en kısa sürede tanı ve tedavisi gerçekleştirilmelidir.

Korunma

Dalış öncesinde sinüs barotravmasına neden olan durumlar değerlendirilmeli ve önlemleri alınarak dalışa başlanmalıdır. Üst solunum yolu infeksiyonu veya alerjisi varlığında, tedaviden sonra dalış yapılması uygundur. Pozitif basınç oluşturan valsalva manevrası gibi manevralar aynı zamanda sinüslere de hava göndereceğinden sinüs barotravması riskini azaltır.

Önerilen kaynaklar

Aktaş, Ş. (2006) Barotravma. In: Travma (1.ed. Doğan, R., Taştepe, İ., Liman, Ş.T.), MN Medikal ve Nobel Yayınevi, İstanbul, s: 835-849.

Bennett, P.B. (2006) Ear problems. In: Assesment of Diving Medical Fitness For Scuba Divers And Instructors (1st ed. Bennett, P.B., Cronje, F.C., Campbell, E.S.), Canada, Best Publishing, s: 73-79.

Edmonds C. (2016) Ear barotrauma, Sinus barotrauma. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed: Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.), CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, s: 81-114.

Poe, D.S., Gopen, Q. (2009) Eustachian tube dysfunction. In: Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery (ed. Snow, J.B., Wackym, P.A.), Connecticut, People's Medical Publ, s: 201-209.

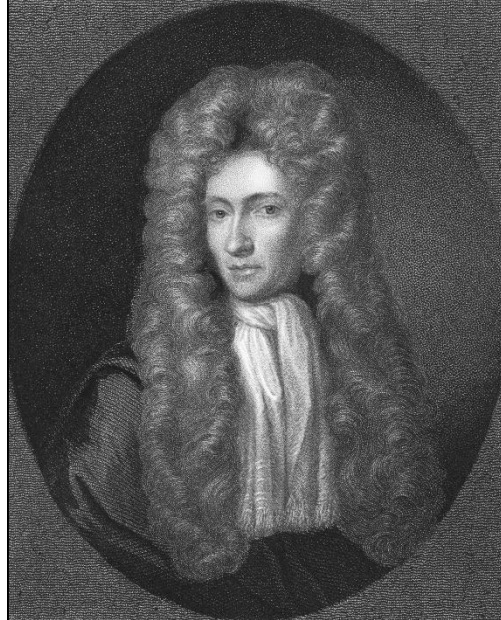
BAROTRAVMA LAR: AKCİĞER, SİNDİRİM SİSTEMİ, DİŞ, DALIŞ ELBİSESİ, MASKE)



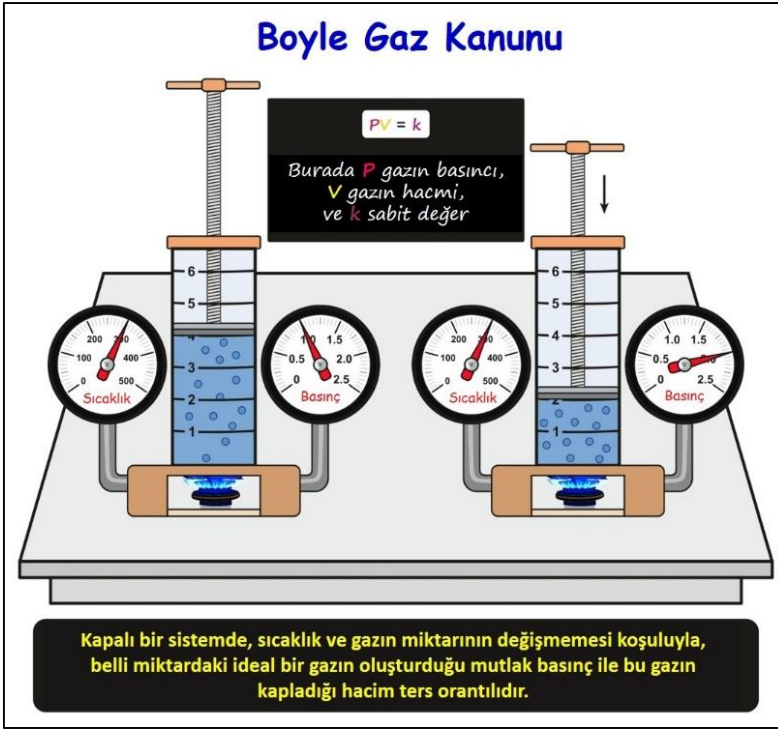
Dr. Selin Gamze SÜMEN

Giriş

Barotravmada basıncın etkisine bağlı olarak vücutta gelişen hasar **Boyle Gaz Kanunu** ile ilişkilidir. Boyle Kanunu, basınç, basınç hacim ilişkisi dalış kitaplarında ayrıntılı olarak işlenmektedir. Bu kanuna göre sabit sıcaklıktaki bir gazın basıncı ile hacmi ters orantılıdır. Basınç arttıkça gazın hacmi küçülür, gaz sıkışır; basınç ortadan kalktıkça gazın hacmi büyür yani gaz genleşir. Suyun yaklaşık olarak her 10 metresinde basınç bir atmosfer artar. Böylece deniz seviyesinde 1 ATA (mutlak atmosfer) olan basınç 10 metre derinlikte 2 ATA, 20 metre derinlikte 3 ATA, 30 metre derinlikte 4 ATA olacaktır. Boyle Kanunu'na göre, deniz seviyesinde örneğin 1 litrelik bir hacim ise 10 metrede 1/2 litreye, 20 metrede 1/3 litreye, 30 metrede 1/4 litreye azalan oranlarda sıkışacaktır.



Robert Boyle (1627-1691)



Basıncı-hacim ilişkisinden vücutta bulunan içi hava dolu organlar etkilenir. Bunlar eğer dışarı ile bağlantılı değil ve kapalı bir gaz boşluğu ise Boyle Kanununa göre iniş sırasında küçülmek, çıkış sırasında ise genişlemek zorundadır. Oysa bu organ ve yapıların bir kısmı esnek değildir ve hacim değişikliğine uyum gösteremez. Bir kısmı ise esnek olmakla birlikte sıkışma ve genişlemelerinin bir sınırı vardır. Bu sınır aşıldığında zarar görürler, yani travmaya uğrarlar. Barotravmalar iniş ve çıkış barotravmaları şeklinde görülebilir. Bu bölümde akciğerler, sindirim sistemi, diş, dalışta kullanılan dalış elbisesi ve maskeye bağlı barotravmalar ele alınacaktır.

Akciğer barotravması

Tanım

Akciğerlerin ortam basıncı değişikliği nedeniyle esneklik sınırlarının aşılması sonucu hasarlanmasına akciğer barotravması denir. Barotravmalar arasında sık rastlanırsa da, hasarın ağır sonuçları nedeniyle oldukça önemlidir.

Akciğer barotravması için başlıca risk faktörleri şunlardır:

- Dalışta bilinçli ya da bilinçsiz soluk tutmak,
- Akciğerde hava hapsine neden olabilecek hastalıklar (astım, bül, hava kisti, amfizem, kronik obstrüktif akciğer hastalığı vb.),

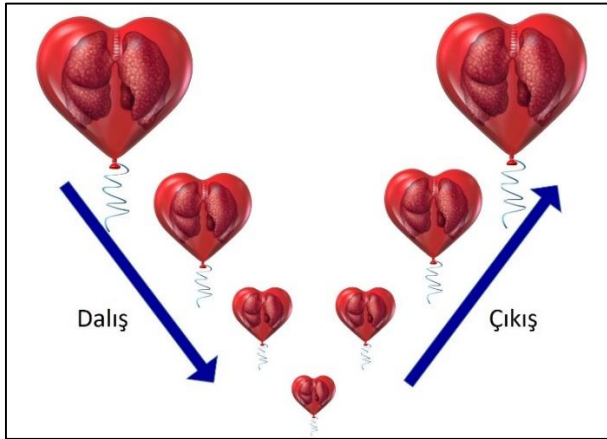
- Dalış malzemesi kaynaklı sorunlar: havanın tükenmesi, tüp vanasının kapalı olması, ağırlık kaybedilmesi, yüzerlik dengeleyicinin (BC) kontrolsüz şişmesi, acil kontrolsüz çıkış yapmak, dalıcı bilgi ve beceri eksikliği,
- Solunum yollarının tıkanıklığı veya akciğerin esnekliğini azaltan diğer hastalıklar (sarkoidoz, ankilozan spondilit, tümörler, akciğer enfeksiyonu, akciğer sönmesi, akciğer zarı yapışıklıkları vb.)

Akciğer barotravması, oluş mekanizmasına göre iniş ve çıkış barotravması olarak iki gruba ayrılır:

Akciğer iniş barotravması (akciğer sıkışması)

Mekanizma

Tüplü dalışta, akciğerlerdeki hava her soluk alışıta bulunulan derinliğe göre dengelenir. Serbest dalışta ise sualtında derinlik arttıkça, akciğer hacmi tersine orantısal olarak azalır. Deniz yüzeyindeki dalıcının örneğin 6 litrelik akciğer hacmi, 10 metrede 3 litre, 20 metrede 2 litre, 30 metrede 1,5 litreye kadar düşebilir. Derinlik sınırı, yaklaşık 1200 ml'lik akciğer artık hacmine (*rezerv volüm*) kadar sorun yaratmazken bunun altına düşürecek düzeyde olursa akciğerler esneyemeyecek ve hasar görecektir. İşte bu durum iniş barotravması/sıkışma olarak adlandırılır. Akciğer dokusunda ödem ve hava keseciklerinde (*alveoller*) kanama gelişir. Sportif amaçlı tüplü dalışta oldukça nadir görülürken, serbest dalışta daha çok karşılaşılr.



Serbest dalışta akciğerler dalınan derinlikle birlikte küçülür, çıkışta eski hacmine genişler.



Akciğer iniş barotravması serbest dalışta görülür.

Klinik

Klinikte yakınma ve belirtiler, genel durum bozukluğu, solunum sıkıntısı, soluk darlığı, halsizlik, göğüs ağrısı, kanlı tükürük, düşük tansiyon, şok olarak ortaya çıkabilir.



37 yaşında, erkek, serbest dalıcının Akciğer bilgisayarlı tomografi görüntüsü. 22 metreye zıpkınla balık avlama amacıyla soluk tutarak daldıktan sonra diyafram kasılmaları ile yüzeye gelmiş. Hırıltı, kanlı balgam ve solunum sıkıntısı ile hastaneye başvurdu. Belirtiler bir haftada ortadan kalktı. Sağ orta lob mediyal segmentte akciğer sıkışmasına bağlı buzlu cam görünümü.

Tanı

Dalışın detayları ve dalıcıda ek hastalık öyküsü alınmalıdır. Başta solunum sistemi ve tüm sistemlerin ayrıntılı muayenesi, özellikle iniş sırasında yakınmaların ortaya çıkması tanı koydurucudur. Sağlık kuruluşunda yapılacak ilave laboratuvar tetkik, radyolojik görüntüleme yöntemleri ile tanı doğrulanır.

Tedavi

Tedavide yaşamsal fonksiyonları korumak önemlidir. Dalıcının hayatını tehlikeye atabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır. Tedavi yaklaşımı, yakınmaları ortadan kaldırmaya veya şiddetlenmesini önlemeye yöneliktir. Tedavi, solunum desteği, %100 oksijen solutulması (geri dönüşümsüz, rezervuar torbalı maske yardımıyla), uygun sıvı desteği ve şok tedavisi olarak farklılık gösterebilir.

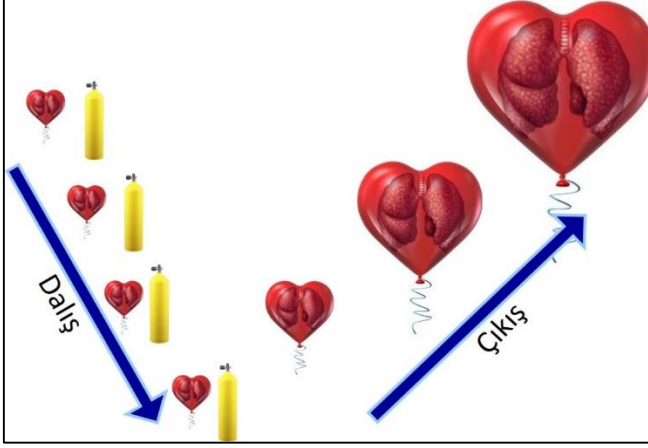


Oksijen tedavisini etkili biçimde uygulamanın en basit yolu rezervuar torbalı maske kullanmaktır. Torbasız ya da nazal kanül ile uygulama benzer acil durumlarda uygun değildir.

Akciğer çıkış barotravması

Mekanizma

Dalışta yüzeye doğru çıkıldıkça derinlik azalırken ortam basıncı düşer. Bu değişikliklerle vücutta boşluklu organlarda gaz hacmi ise artar. Derinlik azaldıkça 30 metrede 1,5 litreye düşmüş olan akciğer hacmi, deniz yüzeyinde 6 litreye ulaşır. En fazla hacim artışı ilk 10 metre derinlikten deniz yüzeyine doğrudur. Normal koşullarda dipte akciğerlere solunan hava, derinlik azaldıkça hacim artsa da düzenli soluk verilerek dışarı atılır. Ancak çıkış süresince artan hava hacmi solukla dışarıya atılamazsa solunum sisteminde oluşan hasara “akciğer çıkış barotravması” denir. Kolaylaştıran koşullar bilinçli/bilinçsiz soluk tutma, akciğer veya dalış malzemesi kaynaklı soluk vermekte kısıtlama olmasıdır. Bu nedenle dalış eğitimlerinde “**çıkışta soluğunu tutma**” kuralı üzerinde durulması önemlidir.



Serbest dalıştan farklı olarak tüplü dalışta dalıcı tüpten basınçlı hava soluduğu için akciğerler küçülmez. Ancak çıkış sırasında soluk verilmezse, bu basınçlı hava genişler ve akciğerlere zarar verir.

DİKKAT !
Tüplü dalışta çıkış sırasında asla soluğunu tutma.

Deneyisel çalışmalarda akciğerin hava keseleri ve yüzeyini saran zar arasında 70-110 mmHg üzeri basınç farkının doku hasarına yol açtığı saptanmıştır. Gerçekte bu basınç değerine bir metre derinlikten yüzeye soluk tutularak çıkılması ile ulaşılabilmektedir. Akciğer dokusu esneme özelliği aşıldığından, hava keselerinin yırtılmasıyla gaz kabarcıkları çevre dokulara, göğüs boşluğu ön duvarına, kalp dokusu etrafına, karın boşluğuna ve boyuna doğru ilerler. Cilt altı ve yumuşak dokuda amfizeme yol açabilir.

Önemli: Dalış teknelerinde ve merkezlerinde %100 oksijen verebilecek yeterli sayıda rezervuar torbalı maske, bulundurulmalıdır. Oksijen tüpleri en az 2 saat, iki ayrı dalıcıya uygulayabilecek yeterlilikte, dolu olarak hazır tutulmalıdır. Nakil esnasında kullanılabilecek yedek oksijen tüpü de hayat kurtarıcı olacaktır.

Klinik

Akciğer çıkış barotravması dört klinik formda görülebilir. Bulgular tek başına veya birlikte oluşabilir. **Tablo 1**'de klinik bulgular özetlenmiştir.

1. Akciğer dokusu hasarı (Alveol hasarı),
2. Mediastinal amfizem,
3. Pnömotoraks
4. Hava embolisi

Tablo 1. Akciğer çıkış barotravması klinik bulguları

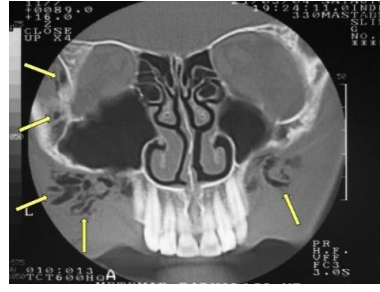
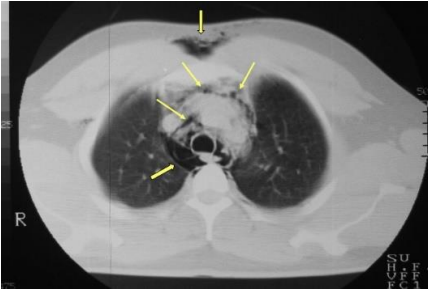
Mediastinal amfizem	Pnömotoraks	Arteriyel gaz embolisi
Yakınmalar erken veya geç dönemde başlar	Yakınmalar dalıştan sonra başlar	Dalışın tamamlanmasının ilk 15 dakikasinda yakınmalar başlar
Seste kabalaşma, değişiklik	Göğüste ağrı	Şuur bulanıklığı
Boğazda dolgunluk hissi	Bayılma	Görme bozukluğu
Yutkunmakla ağrı	Soluk darlığı	Konuşma bozukluğu
Göğüs kafesinde dolgunluk hissi	Sık soluk almak	Motor fonksiyon bozukluğu
Soluk darlığı	Ani solunum durması	Soluk darlığı
Bayılma	Kalp durması	Kasılmayla seyreden nöbet
Şok	Şok	Ani kalp durması

1. Akciğer dokusu hasarı: Genleşen hava alveolleri parçalar. Ortaya çıkan doku hasarı nedeniyle organ bütünlüğü bozulur. Solunumla vücuda gerekli oksijen alınımı ve atık karbondioksit gazının verilmesi bozulur. Klinik yakınmalardan hızlı soluk alıp verme ile tiz bir çığlık sesi görülebilir. Soluk darlığı, öksürük ve kan tükürme eşlik edebilir. Akciğer işlevini yitirebileceği için solunum yetmezliği ve ölüme kadar ilerleyen ağır tablo gelişebilir.

2. Mediastinal veya cilt altı (subkutan) amfizem: *Mediastinum* akciğerlerin arasında, içinde kalbin de yer aldığı göğüs boşluğunda yer alan orta kısma verilen addır. Mediastinal amfizem bu bölgede serbest hava birikmesiyle ortaya çıkan klinik tabloya denir. Sıklıkla havası biten dalcıda zorlu soluma veya limitleri aşan hızlı çıkış sonucunda görülür. Belirtiler geç ortaya çıkabilir. Yırtilan hava keselerinden açığa çıkan serbest hava kabarcıkları akciğer dokusu, göğüs boşluğu, boyun, köprücük kemiği üstündeki boşluk, kalp etrafını saran zar içine yayılabilir. Bazı olgularda hava karın boşluğuna kadar ilerleyerek ek yakınmalara neden olabilir. Başlıca belirtiler, soluk darlığı, çarpıntı, kalp seslerinde azalma, düşük tansiyon ve bilinç kaybıdır. Hava kabarcıkları boyuna doğru yayıldığında hasta boyunda dolgunluk hissi, soluk darlığı, seste değişiklik/kabalaşma ve yutma güçlüğünden yakınabilir. Kabarcıkların yayıldığı alanlarda elle dokunmakla cilt altı çıtırtı hissedilebilir.



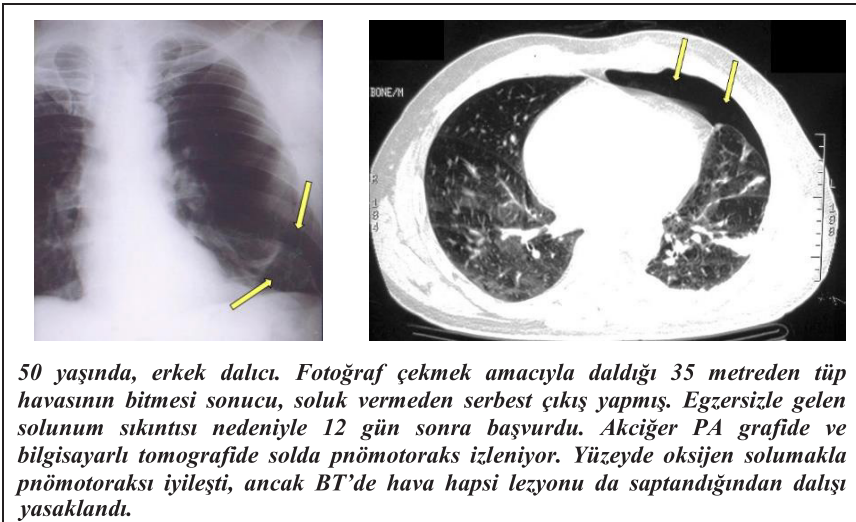
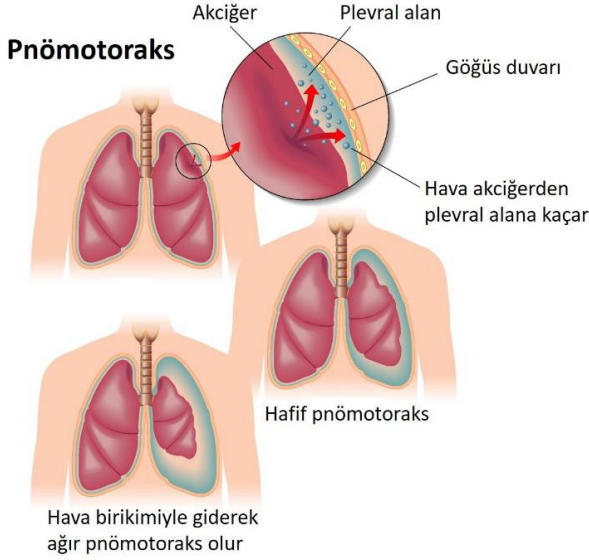
Mediastinal, subkutan amfizem



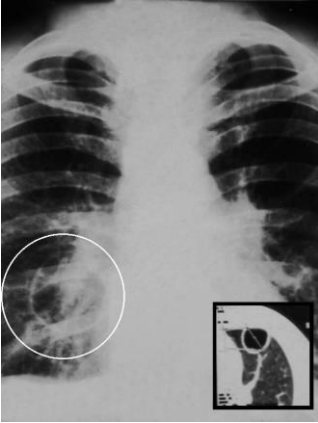
Tüple yaptığı dalışın son metrelerinde hızlı çıkış yapan dalıcı solunum sıkıntısı, seste değışme, boyunda, supraklavikular (köprücük kemiğinin üstü) bölgede ve yüzde dokunmakla çıtırta (krepitasyon) bulgusu ile başvurdu. Yüzeyde oksijen solumakla iyileşti. Akciğerlerin bilgisayarlı tomografisinde mediastinumdaki yağlı dokular ve damar yapılarının etrafında, sternum (iman tahtası kemiği) önünde cilt altında serbest hava imajları izlenmektedir.

Aynı hastada ciltaltı amfizemin gözlerin etrafına ve paranasal sinüslerin civarına kadar yayıldığı görülüyor.

3. **Pnömotoraks:** Akciğer ile göğüs duvarı arasında serbest hava birikimiyle karakterize klinik tabloya *pnömotoraks* (akciğer sönmesi) denir. Organın anatomik yapısının hasarlanmasıyla bu tabloya kanama da eşlik edebilir. Akciğer çıkış barotravmasına bağlı pnömotoraksla diğer nedenlerle oluşan pnömotoraks aynıdır. Ancak dalışta çıkış sırasında genellikle tek taraflı ve tansiyon tipi pnömotoraks görülür. Başlangıç anidir ve göğüs ağrısı, soluk darlığı, sık soluk alıp vermek başlıca yakınmalardır. Serbest hava hızla genişlemeye eğilimli ise kalbin fonksiyonlarının bozulmasına, şok ve ani ölüme yol açabilir.



4. Arteriyal gaz embolisi (Atardamar gaz embolisi): Çıkışta akciğer barotravmasına bağlı atardamar dolaşımına hava kabarcığı geçişi sonucu gelişen duruma *atardamar hava embolisi* adı verilir. Dalış sırasında hava yerine başka bir solunum gazı kullanılırsa “gaz embolisi”nden bahsedilir. Alveol adı verilen hava keselerinin yırtılmasıyla serbestleşen hava, kan damarlarının da parçalanmasıyla sistemik dolaşıma girebilir. Atardamar dolaşımına geçişten dolayı etkilediği organlarda damar tıkanıklığına bağlı yakınmalara yol açar. Özellikle kritik organlar beyin ve kalbi besleyen damarlara yayıldığında ölüm ve felçle sonlanabilir. Kabarcıklar beyne daha sık gitse de dalak, karaciğer, böbrekler gibi yaşamsal organlara da dağılabilir. Hastalığın şiddeti ve kliniği, tıkanan damarların genişliğine, tutulan organların miktarına ve önemine göre değişir. Yakınmalar; suur kaybı, konuşma bozukluğu, görme bozukluğu, duyuşsal bozukluk, his kaybı, felç, baş dönmesi, kasılma nöbetleri, soluk darlığı, kalpte ritim bozukluğu, çarpıntı, deride mermersi döküntülerdir. Hastalığın seyri öyle hızlıdır ki, hastaların büyük çoğunluğu basınç odasına alınamadan henüz su içindeyken kaybedilebilir.



36 yaşında, erkek, profesyonel dalgıç. Bir kaç kez normal hızla geldiği yüzeyde baygınlık geçirmiş ve her seferinde kendiliğinden düzelmiş. Son bayılma uzun sürünce hastaneye başvurdu. Akciğer PA grafide ve bilgisayarlı tomografide sağda ön kısımda plevra altı (subplevral) yerleşimli hava kisti nedeniyle dalışı yasaklandı.

Sığ ve kısa süreli dalışlardan sonra normal hızla yüzeye gelse bile dört kez bayılma ve geçici nörolojik bulgular veren dalıcının akciğer bilgisayarlı tomografisinde; her iki taraf üst loblarda arka kısımda plevra altı (subplevral) yerleşimli blepler (hava kisti) ve sol üst lobda kalsifikasyon içeren nodül (tüberküloz) saptandığından dalışı yasaklandı.

Tanı

Tanı koydurucu kriterler; dalış profili, eşlik eden hastalık öyküsü, yakınmalar, yakınmaların ortaya çıktığı zaman, şiddeti ve bulgulardır. Başta sinir sistemi, solunum sistemi ve dolaşım sistemi olmak üzere tüm vücut sistemlerinin muayenesi sonucu ortaya çıkan bulgular belirlenir. Ardından hastane koşullarında laboratuvar değerlendirme, radyolojik görüntüleme yöntemleri (düz akciğer grafisi, akciğer bilgisayarlı tomografisi, beyin manyetik rezonans vb.) tanının doğrulanması ve hastalığın seyri konusunda bilgi verir.

Hava embolisinde yakınmalar özellikle dalışın tamamlanmasından hemen sonra, ilk 10-15 dakika içinde başlar. Başlıca yakınmalar, bilinç bulanıklığı ile seyreden motor, duysal fonksiyon bozukluğudur. Felç, işitme kaybı, görme kaybı, hissizlik, aşırı yorgunluk, baş ağrısı, eklem ağrısı yakınmaları bu grupta daha sıktır.

Tedavi

Dalıcı ileri tetkik ve tedavi için vakit kaybetmeden basınç odasının da bulunduğu tam donanımlı bir sağlık kurumuna sevk edilmelidir. Dalıcının hayatını tehlikeye atabilecek uygulamalardan kaçınılmalıdır. Temel tedavi yaklaşımı yaşamsal fonksiyonların korunacağı ilk yardım ve müdahale, rezervuar torbalı maske ile %100 oksijen solutulması, uygun sıvı verilmesidir. Sistemik tedavi yaklaşımında ise, soluk açıcı, tansiyon düzenleyici, dolaşım sistemi şok tablosunu iyileştirici ilaçlarla destektilir. Ayrıca olası deniz canlısı ısırık veya sokması ile yaralanma şüphesi açısından da dikkatle incelenmelidir.

Mediastinal ve ciltaltı amfizem tedavisinde yaklaşım, hastalığın şiddetine göre belirlenir. Yakınmasız olgularda dinlenme yeterli olurken, orta şiddetli tutulumlarda %100 oksijen solutulması bulguların gerilemesine ve hava kabarcıklarının hızlı kaybolmasına yardımcı olur. Ağır olgularda basınç odasında hiperbarik oksijen tedavisi hızlı bir düzelme sağlanması için uygulanabilir. Amfizeme pnömotoraks veya gaz embolisinin eşlik edebileceği unutulmamalı ve bu yönden araştırılmalıdır.

Pnömotoraks tedavisinde, basit pnömotoraks ise %100 oksijen solunumu yeterli olur. Akciğerin %20'sinden fazlasının sönmesiyle seyreden olgularda hastane koşullarında göğüs tüpü sualtı drenajı ile serbest havanın boşaltımı gerekebilir. Eğer olaya sinir sistemi tutulumlu, nörolojik yakınmaların olduğu hava embolisi eşlik ediyorsa mutlaka basınç odasında rekompresyon (*yeniden basınç altına alma*) tedavisine alınmalıdır. Gerektiğinde göğüsteki serbest hava boşaltımı basınç odasında planlanmalı ve ona göre hazırlık yapılmalıdır.

Arteriyel gaz embolisi tedavisi, sualtı hastalıkları içinde tedavisi dakikalar içinde başlanacak kadar acil yaklaşım gerektirir. Ölüm oranı yüksektir ve tedavide gecikme olması geç sekel ve ölüm riskini artırır. Tıbbi ilaç ve basınç odasında tedavisi dekompresyon hastalığı ile benzerdir. Basınç odası tedavisi ilk 4 saat içinde başlanamazsa tam iyileşme oranı %50 azalır. Dalıcı hastaneye

nakil öncesi koma pozisyonunda vücudunun sol tarafına yan olarak, solunum yolunun açıklığı sağlanarak yatırılmalıdır. Gelişebilecek beyin ödemi şiddetlendirebileceğinden ayaklar yukarı kaldırılmamalıdır. Basınç odasında tedavi başlanıncaya kadar bu pozisyonla hastaneye nakli sağlanmalıdır.



Rekompresyon tedavisi uygulanan hiperbarik oksijen tedavi ünitesi, basınç odası.

Olgu:

25 yaşında erkek dalıcı, sabah 10 metreye hayatında ilk defa sportif keşif dalışı yapmış. Dalıştan sonra çıkışta sol omuz ve kolunun üst kısmında ağrı, sesinde kalınlaşma yakınması başlaması üzerine en yakın hastaneye getirilmiş. Yapılan muayenede bellek, motor ve duyu kusurları saptanmadı. Sol omuzdan dirseğe, omuza, boyuna ve çeneye yayılan dokunmakla hassasiyet ve çıtırtı hissi alındı. Öyküsünden aslında astım hastalığı olarak daha önce teşhis konulduğu ama uzun süredir ilaçlarını kullanmadığı bilgisine ulaşıldı. Muayene ve tetkiklerin değerlendirilmesi ile dalışa bağlı cilt altı amfizem tanısı konulan dalıcıya %100 oksijen solutularak tedavisi uygulandı. Ek olarak dalış yapmaması tavsiye edildi.

Önlem

Dalış hobi olarak gittikçe yaygınlaşmaktadır. Kurallarına uygun yapıldığında diğer spor dallarına kıyasla daha az kazayla karşılaşılır. Kuralların içinde serbest dalışta hiperventilasyon yapmamak, vücudun fizyolojik sınırlarını zorlamamak (soğuk su, dipte aşırı efor, uzun dip zamanı, derin dalış, aşırı ağırlık, dalış öncesi açlık, vb.) oldukça önemlidir. Ayrıca yeterli dalış eğitimi alınmalı, uygun ve

düzenli bakımları yapılan dalış donanımı kullanılmalı, beceriler pratiklerle geliştirilmelidir. Dalış eğitimlerinde, dalış planlaması, dalışta karşılaşılabilecek beklenmedik koşullar için gerekli yedek planların yapılması, ilkyardım konuları ele alınmalıdır.

Yapılması gerekenler:

1. Sağlık muayeneleri ile takip,
2. Uygun dalış eğitimleri,
3. Mutlaka dalış eşiyle dalış planlanmalıdır,
4. Dalış malzemelerinin düzenli bakımları yapılmalıdır.

DİKKAT !

**Dalışta asla soluk tutulmamalıdır.
Gerekli olmadıkça acil çıkış yapılmamalıdır.
Dalış eşi olmadan dalınmamalıdır.**

Sindirim sistemi barotravması

Mekanizma

Besinlerin hücreden içeri girebilecek küçük parçalara ayrılmasına sindirim, vücudumuzda bu işlevi gerçekleştiren organlar topluluğuna sindirim sistemi denir. Sindirim sistemini oluşturan boşluklu organlar ağızdan başlayıp anüse kadar uzanan yemek borusu, mide ve bağırsaklardır. Karaciğer, pankreas ve safra kesesi ise sindirime yardımcı organlardır. Bağırsaklarda alınan besinler, su ve diğer sıvılar (kola, meyva suları, maden suyu, gazoz) ve fizyolojik yapısı gereği bağırsak florasındaki bakteriler tarafından gaz üretimi sürekli devam eder. Özellikle nohut, kuru fasulye, lahana, mercimek, brokoli, kuru yemişler, ağır ve yağlı yiyecekler bağırsaklarda daha çok gaz oluşturur. Bu gazlar çıkış sırasında hacimce genleşmeye başlayacaktır. Bu süreçte bağırsak içindeki gazın dışarı atılamamasıyla dokularda yarattığı hasara sindirim sistemi barotravması denir.

Klinik

Başlıca yakınmalar karın ağrısı, bulantı, kusma, karında gerginlik, geçirme, kanlı dışkılamadır. Eğer dalış sonrası solukluk, tansiyon düşüklüğü, soluk darlığı, kanlı kusma, bulantı, dolaşım şoku bulguları varsa akla gelmelidir.

Tedavi

Dalışta yakınmaların artması durumunda çıkış durdurulur, hızı yavaşlatılır ve gerekirse bulunulan derinlikten 1-2 metre derine tekrar inilir. Ağırlık kemeri çok sıkı ise biraz gevşetilmelidir. Dalışlarda baş aşağı değil ayaklar önce suya girilmeye çalışılmalıdır. Baş aşağı dalındığında solunan hava farkına varılmadan yutulurak sindirim sistemine gider. Özellikle dalışın başında kulak eşitlemek için yapılan manevralar hava yutulmasını kolaylaştırır. Yutulan hava dipten ayrılincaya kadar bir yakınmaya yol açmaz. Ancak çıkışta çevre basıncının azalmasıyla birlikte sindirim sisteminde genişleyen hava karında gerginlik, ağrı,

geçirme gibi yakınmalara yol açacaktır. Bunu önlemek için suya ayaklar önce girilmeli ve çıkışta da dik bir pozisyonda yükselmelidir. Böylece bağırsakların çevresindeki ortam basıncı ağız boşluğu etrafından daha yüksek olduğundan havanın yutulması güç ama vücuttan atılımı kolay olacaktır.

Bilimsel yayınlarda 30 metreden derine yapılan dalışlarda hızlı çıkış sonrası mide yırtılması saptanan barotravma tanılı olgulara rastlanmaktadır. Şüpheli olgularda kazazedeyi sağlık kurumuna sevk ederken %100 oksijen solutularak, damar yolundan sıvı takviyesi ve gerekirse ileri yaşam desteği verilmelidir. Mide yırtığı tanısı konulabilmesi için hastanede görüntüleme yöntemlerinden ve laparoskopik cerrahiden faydalanılabilir. Bazen mideden serbestleşen hava karın boşluğu arka duvarında birikebilir. Bu durumda cerrahi müdahale şarttır.



Sindirim sistemi barotravmasını önlemek için dik pozisyonda dalınmalı, eksi yüzerlik nedeniyle dalış boyunca baş aşağı pozisyonda dalış yapılmamalıdır.

Diş barotravması

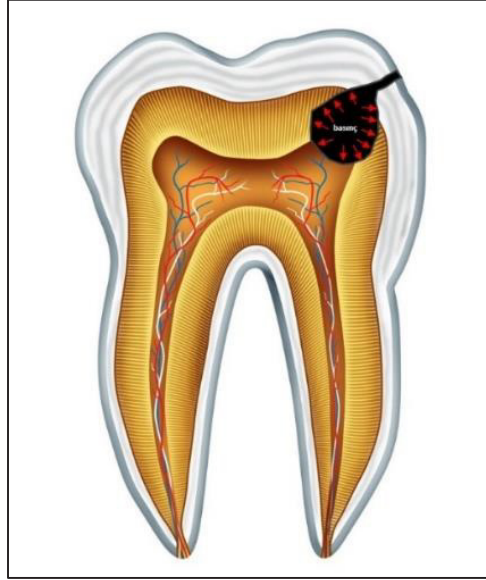
Tanım

Dişler normal olarak herhangi bir gaz hacim içermediklerinden bunlarda barotravma olmaz. Ancak diş çürüklerinde dişlerin içlerinde hava dolu boşluklar bulunabilir. Bu tip dişlerde barotravma gelişebilir. Dişler dıştan içe doğru mine, dentin, sement ve pulpadan (diş özü) oluşur. Mine, vücuttaki en sert maddedir. Dişleri koruyucu bir katman olarak çevreler. Sert tabakada zamanla çatlaklar ve hasarlar oluşur, mikroorganizmaların etkisiyle çürükler gelişir. Diş barotravması dişlerin altında ve içindeki hava bulunan boşluklarının basınç değişikliğinden etkilenmesi ile ortaya çıkan barotravmadır. İnişte veya çıkışta görülebilir. Daha

çok diş çürüğü veya diş eti hastalığı sonrası oluşan doku hasarı, başarısız diş dolgusu, yetersiz diş bakımı ve yaşlı dalıcılarda görülür.

Mekanizma

Dişlerin köklerinde infeksiyon, çürük, diş yüzeyinde çatlak, apse veya dolgunun etrafının dolgu maddesi ile tam kapanmaması gibi nedenlerle hava boşluğu bulunabilir. Dalışta bu alanlar etkilenir. Derinlik arttıkça özellikle hava boşluğunun sıkışmasıyla etrafındaki yumuşak dokulardan kan ve sıvı sızıp boşluğu doldurur. Dalış hızı yavaş olduğunda fark edilmeyebilir. Derinlik azaldıkça hapsolan hava genişleşip yeterince serbestleşemezse yakınmalar başlar. Çene cerrahisi, diş çekimi sonrasında dokularda bir miktar serbest hava kalabilir. Böyle bir işlem sonrası dalış yapılacak olursa regülatörden solunan basınçlı hava serbest havayı daha derin dokulara itebilir. Bu da diğer bir diş barotravması şeklidir.



Klinik

Üst veya alt çenede dolgunluk, ağrı, soğuk içeceklerde aşırı hassasiyet başlıca yakınmalardır. Bazen de ince dolgu maddesi kullanılan dalıcılarda inişte dolgu içeri çökebilir ve derinlik azaldıkça dolgu kırılabilir.

Önlem olarak; Ağız içine uygulanacak cerrahi işlem sonrasında mukoza tam iyileşinceye kadar dalış yapılmamalıdır. İniş ve çıkış hızlarının yavaş olması önemlidir. Yılda iki defa diş hekimi ile diş taşlarının temizliği ve tedavisi konusunda kontrolden geçilmelidir.

Tedavi

Dalışlarda diş ağrısı yaşanması, dişlerde aktif bir çürük veya sorun bulunduğunun en sağlam göstergesidir. Hemen bir diş hekimine başvurulmalı ve gerekli tedavisi yaptırılmalıdır.

Dalış elbisesi barotravması

“Elbise sıkışması” olarak bilinen bu tip barotravma daha çok inişte, tam oturmeyen ıslak veya kuru elbise ile dalış yapan dalıcılarda görülür. Derinlik arttıkça kıyafetle vücut yüzeyi arasında hava boşluğu olan alanlarda hacim azalacaktır. Dalış elbisesi eklem kıvrım yerlerinde daha belirgin olmak üzere altındaki dokuları vakum etkisi ile kendine çeker. Dalış sonrasında cilt altı kanamalarla karakterize çizgisel, ağrılı, mor renkli lekeler ortaya çıkar. Karakteristik olarak lezyonlar parmakla dokunmakla solmazlar ve bir süre sonra kendiliğinden kaybolurlar.



Elbise sıkışması daha çok kuru tip elbisede görülür

Maske barotravması

Sualtında etrafı görebilmek için maske gereklidir. Maske sayesinde ayrı bir hava boşluğu yaratarak objeler net görülebilir. Derinlik arttıkça maskenin içindeki hava sıkışarak maskeyi yüze doğru itecektir. Yüzde, göz kapaklarında ödem, gözde özellikle beyaz dokuda kanama, ciltte morluklar görülebilir. Önlem olarak dalışta derinlik arttıkça aralıklı olarak maske içine burundan hava verilerek basınç eşitlenmelidir. Tedavide yumuşak dokulardaki hasar geçinceye kadar dalışa ara verilmelidir.



Maske sıkışması sonucu göz bulguları

Önerilen kaynaklar

Aktaş, Ş. (2010) Dalışla ilişkili akciğer hastalıkları. In: Solunum Sistemi ve Hastalıkları Temel Başvuru Kitabı (1. ed. Özlü, T., Metintaş, M., Karadağ, M., Kaya, A.), İstanbul Medikal Yayıncılık, İstanbul, Cilt :II, s: 1705-1721.

Aktaş, Ş., Aydın, S., Toklu, A.K. (1998) Şüpheli çıkış patolojilerinde bilgisayarlı akciğer tomografisinin kullanımının önemi. 1. Ulusal Sualtı ve Hiperbarik Tıp Toplantısı, 20 Kasım 1998, İstanbul, *Kongre kitabı*, s: 82-85.

Koca, E. (2015) Türkiyede dalış kazaları analizi. Uzmanlık tezi. İstanbul Tıp Fakültesi. Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı.

Mitchell S. (2016) Pulmonary barotrauma. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed: Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.), CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, s: 65-80.

Topçubaşı, M. (2009) Dalış ve dış hekimliği: dış sorununuz dalışınızı nasıl etkiler. 7. Sualtı Sporları ve Bilimleri Toplantısı, 01-03 Mayıs 2009, Kocaeli, *Kongre kitabı*, s: 41-44.

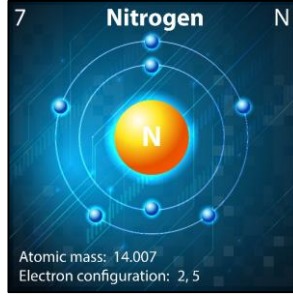
NİTROJEN NARKOZU



Dr. Ali Erdal GÜNEŞ

Giriş

İnert gazlar, fizyolojik etkilerini vücutta metabolik ve kimyasal aktivitelere girmeden gösteren gazlardır. Sportif donanımlı dalışlarda hava solunduğu için karşılaşılan inert gaz, nitrojendir. Bu nedenle dalış tıbbında inert gaz narkozu olarak bilinen durum bu yazıda doğrudan nitrojen narkozu olarak isimlendirilecektir. Nitrojen narkozu; derinlik zehirlenmesi, derinlik sarhoşluğu, azot narkozu gibi başka isimlerle de anılmaktadır.



İki nitrojen atomunun aralarında üç bağ ile bağlandığı nitrojen molekülü havanın %79'unu oluşturmaktadır. Nitrojen basıncının artışı merkezi sinir sistemini olumsuz etkilemektedir. Bu etkiler genellikle 30 metrenin üzerindeki dalışlarda görülür. Nitrojen narkozu bilişsel fonksiyonun azaldığı ve sinir-kas iletimi performansının etkilendiği, gülmeye yatkınlığın oluştuğu, dikkatin ve karar verme yetisinin azaldığı, duygu durum, davranışların bozulması ile karakterize bir durumdur. Nitrojen narkozu vücutta kalıcı hasar bırakmaz ancak akli ve motor bozulmalar sualtında ciddi sonuçlara yol açabilir. Bu etkiler nitrojenin parsiyel basıncı arttıkça artar fakat aynı derinlikte kalınan süre ile ilgisi yoktur. Yüzyıllardır bilindiği şekliyle, hava ile yapılan dalışlarda nitrojen kaynaklı olarak bu değişiklikler görülmektedir. Benzer etkiler gösteren diğer inert gazlar tanımlanmıştır (Argon, Kripton, Ksenon).

Basıncılı hava ile yapılan dalışlarda nitrojen narkozu derinliği sınırlayan en önemli faktördür. 40- 50 metreden daha derinlerde çalışma gerektiğinde helyum gibi narkotik etkisi daha az olan gazlardan yardım almak gerekir.

DİKKAT !

Donanımlı dalış kazalarının ve dalışa bağlı ölümlerin çoğundan nitrojen narkozu sorumludur.

Tarihçe

Yüksek basınçlı ortamda hava solunması ile oluşan zehirlenme belirtileri ilk olarak 1835 yılında Junod tarafından tanımlanmıştır. 1861 yılında Green dalgıçlara 48 metreye basınçlı hava ile dalış yaptırmış, bunlarda uyku durumunun geliştiğini, karar verme yetilerinin bozulduğunu ve halüsinasyonlar gördüklerini gözlemlemiştir. Paul Bert 1878’de dalgıçların yüksek derinliklerde zehirlendiğini belirtmiştir. 1903 yılında Hill ve McLeod 5,5 ATA basınçta çalışan tünel işçilerinin bilişsel fonksiyonlarında yetersizlik olduğunu tanımlamıştır. 1930 yılında, Damant 10 ATA’da hafıza problemlerinin geliştiğini bildirmiş, 1932 yılında Hill ve Phillips ise bu etkilerin klostrofobi veya psikolojik olabileceğini düşünmüştür. İngiliz Donanmasının 1933’teki bir raporuna göre ‘yarı bilinç kaybı’ başlığıyla tanımlanmış, 60-106 metrelerde dalış yapan dalgıçların kendilerine yollanan el sinyallerini aldıkları fakat yüzeye geldiğinde hiçbirinin bu durumu hatırlamadığı belirtilmiştir.



1935’te Behnke ve arkadaşları günümüzde kabul edilen nitrojen narkozu teorisini tanımlamıştır. Narkozun, inert gaz olan nitrojenin parsiyel basıncının artması ile geliştiğini, 30 metrelik hava dalışında coşku durumu (*öfori*), bilişsel kapasitenin yavaşlaması ve sinir-kas iletişinde bozulma geliştiğini, bu etkinin derinlikle daha da arttığını belirtmişlerdir. 90 metrede uyuşukluk ve 90-140 metreler arasında bilinç kaybı ortaya çıkmaktadır. Behnke ve Yarbrough dalış

havasında nitrojen yerine helyum koyularak bu etkinin azalabileceğini rapor etmiştir.

1933'te Derin Dalış Komitesi Raporu'na göre bu durum, dalış sırasında karbondioksit birikmesi ile ilişkilendirilmiştir. Case ve Haldane 1941'te dalış havasına karbondioksit karıştırıldığında akli belirtilerin daha da ağırlaştığını göstermiştir. Ancak Rashbass (1955) ve Cabarro (1959) karbondioksit teorisini net bir şekilde yalanlamıştır. Bu araştırmacılar alveol havasında normal karbondioksit düzeylerine rağmen narkoz belirtilerinin ortaya çıktığını gösterdiler. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda hava ve helyum/oksijen ile yapılan dalışlar arasındaki farklılığın, narkozdan doğrudan nitrojenin sorumlu olduğunu ortaya koymuştur.

Etiyoloji

Nitrojen narkozu mekanizmasının uçucu gazlarla yapılan genel anestezi ile aynı olduğu düşünülmektedir. Narkoz etkisi yaratan tüm inert gazların davranış şekilleri aynıdır. Bu gazlar yapısal özelliği olmayan, basit moleküllerden oluşur ve vücutta kimyasal değişiklik göstermezler.

Birçok çalışmacı bu gazların fiziksel davranışlarını anlamaya çalışmış ve **yağda çözünme** özelliği ile yakın bir ilişki saptanmıştır. Meyer-Overton hipotezine göre anesteziklerin yağda çözünmesi ile narkotik etki yetenekleri arasında paralellik vardır. Daha sonra Meyer-Hopf, (1923) gazların belli molar konsantrasyonda hücre yağlarını geçtiği zaman narkoz etkisini göstereceğini ifade etmiştir. Bu durumda inert gaz molekülü beyin dokusunda bir şekilde hücre zarı yapısını etkiler. Fakat gazların fiziksel özellikleri ve narkotik yetenekleri açısından bazı uyumsuzluklar bulunmaktadır (**Tablo 1**). Örneğin argon nitrojene göre 2 kat daha fazla narkotiktir. Oysa bunların yağ/su çözünürlük oranları benzerdir. Tüm bu uyumsuzluklara rağmen, yine de, genel olarak narkotik davranışlar fiziksel özelliklerle paraleldir.

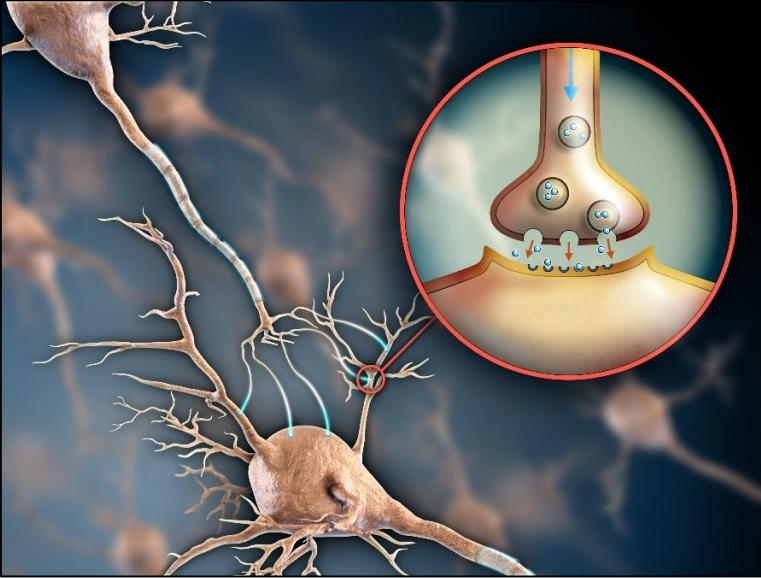
Tablo 1. Bazı gazların narkotik etkileri ve fiziksel özellikleri

Gazlar	Moleküler Ağırlık	Hacim	37°C'de yağda çözünürlüğü	Ayrırma katsayısı (yağ:su)	Narkotik Etkisi
Helyum	4	2.370	0.015	1.70	0.23
Neon	20	1.709	0.019	2.07	0.28
Hidrojen	2	2.661	0.040	3.10	0.55
Nitrojen	28	3.913	0.067	5.25	1.00
Argon	40	3.218	0.140	5.32	2.33
Kripton	83.7	3.978	0.430	9.60	7.14
Ksenon	131.3	3.105	1.700	20.00	25.64

Henry yasasına göre nitrojenin parsiyel basıncı arttıkça vücutta ve kanda daha çok çözünmeye başlar. Nitrojen oksijen gibi metabolize olup vücut tarafından kullanılmaz. Dalış sırasında basınçlı hava solunduğunda birçok molekül vücuda girer ve çevre basıncının yüksekliği nedeniyle hızla çözünür. 10 metre derinliğe dalındığında nitrojen parsiyel basıncı iki katına çıkacaktır. Dalışın devam etmesi ile birlikte narkoz belirtileri ortaya çıkmaya başlayacaktır.

Yağda çözünme hipotezi, **kritik hacim kavramı** tarafından anlaşılmaya çalışılmıştır. Burada narkoz etkisinin gelişmesi için inert gazın veya anesteziik maddenin hücre zarının yağ kısmına etki ederek şişmesine neden olması gerekmektedir. Nitrojen, nitroz oksit, sülfür hekzaflorid kullanılan insan çalışmaları, hafiften orta şiddete kadar narkoz geliştirerek gazların yağda çözünürlüğü ile pozitif bir ilişki olduğu onaylanmıştır. Yağda daha fazla çözünen gaz, sinir hücresinin zarında bulunan yağlarda da daha fazla çözünmekte ve bunu şişirerek, kalınlaştırarak sinir iletimini yavaşlatmaktadır.

Genel olarak bu fiziksel teoriler hücre zarındaki yağlı kısımdan bahsetse de narkotik etkinin sadece sinir hücre zarlarındaki kalınlaşma gibi fiziksel konularla ilişkili olmadığı düşünülmektedir. Bu gazlar için özel alıcılar (*reseptörler*) bulunduğu ve bunların sinaptik geçişi etkilediği gösterilmiştir. Bazı çalışmalar hücre zarının aslında narkotiklere karşı dirençli olduğu ve hücre zarındaki özel proteinlerin ve lipoproteinlerin bu durumdan sorumlu olduğunu göstermiştir.



SİNAPS NEDİR?

Sinaps, iki sinir hücresinin birbiri ile temas etmeden bağlantı yaptığı kısımlardır. Bir sinir hücresinden gelen elektrik akım diğerine bu sinaps noktalarında özelleşmiş kimyasal maddeler aracılığıyla aktarılır. Bu sistemdeki en ufak bir aksama sinir iletisinin yavaşlamasına veya kesilmesine yol açar.

Birçok çalışma merkezi sinir sistemindeki uyarılmaların nedeni üzerinde yoğunlaşmıştır. İnhibitör (uyarıcı-önleyici, baskılayıcı, geciktirici) sinapslar, moleküller ve reseptörler bu etkinin temelini oluşturmaktadır. Bu önleyici moleküller içerisinde en önemlisi *Gama Amino Butirik Asit* (GABA) bulunmaktadır. GABA merkezi sinir sisteminde önemli bir inhibitör nörotransmitterdir ve nitrojen narkozundan başlıca sorumlu olarak gösterilmiştir. Bu nörotransmitter nitrojen narkozuna ait bazı sinir-kas (nöromusküler) bozukluklarının nedenlerini açıklamaktadır.

Sonuç olarak ister fiziksel, ister kimyasal yolla narkozu tüm yönleri ile tam olarak açıklayan bir teori bulunmamaktadır. Aşağıda özetlendiği gibi birçok teori ileri sürülmektedir.

Teoriler;

- Myer-Overton: Yeterli inert gaz sinir sisteminde çözündüğünde sinir sisteminde baskılayıcı etki gösterir.
- Quastel-Metabolik: Yüksek basınçtaki inert gaz hücre metabolizmasını bozar. Bu hassas hücreler daha çok beyinde bulunmaktadır. Bilinç oluşumunda görevli hücreler ilk etkilenenlerdir.
- Klatrat: Basınç altında nitrojen, protein ve su ile kafes bileşik yani klatrat oluşturur. Bu oluşum sinirsel iletimini bozar.
- Buzdağı: Inert gaz suda çözündüğünde *buzdağı* denilen molekülleri oluşturur. Buzdağı da aynı klarat gibi sinir sisteminin iletimini engeller.

Fizyopatoloji

Kişinin nitrojen narkozuna duyarlılığını etkileyen birçok değişken vardır. Dalıcının sağlığı, derin dalış deneyimi, çalışma koşulları, çevre koşulları bunlardan bazılarıdır. Derinlik arttıkça dalıcıda baskılanma belirtileri başlar. Düşünme problemleri, zaman algısının bozulması, karar yetisinin bozulması, hafıza problemleri, motor ve akli görevlerdeki aksamalar ve reaksiyon süresinin uzaması bunlardan birkaçıdır. Dalıcı yükselmeye başladığında belirtiler hızla kaybolur, bazen nitrojen narkozu sırasında su altında neler yaptığını hatırlamaz.

Klinik

Nitrojen narkozu duyarlılığının kişiden kişiye oldukça farklı olmasına rağmen, 60-70 metre derinliğe dalış yapan bütün dalıcılar nitrojen narkozu klinik bulgularını gösterirler. Öncelikle yüksek bilişsel fonksiyonlar etkilenir. Yargılama, karar verme, yakın hafıza, öğrenme, konsantrasyon ve dikkat bunların başlıcalarıdır. Dalıcı kendini çok iyi hissedebilir, hafif alkol alımında

olduğu gibi kendisine aşırı güvenebilir. Daha yüksek basınçlarda nitrojenin parsiyel basıncının artması ile birlikte, el becerisinde azalma ve akli performansta ilerleyen bir bozulma, fikir sabitliği, halüsinasyonlar ve nihayet uyuşukluk/küntlük ve koma hali görülür. Bazı dalıcılarda görme ile ilgili değişiklikler oluşur, ancak algı bozukluğu nedeniyle tehlikenin farkında olamazlar.

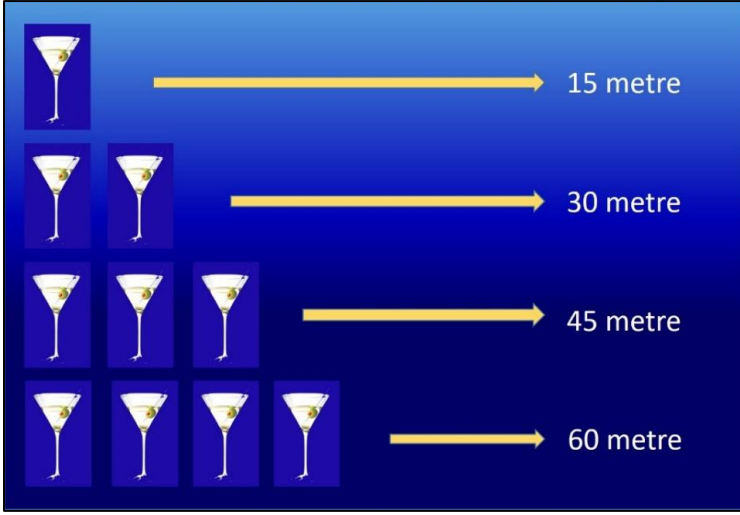


Nitrojen narkozu görsel ve işitsel halüsinasyonlara yol açar.

Gerginlik, soğuk, yorgunluk, yatıştırıcı ilaçlar, alkol ve merkezi sinir sistemini etkileyen ilaçlar nitrojen narkozunu ağırlaştırabilir. Nitrojen narkozunun etkileri alkol alımına benzetilir. Özellikle coşku durumu ve motor koordinasyon bozulması geliştirdiğinden sıklıkla alkol ve nitrojen narkozu belirtileri ilişkilendirilir. Hatta biraz da alaycı bir yaklaşımla, nitrojen narkozu belirtileri martini yasası adı verilen bir ölçütle değerlendirilir.

Bu yasaya göre her 15 metre derinlik, bir kadeh martiniye eşdeğer etkilere yol açmaktadır. 10-30 metreler arası coşkulu durum, neşe, gülme; 30-50 metrelerde artmış özgüven, sabit fikir; 50-70 metrelerde konuşkanlık, baş dönmesi, histerik nöbetler; 70-90 metrelerde uyarılara gecikmiş yanıt, konsantrasyon kaybı, zihin bulanıklığı, 90 metre üzerinde halüsinasyon ve bilinç kaybı gelişir.

Dalışın başlamasıyla derinliklere inen dalıcıda narkozun etkisi birkaç dakika içerisinde ortaya çıkar ve bu etki dalış zamanı ile ilgili değildir. Hızlı dalış ile narkozun etkisi daha da artar fakat bu etki çıkışla birlikte hızlıca geri dönüşümlüdür.



Martini yasası

Nitrojen narkozu oluşumuna ait gerçekçi ve uygun bir rehber olmamasına rağmen çalışmalar devam etmektedir. Özellikle profesyonel dalgıç seçiminde narkoza hassas bireylere ulaşılabilen testler, dalış sırasında bazı oksijen ve düşük narkotik etkili gaz karışımları, derinlerde narkozu etkileyen diğer faktörlerin azaltılması, basit görevlerde dalgıcın görevi yerine getirmesinin izlenmesi bu konuda fayda sağlamaktadır. Sportif dalgıç seçiminde bu testler kullanılmadığından veya karışım gaz kullanılmadığından, narkoz geliştiğinde dalış derinliği azaltılır veya sonlandırılır. Ayrıca bir önceki paragrafta bahsedilen nitrojen narkozunun etkisini artıran diğer faktörlere dikkat etmek gerekir. Nitrojen narkozunun etkilerini kabaca iki yöntemle ölçülür. Bunlardan ilki, verilen görevi yerine getirmeyi değerlendiren; aritmetik, hafıza ve el becerisini ölçen davranışsal yaklaşım. İkincisi ise bazı nörofizyolojik parametreleri ölçen yaklaşımdır.

Davranışsal yaklaşım

Davranışsal yaklaşım üç ana başlıkta incelenir: Bilişsel yetenek, reaksiyon zamanı ve beceri. Nitrojen narkozundan en çok bilişsel yetenek etkilenir. En az etkilenen ise “beceri”dir.

Nitrojen narkozunun davranış üzerine etkisi psikologlar tarafından incelenmiştir. Psikologlarca bu durum “yavaş işlem modeli” olarak tanımlanmaktadır. Bu modelde narkozla birlikte yavaşlamış aktivasyon, artmış reaktivasyon süresi tarif edilmektedir. En az etkilenen el becerisidir, çünkü beceri için daha az bilişsel fonksiyona ihtiyaç vardır.

Yine davranışsal açıdan anksiyete (stress, gerginlik) ile narkoz arasında da bir ilişki bulunmaktadır. Dalgıçlarda anksiyete arttıkça narkoza bağlı başarısızlığın

arttığı gözlenmektedir. Örneğin stresli dalgıçlarda, kıyıda veya açık denizde 30 metreye yapılan dalışlarda, entelektüel fonksiyon, aritmetik, hafıza kapasitesi açık deniz dalışlarında kıyı dalışlarına göre daha çok düşmüştür. Bu düşüşün nedeni olarak açık deniz dalışındaki stres sorumlu tutulmaktadır.

Nörofizyolojik değişiklikler

Bazı subjektif konuları değerlendirmek ve performans düşüklüğünü ortaya koymak için objektif veriler sağlayan nörofizyolojik testlere ihtiyaç vardır. Bu tip çalışmalar genellikle basınç odasında hava ile dalış yaptıktan sonra beynin elektroensefalogramı (EEG) çekilerek yapılır. Bunlarda öncelikle beynin korteks (kabuk) kısmında yüksek uyarılma bulgularına ulaşılmaktadır. Bu durum beynin bazal ritminde voltaj artışlarını içermektedir.

Merkezi sinir sisteminin fonksiyonlarının ölçümü inert gaza maruz kalmış beyinde kortikal uyarılmış potansiyellerin incelenmesi ile de yapılabilir. Uyarılara verilen düşük cevap nitrojen narkozunun etkisinin deneysel bir ölçütüdür.

İlk müdahale

Narkozun etkisini azaltmak için yapılacak ilk şey dalıcının daha derinlere inmesini önlemek olmalıdır. Kurtarıcı, regülatörü ağızdan çıkarma ve soluğunu tutma gibi dalıcının bilinç dışı yaptığı ve diğer ciddi sonuçlara yol açabilecek hareketleri önlemek zorundadır. Dalıcı sudan çıktığında yakından takip edilmelidir. Narkoz etkisi geçtiğinde yapılması gereken bir tedavi yoktur. Fakat yakın takip sırasında hipoksi bulguları, boğulma, ani çıkış barotravması gibi durumlarda ikincil sorunları düşünüp muayenesi yapılmalı, bu gibi durumların varlığı saptanırsa sualtı hekimine başvurulmalıdır.

Korunma

En basit haliyle dalış sırasında inert gazların yüksek parsiyel basınçlarından uzak durulması gerekmektedir. Hava ile yapılan dalışlarda şartların bilincinde olmak ve 40 metrenin üzerindeki derinliklerde performans ve karar yetkisinin etkileneceğini bilmek gerekir. Profesyonel dalışlarda güvenli dalış derinliklerini artırmak için helyum gibi daha az narkotik gazlar kullanılmalıdır.



DİKKAT !

Derin dalış yalnızca nitrojen narkozunun değil, ölümlle sonlanabilecek birçok dalış kaza ve hastalıklarının sebebidir.

Dalıcılar arasında nitrojen narkozuna karşı günlük dalışlarla bir uyum gelişeceği bilinmektedir. Bazı çalışmalar göstermiştir ki, kişisel bazı adaptasyonlar oluşabilmesine rağmen reaksiyon süreleri, tekrarlanan dalışlardan herhangi bir fayda görmemektedir.

Amfetaminler reaksiyon süresinin uzamasına neden olan narkotik etkiyi azaltırlar, fakat dalışta yerleri yoktur. Çünkü amfetamin, dalıcının bulunduğu ortamdaki risklerin farkında olmasını engellemektedir.

Alkol ve antihistaminikler gibi santral sinir sistemini baskılayan ilaçlar da narkotik etkiyi artırır. Bu ilaçlar nitrojen ile sinerjistik etki yaratarak performans ve karar yetisini azalmasını hızlandırır.

Dalışa dönüş

Belirtiler kaybolduğunda ve dalıcı kendisini hazır hissettiğinde dalışa dönebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nitrojen narkozu sırasında çıkışa zorlanan dalıcıda gelişecek ikincil sağlık problemleridir. Gerekirse dalıcı tekrar dalış muayenesinden geçirilmelidir.

Önerilen kaynaklar

Bennett, P.B., Rostain, J.C. (2006) Inert gas narcosis. In: Assessment of Diving Medical Fitness For Scuba Divers And Instructors (1st ed. Bennett, P.B., Cronje, F.C., Campbell, E.S.), Canada, Best Publishing, s: 300-322.

Bosco, G., Rizzato, A., Moon, R.E., Camporesi EM. (2018) Environmental physiology and diving medicine. *Front Psychol* 2(9):72.

Edmonds, C.E. (2015) Nitrogen narcosis. In: Diving Medicine For Scuba Divers (6th ed., Edmonds, C.E., McKenzie, B., Thomas, R., Pennefather, J.), Chapter 18, Australia.

Lowry, C. (2002) Inert gas narcosis. In: Diving and Subaquatic Medicine (4th ed. Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R.), London: Arnold Publ, s: 183-193.

Strauss, M.B., Aksenov, I.M. (2004) The Inert gas load. In: Diving Science (1st ed. Strauss, M.B., Aksenov, I.M.), USA: Human Kinetics, s: 51-80.

OKSİJEN ZEHİRLENMESİ



Dr. Ali Erdal GÜNEŞ

Giriş

Oksijen, atom numarası 8, atom ağırlığı 16 olan, hidrojenle birleşerek suyu oluşturan, rengi, kokusu ve tadı olmayan bir gazdır. Yakıcı bir madde olan oksijen, organik ürünlerin vücutta yakılmasında kullanılır.

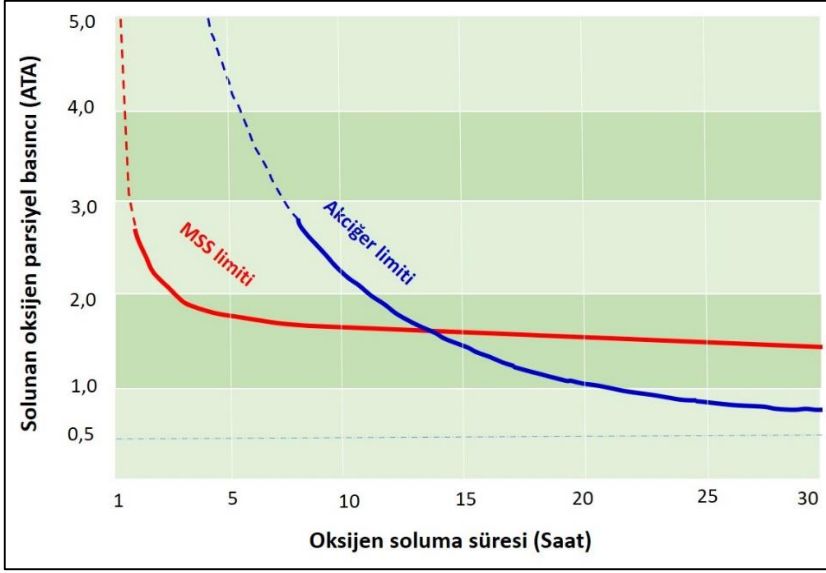


Hayatta kalmak için mutlaka gerekli bir gaz olmasına rağmen oksijen son derece aktif ve bu nedenle oldukça toksik (zehirli) bir gazdır. Aerob yani oksijen soluyarak yaşayan bir canlı olan insanın oksijenin toksik etkilerine karşı korunma, savunma mekanizmaları bulunur. Buna karşın oksijenin yüksek parsiyel basınçlarında ve uzun süreli maruziyetlerde savunma sistemi aşıldığı için zehirleyici etkisi ortaya çıkar.

Deniz seviyesinde solunan havadaki oksijenin kısmi (parsiyel) basıncı (pO_2) 0,2 ATA'dır. Yüksek basınç altında artan pO_2 nabız yavaşlamasına (*bradikardi*), çevresel damarlarda ve merkezi sinir sisteminde damar büzülmesine (*vazokonstriksiyon*) ve kalbin attığı kan miktarında (*debisinde*) küçük bir azalışa neden olur. Uzun süre yüksek pO_2 'ye maruz kalmanın yeni doğanlarda görme tabakası hasarına, erişkinlerde ise akciğer hasarına, nöbetlere (*konvülziyon*), alyuvar baskılanmasına, görme problemleri ve katarakt oluşumuna neden olduğu bilinmektedir. Dokuların oksijene farklı hassasiyetleri vardır ve bireysel farklılıklar zehirlenme belirtilerinin ortaya çıkmasında etkilidir. Aynı kişideki oksijen toleransının farklı zamanlarda farklı olabileceği de bilinmektedir.

Oksijen zehirlenmesi yoğun bakımda uzun süreli oksijen tedavisi alanlarda, kapalı veya yarı kapalı devre dalış yapanlarda, satürasyon dalışlarında, oksijenle yapılan dekompresyonlarda, basınç odasında oksijenle yapılan tedavilerde görülebilir.

Dalış süresince yüksek pO_2 solumanın Merkezi Sinir Sistemi (MSS) ve akciğer üzerine zehirleyici etkileri önemlidir. MSS zehirlenmesi için pO_2 eşik değeri 1,6 ATA iken bu değer akciğer için 0,4 ATA'dır. Örneğin pO_2 1,6 ATA olduğu durumda dalışı sınırlayan sorun akciğer zehirlenmesi değil MSS zehirlenmesidir. MSS ve akciğer zehirlenmesinde, zehirlenme başlamadan önce sessiz bir dönem vardır. Bu sessiz dönem dalışın derinliğine ve süresine bağlıdır.



Yüksek pO_2 maruziyetine karşı insan akciğer ve merkezi sinir sistemi toleransı

Oksijen zehirlenmesi serbest oksijen radikalleri ile hücre bileşenleri arasındaki reaksiyonlara bağlı olarak gelişir. Bu konuda yapılan çalışmalarda *Gamma Amino Butirik Asit*'in (GABA) rolü sıklıkla incelenmiştir. GABA, merkezi sinir sisteminde baskılayıcı sinapslarda bulunan bir maddedir. Fazla oksijen, GABA çıkışlarını azaltarak merkezi sinir sisteminde kontrolsüz uyarıların oluşmasına neden olurlar. Bu durum oksijen zehirlenmesinde oluşan epilepsi nöbetlerini açıklamaktadır. 3 ATA ve üzerindeki hiperbarik oksijen tedavisinde gelişen nöbetlerin de buna bağlı olduğu düşünülmektedir.

Tarihçe

Oksijeni 1775'de keşfeden Priestly, onun bazı yan etkileri olabileceğini de ifade eden ilk bilim insanıdır. 1789'da Lavoisier oksijenin akciğere hasar verebilecek etkisi olabileceğini bildirmiştir.

Paul Bert 1878'de yazdığı '*La Pression Barometrique*' adlı eserinde oksijenin MSS üzerine zehirli etkilerini incelemiştir. Oksijenin hayatın devamı için gerekli olmasına rağmen yüksek basınçlarda ölümcül olduğunu ifade etmiştir.

1899'da Lorrain Smith sıçanlara %73 oksijen solutarak yaptığı çalışmada, uzamış oksijen maruziyetinde akciğer hasarını göstermiştir. Smith bu zehirleyici etkinin oksijenin klinik kullanımında sınırlamalar yarattığını belirtmiştir. Ayrıca akciğer dokusundaki erken değişikliklerin geri dönüşlü, ancak geç değişikliklerin kalıcı hasarlar olduğunu da ortaya koymuştur.

Son 30 yılda yapılan araştırmalar özellikle yüksek basınca uzun süre maruz kalan satürasyon dalgıçları üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu dalışlarda daha kısa dekompresyon zamanı sunan oksijen karışımları sık kullanıldığından oksijen zehirlenmesi konusunun önemi gittikçe artmaktadır.

Etiyoloji

Oksijen beyinde kan akımını, doku oksijenlenmesini ve enerji metabolizmasını düzenlemektedir. Oksijen zehirlenmesinin mekanizması tamamen bilinmemektedir. Öte yandan, yüksek oksijen miktarının (*hiperoksi*) beyinde enzim aktivitesini engelleyerek biyokimyasal metabolizmayı bozduğu bilinmektedir. Akciğer ve gözler hiperoksiden etkilenen diğer organlardır.

Yüksek pO_2 değerleri özellikle kükürtlü sülfidril grupları içeren enzimlerin işlevlerini bozar. Serbest oksijen radikallerinin oluşturduğu bu etki yaygın olarak kabul edilmektedir. Yüksek oksijen basıncı ile oluşan bu serbest radikaller enzim faaliyetlerini bozar ve yapısal hücre hasarları oluşturur. İnsan vücudu serbest oksijen radikallerinin etkisinden korunmak için oksijen savunma sistemi (*antioksidan sistem*) ile donanmıştır. Ancak bu savunma sistemi normal oksijen basıncına dayanacak şekilde çalışır. Yüksek yüzdede oksijen bulunduğu ya da basınç altında oksijen bulunduğu bu sınır aşılar. Böylece oksijen savunma sistemi bu strese karşı yetersiz kalır. Örneğin vücuttaki antioksidan savunma sistemi, normal olarak atmosfer havasında bulunan oksijen basıncına hatta biraz daha fazlasına karşı yaşam boyu direnebilir. Bu değer, 0,4-0,5 pO_2 'dir. (deniz seviyesinde hava 1 ATA; oksijen de havanın yaklaşık beşte biri olduğuna göre pO_2 normal olarak 0,2 ATA'dır). Hava ile 30 metreye dalınma durumunu ele alınırsa bu durumda toplam basınç 4 ATA, yine havanın beşte birini oluşturan oksijenin parsiyel basıncı ise $pO_2 = 0,8$ ATA olacaktır ki bu değer vücudun antioksidan savunma sistemini aşar. Vücut, uzun süre 30 metre derinlikte hava bulunduğu oksijen nedeniyle zarar görür.

Derinlik değişmez fakat oksijen yüzdesi değişirse; örneğin %80 oksijen bulunduğu (deniz seviyesinde toplam basınç 1 ATA); oksijenin yüzdesi %80 olduğuna göre oksijen parsiyel basıncı, pO_2 yine 0,8 ATA olur. Sonuç, yine bu gaz karışımının uzun süre solunması halinde vücut zarar görecektir.

İnsan çalışmalarında saf oksijen solunumu ile aynı pO_2 'na denk gelen karışım gaz dalışının akciğer hasarı açısından aynı etkiyi oluşturduğu gösterilmiştir. Örneğin 40 metre derinlikte solunan havanın pO_2 basıncı deniz seviyesinde solunan %100 saf oksijenin pO_2 düzeyi ile aynıdır. Bu yüzden güvenli aralıklardaki hava dalışlarında, solunan havadaki pO_2 artışı nedeniyle akciğere zararlı etkiler gösterecektir. Ayrıca MSS oksijen zehirlenmesinde karışım gaza

eklenen inert gaz, zehirlenmenin ağırlaşmasına neden olmaktadır. MSS zehirlenmesini etkileyen diğer faktörler arasında kandaki karbondioksit seviyeleri, ışık, gürültü ve diğer stres nedenleri de bulunmaktadır (**Tablo 1**). Bu uyarılar adrenal hormonların salınımını artırarak etki eder. Endokrin çalışmalarında hipofiz bezi çıkarılmasının ve böbreküstü bezi çıkarılmasının hiperoksiye karşı vücudu koruduğu gösterilmiştir.

Tablo 1. Oksijen zehirlenmesini arttıran faktörler

Fizyolojik durumlar	İlaçlar	Gazlar	Hormonlar ve nörotransmitterler	Patolojik durumlar	Metaller
Fiziksel egzersiz	Amfetamin	Karbondioksit	İnsülin	Ateş	Demir
Hipertermi	Asetolamid	Nitrojen	Tiroid hormonu	Vitamin E eksikliği	Bakır
Stres	Aspirin	İnert gazlar	Adrenokortikotropik hormon	Doğumsal sferostozis	
	Atropine		Kortizol		
	Disulfiram		Adrenalin, Noradrenalin		
	Guanetihidin		Gamma Amino Butirik Asit		

Merkezi sinir sistemi zehirlenmesi (Paul Bert etkisi)

Dalışta MSS oksijen zehirlenmesi kapalı veya yarı kapalı dalış sistemleri ile yapılan dalışlarda görülmektedir. Bu tip dalışlarda oksijen derinlik açısından sınır oluşturur. Eğer hava ile dalış yapılırsa, oksijenin zehirli etkilerinden önce nitrojen narkozunun etkileri ortaya çıkarak dalıcının derinliğini oksijenden önce sınırlayacaktır. Kapalı veya yarı kapalı dalışlar dışında yüksek oksijen basınçları ile daha çok yüzey dekompresyonu, dekompresyon hastalığı ve hava embolisi için uygulanan basınç odası tedavilerinde karşılaşılır.

Klinik

MSS oksijen zehirlenmesinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Oksijenin pO_2 artmasıyla birlikte serbest oksijen türevlerinin MSS metabolizmasını etkilemesiyle ortaya çıktığı düşünülür. Kural olarak 2 ATA üzerindeki pO_2 basıncına maruz kalındığında klinik belirtiler görülmektedir. pO_2 arttıkça oksijen zehirlenmesi belirtileri daha hızlı ortaya çıkar. Clark ve Lambertsen'in yaptığı çalışmalarda; pO_2 1,7 ATA ise 7 saat, 1,8 ATA ise 3 saat, 2 ATA ise 50 dakika, 3 ATA ise 30 dakikada MSS zehirlenme bulgularının görülebildiği gösterilmiştir.

MSS zehirlenmesine ait belirti ve bulgular çok geniş bir yelpazede tanımlanmıştır. Bulantı, kusma, baş dönmesi, kulakta çınlama, koordinasyon bozukluğu, tünel görüş, huzursuzluk, solukluk, terleme, nabız yavaşlaması (*bradikardi*), dudak ve el seğirmesi, göz bebeklerinin genişlemesi, hıçkırık, yakın geçmişi hatırlamama, halüsinasyon ve bilinç bulanıklığı (*konfüzyon*) bunların başlıcalarıdır. Fakat bunların arasında en dramatik olanı nöbet yani *konvülziyondur*. Konvülziyon süresince bilincin kapalı olması tipiktir.

2 ATA üzerindeki oksijen basıncında yüz seğirmesi en sık görülen bulgudur. Yüzdeki solukluk belirtisi ise hiperoksiye bağlı damar büzülmesine (*vazokonstriksiyon*) bağlıdır. Benzer şekilde parmaklardaki his kaybı da damar büzülmesi sonucu oluşur.

Derinlik aynı olsa da su içerisinde olmak, basınç odasında kuru ortamda bulunmaya oranla oksijen zehirlenmesine direnci oldukça azaltmaktadır. Su ve dalış stresi oksijen zehirlenmesine yatkınlığı artırmaktadır. Ayrıca su altında, yukarıda bahsi geçen belirtiler fark edilemez, ancak dalgıçlar konvülziyon geçirdiklerinde zehirlendiklerinin farkına varılır. Sualtında konvülziyon tehlikelidir, çünkü boğulma veya barotravmaya yol açabilir. Bu yüzden birçok otorite sualtında saf oksijen dalışının maksimum derinliğini 10 metre olarak belirlemiştir. MSS zehirlenmesinin eşik değerini azaltan diğer sebepler; sualtında egzersiz, hipotermi, kanda karbondioksit seviyelerinin artışıdır.

Yüz seğirmeleri sonrası yüksek pO₂ maruziyetinin devam etmesi genellikle konvülziyon ile sonuçlanır. Konvülziyon sırasında tüm vücuda dağılmış uyarılar gelişir ve tam kasılma denen *tonik faz* başlar. Bu sırada solunum kesilir. Tonik faz genellikle 30 saniye sürer ve bilinç kaybı eşlik eder. Bu periyodu baş boyun gövde ve bacaklardaki büyük kasılmalarının izlendiği yaklaşık bir dakikalık *klonik faz* takip eder. Klonik fazdan sonra kasılmalar azalarak sonlanır, hiperventilasyonla birlikte solunum başlar, bir süre sonra da bilinç geri gelir. Kişi olayın hiçbir kısmını hatırlamaz. Konvülziyon sırasında soluk tutulduğu için kanda karbondioksit değerleri artmıştır. Ancak normal sara hastalarının aksine, dalıcı nöbet öncesi yüksek basınçta oksijen soluduğu için soluk tutma süresince, MSS'ne ulaşan oksijende herhangi bir azalma olmaz.

Oksijenin zehirli etkileri ortaya çıktığında hemen solunan oksijenin parsiyel basıncını düşürmek gerekir. Basınç odası içindeyse oksijen maskesini çıkarmak veya basıncı düşürmek gerekir. Dalış sırasındaysa dalış derinliği hızla azaltılır. Dalıcının solunum yolları açık tutularak güvenli bir şekilde yüzeye getirilmelidir. Nöbet sırasında soluk tutulduğu için basınç odasında basıncın azaltılması veya dalışta yükselmek akciğer barotravması riskini de beraberinde taşır. İlk yardım sonrası mutlaka akciğer grafisi çekilerek barotravma kontrolü sağlanmalıdır.

Fizyopatoloji

İnsanlarda MSS oksijen zehirlenmesinde direkt olarak patolojik bir değişiklik gözlenmemiştir. Hayvan deneylerinde ise sinir sisteminde doku ölümü

gösterilmiştir. Ciddi maruziyetler beyin ve omurilikte kanamalı doku hasarlarına neden olabilir. Saf oksijenle 4 ATA'ya (30 metre) 30 dakikalık dalış bile omurilik ön boyunundaki gri maddede yapısal değişiklikler yaratabilir.

Tedavi

Basınç odasındaki tedaviler sırasında zehirlenme belirtileri oluştuğunda, hastaya hava verilerek derin soluk alıp vermesi sağlanmalıdır. Gerekirse tedavi tablosu sualtı hekimi tarafından değiştirilebilir. Bilinç kaybı durumunda bulantı kusma ile birlikte mide içeriğinin akciğerlere kaçması (*aspirasyon*) önlenmelidir.

Konvülsiyon sırasında ilk amaç travmanın önlenmesidir. Dil basacağı ile nöbet sırasında hastanın dilini ısırmasının önüne geçilmelidir. Dalışa bağlı nöbette oksijen azlığı (*hipoksi*) gelişmeyeceği bilinmelidir. Çıkış için konvülsiyonun tonik ve klonik fazlarının bitmesini beklemek gereklidir. Aksi takdirde dalıcı akciğer barotravmasına maruz kalabilir.

Basınç odasındaki tedavide oksijen zehirlenmesi gelişirse;

- Dalış durdurulur, maske çıkarılır,
- Konvülsiyon gelişirse kendine ve çevresindekilere zarar vermesi engellenir,
- Dilini ısırması engellenir,
- Basınç odası içindeki hava ile hiperventilasyon yapması sağlanır,
- Hava yolları açık tutularak derinlik azaltılır,
- Sualtı hekiminin önerisi ile sedatif ilaç başlanabilir,
- 15 dakika ara verildikten sonra belirtiler kaybolduysa tedaviye kalındığı yerden devam edilir,
- Gerekirse derin olmayan tedavi planlarına geçilir.

Önlemler

Hücre hasarını önlemek için herhangi bir ideal ilaç bulunmamaktadır. Hayvan deneylerinde disülfiram, glutatyon, lityum, GABA gibi ajanlar oksijenin zehirli etkilerine karşı deneysel olarak kullanılmaktadır, ancak hiçbirinin klinik kullanımda yeri yoktur. Ciddi bir dekompresyon hastalığı tedavisinde oksijen zehirlenmesi riskini göze alıp tedaviye devam etmek gerekirse dalıcıya *diazepam* vermek gerekir.

Dalıştan önce konvülsiyonu engelleyen ilaçlar kullanıldığında, konvülsiyon kontrol altına alınmakta, fakat hücre hasarı devam etmektedir. Bu da dalıcının kontrolsüz derinliklere ulaşip daha çok zehirli etkiye maruz kalmasına ve böylece MSS'de doku hasarına neden olur. Tek güvenli yaklaşım derinlik

sınırları içinde dalış planları yapmaktır. Bu sınır oksijenin parsiyel basıncına, dalış süresine ve çevresel faktörlere bağlıdır.

MSS oksijen zehirlenmesine hassas olan dalıcı adaylarının testini sualtı hekimleri yapmaktadır. Basınç odasında 2,8 ATM'de 30 dakika oksijen solunumu yapılarak oksijen tolerans testi yapılabilir. Bu test pozitif olanlarda bir yatkınlık söz konusu olmasına rağmen '*Oksijen tolerans testi*'nin klinikte hiçbir geçerliliği yoktur. Tolerans kişiden kişiye değişebileceği gibi aynı kişide günden güne bile değişebilir.

Solunum sistemi zehirlenmesi (Lorrain Smith etkisi)

Solunum sistemi zehirlenmesi kısa maruziyetlerde görülmez. Deniz seviyesinde aralıksız 10 saatlik saf oksijen solunması durumunda ilk olarak soluk borusunun tahrişine ait yakınmalar ortaya çıkar. Yüksek basınçlı oksijen hasarı daha çok oksijen basıncının yüksek olduğu uzun saturasyon dalışlarında ve uzun basınç odası tedavilerinde ortaya çıkar. 0,4 – 0,5 ATA üzerindeki pO_2 'da ve uzamış maruziyetlerde solunum sisteminde anlamlı değişiklikler gelişir. Hayvanlarda yapılan deneylerde solunumsal stres, solunum yetmezliği ve ölüme neden olduğu gösterilmiştir. Deneysel çalışmalarda gösterilen erken belirtiler insanda karşılaşılanlara benzerdir. Solunum yetmezliğini tedavi etmek için yine oksijen vermek gerekir. Bu kısır döngü durumunda, oluşan problemlerin oksijenin verilmesinden mi veya oksijenin kendisinden mi kaynaklandığını ayırmak zor olabilir.

Klinik

MSS zehirlenmesinde olduğu gibi, akciğer zehirlenmesinin şiddeti de, solunan oksijenin parsiyel basıncına, maruz kalınan süreye ve kişinin yapısal özelliğine göre değişir. Normal insanlarda 2 ATA'da 3 saat oksijene maruz kalmak belirtilere yol açarken, bazı kişilerde bu 8 saate kadar gecikebilmektedir. Bu durum esas olarak yaş, ırk ve kişisel özelliklere bağlıdır.

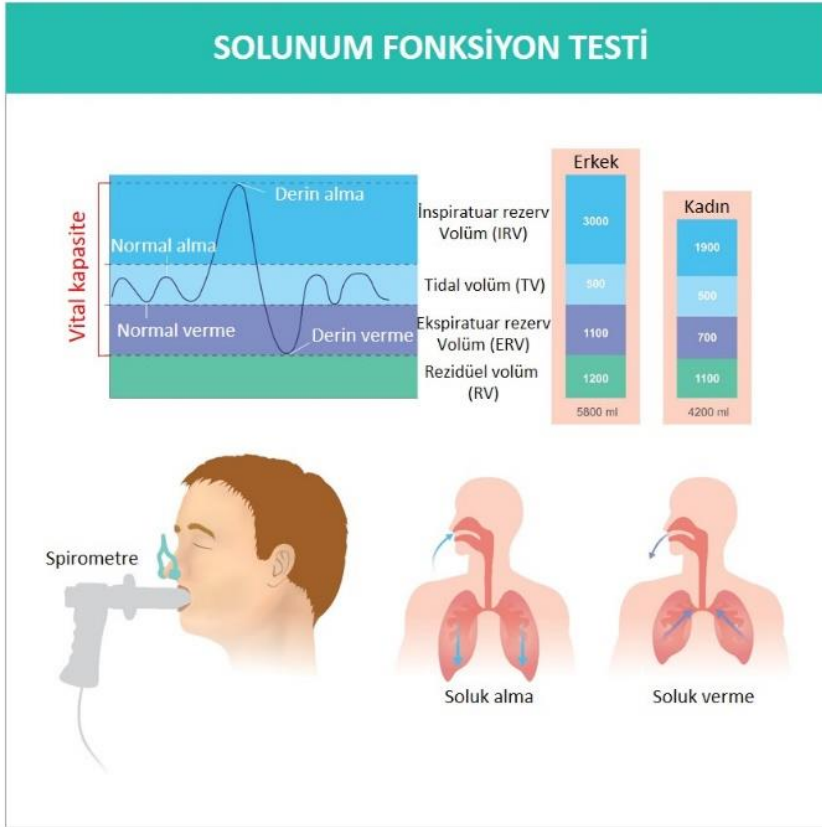
DİKKAT !

Yüzeyde oksijen solumakla oksijen zehirlenmesi belirtileri saatler, hatta günler sonra ortaya çıkar. Bu nedenle acil durumlarda oksijen solutulmasına zorunlu olmadıkça ara verilmemelidir.

İlk belirti, genellikle üst solunum yolu infeksiyonlarında görülen hafif soluk borusu tahrişine benzerdir. Bu tahriş hissiyle derin soluk almak, öksürüğe yol açabilir. Göğüs gerginliği ve göğüs ağrısı en sık karşılaşılan belirtilerdir. Öksürük kontrol edilemeyecek kadar artabilir. Soluk darlığı dinlenmede bile devam edebilir ve maruziyet devam ederse hızla artabilir.

Vital kapasite (VK) değerleri zehirlenmenin başlangıcının ve ilerlemesinin izlenmesine yardımcı olur. Oksijen maruziyeti boyunca VK azalışı genellikle ilerleyicidir. Maruziyetten sonra bile VK azalışı birkaç saat devam edebilir ve

yaklaşık 12 gün sonra eski değerlerine döner. VK, normal insanlarda pulmoner oksijen toleransını göstermede kullanılır. Yine de pulmoner oksijen zehirlenmesi için sadece VK'ye bakılmaz. Akciğer volümü, statik ve dinamik kompliyans ve difüzyon kapasitesi ölçümleri de akciğer hasarını göstermede kullanılabilir. Bu verilerden en duyarlı olanı difüzyon kapasitesidir. Akciğer direkt grafisinde diffüz dansiteler rapor edilmişse de zehirlenmeye özel bir değişiklik oluşmamaktadır.



Vital kapasite (VK) nedir?

En derin soluk alındıktan sonra en derin soluk verme ile akciğerlerden çıkarılan hava miktarına vital kapasite denir.

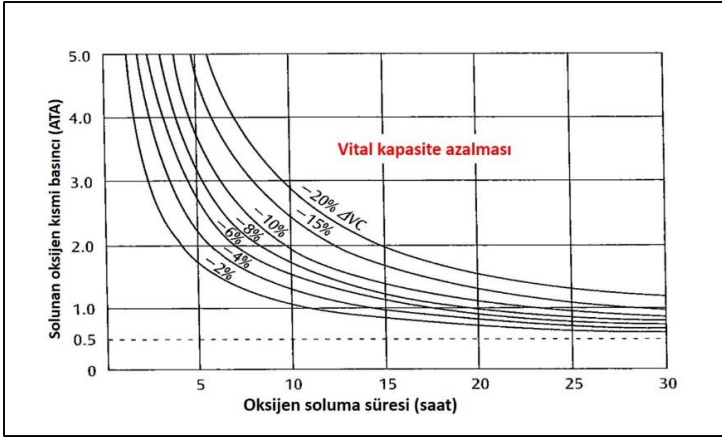
Fizyopatoloji

Oksijen parsiyel basıncı 0,8 ATA üzerinde olduğu zaman akut zehirlenme başlamış demektir. Akciğerde oksijen zehirlenmesine bağlı patolojik

değişiklikler erken faz ve oksijen solunumu devam ettikçe oluşan geç faz olmak üzere iki grupta incelenir.

Akut faz süresince alveollerde ödeme yol açan sıvı birikimi en önemli özelliktir. Bu ödemin yanında alveollerin iç yüzünde bulunan Tip 1 hücrelerin ölümü, akciğer küçük damarlarının iç yüzünü oluşturan (*endotel*) dokunun bozulması ve iltihap hücrelerin alveollerin etrafını sarması gibi patolojik değişiklikler görülür. Bu değişiklikler yaşamı tehdit etmesine rağmen oksijen solunmasının sonlandırılması ile akciğer hasarı geri dönüşlüdür.

Oksijen solunumu devam ettikçe akciğerdeki hasar ağırlaşır. Bu fazın en önemli özelliği, yok olan Tip 1 hücrelerin yerini Tip 2 hücrelerinin almasıdır. Hava ile kanın temasını sağlayan kan-hava bariyeri 4-5 kat kalınlaşır. Oksijen transferi aynı derecede azalır. Alveollerde fibroblast adı verilen ve nedbe (*fibröz*) dokusu oluşumunu sağlayan hücreler oluşur, böylece alveol kollajen içeriği artarak adeta iyileşmiş bir yara dokusunda olduğu gibi skar dokusu gelişir. Alveol hava hacminde azalma görülür. Diğer durumun aksine yüksek oksijen maruziyeti kesilse de geri dönüş artık mümkün değildir.



Tedavi

Tedaviye devam etmek mutlaka gerekiyorsa oksijenin parsiyel basıncı düşürülerek devam edilebilir. Hiperbarik oksijen tedavisinin her yarım saatinde 5 dakikalık kısa hava molaları oksijen zehirlenmesini azaltmak amacıyla sıkça kullanılmaktadır.

Önlemler

Hiperoksinin akciğer üzerine hasarını azaltmak veya geciktirmek için belirlenmiş bir tedavi yoktur. Oksijeni aralıklı olarak solutmak zehirli etkilerin ortaya çıkmasını geciktirir. Zehirlenme ortaya çıktığı zaman oksijenin pO_2 'sinin azaltılması gerekir. Bu nedenle zehirlenme belirtilerini iyi bilmek ve dalıycıyı yakından takip etmek gerekir.

Solunum fonksiyon testi parametrelerinden VK ölçümü solunum sistemi oksijen zehirlenme düzeyini belirlemek için önerilmektedir. Oksijen solumanın yol açtığı %2'lik VK kaybı belirti vermez ve tamamen geriye dönüşlüdür. Normal dalış operasyonlarında en fazla %10'luk bir kayba izin verilir. VK'de %10'luk kayıp öksürük ve göğüs ağrısına yol açar ve ancak birkaç günde eski değerlerine geri döner. Ancak bazı ciddi hastalıkların tedavisinde daha yüksek VK kayıplarını göze almak gerekebilir. Örneğin ciddi dekompresyon hastalığı tedavisi oldukça uzun sürelidir ve uzun süre oksijen solunur. VK değerlerinde %20'lere varan azalma kabul edilebilir.

Öneriler

1. Spesifik uzmanlığı olmayan sportif dalıcılar oksijenden zengin dalış planı yapmamalıdır. Profesyonel dalgıçlar 1,6 ATA'dan fazla pO₂ maruz kalmamalıdır.
2. Dalış kazalarında, hipoksik hasarların tedavisi, oksijen zehirlenmesine göre daha önemlidir. Bu yüzden dalış kazalarının tedavisine öncelik vermek gerekir.
3. Rekompresyon tedavisinde oksijen zehirlenmesine bağlı hasarı en aza indirmek için basınç odasında hava molası veya karışım gazlar kullanılabilir.
4. Oksijen zehirlenmesini azaltmak için Vitamin A, C, E, selenyum vb. antioksidan ürünler hiperbarik oksijen tedavisinde veya dalıştan önce kullanılabilir.

Önerilen kaynaklar

Bennett, P. B., Cronje, F. C., Campbell, E. S. (2006) Gases and decompression. In: Assessment of Diving Medical Fitness For Scuba Divers And Instructors. (1st ed., Bennett, P.B., Cronje, F.C., Campbell, E.S.), Canada, Best Publishing, s: 14-16.

Çimşit, M. (2009) Hiperbarik Tıp, Teori ve Uygulama. Ankara: Eflatun Yayınevi, s: 71-86.

Edmonds, C. (2015) Oxygen toxicity. In: Diving Medicine For Scuba Divers. (6th ed., Edmonds, C., McKenzie, B., Thomas, R., Pennefather, J.), Chapter 21, Australia.

Lowry, C. (2002) Oxygen toxicity. In: Diving and Subaquatic Medicine. (4th ed., Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R.), London, Arnold Publ, s: 207-222.

Strauss, M. B., Aksenov, I. M. (2004) Bottom problems. In: Diving Science. (1st ed., Strauss, M.B., Aksenov, I.M.), USA, Human Kinetics, s: 265-288.

Van Ooij, P. A., Sterk, P. J., Van Hulst, R. A. (2016) Oxygen, the lung and the diver: friends and foes?, *Eur Respir Rev* 25(142): 496-505.

KİRLLETİCİ GAZLAR



Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT

Tarihçe

Dalışların süresini uzatma ve sualtında hareket yeteneğini artırmada en önemli adım solunum havasını sualtında sağlamak olmuştur. Bu amaçla tarih boyunca birçok farklı yöntem denenmiş; içi boş kamışlar, hortumlar kullanılmış, zamanla deriden yapılmış su geçirmez başlıklar üretilmiş ve uzun hortumlarla su üstüne bağlanmıştır. 1500’lü yıllarda “dalış çanı” sistemi geliştirilmiş ve saatlerce sualtında kalmak mümkün olmuştur. Takip eden yıllarda tek kişilik dalıcı elbise sistemleri geliştirilmiştir ve teknolojik gelişmelere paralel olarak sualtında hem uzun süre hem de konforlu şekilde hava solumaya imkan sağlayan açık, kapalı ve yarı-kapalı sistemler geliştirilmiştir. Açık devre SCUBA sisteminin geliştirilmesi sualtında hareket serbestliği sağladığından tüm dünyada sportif dalışa ilgi duyulması açısından en önemli etken olarak kabul edilebilir.



Donanımlı dalış ekipmanı

Dalış tüpleri

SCUBA yani “*self contained underwater breathing apparatus*” diğer bir deyişle “kendinden yeterli sualtı solunum aygıtı” solunum havasının tüp içinde basınçlı depolanmasını gerektirmektedir. Dalış tüpleri sıkıştırılmış yüksek basınçlı havayı muhafaza eden çelik ya da alüminyum yapıdadır. Bu tüplerin denetimi ile ilgili olarak farklı ülkelerde farklı düzenlemeler söz konusu olmakla birlikte genel olarak dalış amaçlı kullanılan çelik ve alüminyum tüplerin en az yılda bir kez gözle kontrol edilerek beş yılda bir hidrostatik teste tabi tutulması gereklidir. Göz kontrolü sonucu korozyon saptanan tüpler yeniden kullanılmadan önce mutlaka temizlenmelidir. Görevli personel dalış tüplerinin muhafaza edilmesine ilişkin güvenlik kurallarını bilmeli ve bakımsız veya hasar görmüş tüplerin kontrolü ve onarılmasıyla ilgili gerekli adımlar atılmalıdır. Dalış tüplerinin depolanması ve denetimi oldukça önemli olmakla birlikte tüp havasının sualtındaki yaşam kaynağı olması nedeniyle en önemli nokta saflık standartlarını sağlayan hava ile doldurulmasıdır.



Dalış tüpü

Dalış tüpleri iki yöntemle doldurulmaktadır:

- Yüksek basınçlı hava kompresörü kullanılarak,
- Önceden kompresörle doldurulmuş yüksek hacimli hava tanklarından daha küçük hacimli dalış tüplerine transfer ile.

Her iki yöntemde de basınçlı hava, kompresörler vasıtasıyla elde edildiğinden kompresörün doğru ve güvenli şekilde kullanılması önem taşımaktadır.

Kompresörler

Kompresörler bir gazı istenilen basınca göre sıkıştırmaya yarayan cihazlardır. Günümüzde birçok farklı sektörde kullanılan ve hem temin edilmesi hem de kullanımı oldukça kolay ve konforlu olan kompresörlerin tarihçesi 16. yüzyıla kadar uzanmaktadır. 1647 yılında basınçlı hava ile ilgili çalışmalarına başlayan **Otto von Guericke** kompresör ve vakum pompaları gelişimi konusunda adım atmıştır. Takip eden yıllarda bilimsel ve endüstriyel gelişmelere paralel olarak kompresörlerin çalışma mekanizmaları ve tasarımları da değişim göstermiştir. Günümüzde endüstriyel gelişmelere paralel olarak otomasyon sistemleri ve dolayısı ile basınçlı hava çok farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılmaktadır.



***Dalış tüpü doldurmada kullanılan yüksek basınç kompresörü**
(Alkın Kompresör, W4 dizel model)*

Kompresörlerin çalışma ilkesi iki gaz kanunu ile yakın ilişkilidir. Bunlar Boyle-Mariotte Kanunu ve Gay-Lussac Kanunudur. Boyle-Mariotte Kanunu'na göre sabit sıcaklıkta, belli bir kütledeki gazın hacmi ile basıncı ters orantılıdır. Yani gazların basınçları arttıkça hacimleri azalmakta, basınçları azaldıkça hacimleri artmaktadır. Boyle gaz kanunu en sık karşılaşılan sualtı hastalığı olan barotravmaların da mekanizmasını açıkladığından dalıcılar için oldukça önemlidir. Gay-Lussac Kanunu ise sabit hacimli bir gazın, basıncı ile sıcaklığının doğru orantılı olduğunu ifade etmektedir. Yani bir gazın hacmi değişmediği sürece, basınç arttıkça sıcaklık artmakta, basınç azaldıkça ise sıcaklık azalmaktadır ve aynı şekilde sıcaklığı arttıkça basıncı artmakta, sıcaklığı azaldığında basıncı da azalmaktadır. Dolayısıyla hacmi sabit olan dalış tüplerinde ve tüplerin dolumu sırasında basınç-sıcaklık ilişkisi göz ardı edilmemelidir.

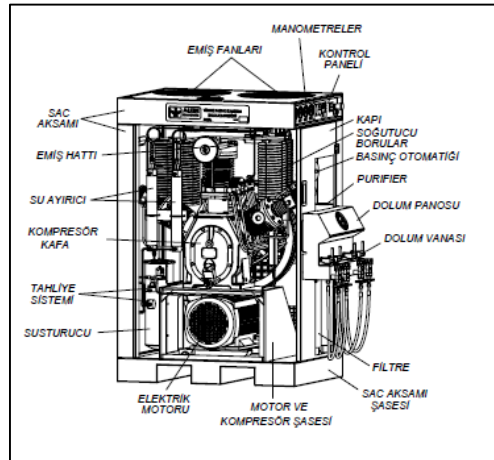
Farklı sektörlerde kullanılan kompresörlerin çalışma şekilleri, tasarım ve boyutlarına göre çok farklı tipleri bulunmaktadır. Kompresörleri birçok biçimde gruplandırma olanağı vardır: pistonlu-vidalı, seyyar-sabit, yağlı-yağsız, tek kademeli-çok kademeli, alçak basınç-orta basınç-yüksek basınç gibi. Bunlar hava basıncını artırmakta kullanılan yöntem bakımından pozitif deplasmanlı ve dinamik olmak üzere iki sınıfa ayrılırlar. Pozitif deplasmanlı kompresörler havanın belli bir hacim içinde sıkıştırılmasıyla basıncının artırılması prensibine dayanır. En sık kullanılan tipleri pistonlu ve vidalı kompresörlerdir. Pistonlu

kompresörlerde silindir içinde hareket eden piston havayı sıkıştırır; bu tip kompresörlerin dezavantajları gürültülü çalışmaları ve sık bakım gerektirmeleridir. Vidalı kompresörlerde ise blok içinde dönererek havayı sıkıştıran erkek ve dişi rotorlar şekilsel olarak vidaya benzemektedirler. Dinamik kompresörler ise yüksek hızlarda dönen türbinlerin havaya hız kazandırması ve ardından bu hızın düşürülmesi ile basıncın artırılması ilkesiyle çalışır.



Kompresör Tipleri

Dalış tüplerinin doldurulması amacıyla kullanılan kompresörler yüksek basınç kompresörleridir. Bir kompresör sistemi temel olarak; emiş fanları, soğutma sistemleri, filtre sistemleri, emniyet sistemleri, motor bölümü, tahliye sistemleri ve susturucu bölümlerinden oluşmaktadır. Tüp havasının kontaminasyonunun önlenmesi ve sualtında solunabilir standartlarda temiz hava solunabilmesi için özellikle filtre ve yağlama sistemleri dalıcılar açısından son derece önemlidir.



Kompresör Temel Parçaları
(Alkin Kompresör, W4 Serisi)

Kompresörlerde gazın basıncı sıkıştırılarak yükseltildiğinden en önemli sorun sıkıştırma sırasında ortaya çıkan sıcaklık artışıdır. Isınan hava genişerek hacmini artırmak isteyeceğinden hem enerji ve verim sorunu oluşturur hem de mekanik parçalarda aşınma ve kırılmalara yol açar. Isınma sorununu çözmek ancak ısıyı kompresörün parçalarından uzaklaştırmakla mümkün olur. Bu amaçla çoğunlukla krank şafttan hareket alan bir pervane kullanmak yeterli olmaktadır; pervane dış ortamdan çektiği havayı bloğun üstüne üfleyerek soğutmayı sağlar.

Tahrik sistemleri

Kompresörler çalışmak için gereken hareketi bir motordan alırlar ve motorlar tiplerine göre üçe ayrılırlar:

Benzinli motorlar: Bu tip kompresörler dalış amaçlı olarak en sık kullanılan modellerdir. Portatif amaçlı uygulamalar için idealdir. Taşınabilmesi kolay olduğundan sahada ve teknede kullanımları pratiktir. Kendi depolarındaki benzini kullanırlar ve en sık rastlanılan tipi elle çalıştırılan modellerdir.



a) benzinli, b) dizel c) elektrikli kompresör motoru
(Alkın Kompresör, W32 Mariner model yüksek basınç kompresörü)

Dizel motorlar: Benzinli motorlara göre daha güçlüdür ve daha ucuz bir yakıt olan mazot ile çalışmaktadır.

DİKKAT !
Kompresörün verimli şekilde çalışması için asla blok soğukken tüp dolumu yapılmamalıdır.

Elektrikli motorlar: Daha hafif, sessiz ve uzun süreli çalışabilen motorlardır. Enerji sarfiyatlarının düşük olması ve egzost problemi olmaması açısından da diğer motorlara göre daha avantajlıdır. Atık gaz üretmeyeceğinden özellikle tüp havasının karbonmonoksit (CO) gazı ile kirlenme riski düşüktür. Ancak elektrik motorlu kompresörlerde de kompresör yağının eksik yanması sonucu karbonmonoksit gazı oluşabilir. Bu nedenle bu tip kompresörlerde de karbonmonoksit zehirlenmesi riski bulunduğu unutulmamalıdır.

Uyarı: Elektrikli motorların kullanıldığı durumlarda kompresörün ıslak zemine kurulmamış olmasına özellikle dikkat edilmelidir!

Yağ

Yağlama işlemi kompresörler için oldukça önemlidir. Blok içinde yer alan yağ; aşınma ve çizilmeye karşı fiziksel koruma sağlar. Ayrıca boşlukları doldurarak sızdırmazlığı güvence altına alır ve üçüncü işlevi olarak sıkıştırma nedeniyle oluşan ısı artışına karşı soğutma yaparak sistemin verimli çalışmasına yardımcı olur. Bu nedenle motor ve kompresör bloğunun yağ seviyesi mutlaka kontrol edilmelidir ve eksiğe mutlaka çalıştırmadan önce tamamlanmalıdır.

DİKKAT !

Yağ seviyesi düşük olan kompresörler asla çalıştırılmamalıdır.

Korunma

Dalış tüplerinin dolum işlemi sırasında dikkat edilse de havanın yağ ile temas riski her zaman mevcuttur. Kirli hava solumaya bağlı olumsuzlukları engellemek amacıyla kompresör bloğunun yağı içilebilir nitelikte mineral ya da sentetik yağ olmalıdır.

Filtreler

Tüm kompresörlerde bloğu korumak için filtreler kullanılır. Tüpe su, yağ ve yağ buharı asla temas etmemelidir. Bu amaçla emme filtreleri, iç su ayırıcıları ve kimyasal (tripleks) filtreler kullanılmaktadır.

DİKKAT !

Asla unutmamak gerekir ki tüp havası sualtındaki tek yaşam kaynağıdır ve solunabilir hava sağlamak için kompresör bakımları asla ihmal edilmemeli, yağ ve filtre değişimleri uygun şekilde yapılmalıdır.

Emme filtreleri, birinci kademenin hava emiş hattında yer alırlar ve havada bulunan fiziksel parçacıkların tutulmasını sağlarlar. İç su ayırıcıları ise havanın akış yönünü bir metalle değiştirerek hem suyun hem de yağın ayrıştırılmasına yardımcı olurlar. Kimyasal filtre ise sistemde yer alan son filtredir. Havayı üç maddeden geçirerek, fiziksel parçalar, su ve yağ buharının tutulmasını sağladıkları için tripleks filtre olarak da adlandırılırlar. Kimyasal filtre sisteminde silika jel, aktif karbon ve aktif zeloit kullanılmaktadır. Filtre kartuşunun kaç işletim saati sonunda değiştirilmesi gerektiği kompresör el kitabından mutlaka kontrol edilmelidir.

Kompresörler çalıştırılmadan önce;

- Kompresörün kurulduğu zeminin eğimli olmadığı ve tozlanmadığından emin olunmalıdır,
- Motor ve kompresör yağı seviyesi kontrol edilmelidir,
- Yeterli yakıt olup olmadığına dikkat edilmelidir,
- Egzost gazının yönü ile rüzgarın yönü aynı olmalıdır, ve
- Çalışan makinaya asla yakıt ikmali yapılmamalıdır!

Elektrik kontrol sistemleri

Elektrik motoru ile çalışan kompresörler kullanım açısından bazı kolaylıklar sağlamaktadır ve farklı firmalara ait kompresörler farklı özellikler sunmaktadır. Örneğin tüp üzerindeki basınç ölçülerek takip edilebilir, blok sıcaklığı ya da yağ seviyesi ölçülebilir ya da kompresörün kaç saat çalıştığını takip etmek mümkündür. Dalıcılar kendi ihtiyaçlarını gözeterek kompresör seçimi yapabilirler.

Uyarı: Elektrikle çalışan kompresörlerde herhangi bir arıza durumunda yetkili kişi veya teknik servis dışında hiç kimse elektrik panosunu açmamalı ve arızaya müdahale etmemelidir!

Solunabilir hava saflık standartları

Solunabilir hava standartları açısından farklı ülkelerde birbirine benzer birçok standart bulunmaktadır (**Tablo 1**). Dalış amaçlı olarak kullanılan hava standartları sıklıkla CGA Grade E standartlarıdır.

- National Fire Protection Association (ABD)
- US Navy Diver's Air (ABD)
- DIN EN ve NEUROOP 6611 (Almanya)
- BS 4275, BS 4001 (İngiltere)
- Plongees Profondes Offshore (Fransa)
- Canadian Standards Association (Kanada)
- CGA Grade E Compressed Gas Association (ABD)

Tablo 1. Çeşitli Ülkelerin Hava Standartları Tablosu

	CO ppm	CO ₂ ppm	H ₂ O 200 bar	H ₂ O 300 bar	Yağ mg/m ³	Koku Tad
Fransa Ministere du travail decree No:74725	8	1600				
Hollanda P 112-1 1985	5	100	50 mg/m ³	35 mg/m ³	0.1	Serbest
İsveç Arbetarskydd. Nr:45.5.1975	20		0.05 g/m ³	0.03 g/m ³	3	
İngiltere Bs.4001.1981	10	500		0.5 g/m ³	1	Yok
ABD Coast Guard	20	1000			5	Yok
Almanya Din 3188	30	800	50 mg/m ³	35 mg/m ³	0.5	Yok

Ülkemizde dalışlarda solunan hava standartları Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği'nde yer almaktadır (**Tablo 2**).

Tablo 2. Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği Hava Standartları Tablosu

Oksijen	%20-22
Karbondioksit	<500 ppm
Karbonmonoksit	<10 ppm
Hidrokarbonlar	<25 ppm
Yağ buharı	<5 mg/m ³
Koku	Yok
Tat	Yok

Zenginleştirilmiş oksijen karışım gazları standartlarında maksimum değerler daha da azaltılmıştır. Solunum havasındaki kirlenici gazlar ppm (milyonda bulunan partikül sayısı), mg/m³ veya g/m³ olarak ifade edilmektedir.



*Hava analiz cihazı
(Dräger, Aerotest® Alpha)*

Klinik

Karbondioksit

Karbondioksit (CO_2), kokusuz, renksiz ve yanmayan bir gazdır. Hayvan ve bitki yaşam döngüsünde, fotosentezde önemli rol oynar. Solunum için en güçlü uyarıcıdır, çözünürlüğü oksijenin 20 katıdır ve kanda hem serbest olarak bulunmakta hem de çözünmüş olarak hemoglobin ile taşınmaktadır. Klinik bulgular CO_2 tutulumunun derecesine bağlıdır ve hafif asidozdan (kanın asitleşmesi) ani bilinç kaybına kadar değişebilmektedir. Zehirlenmenin şiddetine göre solunum hızı değişiklikleri, bilinç bulanıklığı, kan basıncı ile nabız hızında değişiklikler ve nöbet tablosu görülebilmektedir. Dalıcılarda klasik ağrı kesicilere yanıt vermeyen baş ağrıları gelişebilir. Bulantı, sersemlik hissi, alın ve avuç içlerinde terleme, yüzde kızarma gibi birçok farklı yakınma ortaya çıkabilir. Dalış sırasında karbondioksit zehirlenmesi birkaç nedenle ortaya çıkmaktadır. Tüp dolumu sırasında egzost gazının tüp dolum havası ile teması tüp havasına karbondioksit karışmasına yol açabilir. Dalıcılar hava kaynağını daha uzun süre kullanmak amacıyla az solunum (*skip breathing*) yaptıklarında yeterli oksijen-karbendioksit değişimi sağlanamamaktadır. Skip breathing dalıcılar için önerilmeyen bir tekniktir. Sualtında efor ve egzersize bağlı olarak da karbondioksit seviyeleri artış gösterebilmektedir. Dalıcılar derinlere indikçe regülatör direnci nedeniyle de yetersiz solunum riskiyle karşı karşıyadır. Regülatörlerin kirlenmesi veya uygun olmaması regülatör direncine yol açabilir. Tam yüz maskesi (*full face mask*) kullanan dalıcılar maske içinde solunum havasının birikmesi nedeniyle karbondioksit gazının olumsuz etkilerine maruz kalırlar. Derinlik arttıkça bu olumsuz etkiler de artış göstermektedir. Bu nedenle, tam yüz maskesi kullanan dalıcılar maskedeki sistem üzerinden belirli aralıklarla ventilasyon yapabilirler. Maske üzerinde bu sistem mevcut değilse maske regülatöründen serbest akış da yapılabilir.

Az soluma (skip breathing): Eğitmenler, dalıştan sonra az hava kullandıklarıyla öğrenen, başkalarının tüpünde ne kadar hava kaldığını ısrarla soran dalıcılarına dikkat etmelidir. Bu dalıcıları az hava kullanmanın marifet olmadığı konusunda uyarmalıdır.

Mağara dalışları sırasında hava cepleri bulunan bölgelerde dalıcının regülatörünü çıkararak bu hava cebinden soluması veya acil durumlarda dalıcının denge yeleğindeki havayı solunum amacıyla kullanması da dalış sırasında karbondioksit zehirlenmesine neden olabilmektedir.

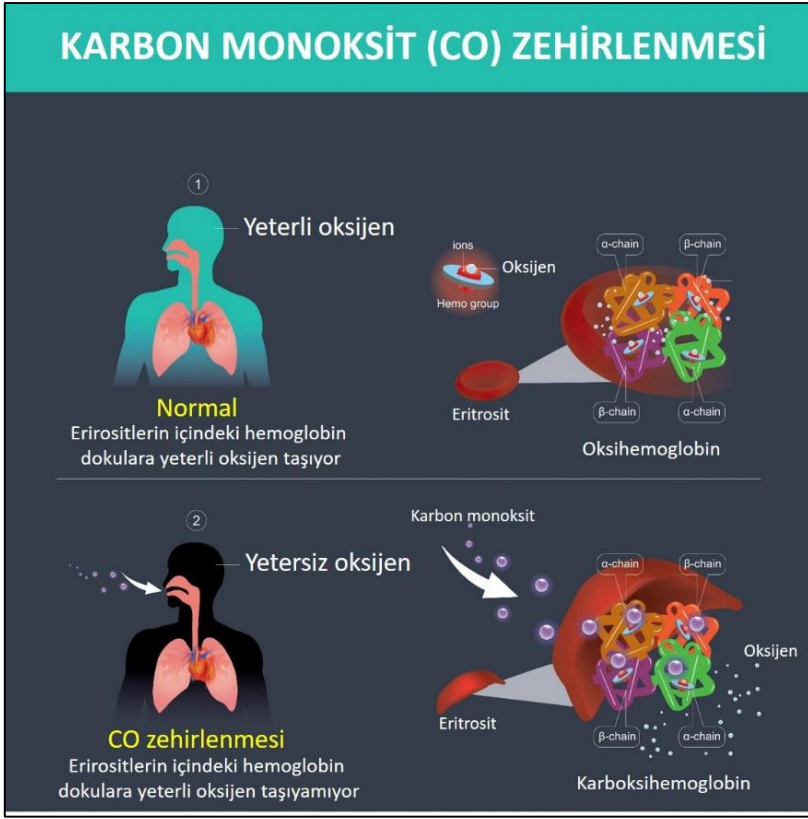


Mağara dalışı

Karbonmonoksit

İlk kez 1857 yılında Claude Bernard doku oksijen yetersizliğinin toksik etkilerini tanımlamış ve 1895 yılında Haldane karbonmonoksit (CO) zehirlenmesinin mekanizmasını ortaya koymuştur. Karbonmonoksit karbon içeren bileşiklerin tam olarak yanmaması sonucu ortaya çıkmaktadır ve kimyasal boğucu gazlar içinde yer almaktadır. Karbonmonoksitin hemoglobine bağlanma özelliği oksijene oranla yaklaşık olarak 200-250 kat daha fazla olduğundan oksijenin yerini alarak dokularda oksijen yetersizliğine yol açmaktadır. Bunun dışında serbest olarak çözünerek de vücuttaki birçok enzim sisteminin çalışmasını engellemektedir.

KARBON MONOKSİT (CO) ZEHİRLENMESİ



Normal olarak eritrositlerin içinde bulunan hemoglobin oksijen ile birleşir (oksihemoglobin) ve dokulara yeterli oksijen taşınır. Karbonmonoksit solunduğunda ise hemoglobinin karbonmonoksit ile birleşir (karboksihemoglobin) ve oksijen bağlayamadığı için dokulara yeterli oksijen taşınmaz.

CO zehirlenmesi vücuttaki birçok sistemi ilgilendiren bulgularla ortaya çıkabileceğinden "bin yüzlü hastalık" olarak da adlandırılmaktadır; kokusuz, renksiz ve tatsız bir gazdır. Dalış sırasında genellikle ortamda karbonmonoksit gazının olmadığı düşünüldüğünden zehirlenme belirtileri ihmal edilebilmektedir. En sık neden olduğu belirtiler baş ağrısı, baş dönmesi, halsizlik, bulantı, bilinç bulanıklığı, soluk darlığı, görme bozuklukları, göğüs ağrısı, karın ağrısı ve kas kramplarıdır. Karbonmonoksit zehirlenmesi vücuttaki hemen hemen tüm sistemleri ilgilendirebilen çok farklı yakınmalara ve bulgulara yol açtığından diğer dalış hastalıklarıyla karışabilmekte ve tanısı sıklıkla geç konulmaktadır. Ağır zehirlenmelerde olguların yaklaşık %30'unun ölümle sonuçlandığı ileri sürülmektedir. Özellikle dalış havasında herhangi bir kirlenme olasılığının yüksek olduğu veya diğer dalış hastalıkları tanısı açısından şüphede kalındığı durumlarda karbonmonoksit zehirlenmesi ayırıcı tanıda mutlaka akılda tutulmalıdır.

DİKKAT !

Dalış sırasında derinlikle bağlantılı olarak karbonmonoksitin kısmi basıncı artacağından zehirlenme daha kısa sürede ve daha şiddetli gerçekleşir. Yüzeyle zehirlenmeye yol açmayacak karbonmonoksit miktarı derinlerde zehirlenmeye neden olur.

İleri yaşta ve egzersiz kapasitesi daha sınırlı olan dalıcılarda göreceli olarak düşük dozda karbonmonoksit solunmasının dahi kalpte ritim bozuklukları ve dolaşım problemlerine yol açabileceği unutulmamalıdır.



CO zehirlenmesi geliştiğinde temel tedavi %100 oksijen solutmaktır. Zehirlenme bulgularının farkına varmak ve hastaya gecikmeksizin %100 oksijenle solunum desteği sağlamak hastalığın seyri açısından oldukça önemlidir. CO zehirlenmesi acil tedavi gerektiren bir hastalıktır bu nedenle gecikmeksizin bir sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Hastanın kan gazı tetkiklerinde karboksihemoglobin (COHb) seviyesi ölçülmeli, gerekli olan diğer laboratuvar tetkikleri yapılmalı ve mutlaka EKG (*elektrokardiografi*) çekilerek hekim tarafından değerlendirilmelidir. Uygun görülen hastalarda hiperbarik oksijen tedavisi de önemli ve etkili bir tedavi seçeneğidir.

Uçucu hidrokarbonlar

Uçucu hidrokarbonlar dalış ortamındaki sıcaklıklarda gaz formunda bulunan düşük molekül ağırlıklı hidrokarbonlardır. En sık karşılaşılan uçucu hidrokarbonlar BTEX grubu olarak bilinen benzen, toluen, etilbenzen ve ksilendir. Bu gazların solunumu genellikle kalp problemleri ve bilinç bozukluklarına yol açmaktadır. Bu gazlar arasında dalış havasının kontaminasyonu açısından en önemlisi toluendir. Toluen temizleyici solventlerin, boya maddelerinin ve otomotiv sanayide petrolün majör bileşenidir. İnsanlarda toluen maruziyetinin ölüme yol açan konsantrasyonu bir saatte 1800-2000 ppm olup, izin verilen maruziyet limiti 200 ppm'dir.

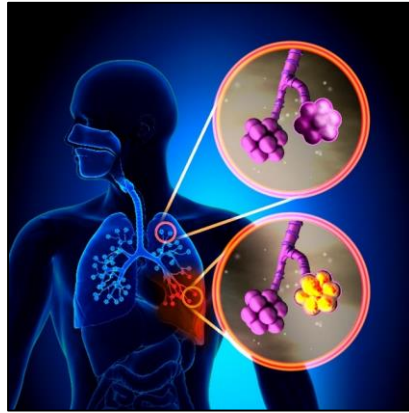
Su buharı

Su buharı solunum havasını nemlendirdiğinden belirli miktardaki su buharı dalıcı için yararlıdır. Kompresör havası çok kuru olduğunda, kuru hava solunması solunum yollarının zar yapılarını olumsuz etkileyerek, havanın filtrasyonunu bozabilir.

Kompresörler nemli ve sıcak ortamlarda çalıştırıldığında ise dalış tüplerindeki su buharı miktarı artmaktadır. Sabit hacim altında gazların sıcaklığı azaldığında basıncı ve çözünürlüğü de azalır. Dalış sırasında soğuk suyun etkisi ile solunum havası da soğumaktadır. Buna bağlı olarak yüksek miktardaki su buharının çözünürlüğü azalarak suya ve buz kristallerine dönüşür. Buzlanma dalıcının hava soluduğu devrede ve donanımlarda tıkanma ve yıpranmalara neden olabilir, tüplerde korozyonlar ortaya çıkabilir. Bu korozyon ise solunum havasının daha fazla kirlenmesine neden olabilir. Bu nedenle tüp dolumu sırasında kompresör gövdesinin yeterince soğutulduğundan ve güneş altında çalıştırılmadığından emin olunmalıdır.

Yağ buharı

Yağ buharı seviyesinin dalış amaçlı solunum havasında '0' seviyelerinde olması arzu edilir. Profesyonel Sualtı Adamları Yönetmeliği'ne göre 5 mg/m^3 'e kadar yağ buharı seviyeleri kabul edilebilir sınırlar içindedir. Dalış amaçlı solunum havasının yağ buharı ile kirlenmesi genellikle bakımları uygun şekilde yapılmayan, filtre elemanları yeterli şekilde çalışmayan kompresörler nedeniyle olmaktadır. Yağ buharı solunması klinik olarak hiçbir bulgu vermeyebileceği gibi, akciğer kanserine kadar ilerleyebilen solunum yolu hastalıklarına da neden olabilmektedir. Sıklıkla karşımıza çıkan tablo ise *lipoid pnömoni* olarak bilinen bir zatürre tablosudur. Akciğerlerde yağ içeren hücre birikimleri ve iltihaplanma ile seyrederek. Genellikle belirgin olmamakla birlikte solunum güçlüğü, öksürük, ateş, göğüs ağrısı gibi yakınmalar görülebilir. Bazı hastalarda hiçbir yakınma olmayıp, akciğer filmi ile tanı konulabilir.



Tüp havasında yağ veya hidrokarbonların bulunması, akciğerlerde ciddi yağ zatürresine (lipoid pnömoni) yol açar.

Tedavi

Kontamine yani solunum standartları dışında kirli hava soluduğu düşünülen dalıcı hemen hava kaynağından uzaklaştırılmalı, temel yaşam desteği kurallarına uygun şekilde ilk yardım uygulanmalı ve tüp havasının analiz testleri yapılmalıdır. Aynı solunum havasını kullanmış olan diğer dalıcılar da belirti ve bulguları açısından takip edilmelidir.

Korunma

Solunum havasının kalitesi her zaman ve her koşulda önemli olmakla birlikte, derinlik arttıkça solunan havadaki kirletici gazların kısmi basınçları da arttığından dalış amaçlı kullanılan solunum havasının kalitesi ve saflık standartlarına uygunluğu özellikle önemlidir. Dalış tüplerinde mevcut olan havanın üretimi sürecindeki tüm ekipmanın hem verimli hem de güvenli üretim sürecine uygunluğuna ve kullanılan tüm donanımın bakımına özen gösterilmeli, arızaları giderilmeli ve hava analizleri periyodik olarak yapılmalı; solunan tüp havasında herhangi bir sorun fark edildiğinde asla testler için beklenilmemeli, yetkili kişilere hemen bildirilerek, hava analizleri yapılmalıdır. Unutulmamalıdır ki tüp havası sualtındaki tek yaşam kaynağıdır.

Önerilen kaynaklar

Edmonds, C. E. (2015) Breathing gas contamination. In: Diving Medicine For Scuba Divers. (6th ed., Edmonds, C.E., McKenzie, B., Thomas, R., Pennefather, J.), Chapter 24, Australia.

Erdön Kurt, A. (2007) Hiperbarik Hava Kullanan İşletmelerin Solunabilir Hava Saflık Değerlerinin Ölçülmesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Uzmanlık Tezi, İstanbul.

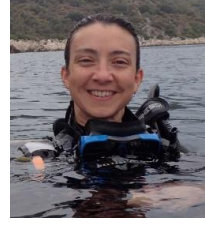
Lomax H. (2016) Commercial Diver Training Manual. 6th Edition. Best Publication Company, Palm Beach, Florida.

Millar, I. L., Mouldey, P. G. (2008) Compressed breathing air-the potential for evil from within. *Diving Hyperb Med* 38(2): 145-51.

TMMOB. (2009) Basınçlı Hava Tesisatı ve Kompresörler. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın no: 343, Ankara.

Yalçın K. (2011) Kompresörler. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayınları, Yayın no: 560, İstanbul.

SUDA BOĞULMA



Dr. Bengüsu MİRASOĞLU

Tanım ve giriş

Suda boğulma su içinde kalarak solunumun durması ve oksijensizliğe bağlı ölümü tarif etmektedir. İngilizcede boğulma anlamına gelen “*drowning*” sadece suda boğulma için kullanılsa da dilimizde boğulma su içi olaylara özel değildir (örneğin dumandan boğulma). Ancak bu bölümde boğulma kelimesi, sadece suda boğulmayı tarif etmek amacıyla kullanılacaktır.

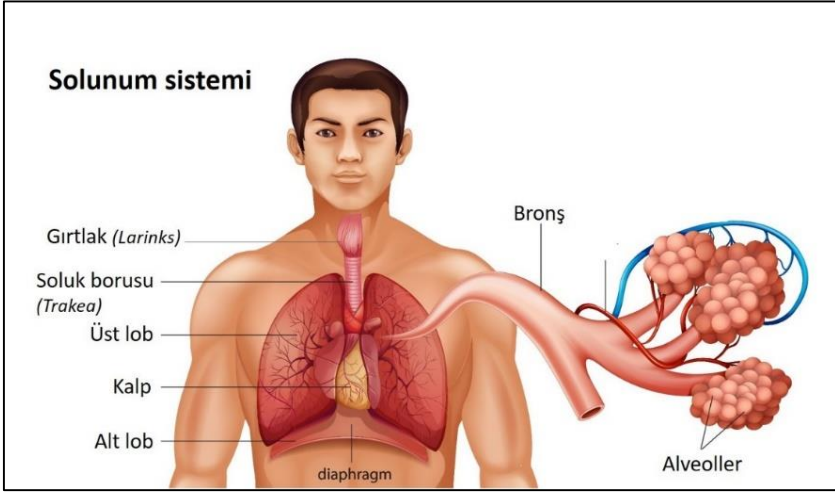
Boğulma sanıldığı kadar nadir bir durum değildir. Dünya genelinde her yıl yaklaşık olarak 372,000 kişi boğulma nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Bunların da yaklaşık %60’ı 30 yaş altındadır. Tüm dünyada çocuk ve genç ölümlerinde, kazaya bağlı ölümlerin en sık üçüncü nedenidir. Ülkemizde de oldukça sık görülmekle beraber sağlıklı istatistiksel bilgi ne yazık ki yoktur. Her yıl yaklaşık 1000 kişinin boğulma ile hayatını kaybettiği düşünülmekte ve kazaya bağlı ölümlerde önde gelen sebeplerinden biri olduğu bilinmektedir.

Dalış ile ilgili kazalarda da boğulmanın önemi büyüktür. Dalıcılardaki en sık ölüm sebebidir; çünkü bilinç kaybına yol açan neredeyse tüm dalış kazaları sonuçta boğulma ile bitmektedir. Bu nedenle dalıcılar için de boğulmada neler yapılması gerektiğini ve nasıl önlenebileceğini bilmek son derece önemlidir.

Mekanizma ve fizyopatoloji

Suya batma ya da boğulma riskinin ortaya çıkması ile bilinci açık bir kişide çabalama ve panik davranışları başlar. Hava yollarına su temas ettiğinde kişi istemli olarak soluğunu tutar. Ancak normal bir insanın soluk tutabilme süresi bir dakikadan uzun değildir. Soluğunu, dayanabildiği kadar tutan kişi dayanma sınırına geldiğinde ani ve derin bir soluk alır ve bu sırada akciğerlerine su gider. Buna *aspirasyon* denir. Çabalama sırasında çok miktarda suyun yutulma ve dolayısı ile midede birikme ihtimali vardır; eğer yutulan suya bağlı kusma da olmuş ise yutulmuş su ile birlikte mide içeriği de akciğerlere gider. Suyun aspirasyonu öksürük refleksine neden olur. Bu arada *larinks* yani soluk borusunun gırtlığa açılan girişi suyun teması ile kasılıp kapanabilir. Buna *laringospazm* adı verilir. Laringospazm, akciğerlere daha fazla su kaçmasına engel olur ancak soluk borusu kapandığından artık hava da giremez durumdadır. Hem aspire edilen suyun tıkaması hem de varsa laringospazmın etkisi ile akciğerlere oksijen girişi bozulur. Bu, vücutta oksijen miktarının iyice düşmesine (*hipoksi*) neden olur ve sonunda beyin oksijensiz kaldığı için bilinç kaybı gelişir.

Akciğerler *alveol* adı verilen küçük hava keseciklerinden oluşur. Bu keseciklerin iç yüzü *sürfaktan* adı verilen ve yüzey gerilimini azaltan bir madde ile kaplıdır. Bu madde hava keseciklerinin sönmesini (kapanması) engeller. Alveollerin etrafı ise kılcal damar yumağı ile sarılır. Alveollerin iç yüzeyi ile kılcal damarların birbirine temas ettiği yüzeyden (*alveolokapiller membran*) gaz alış verişi olmaktadır. Diğer bir deyişle vücudun ihtiyacı olan oksijen hava keseciğinden kılcal damar yumağına geçerken, atılması gereken karbondioksit de damarlardan hava keseceğine geçer. Bu hava keseciklerinin içine aspirasyon ile su geldiğinde kesenin açık kalmasını ve bu gaz alış verişin gerçekleşmesini sağlayan sürfaktan hasar görür. Önceki yıllarda, oluşan hasarın aspire edilen suyun özelliği ve içeriğiyle (tuzlu/tatlı su) ilişkili olduğu düşünülmüştü. Ancak artık içerikleri farklı olmasına rağmen deniz suyu ve tatlı suyun verdiği hasarın benzer olduğu bilinmektedir. Sürfaktanın yapısını kaybetmesi, damar ile alveol arasında dengede olan geçirgenliği bozar ve alveol içine, çevresini saran kılcal damarlardan sıvı sızar. Buna bağlı olarak alveoller içerisinde genellikle kanla boyanmış pembe renkli sıvı birikir. Bu durum akciğer ödemi olarak tanımlanan ağır bir tablodur. Sonuçta oksijenlenme daha da bozulur.



Solunum sistemi ve alveol yapısı

Oksijen girişinin bozulması ile beynin oksijen ihtiyacı karşılanamaz ve bilinç kaybı gelişir. Bu aşamada kişi kurtarılmazsa hipoksi daha da kötüleşir ve müdahale edilmezse sonunda ölüm gerçekleşir. Artan hipoksinin etkisi ile laringospazm gevşer ve havayolu açılır. Bu, akciğere dışarıdan az bir miktar daha su gitmesine neden olsa da kurtarma sırasında hava yolu açıklığının sağlanabilmesi açısından çok önemlidir.

Bazı araştırmacılar, az sayıda boğulma olgusunda suyun hava yollarına temas etmesi ile hiç aspirasyon olmadan laringospazmın başladığını ve sonradan da gevşeme olmadığını ileri sürerek bu durumu “kuru boğulma” olarak

adlandırırılar. Ancak boğulma ile ilgili çalışmalarda ve sonrasında yapılan otopsi incelemelerinde bu yönde saptanan kanıtlar oldukça zayıftır.

Daha önceden, kazazedenin bilincini kaybettikten sonra herhangi bir aşamada kurtarılıp yaşama döndürülmesi *boğulayazma* olarak değerlendirilirdi. Ancak günümüzde bu tanım terk edilmiştir ve olguların tamamı boğulma olarak tanımlanmaktadır. Kurtarılanların bir kısmında ise ileri problemler oluşabilir. Olguların %50'sinde bakteri içeren kirli suların ve mide sıvısının aspire edilmesiyle enfeksiyon problemi yaşanmaktadır. Kişinin boğazında bulunan bazı bakterilerin aspire edilmesi de sorun yaratabilmektedir. Akut hasar ile gelişen ödem ve aspire edilen sıvının içeriğinden kaynaklanabilecek enfeksiyonlar iyileşme sürecini bozabilir. Bu şekilde sonradan oluşan durumlara bağlı olarak da ölüm görülebilir; bu olaya da *sekonder* yani ikincil boğulma denir.

Kazazedede oluşabilecek merkezi sinir sistemi yani beyin hasarını oksijensiz geçirilen süre belirler. Oluşan beyin hasarı ise, öncelikle ölümün ve ortaya çıkabilecek nörolojik belirtilerin, dolayısıyla da kalıcı hasarın başlıca nedenidir. Söz konusu beyin hasarı beş dakika içinde başlayabilir ancak hipotermimin de eşlik ettiği olgularda soğuk, bu hasara karşı koruyucu olabilir. Vücut sıcaklığının 37-20 °C aralığında her 1 °C'lik düşmesiyle, beyin oksijen tüketiminin %5 oranında azaldığı ve hipoksiye daha dayanıklı hale geldiğini gösteren çalışmalar vardır. Bazı olgularda uzun oksijensiz kalma süresine rağmen kalıcı hasar olmadan iyileşme olduğu da bilinmektedir.

Boğulma şimdiye dek hep “hayatta kalma savaşı” gibi düşünülmüştür. Ancak dalıcılarda farklı olarak “sessiz” şekilde oluşabilir. Zira dalıcılarla ilgili pek çok boğulma olgusunda önce bilinç kaybı olmakta, sonrasında boğulma gelişmektedir. Böyle bir durumda, bilinç kaybı olan dalıcı soluk alıp vermeye devam eder. Bu, karada gelişen bilinç kayıplarında iyi bir refleksdir ancak suda tersi olur. Bilinç kaybının etkisi ile regülatörün ağızda kalmasını sağlayan kaslar da gevşer ve regülatör ağızdan çıkar. Soluk alıp vermeye devam eden dalıcı su aspire eder. Bundan sonra, süreç aynı şekilde işler ve suyun larinkse teması ile laringospazm gelişir. Hava yolunun kapanıp akciğerlere oksijen gidişinin durması ile dalıcı hipoksik hale gelir. Zamanında müdahale edilmezse beyin hasarı ve sonrasında ölüm gerçekleşebilir. Bu arada aspire edilen az miktarda sıvı da akciğerde hasar oluşturur. Herhangi bir mücadele ya da çabalama olmadan oluşabildiği için dalıcılarda görülebilen bu tarz boğulmalara sessiz boğulmalar denilebilir. Boğulmaların azımsanmayacak bir kısmı bu şekilde gerçekleşmektedir. Sığ su bayılması ve hipotermi sonrası gelişen; ilaç, alkol ya da nitrojen narkozu etkisine bağlı; donanım problemleri nedeniyle oluşan hipoksi ile; kalp durması ve benzeri bilinç kaybı yaratabilecek durumlar sonrası olan boğulmalar da herhangi bir mücadele olmadan gelişebilmektedir.

Bunları biliyor musunuz?

Dalıcılarda boğulma genellikle bilinenden farklı seyreder. Boğulmaların pek çoğunda önce bir su üzerinde kalma çabası ve mücadele, sonra su aspirasyonu ve bilinç kaybı görülür. Dalıcılarda ise çoğu kez önce bilinç kaybı sonrasında su aspirasyonu olur. Bu sırada genellikle herhangi bir mücadele görülmediği için buna sessiz boğulma denir.

Boğulmaya zemin hazırlayan faktörler

Bunların başında bölgesel ve sosyokültürel yapı gelir. Küvet ya da havuzlarda oluşan boğulmalar az olmasa da elbette ki su çevresinde yaşayan toplumlarda çok daha sık görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü raporuna göre boğulmaların çoğu gelir düzeyi düşük ve eğitim seviyesi az olan toplumlarda olmaktadır. Su ile ilgili işlerde çalışanlarda ve erkeklerde daha sık oluşan boğulmanın gelişmesinde alkol kullanımının da kolaylaştırıcı en önemli unsurlardan biri olduğu düşünülmektedir.

Bunların dışında hastalıklar da önemlidir. Mevcut bir kalp hastalığı ani bir kalp krizine neden olabilir ya da sara (epilepsi) hastalığı olan bir kişi suda nöbet geçirebilir ve sonucunda bilinç kaybı olabilir. Buna benzer bilinç kaybına neden olabilecek hastalıklar boğulmaya zemin hazırlar. Suda karşılaşılan mekanik travmalar örneğin pervane ile yaralanma boğulma nedenlerindendir.

Dalıcılarda ise sualtında bilinç kaybına neden olabilecek her durum boğulma için zemin hazırlar. Bunların başında dalış sırasında oluşabilecek tıbbi problemler gelir. Dekompresyon hastalığı, akciğer barotravması, nitrojen narkozu ya da oksijen zehirlenmesi gibi dalış kazaları doğrudan bilinç kaybına neden olabilecekleri gibi dalıcının önceden var olan kalp problemleri, sara (epilepsi) ya da astım gibi hastalıklar da bilinç kaybı ile sonlanabilecek durumlara yol açabilirler. Donanım problemleri de çeşitli kazalara ve sonrasında boğulmaya sebebiyet verebilir. Dalıcının kolay panikleme ve tecrübe yetersizliği ise çok basit sorunların bile kaza ile sonlanmasına ve boğulmalara neden olur.

Klinik

Kazazede genellikle soğuktur ve derisi mavi/mor bir renk almıştır (*siyanoz*). Deri, suda kalmaya bağlı kırmış olabilir. Ağız ve solunum yollarında pembe beyaz, bazen de kanlı köpük görülmesi boğulma olduğuna dair daha net bir bulgudur. Dalıcılarda barotravma bulguları olabilir, bu dibe çökerken henüz canlı olduğunu gösterir. Bilinç kaybı olmadan kurtarılmış olgularda soluk darlığı, zorlu ve sık soluk alma görülebilir. Kalpte, özellikle ilk yardım ve yeniden canlandırma sonrası ritim bozuklukları görülebilir. Kazazedenin bilinci açık olabileceği gibi bilinç bulanıklığı ya da koma durumu da olabilir. Sonrasında akciğer infeksiyonları, sağ kalp yetmezliği ve hatta çoklu organ yetmezliği gelişebilir.

Kurtarılma anındaki ilk klinik durum; oksijensiz olarak geçirilen süre, etkili yaşam desteğinin (kalp masajı ve yapay solunum) başlama zamanı ve çoğu kez de suyun sıcaklığı ile doğrudan ilişkilidir. Oksijensiz yani soluk almadan geçen süre 5-10 dakikadan kısa ise ve gecikmeden temel yaşam desteğine başlanmış ise kurtarmadan daha iyi sonuç beklenir. Hipoterminin de beyni koruyucu etkisi olduğu, soğuk sularda beyin hasarının daha geç olduğu düşünülmektedir. Kazazedenin uzun süre oksijensiz kalmış olması ve 25 dakikadan daha uzun süre yaşam desteği gerekmesi, hastaneye geldiğinde solunum ve dolaşımın durmuş, gözde ışık refleksinin kaybolmuş olması sağlık durumunun akıbetinin (prognoz) kötü olacağını düşündüren faktörlerdir.

Suda kimyasalların ve başka yabancı cisimlerin bulunması, mide içeriğinin aspire edilmiş olması ise sonradan ağır akciğer infeksiyonları oluşmasına ve prognozun kötüleşmesine yol açabilir.

Kurtarma

Boğulmakta olan bir kişinin görünümü tipiktir. Kişi çırpınmakta ve bu arada da suya batıp çıkmaktadır. Böyle bir durum fark edildiğinde hemen gerekli yerlere haber verilmeli ve eğer mümkünse kurtarma çalışmasına başlanmalıdır. Bazen suda çırpınmakta olan kişiye can simidi atmak ya da uzun sopa, kürek gibi tutunup kendini su üzerinde tutmasına yardımcı olacak bir şey uzatmak bile yeterli olabilir.



Suda çırpınmakta olan bir kişiye tahta, sopa ya da simit atılarak su yüzeyinde kalmasına yardımcı olmak mümkündür.

Ancak pek çok kez böyle bir şans olmaz ve bir kişinin kazazedeye yaklaşması gerekir. Boğulmakta olan kişi, panik haliyle kurtarıcıya tutunmaya çalışarak onu da aşağı çekebilir. Bu durumda kurtarmaya giden kişinin derine doğru yüzerek boğulmakta olan kişiden uzaklaşması uygun olur. Yardım etmeye giden kişi boğulmakta olan kişiye arkasından yaklaşmalı, kollarını kazazedenin koltuk altından geçirmeli ve sırtüstü yüzerek kazazedeyi çekmelidir.



Kurtarma pozisyonu

Eğer yanında can simidi gibi su üstünde durmaya yardımcı bir cisim varsa bunu kazazede ile kendisi arasında tutmalıdır. Tekne ya da kıyıya yüzmeye sırasında kazazedenin pozisyonu, hava yolunu açık tutacak şekilde dik olmalıdır. Bu şekilde hem daha fazla suyun ağza ve burna dolması engellenirken hem de kusma olursa mide içeriğinin aspire edilmesi önlenmiş olur. Kazazede kurtarıldıktan sonra bilinci açık olsa bile sağlık görevlilerine haber verilmelidir. Zira aspire edilen sıvı nedeniyle sonradan genel durumun kötüleşmesi mümkündür. Bilinç kapalı ya da solunum ve dolaşım durmuş ise hemen temel yaşam desteğine başlanmalıdır.

DİKKAT !

Panik halinde suyun yüzeyinde kalmaya çalışan kişi kendisine yardımcı olmak için yaklaşan kişiye tutunmaya çalışır. Bu, ne kadar iyi bir yüzücü olursa olsun kurtarmaya giden kişinin de dibe doğru çekilmesine sebep olur. Kurtarıcı, boğulmakta olan kişiye mutlaka arkasından yaklaşmalı ve kollarını kazazedenin koltuk altından geçirerek yüzü su üzerinde kalacak şekilde çekmelidir.

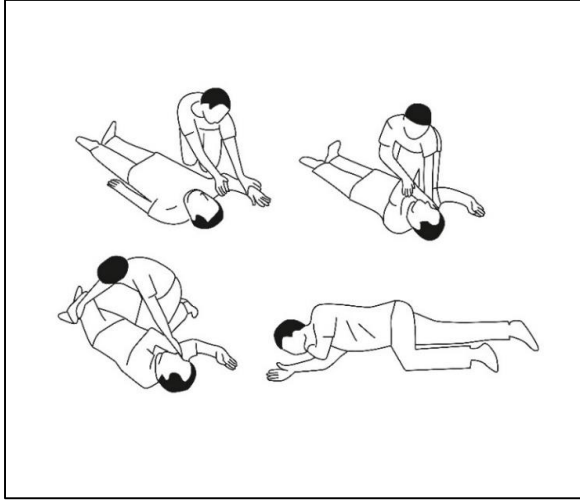
Dalıcıların kurtarılmasında ise dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta daha vardır. Dalıcı dipte bilinçsiz durumda ise ağırlıkları atılmalı ve yukarı çıkarılmalıdır. Böyle bir durumda genellikle regülatör ağızda olmaz. Regülatörün dalıcının ağzına yerleştirilmesi ve hava vermeye çalışılması ise önerilmez. Verilen havanın yukarı çıkış sırasında hacmi artarak akciğer hasarına neden olabileceği düşünülmektedir. Halihazırda akciğerde bulunan hava da

yukarı çıkış esnasında genişleyecektir. Kurtarılan dalıcının hava yolunu açık tutmak için başına geriye doğru çekilerek pozisyon verilmeli ve yükselme sırasında genişleyen havanın çıkması sağlanmalıdır. Kurtarıcı, hafifçe geriye açılı şekilde orta bir hızda yüzerek yükselmelidir. Yüzeye varıldıktan sonra mutlaka pozitif yüzerlilik sağlanmalı ve kurtarıcı, dalıcıyı yüzü suyun dışında kalacak şekilde sırt üstü yüzerek çekmelidir.

Temel yaşam desteği

Boğulma olgularında temel sorun oksijensiz kalmaktır, dolayısıyla zaman kaybetmeden kazazede sudan çıkarılmalı ve solunum desteğine en kısa sürede başlanmalıdır. Bu aşamada yapılan önemli hatalardan biri akciğerlerden su çıkarmaya çalışmaktır. Kazazede kesinlikle baş aşağı çevrilerek ya da karnına bastırılarak **su çıkarılmaya çalışılmamalıdır**. Daha önce de belirtildiği gibi zaten çıkarılacak kadar çok su yoktur ve bu işlem yapay solunum ve kalp masajını geciktirerek sağ kalım açısından son derece önemli bir zamanın kaybına neden olur. Ayrıca su çıkarmak için yapılan bu manevralar (hareketler) yutulmuş ve midede birikmiş olan suyun akciğerlere kaçmasına ve tüm kasları gevşemiş dalıcıda boyun hasarına yol açabileceğinden tehlikelidir.

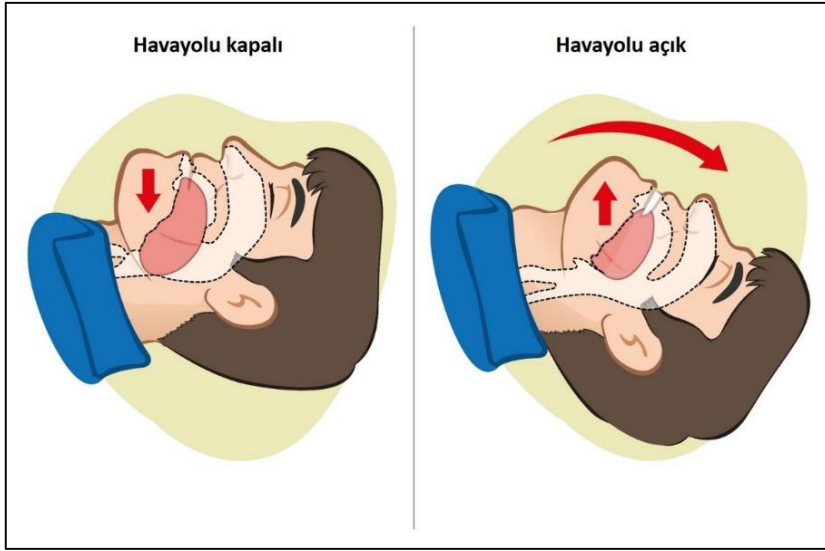
Temel yaşam desteğine su içinde başlanırsa sonuçların daha iyi olduğunu gösterir bilgiler vardır ama bu son derece zordur. Dolayısıyla, bu konuda eğitim almış deneyimli kişiler tarafından yapılması uygun olur. Yine de solunumu durmuş bir kişide iki kurtarma soluğu denenebilir. Ancak esas olarak vakit kaybedilmemeli ve bir an önce kazazede sudan çıkarılmalıdır. Kazazede sudan çıkarıldıktan sonra solunum ve nabız kontrol edilmelidir. Eğer solunum var ama bilinç kapalı ise koma pozisyonu verilmelidir. Bu pozisyon olası bir kusma halinde kusmuğun aspire edilmesini önleyecektir.



Koma pozisyonu

Uyarı: Sudan çıkarılan kazazede kesinlikle baş aşağı çevrilmemeli ya da kazazedenin karnına bastırılmamalıdır. Genellikle akciğerden su çıkarmak için yapılan bu manevralar hem gereksiz hem de son derece tehlikelidir.

Solunum durmuş ise, kazazede sırt üstü yatırılmalı, hava yolu açıklığı kontrol edilip tıkanmaya sebep olacak yabancı cisim varsa çıkarılmalı ve hava yolu açıklığı sağlanmalıdır. Bunun için baş alından bastırarak hafifçe arkaya eğilmeli ve çene yukarı kaldırılarak hava yolu açılmalıdır. Hava yolunu açık tutmanın bir başka yolu da çeneyi eklem yerlerinden hafifçe yukarı çekmektir. Bundan sonra yapay solunum yapılabilir.



Hava yolunu açmak için baş ve çeneye pozisyon verilmelidir.

Eğer solunum durmuş ama nabız hala var ise genellikle birkaç yapay solunum sonrası kazazede kendine gelir. Bu durumda hemen yine koma pozisyonu verilmelidir. Nabız yoksa ya da yapay solunuma yanıt alınamaz ise dolaşımın da durduğu kabul edilmeli ve kalp masajına başlanmalıdır. İlk etapta beş yapay solunumu takiben otuz kalp masajı uygulanmalı, daha sonra iki yapay solunum otuz kalp masajı şeklinde devam edilmelidir. Yapay solunum yapmaksızın sadece kalp masajıyla yapılan temel yaşam desteği boğulma olgularında önerilmemektedir.

Daha önceleri temel yaşam desteği sırası A-B-C (Airway; hava yolunu açma, Breathing; yapay solunum, Circulation; dolaşım/kalp masajı) olarak önerilmekteyken, günümüzde C-A-B sırası kabul edilmektedir. Ancak istisna olarak suda boğulmalarda kalp durmasına da neden olan ana sorun hipoksi yani

oksijensiz kalmak olduğundan, temel yaşam desteğinin yine ABC sırasıyla yapılması ve yapay solunumla başlaması önerilmektedir. Ayrıca, aspire edilen sıvı hava yollarını tıkayabileceğinden ilk uygulamalar etkili olmayabilir. Bu nedenle boğulmalarda en başta iki değil, beş yapay solunum yapılması önerilmektedir.

Temel yaşam desteği;

1. Yaşam belirtisi görülene kadar,
2. Yaşam desteğini uygulayan kişi yorulup devam edemez hale gelene kadar, ya da
3. İleri yaşam desteği verecek ekip gelene kadar sürdürülmelidir.

Suda boğulmalarda kazazedelerin pek çoğu altta yatan süreğen (*kronik*) hastalığı bulunmayan, normalde sağlıklı bireyler oldukları için yaşam desteğine iyi yanıt verebilirler. Ayrıca sudan geç çıkarılıp uzun süre temel yaşam desteği uygulanması gerekmiş bazı olgularda bile tam nörolojik iyileşme görülebilmektedir. Bu durum dalış refleksinin koruyucu etkilerine bağlanmaktadır. Dalış refleksi, sıklıkla hipotermi ve suya batma (*submersiyon*) sırasında oluşan kalbin yavaşlaması (*bradikardi*) ve kanın merkezi bölgelere toplanması olarak açıklanan bir durumdur. Bazı araştırmacılar akciğerlerde kalan havadan ya da alveoller içinde biriken sıvıdan da gaz değişiminin devam edebileceğini ve vücuda oksijen geçişi olabileceğini ileri sürmektedirler. **Bu nedenle her türlü boğulma olayında yaşam desteğine devam etmede ısrarlı olunmalı, kolay vazgeçilmemelidir.**

Kazazedenin kurtarılması esnasında hiç zaman kaybetmeden ileri yaşam desteği verecek ekiplere de haber verilmelidir. Bu hizmetler, ülkemizde 112 acil servis tarafından verilmektedir. Çağrı merkezi aranmalı ve istenilen bilgiler eksiksiz verilmelidir. İleri yaşam desteği, gerekli tıbbi müdahaleleri yapıp kazazedeyi hastaneye ulaştıracaktır.

Dalış kazalarından sonra oluşan boğulma olgularında genel durum sabit ve kontrol edilebilir hale geldikten sonra hiperbarik oksijen tedavisine gereklilik hemen değerlendirilmeli ve dalıcı gecikmeden basınç odasına alınmalıdır.

Korunma

Suda boğulmaların %80'inin önlenabilir olduğu bilinmektedir. Sadece basit bazı tedbirler alınarak bile boğulmadan korunmak mümkündür. Elbette, havuzların çevresini çocukların kendi başına giremeyeceği şekilde kapamak, uyarı levhaları koymak gibi yapısal önlemler alınmalıdır. Ancak daha önemlisi bireysel ve toplumsal bilinçlenmenin sağlanmasıdır. Boğulma riski olan kişilere yüzme ve ilk yardım öğretilir. Okul çağından itibaren çocuklara boğulma ve korunma ile ilgili bilgi verilmesi, televizyonlarda bu yönde kamu yayını yapılması bilinçlenme için faydalı olabilir. Özellikle çocukluk çağında riskin daha fazla olduğu göz önüne alınırsa ailelerin eğitilmesi de önemlidir.

DİKKAT !

Sorumlu her dalıcı ileride ihtiyacı olabileceği düşüncesiyle ilk yardım eğitimi ve Federasyonumuzun Cankurtarma eğitimlerine katılmalıdır.

Bireysel olarak da alınacak birçok önlem vardır. Yüzme öğrenmek ve riskli davranışlardan kaçınmak bunların başında gelir. Dikkat edilmesi gereken bazı konular **Tablo 1**'de sıralanmıştır.

Tablo 1. Suda boğulmadan korunmak için dikkat edilecek konular

• Yüzme deneyimi ve kapasitesinin üzerine çıkılmamalıdır.
• Yalnız yüzülmemelidir.
• Güvenlik tabelaları ve uyarılara uyulmalıdır.
• Alkollü iken asla suya girilmemelidir.
• Yüzme için cankurtaran olan yerler tercih edilmelidir.
• Su koşulların bilinmediği yerlerde önceden ortamla ilgili bilgi edinilmelidir.
• Çocuklar su içinde veya yakınındayken daima gözetim altında tutulmalıdır.
• İlk yardım ve temel yaşam desteği uygulamaları öğrenilmelidir.

Dalıcılar için korunma

Dalıcılar suda kalan diğer insanlara göre biraz daha şanslıdır çünkü zaten denge yeleği, hava kaynağı gibi kendi yaşam destekleri vardır. Ancak yine de boğulmalar azımsanamayacak kadar sıktır. Dalıcıların boğulmadan nasıl korunabileceklerini daha iyi anlatabilmek için öncelikle neden boğulduklarını incelemek gerekir. Dalıcılarda boğulmaya yol açan sebepler üç ana grupta toplanabilir:

Dalıcının kendisine bağlı

Bunların başında dalıcının sağlığının dalış yapmaya uygun olmaması gelir. Dalışlarda yaşanan ölümlerin %80'e yakını önceden var olan kalp damar hastalıklarına bağlıdır. Ülkemizde sportif dalıcılar arasında yapılan bir çalışmada sağlık durumu riskli birçok dalıcı olduğu görülmüştür. Dalışa başlamadan önce sağlık kontrolünden geçmek ve düzenli aralıklarla bunu tekrarlamak oluşabilecek dalış kazalarına, boğulmalara ve su içi ölümlere karşı koruyucu olacaktır. Dalıcının dalış kurallarına uymaması en önemli dalış kazası sebeplerinden birisidir. Ayrıca eğitim ve tecrübe yetersizliği de hem dalış kazalarına hem de bir kaza anında yapılması gereken müdahalelerin yapılamamasına sebep olur. Riskli davranışlardan kaçınmak, derinlik ve dekompresyon limitlerine uymak, dalış deneyimine uygun dalışlar yapmak ve

dalış eşi ile uyumlu hareket etmek birçok kazaya, dolayısıyla da boğulmalara karşı koruyucudur.

Donanım sorununa bağlı

Boğulma ile sonlanan dalış kazalarının bir kısmı donanım sorunlarından kaynaklanmaktadır. Donanım sorunlarına ise, kötü kullanmak ve bakım yetersizliği sebep olmaktadır. Dolayısıyla kullanılan donanımın dalışlardan sonra bakımının yapılması, uygun şekilde saklanması ve dalış öncesi tam kapasite ile çalıştığından emin olmak için kontrol edilmesi kazalara karşı koruyucu olacaktır.



Bakımsız paslanmış regülatör.

Bu regülatör sığ derinliklerde yeterli iken dalıcının derine inmesi ile yetersiz hava vermesine, ve panik yapan dalıcının boğulmasına neden olmuştur.

Hava ve çevre koşulları

Dalınan suyun soğuk olması, akıntı ve dalga varlığı, kısa görüş mesafesi gibi durumlar kazaların ortaya çıkmasında önemlidir. Bu gibi durumlarda dalıcı kendini rahat hissetmiyorsa ve yeterli deneyimi yoksa dalmamalıdır. Ayrıca çevreden gelebilecek mekanik travmalar (örneğin tekne çarpması) boğulmalara sebep olabilir. Bu tarz yaralanmalardan korunmak için de gerekli işaretlemelerin yapılması, donanımların iyi kontrolü gereklidir. Bir kaza anında paniklemeden doğru müdahale yapabilmek de boğulmaya karşı koruyucu olabilir.

Tuzlu su aspirasyonu sendromu

Boğulma olmadan tuzlu suyun akciğerlere kaçması yani aspire edilmesi sonrası ortaya çıkan değişikliklerdir. Tuzlu su aspirasyonu ve suda boğulma

birbirleriyle ilişkili kavramlardır. Hatta aspirasyon boğulmanın bir adım öncesi gibi düşünülebilir. Bu nedenle genellikle birlikte değerlendirilirler.

Tuzlu su aspirasyonu sendromu, çoğunlukla aspirasyon olduktan yaklaşık 30 dakika sonra ortaya çıkar. Regülatör problemlerinde ya da dalgalı suda özellikle de yeterli pozitif yüzerlik sağlanamadan yüzüldüğünde oluşabilir. Öksürük ve soluk darlığı ile halsizlik en sık görülen belirtilerdir. Ateş, titreme, kas ağrıları, baş ağrısı kimi zaman bulantı-kusma ve iştahsızlık görülebilir. Belirtilerin çok benzemesi nedeniyle grip ya da üst solunum yolu enfeksiyonu ile karışır. Egzersiz, hareket ve soğuk ile belirtiler daha şiddetli hissedilebilir. Genellikle 2-24 saat içerisinde kendiliğinden düzelir. Ancak solunum sıkıntısı fazla olanlara %100 oksijen solutulması faydalı olur. Bazen ateş düşürücüler de kullanılabilir.

Tuzlu su aspirasyonu sendromunun benzer bulgular verebilecek dekompresyon hastalığı, akciğer barotravması ve zatürree gibi solunum yolu enfeksiyonlarından ayrılması önemlidir.

Önerilen kaynaklar

Bierens, J.J.L.M. (2006) Handbook on Drowning, Prevention, Rescue, Treatment. Berlin, Springer-Verlag Publication.

Edmonds, C. (2002) Drowning syndromes. In: Diving and Subaquatic Medicine. (4th ed., Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R.), London: Arnold Publisher, s: 249-284.

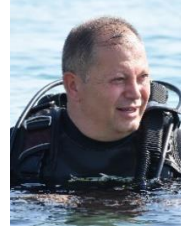
Pouget, R., Di Constanzo, L., Lodde, B., Henckes, A., Dherbecourt, L., Lucas D, et al. (2012) Cardiovascular risk factors and cardiovascular risk assessment in professional divers. *Int Marit Health* 63(3):164-9.

Strauss, M. (2004) Emergency complications from medical problems of diving. In: Diving Science. (1st ed., Strauss, M., Aksenov, I.), USA: Human Kinetics, s: 311-28.

Szpilman, D., Bierens, J. J., Handley, A. J., Orlowski, J. P. (2012) Drowning. *N Engl J Med* 366(22): 2102-10.

Toklu, A. S., Mirasoğlu, B. (2015) Suda boğulan/boğulayazan kişiye neler yapılmalı. In: Çeken Akıntılar ve Suda Boğulmalar (ed., Beji, S., Barlas, B.), İstanbul: AFAD yayınları, s: 57-69.

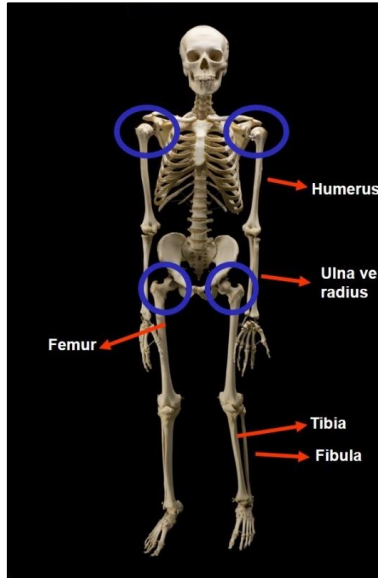
DİSBARİK OSTEONEKROZ



Dr. Şamil AKTAŞ

Tanım

Latince *Dis-barik Osteo-nekroz* terimi Türkçe'ye "kötü-basınç kemik-ölümü" anlamıyla çevrilebilir. Basınçlı tünel (*caisson-kezon*) işçileri ve dalgıçlar gibi basınç altında çalışanların uzun kemiklerinde görülen kemik ölümünü ifade etmek için kullanılan bir hastalık ismidir. Kemik ölümü yani "osteonekroz"un tıbbi olarak birçok sebebi vardır. Bu hastalık grubu çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Örneğin kemik ölümüne bir mikroorganizma sebep oluyorsa bunlara *septik osteonekrozlar* (iltihaplı kemik ölümü), olay bir mikroorganizmaya bağlı değilse *aseptik osteonekrozlar* (iltihapsiz kemik ölümü) denir. Disbarik osteonekroz bu haliyle bir tür aseptik osteonekrozdur. Yine osteonekroz sebebi kemik damarlarının tıkanması veya yetersiz kalmasıyla ilişkili ise bu durumda *avasküler osteonekroz* (damarsız kemik ölümü) sınıflandırması yapılır ki bu durumda disbarik osteonekroz bir tür avasküler nekrozdur.



Disbarik osteonekroz uyluk kemiği (femur), kaval kemiği (tibia), baldır veya kamış kemiği (fibula), kol kemiği (humerus), önkol kemikleri (radius ve ulna) gibi uzun kemikleri ve kalça ve omuz eklemlerini ilgilendirir.

Aşağıdaki tabloda kemik ölümüne sebep olan hastalıklar travmatik ve travmatik olmayan sınıflamasına göre ayrılmış olarak yer almaktadır (**Tablo 1**). Bu sınıflamada disbarik osteonekroz travmatik olmayan ve dış etmenlere bağlı bir hastalık olarak yer almaktadır.

Tablo 1. Osteonekroz sınıflaması

TRAVMATİK		TRAVMATİK OLMAYAN		
Yanıklar	Kan hastalıkları	Metabolik Hastalıklar	Gastrointestinal Sistem Hastalıklar	Damarsal-Romatolojik-Bağ Doku Hastalıkları
Kırıklar	Pıhtılaşma problemleri	Hiperkolesterolemi	Pankreatit	Sistemik lupus eritematozus
Çıkıklar	Orak hücreli anemi	Gut hastalığı	İnflamatuvar bağırsak hastalığı	Polimiyozit
Damar travmaları	Talasemiler	Hiperparatiroidizm	Neoplastik Hastalıklar	Polimiyalji romatika
Kienböck hastalığı	Yaygın damariçi pıhtılaşma	Hiperlipidemi	Kemik iliği infiltrasyonu yapan hastalıklar	Raynaud hastalığı
	Polisitemi	Gebelik	İnfeksiyon Hastalıkları	Ankilozan spondilit
	Hemofili	Cushing hastalığı	Osteomiyelit	Sjögren sendromu
	Diyet ve Dış Etmenler	Kronik böbrek yetmezliği	İnsan Bağışıklık Yetmezlik Virüsü	Dev hücreli arterit
	Disbarizm (basınç)	Gaucher Hastalığı	Meningokoksemi	Tromboflebit
	Alkol tüketimi	Diyabet (Obezitenin eşlik ettiği)	Kalıtım	Lipit embolisi
	Sigara içimi	Fabry hastalığı	Kollajen tip II gen mutasyonu	Ehler-Danlos sendromu
	İyatrojenik		Alkol metabolizması enzimleri polimorfizmi	Ortopedik Hastalıklar
	Kortikosteroidler		İlaç transport proteini p-glikoprotein polimorfizmi	Femur başı epifiz kayması
	Radyasyon		Sebebi bilinmeyen	Doğumsal kalça çıkığı
	Hemodiyaliz			Hereditör dizostoz
	Organ nakli			Legg-Calve-Perthes hastalığı
	Lazer cerrahi			

Birçok osteonekroz türü birbirinden yalnızca sebebi nedeniyle ayrılmaz. Tutulan kemiklerin hangileri olduğu, klinik gidişat, tanı yaklaşımı, tedavileri ile de birbirinden ayrılır.

Disbarik osteonekrozun önemi, bir meslek hastalığı olmasından ve meslek hastalığı olarak kabul edilmesinden kaynaklanır.

Tarihçe

Basınçlı tünel işlerinde çalışan işçilerde ve dalgıçlarda kemik rahatsızlıkları uzun yıllardır bilinmesine rağmen bunların anlaşılır hale gelmesinde önemli bir gelişme beklenmiştir. Bu gelişme 1895 yılında Alman bilim insanı **Wilhelm Conrad Röntgen** tarafından X ışınlarının keşfedilmesiyle olmuştur. Bu çalışmalarıyla 1901 yılında Nobel Fizik ödülünü kazanan araştırmacının ismine dayanarak Röntgen ışınları da denilen ışınlar sayesinde halen tıpta yaygın olarak kullandığımız kemik filmi çekimi mümkün olmuştur.



*Wilhelm Conrad Röntgen
(1845-1923)*



İlk çekilen film, Röntgen'in eşinin eli.

Basınçlı tünel işçilerinde, kemik filmi çekilerek disbarik osteonekroz tanısı ilk kez 1911 yılında iki farklı çalışma ile ortaya konulmuştur. Bassoe, muayene ettiği 161 kezon işçisinden 11'inde eklem rahatsızlıkları bulunduğunu, bunlardan birinin 12 yıl önce maruz kaldığı basınçtan sonra kalça eklemine gelişen sakatlığınının, osteonekroza bağlı olduğunu kemik filmi ile göstermiştir.

Hamburg, Elbe tüneline çalışan 500 işçiden üçünde kalça ve omuz eklemlerinde görülen kemik ölümleri ise Bornstein ve Plate isimli araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Disbarik osteonekrozun dalgıçlarda ilk kez tanımlanması çok daha geç dönemde, 1941 yılında olmuştur. Yedi yıl önce dekompresyon hastalığı geçiren bir dalgıcın omuz ekleminde disbarik osteonekroz geliştiğini gören Grutzmacher, bir yıl sonra çektiği filmde durumun daha da ağırlaştığını fark etmiştir.

Sıklık

Daha sonraki yıllarda, özellikle bu hastalığın bir meslek hastalığı olarak kabulünden sonra çeşitli ülkelerde ve basınçla uğraşan değişik meslek gruplarında disbarik osteonekroz sıklığı çalışmaları yapılmıştır. Taramaların yöntemi de önemli olmakla birlikte sıklıklar, meslek gruplarına göre önemli oranda değişiklikler göstermiştir. **Tablo 2**'de bazı taramalarda saptanan sıklıklar yer almaktadır.

Tablo 2. 1965'den bu yana çeşitli ülkelerde yapılan tarama çalışmalarına göre disbarik osteonekroz sıklığı

ÜLKE	MESLEK GRUBU	SIKLIK (%)
İngiltere	Tünel işçisi	%19 - %26
	Donanma dalgıcı	% 5
	Ticari dalgıç	%1,9 - %4,8
ABD	Tünel işçisi	%35
	Donanma dalgıcı	%1,7
	Ticari dalgıç	%22
Çin	Balıkçı dalgıç	%19,8
	Donanma dalgıcı	%2,1
Japonya	Balıkçı dalgıç	%19 - %69,3
	Ticari dalgıç	%56,4 - %59,5

Bu taramaların dikkat çeken sonucu, ülkelere göre değişmekle birlikte, donanma dalgıçları gibi kurallara uygun dalış yapan gruplarda hastalığın daha düşük, diğer gruplarda ise daha yüksek oranda rastlanmasıdır.

Disbarik osteonekroz sıklığı açısından ülkemizde neredeyse basınç altına giren her meslek grubu taranmış durumdadır. Ülkemizde yapılan sıklık çalışmaları topluca **Tablo 3**'te görülmektedir.

Tablo 3. Ülkemizde çeşitli meslek grupları üzerinde yapılan sıklık çalışmaları

ARAŞTIRMACI/YIL	MESLEK GRUBU	SIKLIK
Çimşit (1985)	Süngerciler	%85,7
Çimşit (1990)	Süngerci ve salyangozcular	Kesin %26,7, şüphelilerle birlikte %45
Toklu (1996)	Süngerciler	%70,6
İlgezdi (2003)	Scuba eğitmeni ve rehberler	%25
Yıldız (2004)	Denizaltı serbest çıkış eğitmenleri	%0
Özkan (2008)	Basınç odası iç yardımcıları	%0
Uzun (2008)	Donanma dalgıçları	%0

Bu taramalar dikkat çekici sonuçlar vermiştir. Buna göre süngercilerimiz ne yazık ki dünya rekorunu ellerinde bulundurmaktadır. Hastalığa hiç rastlanmayan gruplar ise ya dalış kurallarına harfiyen uyan ya da sık dalış yapmayanlardır. Yine de bu tabloda özellikle dikkat çeken bir sonuç; normal olarak bu hastalık sıklığının çok düşük olması beklenen sportif/rekreasyonel dalıcılarımızdır. Scuba eğitmen ve rehberler arasında yapılan bir çalışmada sıklığın %25 bulunması şaşırtıcı ve düşündürücüdür.

Disbarik osteonekrozun hiç görülmemesi beklenen eğitmen ve rehberlerimizde %25 oranında saptanması düşündürücüdür.

Sınıflandırma

Disbarik osteonekroz birbirinden yerleşim, klinik gidişat ve tedavi açısından oldukça farklı seyir gösteren iki sınıfa ayrılmaktadır: A tipi lezyonlar ve B tipi lezyonlar.

A tipi lezyonlar kalça ve omuz ekleminde görülürler. Omuz eklemi kalça eklemine göre kabaca 2-3 kat daha fazla tutulur. Başka osteonekroz türlerinde rastlansa da diz ekleminin disbarik osteonekrozda tutulmadığı kabul edilir. Eklemlerde görülen A tipi lezyonlar, genellikle ilerleyicidir, belirti ve bulgu verir. Kalıcı sakatlığa yol açabilir.

B tipi lezyonlar ise eklem yüzeyine yakın değildir. Uyluk, bacak, kol ve önkol kemiklerinin başında, boynunda veya şaftında ortaya çıkarlar. Ölen kemik alanı zamanla boşalır, ancak çevresindeki kemik daha fazla sertleşerek yükü üzerine alır. B tipi lezyonlar belirti ve bulgu vermezler, çoğunlukla tarama amacıyla çekilen filmlerde fark edilirler. İlerleyici değildir ve kalıcı sakatlığa yol açmazlar.

A veya B tipi olarak sınıflandırılan hastalık, hangi görüntüleme yöntemiyle takip ediliyorsa (manyetik rezonans (MR) veya direkt radyografi) bu görüntüleme yöntemine göre başlangıçtan geç evreye veya hafiften şiddetliye göre alt sınıflara ayrılır.

Mekanizma ve fizyopatoloji

Genel olarak osteonekroza birçok hastalığın yol açtığı yukarıda ele alındı. Bu nedenle kemik ölümünün sebebi, hastalığın ortaya çıkma mekanizması oldukça karışıktır. Öte yandan daha özel bir osteonekroz türü olan disbarik osteonekroz mekanizması bile net değildir. Dalışa bağlı kemik ölümü için dalışla ilişkili birçok konu suçlanmaktadır. Bunlardan en çok kabul göreni, dekompresyon hastalığı yani vurgundur. Hatta disbarik osteonekrozu dekompresyon hastalığının geç dönemde ortaya çıkan bir formu olarak adlandıranlar çoğunluktadır. Elbette bu görüşün dayandığı birçok sebep bulunmaktadır. Yalnızca yukarıdaki sıklık tablosuna bile bir göz atılsa; disbarik osteonekroz sıklığının dalış kurallarına uymayan, derin dalış yapan, dekolü dalış yapan ve muhtemelen çok daha fazla vurgun ile karşılaşılacak gruplarda belirgin biçimde daha sık görüldüğü fark edilecektir. Kimi zaman bir omuzunda veya bir kalçasında disbarik osteonekroz saptanan dalgıcın dalış hikayesi incelendiğinde o omuz veya kalçasını tutan bir vurgun geçirdiği anlaşılır. Ancak yine de her dekompresyon hastalığının disbarik osteonekroza yol açmadığını biliyoruz. Kimi zaman defalarca vurgun yemiştir bir dalgıçta kemik muayenesi tamamen normal olabilir. Ya da tam tersine ne bir vurgun hikayesi ne de riskli dalışları bulunmayan bir dalgıçta da disbarik osteonekroz görülebilir. Ancak deneysel olarak dekompresyon hastalığı oluşturulan deney hayvanlarında disbarik osteonekroz geliştiği birçok çalışmayla gösterilmiştir. Ayrıca denizaltı kurtarma olayları da oldukça ikna edicidir.

Denizaltı kurtarma çalışmaları

Bilindiği gibi denizaltı içinde basınç değişmez. Bu nedenle denizaltıcılar basınca maruz kalmazlar, barotravma görülmez, vurgun bir tehlike oluşturmaz. Ancak denizaltı batır ve dibe oturursa ve basınçlı bir kurtarma sistemiyle bu personel kurtarılamazsa tek yol denizaltı serbest çıkış girişimidir. Bu durumda denizaltının dışarıyla bağlantısı olan kısmında içeriye su alınır, basınç artırılır ve personel yüzeye serbest çıkış ile ulaşır. Bu sırada teknik nedenlerle gecikmeler sık olduğu için dip zamanı uzar, serbest çıkış sırasında dekompresyon da yapılmadığından vurgun sık görülür.

Denizaltı kazaları ve kurtarma çalışmaları açısından önem taşıyan **Poseidon Denizaltısı** kazası, disbarik osteonekroz açısından da önemli bilgiler vermiştir: İngiliz Poseidon denizaltısı 1931 yılında Çin Denizinde Yuta isimli ticari gemi ile çarpışarak 38,5 metreye (126 feet) batır. 31 personelden 26'sı denizaltı içinde sıkışır. Bunlardan sekizi torpido bölümünde sağ kalmayı başarır. Bu basınç altında yaklaşık 2,5 saat kalan denizaltıcılardan beşi sağ fakat dekompresyon hastalığına yakalanmış olarak yüzeye ulaşmayı başarır. Kurtarma gemisinde bulunan basınç odası yardımıyla hepsi tedavi edilirler. Ancak

yaşamları boyunca başka basınç maruziyeti bulunmayan bu beş denizaltıcının üçünün 12 yıl sonra çekilen kemik filmlerinde disbarik osteonekroz saptanır.

Benzer bir kaza Pococha isimli Peru denizaltısının başına gelir; 1988 yılında batarak 43 metreye oturduğunda torpido bölümünde 22 denizaltıcı sıkışır. Bunların tümü serbest çıkış ile yüze ulaşır, ancak tümünde ya dekompresyon hastalığı ya da gaz embolisi görülür. Bu denizaltıcılardan birinde (17 saat tam sıkışmış, çıktığında yaşadığı vurgun için 48 saat boyunca tedavi edilememiş) aylar sonra disbarik osteonekroz saptandı.

Yine Amerikan donanmasından bir denizaltıcı yaklaşık 47 metrede 21 saat sıkıştı. Kurtarıldıktan sonra kalçasında şiddetli ağrıdan yakınmaya başladı. Yapılan muayenesinde uyluk kemiğinin üst kısmında geniş bir alanda osteonekroz saptandı.

Disbarik osteonekroz gelişen bu olgularda dikkat çeken husus bu kişilerin yaşamları boyunca yalnızca bir kez basınca maruz kalmaları, ancak bunun da vurgun geliştirecek kadar şiddetli olmasıdır.

Vurgundan disbarik osteonekroza

Kesin olarak ispat edilmemiş olsa da disbarik osteonekrozun vurgunun kemikleri tutan bir türü, bazen vurgunun geç ortaya çıkan biçimi olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Bu görüşe göre kabarcıkların kemik ölümüne yol açması çeşitli görüşlerle açıklanmaktadır:

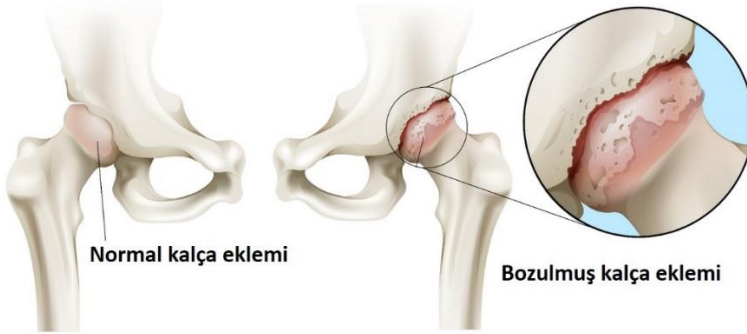
- Kemik dokuda oluşan kabarcıklar kapalı bir alanda basınç artışına yol açmakta, bu durum dolaşımı bozup hücrelerin ölümü ile sonlanmaktadır.
- Kabarcıklar toplardamarları tıkamakta, engellenen ve biriken kan akımı kemik içinde basıncı arttırmakta, böylece dolaşımı daha da bozmakta ve hücrelerin ölümüne yol açmaktadır.
- Dekompresyon hastalığında nadiren ortaya çıksa da kabarcıklar atardamarları tıkamakta, böylece bu atardamarların beslediği kemik doku oksijensiz ve besinsiz kalarak ölmektedir.
- Damarlar içerisinde bulunan kabarcıklar pıhtılaşma süreçlerini harekete geçirmekte, damarlar bu pıhtı tıkaçlarıyla tıkanmakta, böylece beslenemeyen hücreler ölmektedir.
- Başka bir görüşe göre yağlı kemik iliğinde bulunan yağ hücreleri içindeki kabarcıklar bu hücreleri patlatmakta, açığa çıkan yağ emboliler oluşturarak damarları tıkamaktadır.

Başka mekanizmalar

Disbarik osteonekrozu vurguna yol açan kabarcıklara değil başka mekanizmalara bağlayanlar da bulunmaktadır: oksijenin zararlı etkileri, karbondioksitin zararlı etkileri, hızlı dalışın bir sonucu olarak osmotik basınç artışı gibi. Bu teorilerin destekleyen bulgularından çok karşı çıkılan yönleri bulunmaktadır.

Klinik

B tipi lezyonlar genellikle belirti vermez ve sıklıkla sağlık kontrolleri sırasında çekilen kemik filmleri ile ortaya konurlar. Eklemlerle ilişkili A tipi lezyonlarda ise en önemli yakınma ağrıdır. Bu ağrı batıcı karakterde, çok şiddetli olabileceği gibi, belli belirsiz künt bir ağrı şeklinde de görülebilir. Hatta dalgıç bunu ağrı olarak bile hissetmeyebilir. Ancak sürekli olarak o omuzunu veya kalçasını “hisseder”. Hastalık ilerleyip eklem yüzeyini bozdukça ağrı şiddetlenir, dayanılmaz hale gelir. Eklem hareket kısıtlılığı gelişir. Dalgıç koluyla yük taşıyamaz, kalçasına ağırlık bindiremez. Omuz tutulmuşsa kol tam açılmaz, kalça tutulmuşsa yürüyüş bozulur. Bu yakınmalar ne yazık ki ilaçlarla ortadan kaldırılamaz.



Kemik doku yalnızca kalsiyumdan oluşmuş cansız bir iskeletten ibaret değildir, canlıdır ve mükemmel bir yenilenme yeteneğine sahiptir. Sağlıklı bir kemikte bile kemiği bir yandan eriterek sindiren **osteoklast** adı verilen hücreler ile bunu yeniden yapan **osteoblast** adı verilen hücreler bir denge halinde çalışır. Kemiğin bir kısmı kırık, travma, ölüm vs gibi bir olayla zedelendiğinde yapım/yıkım çalışmaları sonucu onarılır. Osteonekroz sonucu ölen kısım ortadan kaldırılır ve yeniden yapılır. Eğer hasar çok büyükse ölü kısmın tamamı yeniden yapılamaz ancak bu boşluğun çevresi daha yoğun ve sağlam biçimde onarılır. B tipi lezyonlar bu şekilde iyileşir. Böylece kemik içinde büyük boşluklar oluşsa bile yük çeker ve kırılmazlar.

Eklem kırıkdağının hemen altındaki A tipi lezyonların bir kısmı ise yükü çekemez ve eklem bu boşluğa doğru çöker. Bozulmuş eklem, kullanıldıkça karşı tarafa da sürtünerek zarar verir. Kırıkdağın ortadan kalkmasıyla eklemden açığa

çıkan karşılıklı kemik yüzeyler zamanla bozularak birbirine kaynar ve eklem özelliğini yitirir.

Hastalığın başlangıcında görülen ağrı kapalı kemik yapı içindeki ödemin yol açtığı basınca bağlıdır. Ödem ve basınç ortadan kalkınca ağrı da giderek azalır. A tipi lezyonlarda ise ağrı ve hareket kısıtlılığı eklem bozulmasına ve kaynamasına bağlıdır.

Tanı

Disbarik osteonekrozda kesin tanı görüntüleme yöntemleri ile konur. Tanıda laboratuvar yöntemleri nadiren yardımcı olur. **Kemik radyografisi**, yüz yıldır disbarik osteonekroz tanısı koymakta kullanılmaktadır. Bu amaçla rutin sağlık kontrollerinde profesyonel dalgıçların omuz ve kalça eklemleri, uyluk kemiği, bacak kemikleri ve kol kemiğinin filmleri çekilmektedir. Bu filmlerde görülebilecek anormallikler 1980 yılında İngiltere’de yapılan bir toplantıda sınıflandırılmış, bunların kolayca ortaya konabilmesi için ideal film çekim tekniği tarif edilmiştir (**Tablo 4**).

Tablo 4. Disbarik Osteonekrozun Radyografik Sınıflaması

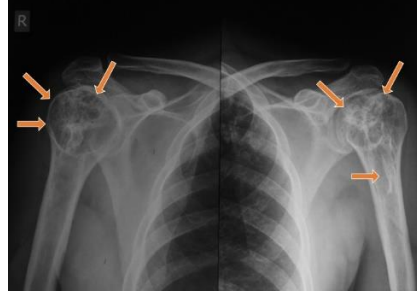
A Tipi Lezyonlar	
A1	Sağlam eklem yüzeyi, yoğun kemik alanları
A2	Küresel opaklıklar
A3	Linear opaklıklar
A4	Yapısal hasarlar: a) Eklem altında yarı saydam hat b) Eklem yüzeyinin çökmesi c) Eklem yüzeyinin ayrılması, kopması
A5	Eklem komşu eklem kaynaması
B tipi lezyonlar	
B1	Yoğun alanlar
B2	Düzensiz, kireçleşmiş alanlar
B3	Yarı saydam ya da kistik alanlar

Kemik filmleri oldukça kullanışlıdır. Dünyanın her yerinde, her hastanesinde çekilebilir, ekonomiktir. Öte yandan iki önemli dezavantajı bulunmaktadır. Öncelikle film çekiminde kullanılan Röntgen ışınları radyoaktiftir. Bu nedenle özellikle tarama amaçlı olarak sınırsız biçimde kullanılamaz. İkinci dezavantajı ise hastalığın film ile ortaya konulabilmesi için en az bir aylık süreye ihtiyaç bulunmasıdır. Radyografide ışınlar dokuların içinden geçerek arka taraftaki film üzerine düşer. Ancak kireç yapıdaki kemik dokular gibi ışınları geçirmeyen yapıların film üzerine izleri düşer. Kemik ölümü olduğunda filmde herhangi bir değişiklik izlenmez. Ancak ölen kemiklerin içerisindeki kireç yapıların

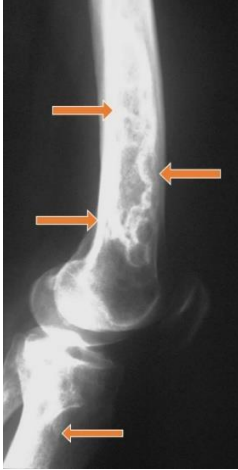
özölmesi ile kemik dokuda bir olay olduğu ortaya çıkar ki bu da en az bir aylık süre gerektirir.



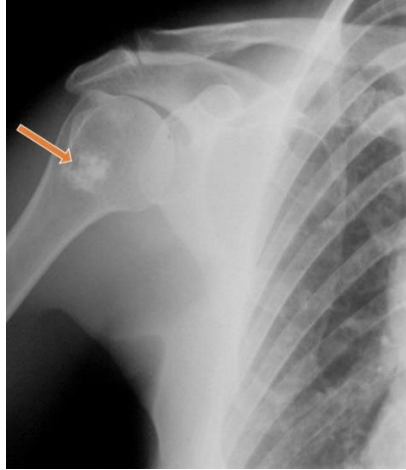
Sol kalça ekleminin tamamen parçalandığı ve öktüğu görölüyor. A tipi lezyon.



Radyografide her iki omuz başında ve sol humerus boynuna yayılan B tipi lezyon alanları



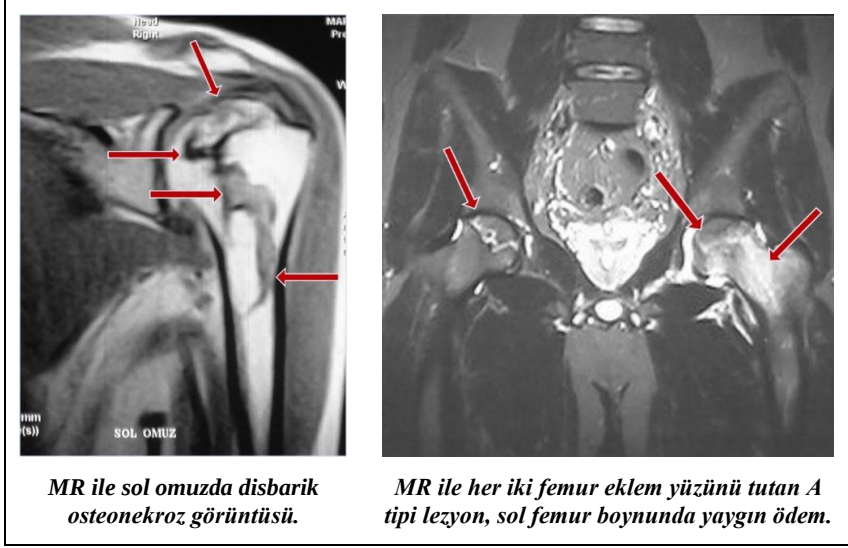
Radyografik olarak femur ve tibia şaftında yaygın B tipi lezyonlar görölmektedir.



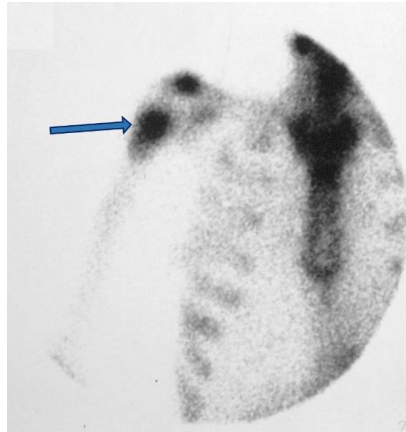
Sağ humerus boynunda radyografik olarak opaklığı artmış B tipi alan

Manyetik Rezonans Görüntöllemenin (MRG) tıpta kullanımı son birkaç on yılda önemli oranda artmış, MR olanakları yaygınlaşmış ve yöntem de oldukça ucuzlamıştır. Bu yöntemde dokular üzerine çok güçlü bir mıknatısla manyetik alan uygulanır. Dokulardaki hidrojen atomlarının kısa süreli düzen değiştirme radyo dalgaları aracılığıyla alınır ve bilgisayar sayesinde dokunun her düzlemde kesit görüntöleri oluşturulur. Bu yöntemde radyasyon kullanılmadığı için güvenli kabul edilir. Ayrıca yumuşak dokuları görüntöllediği için kemiklerde oluşan olayları hemen izleme imkanı da vardır. Bu nedenle henüz taramalarda rutin olarak kullanılmasa da, şüpheli bir durumda veya radyografide bir bulgu

saptanırsa ayrıntı elde etmek için kullanılmaktadır. Tıpkı kemik filmi gibi MRG görüntüleme açısından da olayın şiddetine göre osteonekroz sınıflaması kullanılmaktadır.



Kemik dokuya daha fazla göç eden radyoaktif bir maddenin vücuda verilmesi ve kemikte biriken bu maddenin görüntülenmesi esasına dayanan **kemik sintigrafisi** de disbarik osteonekroz tanısında kullanılabilir. Ancak bu yöntem çok spesifik değildir, tıbbi olarak çok gerekli durumlar dışında rutin kontrollerde kullanılmaz.



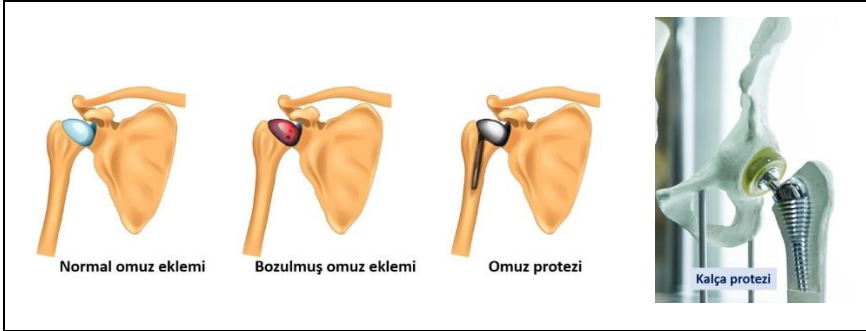
Sintigrafide sağ omuzda aktivitesi artmış alan.

Tedavi

B tipi lezyonlarda herhangi bir tedavi uygulanmaz. A tipi lezyonlarda ise ana tedavi basitten karmaşığa olmak üzere ortopedik cerrahi yöntemlerdir. Eklem yüzeyi çökmemişse basıncı ve ağrıyı ortadan kaldırmak için kemiğe bir delik açılması ve ölü kısımların kazınmasından ibaret olan dekompresyon yöntemi uygulanır. Bazı durumlarda ölü bölgeye vücuttan alınan kemik parçalar doldurulur. İleri olgularda eklem altındaki ölü kısmı canlı-damarlı kemik ile doldurmak gerekir. Kalça ekleminde bu amaçla kamyş kemiği (fibula) yerinden çıkartılarak kemik içine gömülür.

A tipi lezyonlarda henüz eklem yüzeyi çökmemişse, ilaç tedavisi, basınç odasında uygulanan hiperbarik oksijen tedavisi, koltuk değneği vs veya yatak istirahati ile eklem yükten korunması gibi cerrahi dışı tedavi yöntemleri kullanılabilir.

Eklem yüzeyi çöktükten sonra çok başarılı olmasa da eklem kıkırdığına yönelik cerrahi ve ilaç tedavileri denenebilir. Ancak olguların çoğu er ya da geç eklem kaybına gidecektir. Bu süreç hasarın büyüklüğüne, eklem aldığı yüke, eklem kullanıma bağlı olarak hızlı veya yavaş biçimde gerçekleşir. Bu durumda yapılacak tedavi eklem yapay bir malzeme ile değiştirilmesinden ibarettir. Bu işleme kalça protezi veya omuz protezi adı verilir.



Korunma

Disbarik osteonekrozdan korunmak için dekompresyon açısından güvenli dalış kurallarına uymak gerekmektedir. Derinlik/dip zamanı/dekompresyon ilişkisi göz önünde tutulmalıdır. Her ne kadar sportif eğlence amaçlı dalışlar dekompresyon gerektirmeyen dalışlar olsa da bu kuralın çiğnendiği çok açıktır. Eğitmen ve rehberlerimizde %25 gibi yüksek disbarik osteonekroz sıklığı başka türlü açıklanamaz. Kitabın dekompresyon hastalığı bölümünde de açıklandığı gibi, sportif eğlence amaçlı dalışlarda dalıcılarımız uzun dip zamanı veya çok sayıda dalış gibi vurguna yol açacak etmenlerden değil, “**derin dalış**” probleminden daha fazla zarar görmektedirler. Böylece dalıcılarımız açısından disbarik osteonekrozdan korunmanın birinci hedefi 30 metreden derine dalmamak olmalıdır.

DİKKAT !

Görünürde dekompresyon hastalığına yol açmayan sessiz kabarcıklar aslında çok sessiz olmayabilir. Bunların sesi bir kemik ölümü olarak daha sonra ortaya çıkacaktır.

Profesyonel sanayi dalgıçları rutin kontrollerinde disbarik osteonekroz açısından kontrollere tabii tutulmaktadır. Eğitimci ve rehberlerin beş yıllık zorunlu muayenelerinde disbarik osteonekroz açısından film veya MR çekimi bir yakınma veya bulgu olmadığı takdirde zorunlu değildir. Ancak eğitimci olsun olmasın her düzeydeki dalıcı herhangi bir omuz veya kalça ağrısında (bu çok hafif bile olsa) disbarik osteonekrozu akla getirmelidir. Böylece erken dönemde yapılacak muayeneler ile ileride gerekecek eklem kaybı ve zorlu cerrahi girişimler engellenebilir.

Herhangi bir dekompresyon hastalığı durumunda mutlaka omuz ve kalça MR'ı çekilmesi önerilir. Eğer MR çekilmesi mümkün değilse film çekiminin dekompresyon hastalığından aylar sonra görüntü vereceği unutulmamalıdır.

Bazı dalıcıların sadece deri ve kas/iskelet sistemini etkileyen Tip I dekompresyon hastalığını küçümseme eğilimi vardır. Bu tipte bir dekompresyon hastalığına ait yakınmalar tedavi edilmese de günler içinde ortadan kalkar. Bu nedenle dalıcılar basınç odasına gitmezler ve oksijen, ağrı kesici vs gibi yöntemlerle tedavi olmaya çalışırlar. Bu dekompresyon hastalığında belki deri lekeleri zamanla ortadan kalkar, belki ağrı günler içinde yok olur, ancak ilk anlarda belirti vermeyen kemik ölümü sonradan dalıcının başına büyük bir hastalık olarak çıkar. Bu nedenle şiddeti ne olursa olsun şüpheli her dekompresyon hastalığı basınç odasında tedavi edilmelidir.

Disbarik osteonekrozun çabuk ve başarılı tedavisi için bir dalıcının;

- Herhangi bir dekompresyon hastalığında MR çekirtmesi,
- Herhangi bir omuz veya kalça ağrısında MR çekirtmesi,
- Eğitimci veya rehberliğe başladığında MR çekirtmesi,
- Rutin sağlık kontrollerinde MR çekirtmesi,
- Basit tip dekompresyon hastalığında mutlaka basınç odasında tedavi olması önerilir.

Sonuç

Disbarik osteonekroz tıpkı dekompresyon hastalığı gibi hatta belki de onun kemikleri ilgilendiren bir çeşidi, geç dönemde ortaya çıkan bir türü olarak meslek hastalığıdır. Bir kez yakalandığında vücutta yol açtığı hasar son derece ağırdır ve tedavisi oldukça eziyetlidir. Güvenli dalış kurallarına uyarak tehlikeyi tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmasa bile riski çok azaltmak mümkündür.

Önerilen kaynaklar

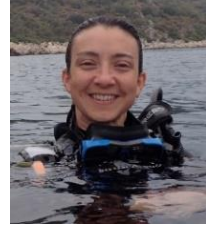
İlgezdi, S. (2003) Eğitmen ve rehber balıkadamlarda disbarik osteonekroz prevalansı. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, İstanbul.

Lowry, C. (2016) Dysbaric osteonecrosis. In: Diving and Subaquatic Medicine. (5th ed., Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.), CRC Press, s: 183-201.

Toklu, A. S. (1997) Profesyonel dalgıçlarda disbarik osteonekroz insidensi. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, İstanbul.

Yumbul, A. S. (2017) Avasküler nekroz hastalarında hiperbarik oksijen tedavisinin etkinliğinin retrospektif olarak değerlendirilmesi. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi, İstanbul.

DALIŞTA TERMAL SORUNLAR

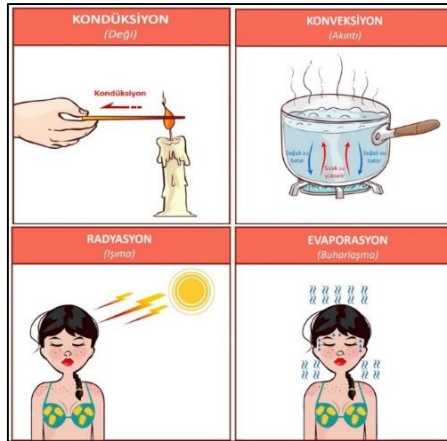


Dr. Bengüsu MİRASOĞLU

Isı ve sıcaklık

Isı ve sıcaklık birbiriyle yakın ilişkili ancak tamamen farklı iki kavramdır. Sıcaklık bir cismin, havanın ya da bedenin sabit bir değere göre soğukluğu ya da ılıkılığıdır. Derece ile ölçülür ve Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) ya da Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) ile ifade edilir. Isı ise, bir enerji şekli olup sıcaklığı farklı maddeler arasında transfer edilebilen enerji olarak tanımlanır. Kalori veya kilo kalori (cal, kcal) joule veya kilo joule (J, kJ) gibi birimlerle ifade edilir. Bu nedenle örneğin, “vücut ısısı 37°C ” veya “havanın ısısı 20°C ” gibi sık kullanılan ifadeler yanlıştır. Burada ısı yerine sıcaklık kelimesi kullanılmalıdır. Bir cismin sıcaklığı değişiyorsa çevreden ısı alıyor ya da çevresine ısı veriyordur. Bu ısı iletimi genel olarak dört şekilde olur:

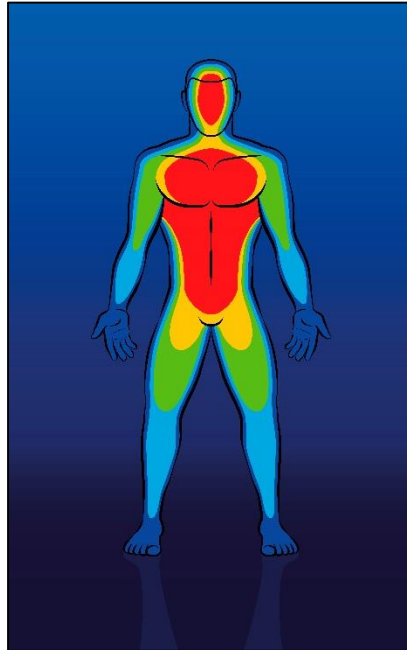
- **Kondüksiyon:** Birbirine temas eden cisimler arasında ısı iletimi olması (deği)
- **Konveksiyon:** Hareketli bir gaz ya da sıvının temas ettiği yerlerde oluşturduğu ısı iletimi (akıntı, rüzgar)
- **Radyasyon/ışınma:** Aradaki ortam ısıtılmadan uzaktaki bir cismin ısınım yoluyla ısıtılması (kızılötesi ışınlar)
- **Evaporasyon:** Buharlaştırma ile olan ısı kaybıdır. Bu yol ile ısı kazanımı olmaz (terin buharlaşması). Su içinde radyasyon ve evaporasyonla ısı iletimi olması beklenmez.



Isı transferi

Termal regülasyon (Vücut sıcaklığının düzenlenmesi)

İnsan vücudunun normal sıcaklığı $37\pm0,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Vücut sıcaklığının bu dar aralık içinde tutulabilmesinden beynin *hipotalamus* bölgesi üzerinde bulunan termo-regülatuar (sıcaklık düzenleyici) merkez sorumludur. Sıcaklığın düzenlenmesi açısından vücut kor (iç) ve perifer (dış, uç) olarak iki bölgeye ayrılır. Kor; kalp, akciğerler, karaciğer ve beyin gibi hayati organları içine alan bölge iken perifer kollar ve bacaklar ile tüm deriyi (baş ve boyun derisi de dahil) kapsar. Vücut tüm düzenlemeleri kor sıcaklığını korumak üzere yapar. Perifer ise dış ortamla ilişkide olduğu için ısı transferinin olduğu yerdir. Bu da kan dolaşımı sayesinde olur. Sinir sistemi, vücudun her yerinden toplanan sıcaklık ile ilgili bilgilere göre kan akımını değiştirerek vücudu soğutmaya ya da ısıtmaya çalışır. Soğutma için damarlarda genişleme (*vazodilatasyon*) ve terleme olurken, ısınma için damarlarda daralma (*vazokonstriksiyon*) ve sonrasında titreme ortaya çıkar. Damarlarda genişleme ile kan, dış ortamla ısı alışverişinin daha fazla olduğu kollar ve bacaklara gider ve dış ortama ısı kaybeder, böylece vücudun soğutulmasına çalışılır. Damarlarda daralma olduğunda ise ısı kaybının fazla olduğu bu bölgelere daha az kan gitmiş olur, soğuma azalır. Bu şekilde kan akımı değişikliği ile vücut sıcaklığı dengede tutulur. Ancak, kas aktivitesi ve kasların oksijen ihtiyacının da kan akımı miktarı üzerinde belirleyici etkisinin olduğu unutulmamalıdır.



Kor (iç bölgeler) & perifer, sıcaklık düzenlemesi için kan dağılımı

Buradaki en önemli düzenleyici mekanizmalardan biri elbette **davranışsal** değişikliklerdir. Bilinci açık ve hareket becerisi olan insanlar sıcak ya da soğuk buldukları ortamdan uzaklaşarak, bulundukları ortamın sıcaklığını değiştirerek ya da kıyafetlerinde değişiklik yaparak sorunu gidermeye çalışırlar.

Hipotermi

Normalde 37°C olan vücut iç sıcaklığının, vücuttan dış ortama net ısı kaybı olması sonucu 35°C'nin altına düşmesi durumuna hipotermi denir. Dalıcılar için hipotermi nadir görülen bir durum değildir. Hipotermi her ortamda oluşabilir ancak su içinde daha kısa sürede ve kolay gelişir. Bunun nedeni suyun ısıyı daha iyi iletmesidir. Suda ısı iletimi havaya göre 25 kat daha fazladır. Dolayısıyla dalış sırasında tropik sularda bile olsa dalıcı ısı kaybetme eğilimindedir. Su sıcaklığı 37°C'ye yakın olmadıkça ısı kaybı olması kaçınılmazdır.

Soğuk havada olan hipotermiden farklı olarak, dalış sırasında akciğerlerden de önemli miktarda ısı kaybedilir. Bu, soluk alıp verme sırasında regülatörden gelen soğuk havanın ısıtılması sırasında olur. Zira solunan havanın üst solunum yollarından geçerken vücudun iç sıcaklığına getirilmesi gereklidir. Ayrıca tüpten gelen hava kurudur. Oysa akciğerlerde su buharı basıncı 47 mmHg civarındadır. Akciğer dokularının kurummasının engellenmesi için bu havanın nemlendirilmesi gerekir. Bu nemlendirme sırasında daha önce bahsedilen evaporasyon yoluyla da ısı kaybedilir. Basınç arttıkça solunan havanın yoğunluğu arttığından ısıtılması zorlaşır, dolayısıyla akciğerlerden ısı kaybı da artar. Bu şekilde vücutta üretilen metabolik ısıнын neredeyse %25'i kaybedilmektedir. Buna saptanamayan ısı kaybı denir.

Soğuk suya maruziyette neler olur?

Vücut sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta suya girilmesi ile perifer bölgelerden dış ortama ısı kaybı başlar. Periferde ısı kaybederek soğuyan kan, dolaşım ile sıcak olan iç bölgeye gelir. Burada yeniden ısınır ancak iç bölgeyi soğutmuş olur. Bu sırada (ısı kaybını durdurmak için) sıcaklık düzenleyici (*termoregülatuar*) yanıtlar devreye girer ve bazı sistemik değişiklikler olur. En başta vücuttaki kan dağılımı değişir. Dış ortama ısı kaybının daha fazla olduğu periferde damarlar kasılır ve buralara giden kan akımı azalır. Kanın hayati organların çevresinde toplanması sağlanır. Bu düzenleyici mekanizmalar yeterli olmazsa vücut sıcaklığı düşmeye devam eder ve üşüme hissi ortaya çıkar.

Bundan sonra vücut metabolizmayı hızlandırarak ısı üretimini arttırmaya çalışır. Titreme de kasların istemsiz olarak ritmik kasılması sonucu oluşur ve önemli bir ısı üretim yoludur. Vücuttaki ısı üretimini beş ila yedi kat artırır. Ancak titreme oksijen ve enerji gerektiren bir aktivitedir. Bu ihtiyacı karşılamak için deriye yakın kaslarda kan akımı artar ve buraya gelen kan da soğukla yakın temas ettiği için soğur. Bu durumun ısı kaybını arttırdığı bilinmektedir. Dolayısıyla titreme ısı üretmekle birlikte ısı kaybını da arttırmaktadır. Metabolizmanın artışı ile beraber solunum ve kalp hızlanır, kalbin atım gücü ve kan basıncı (*tansiyon*) da artar.

Hipotermik bir kişide, kanın kor bölgelere toplanması ile böbrek kan akımı da artar. Böbrekten süzülen kan miktarının artması ile idrar üretimi ve atılımı artar. Buna soğuk ile tetiklenen idrar atılımı (*diürez*) denir. Dalış sırasında, artan hidrostatik basıncın etkisi de böbrekteki kan akımını dolayısı ile idrar üretimini ve atılımını artırır.

Soğuğa maruziyet devam ederse ya da vücudun tüm yanıtlarına rağmen vücut sıcaklığı korunamazsa iç sıcaklık düşmeye devam eder. Metabolizmada yavaşlama öne geçer. Titreme azalır ve iç sıcaklık 30°C olduğunda tamamen ortadan kalkar. Kalp hızı, dolaşım ve soluk hızı yavaşlar. Beynin soğuması ile aktivitesi de azalır. Bu durum bilinç bulanıklığı (*konfüzyon*), yorgunluk, güçsüzlük, apati, karar vermede bozulma, uykuya eğilim ve sonunda da komaya neden olur. Ayrıca aktivitesi azalan beyin oksijen ihtiyacı da azalır; bu, boğulma gibi oksijensiz kalınan durumlarda beyne geçici bir koruma sağlar. Kalp soğudukça elektriksel iletisinde bozulmalar olur ve ritim bozuklukları görülebilir. Vücudun hareket ettirilmesi ile bile bu ritim bozukluklarının tetiklenebileceği hatta kalbin durabileceği akılda bulundurulmalıdır.

DİKKAT !

Soğuk, kalbin elektriksel aktivitesini bozar ve kalbin ritmi bozulabilir. Ani hareketler ritim bozukluklarını başlatabilir hatta kalbin durmasına sebep olabilir. O nedenle uzun süre soğukta kalmış ve hipotermik kişilerin mümkün olduğunca az hareket ettirilmesi gereklidir.

Hipotermi ya da soğuk maruziyetinin dalış açısından önemli bir etkisi ise gaz alış verişinde olan değişikliklerdir. Soğukta birçok bölgeye kan akımının azalması ile dokulara gaz geçişi azalır. Bunun dekompresyon hastalığı riskini azalttığı düşünülür. Ancak pratikte, soğuk etkisi dalışa hemen başlar başlamaz değil bir süre sonra görülür. Yani dalışın başlarında dokulara gaz geçişinde soğuğa bağlı bir azalma yoktur. Perifer dokular soğumaya başladığında, dokulara gaz geçişi azalır ancak bu, dekompresyon aşamasında dokulardan gaz atılımı da azalacak demektir. Bu nedenle dokularda süpersaturasyon oluşur ve dekompresyon hastalığı riski artar. Bu arada gazların çözünürlüğü sıcaklık ile ters ilişkilidir. Soğukta artar ve kan akımı azalmış olsa da gaz alış veriş deva eder. Ancak vücut sıcaklığı arttığında gazların çözünürlüğü dolayısıyla gaz alış veriş azalır. Zaten süpersature bir dokuda gazın çözünürlüğünün azalması spontan kabarcık oluşumuna neden olabilir.

Bunları biliyor muyuz?

Dalış açısından önemli bir nokta da gaz alış-verişinde olan değişikliklerdir. Dalış sırasında oluşan hipotermi ya da soğuk maruziyeti, hem kan akımına bağlı hem de gaz çözünürlüğüne bağlı değişiklikler nedeniyle, dalış sonrası ısınma sırasında dekompresyon hastalığı riskini arttırabilir. Bu nedenle dalış sırasında üşümüş bir dalıcının dalış sonrasında sıcak duş alması önerilmez.

Soğuk şoku

Soğuk suya ani maruziyet olduğunda yukarıda açıklananlardan daha farklı bir yanıt oluşur. Soğuk şoku da denilen bu durum, suya girdikten sonra 3-4 dakika içinde gelişen, çok iyi bir yüzücünün bile ani ölümüne sebep olabilecek karmaşık değişiklikler bütünüdür. Soğuk suya ani batma ile periferdeki damarlar kasılır ve kan basıncı yükselir. Kalp hızı neredeyse dakikada 20 atım kadar artar. Tüm bunlar kalbin iş yükünü artırır, yani daha fazla çalışmasına sebep olur. Bu sırada solunumsal bazı değişiklikler de olur. Kişi soğuk suya batma ile derin bir soluk alır. Sonrasında ise çok hızlı soluk alıp verir (*hiperventilasyon*) ve solunumunu kontrol edemez. Bu, kazazedenin iyi bir yüzücü olsa dahi akciğerlerine su çekmesine (*aspirasyon*) ve boğulmasına neden olabilir. Hiperventilasyon devam ederse vücuttaki karbondioksit azalır. Hipokapni denilen bu durum beyin kan akımını azalmasına, buna bağlı olarak da bilinç bulanıklığı ve oryantasyon bozukluğuna yol açabilir. Bu 3-4 dakika atlatılabilirse, devam eden süreçte hipotermi gelişebileceği unutulmamalıdır.

Hipotermi oluşmasını etkileyen faktörler

Her ortamda ve herkeste aynı hızda soğuma/hipotermi gelişmez. Bu farkın oluşmasında kişinin fiziksel özellikleri etkilidir. Bunların başında da cilt altı yağ dokusu kalınlığı gelir. Cilt altı yağ dokusu daha kalın olan kişilerde, soğuğa karşı yalıtım daha fazladır. Bu nedenle hipotermi daha geç oluşur. Sadece yağ dokusu değil, yağ dokusunun nerede daha fazla toplandığı, bir başka deyişle vücut şekli de önemlidir. Zayıf ve uzun boylu olanların daha kolay hipotermiye girdiği bilinmektedir. Gövde etrafı daha kalın olan bireyler ise iç bölgeyi, bir başka deyişle organları daha sıcak tutabildikleri için daha avantajlıdır.

Metabolik ısı artışı açısından bazal metabolizma hızı da hipotermi oluşumunda etkilidir. Bazal metabolizma hızı yüksek olan kişilerin ısı üretim kapasiteleri daha iyidir ve soğuğa daha dayanıklı oldukları söylenebilir. Bazı insanların beslenme düzenlemesi ile bazal metabolizma hızlarını arttırdıkları bilinmektedir.

Tüm bu bireysel özelliklerin yanında elbette su sıcaklığı, hava koşulları (yağmur ve rüzgar varlığı gibi), dalış sırasında yalıtım için kullanılan dalış giysisi (ıslak ya da kuru elbise) gibi faktörler de hipotermi riskini ve gelişme hızını etkiler.

Belirtiler

Titreme en belirgin belirtidir. Eller ve ayaklarda soğuma hatta morarma olur. Dudaklarda morarma olması da beklenen bir durumdur. Sonrasında el becerilerinde kayıp oluşur. Bu, dalış donanımının kontrol edilmesi ve kullanılmasında zorluklara yol açar. Dalıcı ne yapması gerektiğini bilse bile bunu yapamayabilir. Vücut sıcaklığı düştükçe bilinç bulanıklığı ortaya çıkar. Mantıklı düşünme ve karar verme yetilerini kaybedilmesi ile boğulma riski artar. 30°C altında titreme durur. Daha ileri hipotermide ise bilinç kapanır ve kalpte ritim bozuklukları görülebilir. Vücut iç sıcaklığına göre belirti ve bulgular **Tablo 1**'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Vücut iç sıcaklığına göre hipotermi belirti ve bulguları.

Vücut iç sıcaklığı	Özellikler
Soğuk stresi 1-2 derece düşüş	Kontrolsüz titreme, El becerilerinde bozulma, Deride hissizlik.
Hafif hipotermi 35-32°C	Bilinç açık, titreme var, solunum normal, Kendi ihtiyaçlarını giderebilir, Koordine motor hareketlerde bozulma belirgin, Yorgunluk, yavaş hareketler.
Orta hipotermi 32- 28°C	Bilinç bulanık, titreme azalmış, Kalp hızı ve solunum azalmış, Kendi ihtiyaçlarını gideremez, yardımsız hareket edemez, Aktif ısıtma gerekli.
Şiddetli hipotermi <28°C	Bilinç kapalı, titreme yok, Kalp hızı ve solunum çok yavaş, hatta alınamayabilir, Ritim bozuklukları görülebilir.

Ne yapılmalıdır?

İlk yapılması gereken dalışı bitirmek ve soğuk ortamdan uzaklaşmaktır. Sudan hemen çıkmak mümkün değilse ya da yardım beklemek gerekiyorsa suda sakın bir şekilde kolları ve bacakları fazla hareket ettirmeden durmak gerekir. Soğuk su içerisinde hareket etmek daha fazla soğumaya neden olacaktır. Vücudu H.E.L.P. (*Heat escape lessening posture/Isı kaybını azaltıcı duruş*) pozisyonu denen kafanın suyun üzerinde, bacakların karına doğru çekildiği ve kolların da bacakların etrafına sarıldığı pozisyonda tutmak iç sıcaklığı korumak için faydalıdır. Birden fazla dalıcı varsa, grup bir arada durmalıdır.



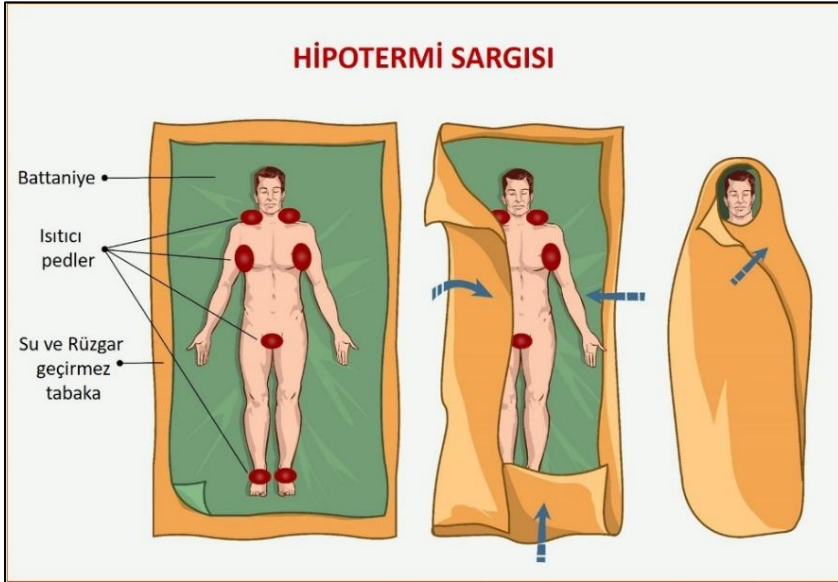
HELP (Heat Escape Lessening Posture/ Isı kaybını azaltıcı duruş)

Dalıcının soğuk sudan çıktıktan sonra daha fazla ısı kaybetmesi önlenmelidir. Bunun için varsa ıslak elbise çıkartılabilir ancak şart değildir. Mutlaka yalıtım sağlanmalıdır. Rüzgarlı ya da yağışlı havada, plastik torba gibi ıslanma ve rüzgarın etkisine engel olacak malzemeler yalıtım için kullanılabilir. Dalıcının üzerinde yattığı ya da oturduğu zeminle temasının önlenmesi de önemlidir. Yalıtım sağlandıktan sonra ısıtmaya yönelik girişimlerde bulunulmalıdır. Bir battaniye ya da örtü ile sıcak kalması sağlanan dalıcı yatay pozisyonda tutulmalı ve olabildiğince az hareket ettirilmelidir. Ani hareketlerin, elektriksel aktiviteye hassas hale gelmiş kalpte ritim bozulmalarına yol açabileceği unutulmamalıdır. Hatta hareketten kaçınmak için ıslak elbise kesilerek çıkarılmalıdır. Hareket ya da ayakta durmak **afterdrop** denilen olaya da yol açabilir.

Afterdrop: Soğuk maruziyeti bittikten sonra da iç sıcaklığın düşmeye devam etmesine verilen isimdir. Bilindiği üzere hipotermik bir kişide perifer dokular soğuk, kalbin de bulunduğu iç dokular daha sıcaktır. Isınmanın başlaması ile birlikte iç bölgelere göre daha soğuk olan perifer dokularda damarlar bir miktar genişler ve kan akımı başlar. Böylece periferde soğuyarak iç bölgeye dönen kan miktarında artış olur ve iç bölge yani kor sıcaklığı düşmeye devam eder. Isınmadan sonra soğuk kanın yer değiştirmesi ile oluşan bu olaya afterdrop denmektedir. Hareket perifer dokularda kan akımını arttırdığı için, dolaşıma daha fazla soğuk kanın katılmasına sebep olur. Dolayısıyla en sık soğuk sudan çıktıktan sonra hareket edilmesi ile ortaya çıkar. Uygulanan ısıtma yöntemi de damarlarda ani genişlemeye sebep olabileceği için önemlidir. Ayrıca iç bölgenin perifere doğru kondüksiyonla ısı kaybetmesinin de etkisi vardır ama bu daha azdır. Sonuçta ani bilinç kayıpları görülebilir. Afterdrop, sınır düzeyde hipotermik olanlar için daha önemlidir.

Titreme vücut sıcaklığının yükselmesi için gereklidir ancak enerji gerektirir. Bunun için enerji üretimini arttıracak kalori desteği sağlanmalıdır. Ilık şekerli su gibi içecekler hem ısınmada hem de enerji sağlamada yardımcıdır. Çay kahve gibi içecekler böbreklerden sıvı atılımını artırır (diürez) sıvı kaybına neden olacakları ve kalp hızını artırarak aritmi riski oluşturabilecekleri için tercih edilmezler. Aynı şekilde alkol de hem damarların genişlemesine yol açtığı, hem de idrar atılımını arttırdığı için tavsiye edilmez.

Kurtarılan dalıcının yalıtımı sağlandıktan sonra ısıtma için aktif ısıtma yöntemleri de kullanılabilir. Sahada uygulanabilecek aktif ısıtma yöntemleri kısıtlıdır. Bunların başında *heat pack* adı verilen büyük ısıtıcı pedler gelir. Bu pedler kol altı, kasıklar, baş çevresi gibi ısı iletiminin daha fazla olduğu yerlere konulabilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta bu pedlerin günlük hayatta kullanılan el ısıtıcıları gibi küçük ısıtıcılardan farklı olduğudur. Bu küçük pedler yeterince ısıtma sağlayamadığı gibi yanık oluşturma riski de taşırlar. Isıtıcı pedler uygulandıktan sonra kazazedenin piyasada rahatlıkla bulunabilen ısı koruyucu battaniyeler ile sarılması daha etkin bir sonuç sağlar. Aktif ısıtma için elektrikli battaniyeler, sıcak su doldurulmuş şişeler (etrafı bir örtü ile sarılı şekilde) ya da hazır halde satılan hipotermi kitleri de kullanılabilir. Bir başka yöntem de vücut vücuda ısıtmadır. Bu yöntemle, titremekte olan bir kişinin yanına sıcak olan bir kişinin yakın şekilde yatması ile ısı iletiminin artması hedeflenir. Ancak ısınma konusunda etkin bir yöntem olduğu gösterilememiştir.



Isıtıcı pedler boyun, kol altı ve kasıklara uygulanır. Birlikte ısı koruyucu battaniye ve izolasyon sağlayan bir başka örtü (örneğin plastik torba) ile sarma ısıtmayı daha etkin hale getirir.

Hipotermide sıcak su banyosu bilinenin aksine yanlıştır. Sıcak su, damarların genişlemesine, böylece iç bölgede daha fazla olan kanın soğuk olan periferik yayılmasına ve çevredeki soğuk kanın iç bölgeye hızla ulaşarak buranın soğumasına yol açacağı için afterdrop fenomenine neden olabilir. Kişide ani bayılma, bilinç kaybı ortaya çıkabilir. Bu nedenle sıcak su banyolarından kaçınılmalıdır. Uzunca bir süre eğer aktif ısıtma gerekirse kişinin ılık su dolu küvete sokulması halinde hiç olmazsa kol ve bacaklarının dışarıda kalması şeklinde öneride bulunulurdu. Oysa daha güncel rehberlerde, bilinenin aksine olarak, kolların dirseklere kadar ve bacakların dizlere kadar olan bölümlerinin 42-45°C sıcak suya sokulmasının buradaki anastomoz adı verilen damar yapılarını açarak iç bölgelerde soğumaya yol açmadan ısınma sağlayabileceği bildirilmektedir. Yine de hafif hipotermi dışında ve tedavi için kazazedeyi riske atmayacak koşullar oluşturulmadıkça sıcak su banyolarını önermiyoruz.

Hipotermik bir dalıcıyı sudan kurtarıırken dikkat edilecek konu *circumrescue collapse* denilen kurtarma sırasında ani gelişebilecek bilinç kaybı ya da ölümdür. Sudan çıkarılma sırasında, vücudun alt kısmında daha fazla olan hidrostatik basınç azalır ve vücudun üst kısmında daha fazla olan kan bu bölgelere doğru yer değiştirir. Oluşan hipotansiyon kalp, beyin gibi dokularda kan akımında ani bir azalmaya sebep olur. Hali hazırda bir miktar soğumuş olan kalp bu değişikliği karşılayamayabilir ve bilinç kaybı olur. Periferden soğuyarak dönen kan da afterdrop oluşturarak durumu kötüleştirebilir. Dalıcı, kurtarma aktivitesine kendisi de efor ile katılırsa (örneğin tekne merdivenine tırmanarak) afterdrop riski artar. Ayrıca hareketin kalp ritminde bozulmaya neden olması ile de ani ölüm oluşabilir.

Daha ileri, bilinç kaybının olduğu hipotermi olgularında ise mümkünse temel yaşam desteği başlatılmalı ve derhal sağlık ekiplerine haber verilmelidir. Hem ileri hipotermi (nabız ve soluk çok yavaşladığı için) ölüme çok benzeyebileceğinden hem de hipoterminin beyin üzerinde koruyucu bir etkisi olduğundan ileri yaşam desteği (resusitasyon-yeniden canlandırma) bu hastalarda iyi sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla hasta ısınana kadar yaşam desteğine devam edilmeli ve kolay vazgeçilmemelidir.

DİKKAT !

Hipotermide olan bir dalıcı mutlaka yatay şekilde sudan çıkarılmalı ve bu sırada hareket etmemesi sağlanmalıdır. Bu şekilde hem hidrostatik basıncın düşmesinin etkisi hem de afterdrop riskini azaltır.

Korunma

Hipotermiye karşı en iyi korunma tabi ki koşullara uygun yalıtım sağlamaktır. Çok çeşitli şekillerde ve kalınlıklarda bulunabilen neopren dalış elbiseleri ilk akla gelen koruyuculardır. Daha soğuk sular için kuru elbiseler de artık yaygınlaşmıştır. Ayrıca, ısıtıcı içlikler de piyasada bulunabilmektedir.

Bunların yanında, hipotermi riski ile karşı karşıya kalındığında su içerisinde aşırı hareket ve efordan kaçınmak, ısı kaybını azaltmayı sağlayacak şekilde ayakların karına çekili olduğu pozisyonu korumaya çalışmak soğumayı geciktirecektir.

Bunları biliyor musunuz?

Neopren dalış elbiselerinin yapısında hava boşlukları vardır. Dalış elbiseleri bu hava boşluklarının sağladığı yalıtım ile vücut sıcaklığını korumaya yardımcı olurlar. Ancak dalış derinliği arttıkça neopren doku içindeki bu hava boşlukları basıncın etkisi ile küçülür, hatta tamamen kapanır. Bu durumda elbisenin yalıtım etkisi azalır. Dalış derinliği arttıkça neopren dalış elbiselerinin soğuğa karşı koruyuculuğu azalır.

Soğuk ürtikeri

Bazı insanlarda soğuk suya temasın alerjik etki gösterdiği bilinmektedir. Histamin denen bir maddenin fazla salınımı ile beraber deride kızarıklık, ödem ve yanma hissi veren lezyonlar oluşabilir. Şiddetli kaşıntı bazen de yanma hissi gibi yakınmalara sebep olur. Soğuk ile temas kesilmelidir. Ayrıca, lezyonların üzerine alerji giderici ilaçların uygulanması ve bazen de ağızdan alerji önleyici ilaçların kullanılması önerilebilir.



Bacağın soğuk suda kalması sonrası diz altı bölgede görülen soğuk ürtikeri

Hipertermi

Vücut iç sıcaklığının yükselmesidir. Dalıcılar için hipotermiye göre çok daha nadir bir sorundur. Soğuk suya maruziyette görülen kompensasyon/dengeleme ve vücut sıcaklığını korumaya yönelik mekanizmaların aksine hipertermide belirgin bir düzenleme yanıtı oluşmadan vücut sıcaklığı hemen yükselmeye başlar. Dalış sırasında vücut sıcaklığı artmaya başlarsa sıcaklığı dengeleme mekanizmaları soğuk suya maruziyette olduğuna göre çok daha etkisizdir. Bunun nedeni havada vücudu soğutmak için çok etkili bir yöntem olan evaporasyon yani buharlaşmanın su içerisindeyken çalışmamasıdır. Ayrıca dalıcının suya girmeden dalış elbisesi giyinik vaziyette zaman geçirmesi de sıcak havalarda aynı etkiyi gösterir. Zira en sık, dalış hazırlıklarının yapıldığı sırada, dalıcı üzerinde dalış elbisesi ya da termal koruma sağlayan malzemeler ile efor gerektiren işler yaparken görülür.

Sıcağa maruziyette neler olur

30°C'nin üstündeki sularda vücut ve su arasında sıcaklık farkı ve dolayısıyla ısı iletimi az olduğundan, soğuma pek olmaz. Metabolik aktivitede artış ve iç sıcaklıkta yükselme olur. Bulantı, kusma, baş ağrısı, kimi zaman nöbet ve kalpte ritim bozuklukları olur. Dehidratasyon yani sıvı eksikliği hipertermi oluşumunu kolaylaştırır ve etkilerinin daha fazla hissedilmesine neden olur. Vücut sıcaklığı 41°C üstüne çıkarsa ölüm görülebilir.

Hiperterminin en tehlikeli olduğu zamanlardan biri hazırlanma sırasında fazlaca ısınmış olan dalıcının soğuk suya atıldığı dönemdir. Sıcaklığın ani değişiminin yaptığı şok etkisi ile kalp krizi ya da ritim bozuklukları ortaya çıkabilir.

Ne yapmak gerekir

En başta aktivite kısıtlanmalı ve dalıcı sıcak ortamdan uzaklaştırılmalıdır. Vücudu soğutmak için, cilde soğuk su serpmek, alkol uygulamak, ıslak örtü ya da bezler sarmak gibi yöntemler uygulanabilir. Ancak soğutmanın da çok hızlı yapılmamasına dikkat edilmelidir. Dehidratasyonu gidermek için su ya da tanesiz meyve suları içilmesi etkilidir.

Korunma

Korunmak için bireysel önlemler almak yeterlidir. Güneş altında ve çok sıcak ortamda aşırı efor gerektirecek aktivitelerden uzak durulmalıdır. Hidratasyona önem verilmeli ve bol sıvı alınmalıdır.



Önerilen kaynaklar

Giesbrecht, G. G. (2000) Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: a review. *Aviat Space Environ Med* 71(7): 733-52.

Mitchell, S.J. (2016) Cold and hypothermia. In: *Diving and Subaquatic Medicine*. (5th ed., Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.), CRC Press, s: 329-338.

Strauss, M. Aksenov I. (2004) Meeting the challenges of the cold water environment. In: *Diving Science*. (1st ed., Strauss, M., Aksenov, I.) USA, Human Kinetics, s: 133-148.

Zafren, K., Giesbrecht, G. G., Danzl, D. F., et al. (2014) Wilderness Medical Society practice guidelines for the out-of-hospital evaluation and treatment of accidental hypothermia: 2014 update. *Wilderness Environ Med* 5(4 Suppl):S66-85.

SIĞ SU BAYILMASI



Dr. Abdullah ARSLAN

Tanım

Siğ su bayılması tek soluk tutma süresi içerisinde yapılan dalışlar, sualtında yüzme veya soluk tutma sırasında görülen bayımlardır. Bayılmanın su içerisinde gerçekleşmesi oldukça tehlikeli bir durumdur. Bayılma sonucunda boğulma gibi ciddi sorunlarla karşı karşıya kalınır. Donanımlı dalışların aksine hiçbir alet kullanılmadan yapılabilmesi, herhangi bir eğitim alınmasının gerek olmaması, serbest dalışlarla ilgili sorunların öğrenilmesinin önüne geçmektedir. Bu nedenle soluk tutarak yapılan dalışlar veya sportif faaliyetlerle uğraşan insanların bu durumun neden geliştiğini iyi öğrenmesi, kendi sınırlarını zorlamadan sorunsuz dalışlar yapması açısından önemlidir. Günümüzde halen siğ su bayılması nedeniyle birçok dalıcı, zıpkıncı ve yüzücü hayatını kaybetmektedir.

Uyarı: Siğ su bayılmasına bağlı birçok can kaybı yaşanmaktadır!

Tarihçe

Serbest dalışlar insanlık tarihi kadar eskiye dayanmaktadır. Deniz canlılarını avlamak veya toplamak, askeri amaçlı görevler ve sualtı ortamını keşfetmeye yönelik olarak ilk serbest dalışlar yapılmıştır. Serbest dalış tek bir soluk tutma süresi içerisinde çoğu zaman herhangi bir alete gerek duyulmadan yapılabilen dalışlardır. M.Ö. 5. yy'da Pers Kralı Serhas'ın deniz altından değerli hazineleri çıkarması amacıyla Sycllys adlı dalgıcı görevlendirdiği Herodot'un yazılarında bulunmaktadır. M.Ö. 9. yy'a ait bulunan bir Asur freskinde sualtına hava kaynağını yanında taşıyarak dalış yapan insan figürü bulunmuştur. Yüzyıllar boyunca Kore ve Japonya'da değerli deniz canlılarını toplamak amacıyla serbest dalış yapan ve günümüzde halen bu işlerine devam eden Ama dalgıcıları bulunmaktadır.



Japonya'da istiridye toplamak amacıyla soluk tutarak dalan Ama dalgıçları

Sığ su bayılması (*shallow water blackout*) terimi ilk olarak 1940'lı yıllarda İngilizler tarafından donanımlı dalışlarda hava kaynağından kaynaklı bayılmalar için kullanılmış bir terimdir. Yıllar içerisinde bu tanım donanımlı dalış bayılmaları için kullanılmaktan vazgeçilip serbest dalışlar sırasında dalıcının yüze yakın yerlerde bayılmasını belirtmek için kullanılmaya başlanmıştır.

Fizyopatoloji

Serbest dalışta temel amaçlar **daha derine dalmak** ve **daha uzun süre soluk tutmak** olmuştur. Aslında daha derinlere inebilmek için daha uzun süre soluk tutmak gerektiği açıktır. Serbest dalış yapan kişilerde dalışın süresini ve derinliğini belirleyen önemli faktör her zaman soluk tutma süresi olmaktadır.

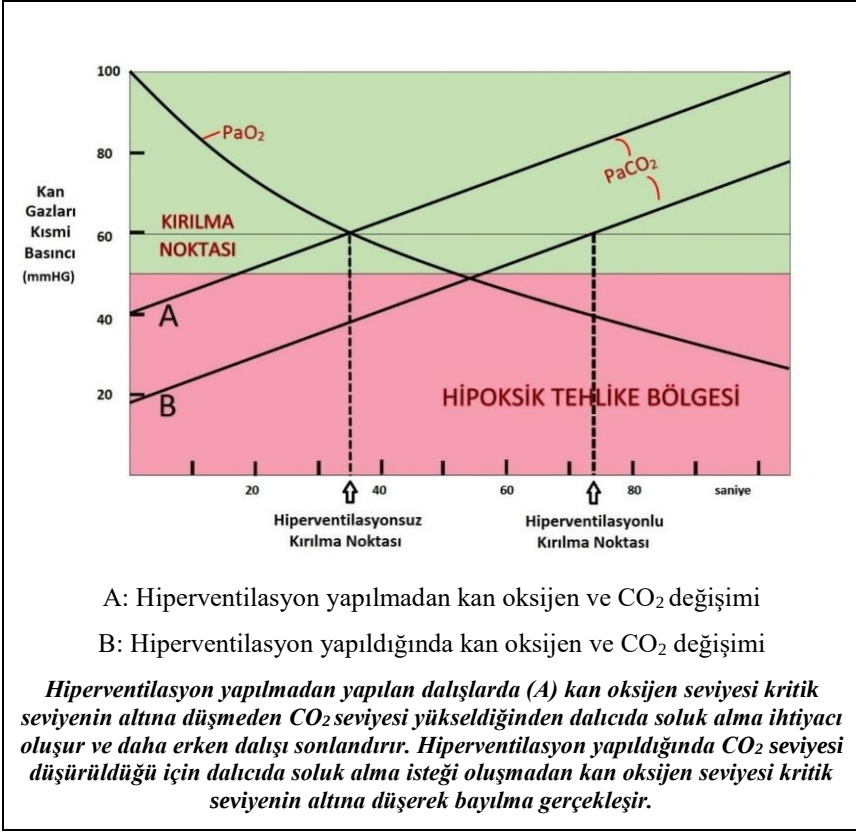
Sualtına dalan bütün insanlar suyun altına inmeden önce sık ve derin soluk alarak (*hiperventilasyon*) dalış yaptıklarında daha uzun süre sualtında kalabildiklerini farkederek. Hiperventilasyon gerçekten de sualtında kalış süresini arttırmaktadır. Bu manevra çoğunlukla vücutta daha fazla oksijen biriktiği ve böylece oksijenin daha geç tükeneyeceği düşünülerek yapılmaktadır. Halbuki hiperventilasyon ile normal şartlar altında vücutta çözünmüş oksijen miktarı değişmez. Bu sabittir ve deniz seviyesinde 100 mmHg civarındadır. Öte yandan hiperventilasyon ile kanda bulunan karbon dioksit (CO_2) miktarı düşürülebilir. Soluk tutma işlemi sırasında soluk almayı uyaran sistem kandaki CO_2 seviyesinin yükselmesidir. Oksijen seviyesi bilindiğinin aksine soluk alma isteğinin oluşmasına birincil olarak katkıda bulunmaz. Dalış sırasında yapılan aktiviteye bağlı olarak vücutta oksijen tükenmeye, CO_2 seviyesi artmaya başlar. Kandaki CO_2 artışı dalıcıyı soluk almaya zorlayarak oksijen kritik seviyelerin altına düşmeden su yüzeyine çıkmaya zorlar. Hiperventilasyon ile kan CO_2 düzeyi düşürüldüğünde dalıcının soluk alma isteği ötelenmiş olur.



Uyarı: Hiperventilasyon ile kan oksijen seviyesi yükseltilemez.

Dalışlar sırasında yaklaşık her 10 metrede ortam basıncı 1 Bar artış göstermektedir. Basınç artışına bağlı olarak dalıcının vücudundaki parsiyel oksijen basıncı artar. Dalış sırasında dalıcının bulunduğu derinliğe bağlı olarak artan oksijen basıncı dalıcının oksijen ihtiyacını karşılar. Örneğin dalıcı 10 metre derinlikte iken, ortam basıncının iki katına çıkması nedeniyle oksijen parsiyel basıncını normalin iki katı olarak kullanır ve oksijen ihtiyacı çekmez. Fakat yüze yaklaşıkça ortam basıncının azalması oksijenin parsiyel basıncının hızla düşmesine neden olur. Dalıcı yüze yakın bir noktada oksijen basıncının düşmesine bağlı olarak bayılabilir.

Kandaki parsiyel oksijen basıncının çıkış esnasında düşmesinin diğer bir nedeni de akciğerlerin genişlemesidir. Yüze yaklaşıkça ortam basıncının azalması aynı zamanda akciğerlerin tekrar eski haline dönmesine neden olur. Dipteyken kan ve akciğerde eşit kısmi basınca sahip olan oksijen, akciğerlerin genişlemesiyle kandan akciğere doğru geçiş yapar. Böylece kan parsiyel oksijen basıncının düşmesine katkıda bulunur.



Oksijen parsiyel basıncının kritik seviye olan 40-50 mmHg'nin altına düşmesi sonucu bayılma meydana gelir. Bayılma hiçbir belirti vermeden ani bir şekilde ortaya çıkar. Hiperventilasyon CO₂ seviyesini düşürerek soluk alma isteğini, süresini uzatmış olur. Dalıcıda soluk alma isteği oluşuncaya kadar oksijen seviyesi kritik seviyelere düşerek bayılmaya neden olur.

Sığ su bayılmasında temel fizyopatolojik nedenler;

- Dalış başlamadan hiperventilasyon yapılması,
- Derin dalış sırasında ortam basıncının artmasına bağlı olarak oksijen parsiyel basıncının artması ve çıkışta ortam basıncının azalmasına bağlı olarak oksijen kısmi basıncının hızla düşmesi,
- Dalışın çıkış esnasında akciğerlerin eski haline dönmesi ve kandan akciğere oksijen geçişinin başlaması olarak sıralanabilir.

DİKKAT !
Serbest dalış öncesi kesinlikle hiperventilasyon yapılmamalıdır.

Klinik

Dalıcı bilincini kaybettiğinde o anki yüzerlik durumuna göre su içinde kalır veya su yüzeyine çıkar. Dalıcı su içerisinde kaldığı zaman soluk alma refleksi ortaya çıkarak akciğerlere su kaçmasına (*aspirasyon*) neden olabilir. Bazı durumlarda dalıcı su içerisinde soluk almadan baygın şekilde kalabilir. Su içerisinde dalıcının bulunması durumunda varsa hızlıca ağırlık kemeri atılmalı ve dalıcının ağız ve burnu kapalı olacak şekilde su yüzeyine çıkarılmalıdır. Su yüzeyinde baygın şekilde bulunan dalıcılar sırt üstü veya yüz üstü pozisyonda bulunabilir. Dalıcı sırt üstü pozisyonda ağız ve burnu su dışında kalacak şekilde tekne, bot veya karaya çıkarılmalıdır.



***Su içinde bulunan serbest dalıcının su üzerine çıkarılması.
Ağırlık kemeri çıkarılır ve ağız-burun kapatılarak yüzeye gelinir.***

Bazen yüzeye geldikten sonra da bayılma gerçekleşebilir. Dalıcı su yüzeyine geldikten sonra ilk soluğu almasına rağmen kan oksijen seviyesi hemen yükselmediğinden su yüzeyinde de bayılma gerçekleşebilir.

Dalıcı sert bir zemine ulaştırıldıktan sonra hızlıca soluk alıp almadığı kontrol edilmelidir. Soluk alıyorsa başı geriye doğru çekilerek hava yolu açıklığı sağlanır, ağız ve burunda hava yolunu tıkayıcı herhangi bir durumun varlığı kontrol edilir. Mümkünse hemen rezervli maske ile %100 oksijen tedavisi başlanmalıdır. Soluk almayan dalıcılarda ağızdan ağıza veya ağızdan buruna yapay solunuma başlanır. Soluk almayan dalıcının kalbi durmuşsa aynı zamanda

kalp masajı yapılır ve boğulmalarda uygulanan tedavi başlanır. Kalp atışı ve solunum geri gelene kadar kalp-akciğer canlandırmasına (*kardiyopulmoner resüsitasyon*) devam edilir. En yakındaki sağlık kuruluşuna nakli sağlanır. Bayılma sonrasında bilinci yerine gelen dalıcılarda su aspirasyonuna bağlı “tuzlu su aspirasyonu sendromu” veya zatürre (*pnömoni*) gelişebilir.



Baygın olarak bulunan dalgıç solunum yolu açıkta kalacak şekilde suda taşınır.

Bayılma sonrasında bilinci yerine gelen dalıcılarda olay sırasında meydana gelen olaylar hatırlanamayabilir. Beynin oksijensiz kalmasına bağlı bazı dalıcılarda çeşitli düzeylerde kalıcı beyin hasarı oluşabilir.

Korunma

Yüzücülerde dipten en uzun mesafeyi yüzmek, zıpkıncılarda balık için uzun süre beklemek, dalıcılarda kendi rekorlarını daha derine taşımak amacıyla sualtında uzun süre kalmaya çabalamak hayatı tehdit edici bu durumun gelişmesine neden olabilmektedir. Ülkemizde ve dünya genelinde sığ su bayılmasına bağlı birçok can kaybı yaşanmaktadır. Donanımlı dalışlarda mutlaka bir eğitmen tarafından eğitimler verilirken ve deneyimli bir dalış eşi bulunurken, serbest dalışlarda bu olanak bütün serbest dalıcılara sağlanamamaktadır. Çoğu zaman herhangi bir alete ihtiyaç duyulmaması, birçok kişinin kendi başına öğrenmesi nedeniyle sığ su bayılması fazla bilinmemektedir. Bazı dalıcılar tarafından bilinmesine, haberlerde bu nedenle ölümlerin olduğu bildirilmesine rağmen dalıcılar o zamana kadar kendilerinde bu durumun oluşmadığını düşünerek, kendi sınırlarını zorlayarak dalışlar yapmaktadır. Sığ su bayılmasının bir kez bile kendi başlarına gelmesinin geri dönülemez sonuçları olduğu göz ardı edilmektedir.

DİKKAT !
Sığ su bayılması her serbest dalıcının başına gelebilecek bir durumdur!

Bir kez bile dalıcının bu durumla karşılaşması hayati tehlikelere ve kalıcı hasarlara neden olabilmektedir. Bu nedenle sığ su bayılmasının gerçekleşmemesi için neler yapılması gerektiği iyi bir şekilde öğrenilmelidir.

Sığ su bayılmalarından korunmak için dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır;

• Hiperventilasyondan mutlaka kaçınılmalıdır. Dalış öncesi hiperventilasyon yapan bir dalıcı görüldüğünde mutlaka uyarılmalıdır.
• Dalıcılar kendi sınırlarını iyi bilmeli, yapabileceğinden daha derine dalışlar yapmamalıdır.
• Su altında oksijen tüketimini artırıcı aşırı egzersizden kaçınılmalıdır.
• Aşırı özgüven, hırs ve kendini ispat nedeniyle sınırları zorlanmamalıdır.
• Daha hızlı dalış yapmak amacıyla gereğinden fazla ağırlık kullanmak negatif yüzerliğe neden olmaktadır. Dalıcının yüzeye yakın bilincini kaybetmesi negatif yüzerlilik olması durumunda su yüzeyine çıkmasını engelleyecektir.
• Serbest dalışlarda, zıpkın avlarında mutlaka bir dalış arkadaşı ile dalış yapılmalıdır. Bir kişi dalarken diğeri su yüzeyinden dalış yapmanı kontrol etmelidir.

Uyarı: Serbest dalış yapan her dalıcının sığ su bayılmasının nasıl gerçekleştiği, olası sonuçları ve korunma yolları hakkında eğitim alması bu durumun önlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Önerilen kaynaklar

Bennett, M. (2016) Hypoxia. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th Ed., Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.) CRC Press, s: 217-228.

Ferrigno, M., Lundgren, C.E. Breath-hold diving. In: Bennett and Elliotts' Physiology and Medicine of Diving. (5th ed., Brubakk, A., Neumann, T.S.) London, Elsevier Science, s: 153-180.

Toka, F. (2001) Kısa süreli su içi ve kara egzersizlerinin nefes tutma süresi ve solunum parametrelerine etkisi. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul.

GÜNEŞ YANIĞI VE DENİZ TUTMASI



Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT

Güneş yanığı

Yanık, elektrik, ısı, kimyasal maddeler veya radyoaktif ışınlarla meydana gelen doku harabiyetidir. Dünyada her yıl yaklaşık 2,5 milyon insanın yanıktan etkilendiği bilinmektedir. Yanıklar bazen çok hafif şiddette kazalar olarak karşımıza çıkabileceği gibi, zaman zaman yaşamı tehdit eden şiddetli doku hasarları şeklinde de görülebilir. Güneş yanıkları dalıcılarda sık ortaya çıkan sorunlardan biridir.

Tekne veya botlarla dalış bölgesine transfer sırasında, dalışlar arasında bekleme sürelerinde veya dalıcının özellikle güneşlenmesi nedeniyle güneş yanığı ortaya çıkabilir. Şnorkel ile dalışlarda uzun süre güneşe maruz kalmak da yanık ile sonuçlanabilmektedir.



Uzun süreli güneş maruziyeti sonucu dalıcılarda güneş yanıkları gelişebilir.

Güneş ışınları D vitamini sentezinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Öte yandan uzun süreli maruziyetler birçok istenmeyen etkiyi de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle güneşin yararlı etkilerinden faydalanırken, zararlı etkileri göz ardı edilmemelidir. Güneş yanığına yol açan neden, güneş kaynaklı ultraviyole (UV) ışınlarıdır ve bu ışınlar dakikalar içinde deri tabakalarını etkileyebilmektedir. Ultraviyole ışınları, dalga boylarına göre sınıflandırılmaktadır (**Tablo 1**). Kısa UV-B ışınları, UV-C ve vakum UV ışınları yeryüzüne ulaşmadan emilir. Güneş yanıklarından sorumlu olanlar UV-A ve UV-B ışınlarıdır. UV-A ışınlarının çoğu dünyaya ulaşır ve yoğunluğu tüm gün boyunca sabit kalırken, UV-B ışınları akşamüstü saatlerinde azalmaktadır. Işınlar kuzey yarımkürede yaz aylarında saat 10:00-15:00 arasında cilde en dik şekilde ulaşmaktadır.

Tablo 1. Ultraviyole ışın dalga boyları

Ultraviyole	Dalga Boyu
UVA	320-400 nm
UVB	290-320 nm
UVC	100-290 nm
Vakum UV	10-100 nm

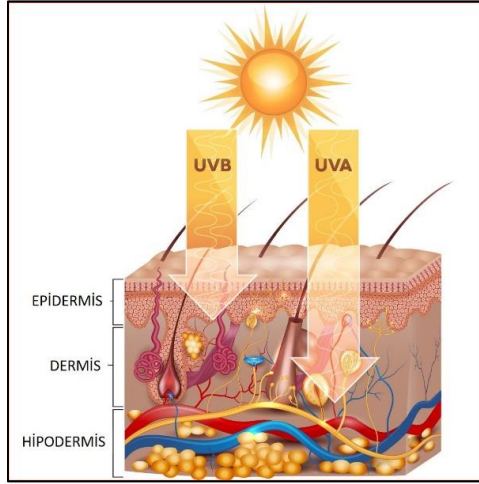
Ultraviyole ışınları güneş yanıkları dışında deri yaşlanması, deri kanseri ve bağışıklık sisteminde bozulmaya da yol açabilmektedir. Ayrıca ultraviyole, görme ile ilgili sorunların da önemli nedenlerindendir. Göz tabakaları üzerinde yapısal bozukluklara, iltihap oluşmasına, katarakta ve hatta göz içi ve göz kapaklarında kansere neden olabilmektedir.

Uyarı: Su ve kum, güneş ışınlarını yansıttığından yüzeyde uzun süre beklemek güneş yanığı riskini de artırmaktadır!

Fizyopatoloji

Deri yaklaşık 2 metrekarelik bir alana sahiptir ve vücutta sıvı kaybını önleyen önemli bir bariyerdir. Deri epidermis, dermis ve subkutan tabaka olmak üzere başlıca 3 tabakadan oluşmaktadır. Epidermis en dış katman olup, temel işlevi derinin yenilenmesi ve daha altta yer alan deri tabakalarının korunmasıdır. Deriye rengini veren melanin ve dayanıklılık sağlayan keratin maddeleri de epidermiste sentezlenmektedir. Dermiste ise deriyi besleyen damarlar, sinirler, ter bezleri, yağ bezleri ve kollajen yer almaktadır. Subkutan tabaka ise deri altı tabaka olarak da bilinir; derinin daha altta yer alan kemik ve kaslar üzerine yapışmasını sağlar.

Güneşe maruz kalındığında deride melanin pigmenti üretilir. Bu madde hem derinin korunmasından hem de bronz görünümünden sorumludur. Melanin üretimi miktarı sınırlı olduğundan, güneş ışınlarına uzun süreli ve yüksek dozlarda maruz kalındığında deri tabakalarında yapısal bozukluklar ortaya çıkmaktadır.



Deri kan damarı, sinirler, kul folikülleri, ter ve yağ bezleri gibi birçok farklı doku içermektedir.

Derinin ultraviyole ışınlarından etkilenme derecesi yanığın şiddetini belirlemektedir. Yanıktan sorumlu faktörler güneş, ısı, kimyasal madde ya da elektrik gibi farklı nedenler olsa da deride oluşturduğu etkiler benzerdir. Yüzeysel yanıklarda derinin en dış epidermis tabakasının bir bölümü etkilenirken, orta şiddette yanıklarda epidermisin tamamı, daha derindeki dermis tabakasının ise bir bölümü hasar görür. Derin yanıklarda hem epidermis hem de dermis tabakasının tamamı etkilenir ve tıp dilinde *eskar* şeklinde tanımlanan siyahımsı, ölü doku şeklinde karşımıza çıkar. Bu yanıklar tam kat deri kaybına neden olmaktadır. Çok derin yanıklarda ise kas, tendon ve kemik dokular da etkilenmektedir. Güneş yanıkları genellikle derin olmayan yanıklar şeklinde gelişmektedir (**Tablo 2**).

Tablo 2. Yanıkların derinliğine göre sınıflandırılması ve özellikleri

Derece	Derinlik	Ağrı	Kalıcı iz (Skar)
1.	Yüzeysel	+	Genellikle bırakmaz
2.	Orta	+++	Sıklıkla bırakır
3.	Derin	-	Bırakır
4.	Çok derin	-	Bırakır

Klinik

Yanık geliştiğinde yakınmalar, uygulanması gereken tedaviler ve ortaya çıkabilecek riskler açısından önemli olan derinin hangi tabakalarının, ne derecede zarar gördüğüdür.

Yanık gelişimi, yanık sahasının genişliği ve derinliği ile doğru orantılı olarak vücuttan şiddetli oranlarda sıvı kayıplarına yol açabilmektedir. Geniş çaplı, derin yanık gelişen olgular ölümle sonuçlanabilir. Güneş yanıkları sıklıkla çok derin olmayan ve daha küçük çaplı yanıklar şeklinde seyretmektedir. Bununla birlikte yine de güneş yanığı gelişen dalıcılarda da sıvı kaybı olabileceği ve deri bütünlüğünün bozulması nedeniyle infeksiyonların gelişebileceği unutulmamalıdır.

Birinci derece yüzeysel yanıklarda etkilenen alanlarda kuruluk, kızarıklık ve ağrı gelişmektedir. İkinci derece yanıklarda ödem, vezikül ve bül olarak tanımlanan içi sıvı dolu kabarcıklar gelişir ve ağrı çok daha şiddetlidir. Daha derin üçüncü ve dördüncü derece yanıklarda ise tam kat doku kayıpları ortaya çıkmakla birlikte, sinir uçlarının etkilenmesi nedeniyle ağrı görülmemektedir. Yüzeysel yanıklar herhangi bir iz bırakmadan iyileşirken, ikinci derece yanıklar genellikle iz bırakarak yani skar dokusu ile iyileşirler. Daha derin yanıklarda ise derinin daha derin tabakaları, kas, kemik ve tendonlar da etkilendiğinden iyileşen dokularda yara izi kalmaktadır.



Güneş yanığı nedeniyle içi sıvı dolu kabarcıklar (vezikül, bül) oluşabilir.

Güneş yanığı, genellikle maruziyet sonlanıp, klinik olarak yakınmalar ortaya çıkana kadar fark edilmemektedir. Yanığa bağlı olarak ortaya çıkan akut yakınmalar dalış elbisesi giymeye, güneş ve su ile temasa engel oluşturabileceğinden dalışın devam etmesini de engelleyebilmektedir.

Güneş ışınlarının geç dönem etkileri nedeniyle DNA, yani genetik yapı da olumsuz şekilde etkilendiğinden, uzun süreli güneş maruziyeti deri kanserine de neden olabilmektedir.

Tedavi

Yanık tedavisi oldukça zorlu ve karmaşık bir süreç olmakla birlikte, güneş yanıkları diğer yanık türleri ile karşılaştırıldığında genellikle daha hafif tablolara yol açmaktadır ve tedavisi belirtilere yöneliktir (*sempomatik*). İlk yapılması gereken dalıcının güneşe maruziyetinin engellenmesidir. Yanık şiddetli ise etkilenen bölgeye soğuk uygulamak hem ödemin hem de ağrının azaltılmasını sağlayacaktır. Bu amaçla anestezi kremleri kullanılabilir. Vezikül ve büller her gün steril sıvılarla yıkanmalı ve yanık kremleri uygulanmalıdır. Şiddetli olgularda kortizon içeren kremler yararlı olabilmektedir.

DERİ YANIĞI TEDAVİ YAKLAŞIMI

✓



SOĞUK SU
ALTINA TUT



YANIK KREMİ
KULLAN



SOĞUK
KOMPRESS YAP



AĞRI KESİCİ
HAP AL



ALOE VERA
SUYU SÜR

✗



YEMEK YAĞI
SÜRME



YUMURTA
BEYAZI SÜRME



DİŞ KREMİ
SÜRME

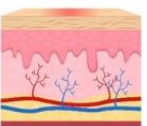


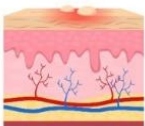
BÜLLERİ
PATLATMA

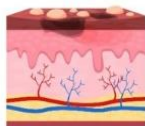


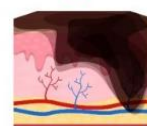
BUZ
KOYMA

YANIK DERECELERİ

I


II


III


IV


**112
ARA**



YÜZ, EL, AYAK,
GENİTAL BÖLGELER
YANDIĞINDA



III. VE IV.
DERECE
YANIKLARDA



VÜCUDUN %10
UNDAN FAZLASI
YANDIĞINDA



KİMYASAL
MADDE
YANIKLARINDA

Uyarı: Büllerin açılması ikincil infeksiyonların gelişimine zemin hazırlar. Bu nedenle yanık alanındaki büller asla patlatılmamalıdır!

151

Hafif şiddette yanıklarda herhangi bir sağlık kuruluşuna başvurulabilir, nadiren gelişebilen şiddetli güneş yanıklarında tedavi bir yanık merkezinde gerçekleştirilmelidir.

Korunma

Güneşten korunmada temel faktör fiziksel olarak güneş ışınlarına maruz kalmamaktır. Bu nedenle dalıcılar dalışlar arasındaki sürelerde kapalı alanlarda bulunmaya özen göstermelidirler. Vücudu direkt ışınlardan koruyan uzun giysiler tercih edilmeli ve şapka takılmalıdır. Özellikle şnorkel ile dalış yapanlar güneş ışınlarından koruyucu lycra elbiseler giymelidir. Ultraviyole ışınların %20-30'u giysilerden geçebilmektedir. Bu nedenle güneş koruyucu kremlerin kullanımı özellikle önemlidir. Bu kremler güneşe çıkmadan yarım saat önce sürülmeli ve dalış sırasında su, dalış elbisesi ve maske teması ile çok hızlı bir şekilde deriden uzaklaştığından sık aralıklarla tekrarlanmalıdır.



Güneşten koruyucu kremlerin doğru seçilmesi önemlidir.

Güneş kremi seçerken UVA ve UVB filtreli olması, suya ve terlemeye dayanıklı olması, renksiz ve uzun etki süreli olmasına özen gösterilmelidir. Güneş kremlerinin güneş ışınlarına karşı koruyuculuk dereceleri SPF (*sun protection factor*) değeri ile ifade edilir. Örneğin SPF değeri 20 olan bir krem 20 kat koruyuculuk sağlamaktadır ve deri normalde 5 dakikada yanıyorsa, 20 faktörlü bir krem kullandığınızda bu süre 100 dakika olacaktır. Güneş koruyucu kremler fiziksel ve kimyasal etkililer olarak ikiye ayrılmaktadır. Fiziksel etkililer UVA ve UVB'ye karşı fiziksel bariyer oluşturmaktadır. Allerjik olmadıklarından kullanımları son derece güvenlidir fakat sivilce oluşumunu tetikleyebilir ve deri üzerinde maske hissi verebilirler. Kimyasal etkililer ise UVA ve UVB'ye karşı koruma sağlamakla birlikte deriden kimyasal maddelerin emilimi, allerji ve

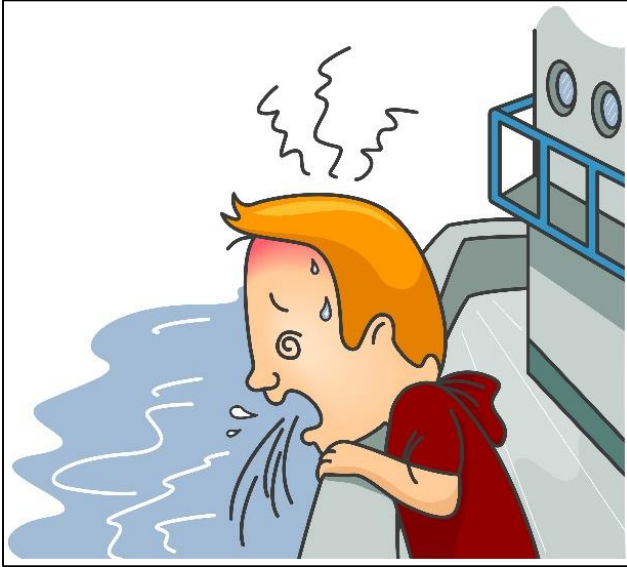
toksik reaksiyonlar açısından risk oluşturabilirler. Bu nedenle deriden emilimi sınırlayan formülasyonlar tercih edilmelidir.

Çinko oksit kremler ise güneş ışınlarının penetrasyonunu bloke ettiklerinden özellikle burun ve kulaklar gibi güneşten etkilenme olasılığı daha fazla olan alanlar için tercih edilebilir. Özellikle güneş ışınlarına maruziyetin fazla olduğu, yüzeyde daha uzun süreler bulunmayı gerektiren durumlarda çinko oksit kremler oldukça etkin koruma sağlamaktadır.

Ultraviyole ışınlarının göz üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle dalıcılar yüzeydeki bekleme sürelerinde mutlaka güneş gözlüğü kullanmalıdırlar. Dalış yapılan bölgenin hangi enlemde yer aldığı ve güneş ışınlarına maruz kalınan saat dilimlerini dikkate alarak dalışlarını planlamalıdırlar.

Deniz tutması

Taşıt tutması veya hareket hastalığı, belirli bir harekete maruz kalan bireylerde ortaya çıkan ve hareketin sonlanmasını takiben ortadan kalkan bir sendrom olarak tanımlanmaktadır. Sıklıkla seyahatler sırasında hareket uyarısına bir yanıt olarak gelişir. Deniz tutması hareket hastalıklarının önemli bir bölümünü oluşturmakta ve özellikle dalıcılar için hem hoş olmayan, rahatsız edici bir yakınma olarak karşımıza çıkmakta hem de hayati açıdan risk yaratmaktadır. Yakınmalar sıklıkla hareket uyarısına duyarlı olan dalıcılarda dalış teknesinde ortaya çıkmakla birlikte, kılavuz halatta dekompresyon veya sualtı akıntıları sırasında da görülebilir.



Deniz tutması dalış sırasında yaşamsal açıdan bir risk faktörüdür.

Etiyoloji

Hareket hastalığı, denge sistemi ile ilgilidir. Denge duyusu uzaysal oryantasyon olarak da bilinir. Vücutta denge sisteminin ana organı iç kulak olmakla birlikte, gözler, eklemler ve omurgada bulunan basınç reseptörleri, kaslar ve eklemlerde yer alan algılama reseptörleri, beyin ve omurilik denge duyusunun sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Bulunulan ortamda bir hareket oluştuğunda görsel, vestibüler (iç kulakta yer alan uzaysal oryantasyon ve denge sistemi) ve proprioseptif (eklemlerin boşluktaki konumu ve hareketi algılama duyusu) uyarılarda uyumsuzluklar ortaya çıkar. Merkezi sinir sistemi yani beyin ve omurilik bu uyumsuzluğa karşı bir reaksiyon gösterir.



Dengenin sağlanmasında beyin, beyincik, omurilik, gözler ve iç kulak önemli bir rol oynarlar.

İç kulakta denge ile ilgili yapılar yarım daire kanalları ve iki adet keseciktir. Hareket burada algılanarak denge siniri aracılığı ile önce beyin sapına, ardından beyine iletilir. Gözler uzaysal konumun algılanmasında önemli rol oynar. Hareket sırasında hem etraftaki cisimlerin görme alanında tutulmasına hem de derinlik duyusunun devam etmesine yardımcı olur. Eklemler, kaslar ve deride yer alan bazı alıcılar da uzaysal konumun algılanmasını sağlamaktadır. Örneğin harekete karşı verilen bazı refleks tepkilerle kas gerginlikleri değişmekte ve denge hali devam etmektedir. Dolayısıyla denge sağlanırken, iç kulak, gözler,

eklemler ve kaslardan beyine uyarılar gelmekte, bu uyarıların bir bölümü çekirdekler olarak adlandırılan bazı yapılar ve beyincik kontrolünden geçmektedir. Sonuçta beyin, gelen tüm uyarıları değerlendirerek hareketi algılar, kaslar ve eklemlere dengeyi sağlanması için emir verir.

Merkezi sinir sistemine yani omurilik ve beyne iç kulak, göz, eklem, kas ve omurgadaki alıcılardan birbirine zıt uyarılar ulaştığında hareket hastalığı ortaya çıkmaktadır. Dalıcılarda deniz tutması yüzeyde ortaya çıkabileceği gibi, sualtında da uzaysal oryantasyonda bozulma, görsel açıdan yetersizlikler, maske nedeniyle görme alanında daralma gibi nedenlerle gelişebilir.

Hareket hastalığı hemen herkeste belirli seviyelerde ortaya çıkar. Popülasyon üçe ayrıldığında, 1/3'ü harekete çok duyarlıdır, 1/3'ünde belirli şartlar altında yakınmalar ortaya çıkmaktadır, kalan 1/3'ünde ise ancak çok zor koşullar altında belirti ve bulgular ortaya çıkmaya başlar. Vestibüler sistem fonksiyonu normal olan herkes harekete karşı duyarlıyken, total işitme kaybı olanlar ve yanıtsız vestibüler sistemi olan kişilerde hareket hastalığı görülmemektedir.

Klinik

Deniz tutmasının ve genel olarak hareket hastalığının başlıca belirtisi solukluktur. Nadiren solukluk öncesinde yüzde kızarıklık yakınması da olabilir. Takiben huzursuzluk, esneme, soğuk terleme gibi belirtiler görülebilir. Bazı dalıcılarda bulantı ön plandadır. Bu sendrom belirsiz bir halsizlikten tamamen güçsüz ve bitkin hissetmeye kadar farklı yakınmalar içerebilir. Anksiyete ve bilinç bulanıklığı bu bulgulara eşlik edebilir. Hafif şiddette deniz tutmasında tükürük artışı, idrar sıklığında artış, midede duyarlılık, yüzde solukluk, esneme, baş ağrısı, halsizlik gibi bulgu ve belirtiler ön plandadır. Orta şiddette deniz tutmalarında ise kusma, vücut sıcaklığında artış, solunum sıklığında artış, apati (tepkisizlik), baş dönmesi hatta depresyon belirtileri gelişebilir.



Ciddi olgularda sosyal izolasyon hali, postürde bozulma ve yürümeme gibi şiddetli belirtiler ortaya çıkabilir.

Bulantı ve kusma dalıcılar için özellikle önemlidir. Dalış teknesinde kusma nedeniyle dehidratasyon yani sıvı kaybı gelişebilir ve sualtında bu sıvı kaybına bağlı istenmeyen etkiler ortaya çıkabilir. Ayrıca özellikle dalıcının maskeden soluk alması sırasında kusma ile mücadele etmesi güç olabilir.

Deniz tutmasına kadınlarda ve migreni olanlarda daha sık rastlanmaktadır. Yaş ilerledikçe deniz tutmasına karşı direnç gelişmektedir.

Kesin bir sınıflandırma olmamakla birlikte, dalıcıların deniz tutmasına duyarlılıklarına göre derecelendirilmesi alınacak önlemler açısından faydalı olabilir. Hiç deniz tutması yaşamamış olan dalıcılar birinci derece, teknede deniz tutması yakınması ortaya çıkan fakat dalış sırasında daha iyi hissedenler ikinci derece, sualtında da yakınmaları olanlar üçüncü derece, yakınmaları dalış sonrası karada da devam edenler ve sıvı kaybı riski olanlar dördüncü derece olarak sınıflandırılabilir.

Tedavi

Deniz tutmasının erken belirtilerinin yeterince tanınmaması tedavide gecikmeye neden olabilir. Deniz tutması tedavisinde uygulanabilecek birçok ilaç seçeneği bulunmaktadır. Bu ilaçların sakinleştirici etkisi nedeniyle dikkatli olunmalıdır. Sakinleştirici etki dalış sırasında karar verme yeteneğini olumsuz şekilde etkileyebilir ve nitrojen narkozunu tetikleyebilir.

Uygun ilacın başlanması için mutlaka bir hekime danışılmalıdır. İlaçlar yakınmalar başlamadan önce, koruyucu olarak kullanıldıklarında çok daha etkindirler, belirti ve bulgular ortaya çıktıktan sonra da mümkün olan en kısa zamanda alınmalıdır.



Deniz tutması tedavisinde doğru ilaç seçimi önemlidir.

İlaç tedavisi ile birlikte mutlaka davranışsal stratejiler de uygulanmalıdır. Tekne içinde mümkün olduğunca hareket edilmemelidir. Mekansal hareketi azaltmak için teknenin merkez hattında oturulmalı, fakat bu hat boyunca da pruva (ön) ve kıç (arka) kısımları tercih edilmemelidir. Teknede otururken vertikal (dikey) ve rotasyonel (dönel) hareketlerden sakınılmalıdır. Dalgalı bir denizde yüzün

dalgalara doğru dönmesi de vestibüler hareketi azaltacaktır. Vücut, hareketin yönü ile senkronize şekilde hareket ettirilmeli, dalıcı denizde ise yüzmelidir. Gözler mümkün olduğunca kapalı tutulmaya özen gösterilmeli, eğer kapatılamayacaksa ufuk çizgisine veya uzak bir noktaya odaklanmalıdır. Güneş gözlükleri takmak da yakınmaları azaltabilir. Mide boş olmamalıdır, fakat yağ ve asit oranı düşük, hafif ve yumuşak gıdalar tercih edilmeli ve bol su içilmelidir. Yorgunluk ve sıvı kaybının deniz tutması yakınmalarını artırdığı unutulmamalıdır. Kesinlikle bir şey okunmamalıdır. Bazı çalışmalar müzik dinlemenin ve nefes farkındalığının da deniz tutması yakınmalarını azalttığını göstermiştir. Dalıcı teknede kapalı bir alanda ise, hava sirkülasyonunun yeterli olduğundan emin olunmalıdır.

Uyarı: Deniz tutmasını önlemek için teknenin merkez hattında oturulmalı fakat bu hat boyunca ön ve arka kısımları tercih edilmemelidir!

Korunma

Deniz tutmasının önlenmesi, semptomlar ortaya çıktıktan sonra tedavi etmekten çok daha etkindir. Bu nedenle dalıcılar yakınmalara yol açan durumların farkında olmalıdırlar. Tedavi amacıyla uygulanan davranışsal stratejiler korunma amacıyla da uygulanabilir.

Harekete devamlı olarak maruz kalmak yakınmaları birkaç gün içinde azaltmaktadır. Bu nedenle harekete yavaş ve aralıklı olarak alışmak deniz tutması belirti ve bulgularını azaltmaya yönelik bir strateji olabilir. Örneğin açık denize açılmadan önce bir gün tekne ile marinada, takiben bir gün limanda konaklamak harekete karşı bir alışma süreci olabilir.

Deniz tutması açısından duyarlı olan dalıcılar tekneye binmeden 1-2 saat önce deniz tutmasına karşı etkili olan bazı ilaçları kullanabilirler. Bu ilaçların etki süresi yaklaşık 4 saat devam etmektedir. Ayrıca dalıştan bir gün önce yatmadan alınabilecek bazı ilaçlar ertesi gün erken saatlerde yapılacak olan dalışlarda koruyucu etki gösterebilmektedir. Bu ilaçların sakinleştirici etkileri vardır ve bir hekime danışılarak deniz tutmasına karşı koruyucu amaçla uygulanabilir. Dalıcı deniz tutmasına karşı herhangi bir ilaç kullanıyor ise maksimum dalış derinliği 30 metreden az olmalı, derinlik tercihen 18 metre ile sınırlı tutulmalıdır.

Uyarı: Dalıcı deniz tutmasına karşı herhangi bir ilaç kullanıyor ise derinlik tercihen 18 metre ile sınırlı tutulmalıdır!

İlaç tedavisi kesinlikle alkol ile birlikte alınmamalıdır ve tüm dalıcılar bu ilaçların olası yan etkileri nedeniyle dalış yapmadıkları bir zaman diliminde mutlaka ilaçları denemiş olmalıdırlar. Deriye yapıştırılarak uygulanan transdermal yamalar yan etkileri ve değişken emilimleri nedeniyle dalıcılar için önerilmemektedir. Akupunktur ve zencefil gibi kullanımı gündemde olan

yöntemlerin sadece psikolojik açıdan etkili olduğu düşünülmektedir. Alkol ve yağlı, asitli gıdaların deniz tutması riskini artırdığı unutulmamalıdır.



Yağ ve asit oranı yüksek gıdalar deniz tutması yakınmalarını artırabilir.

Dalış teknesindeki bekleme sürelerinde deniz tutması belirtilerinin fark edilmesi ve gerekli önlemlerin alınarak dalış planlamasının yapılması güvenli dalış açısından oldukça önemlidir. Bazı dalıcılarda suda veya sualtında olmak teknede bulunmaya kıyasla daha az deniz tutmasına neden olduğundan, dalıcılar hızlıca suya girmeyi tercih edebilir. Bu durumda yetersiz hazırlık ve ekipman donanımı dalış güvenliği açısından risk oluşturabilmektedir. Dalıcılar güvenliklerini ön planda tutarak, deniz tutmasının neden olabileceği yakınmalar ve tedavi yöntemleri ile ilgili bilgi sahibi olmalı ve gereken önlemleri almalıdırlar.

Önerilen kaynaklar

Bennett, P. B., Cronjé, F. J., Campbell, E. S. (2006) Motion sickness and sea sickness. Assessment of Diving Medical Fitness For SCUBA Divers and Instructors. s: 89-92

Edmons, C. (2013) General diving related medical problems: sunburn. In: Diving Medicine for Scuba Divers. (5th ed., Edmons, C., McKenzie, B., Thomas, R., Pennefather, J.) Chapter 32; 9-10.

Erkin, G., Karaduman, A. (2007) Güneş, güneşten korunma ve güneş koruyucular. *Hacettepe Tıp Dergisi*, 38:69-74.

Pennefather, J. (2002) Seasickness (motion sickness). In: Diving and Subaquatic Medicine. (4th ed., Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R.), London, Arnold Publisher, s: 285-288.

Zor, F., Ersöz, N., Külahçı, Y., Kapı, E., Bozkurt, M. (2009) Birinci basamak yanık tedavisinde altın standartlar. *Dicle Tıp Dergisi*, 36 (3): 219-225.

ZARARLI DENİZ CANLILARI



Dr. Selin Gamze SÜMEN

Tanım

Doğada tüm canlılar yaşamlarını sürdürmek için farklı mekanizmalarla avlanmak ve korunmak zorundadır. Zehirli dikenler, uzantılar, salgı ya da ısırıkla insan sağlığını tehlikeye sokan sualtındaki bu canlılar “zararlı deniz canlıları” olarak tanımlanır. 2018 yılında yayınlanan DAN (Divers Alert Network) raporuna göre zararlı deniz canlıları ile olan yaralanmalar, dalışa bağlı yaralanmalarda üçüncü sıradadır. Denizlerimiz başka ülkelerin denizleriyle karşılaştırıldığında zararlı deniz canlılarının popülasyonu ve dağılımı açısından oldukça güvenlidir. Ancak son yıllarda küresel iklim değişiklikleri ve besin zincirine etkisiyle Cebelitarık Boğazı’ndan, Süveyş Kanalı’ndan ya da başka yollarla denizlerimize yerleşen yeni canlı türlerinin sayısı hızla artmaktadır. Deniz canlıları yaralanmaya sebep oluş şekillerine göre aşağıdaki temel başlıklar altında sınıflandırılabilir.

1. Zehirleri ile etkili canlılar (denizanası, iskorpit, vatoz, aslan balığı)
2. Isırarak etkili canlılar (Köpek balığı, müren, barakuda)
3. Yenildiğinde zehirli olan canlılar (Balon balığı)

Etiyoloji

Deniz canlıları farklı nedenlerle çok sayıda dalıcının ilgisini çeker. Bazen merakтан, bazen de farkına varılmadan canlıya dokunulduğunda insan sağlığına zararlı olabilir.

Deniz canlıları ile yaralanmalarda başlıca risk faktörleri aşağıda sıralanmıştır:

- Uzantılarına temas etmek,
- Tehlikeli canlıların yaygın olduğu sularda yüzmek,
- Çıplak ayakla canlının dikensi uzantılarına basmak (deniz keşanesi, vatoz vs),
- Araştırma amaçlı zehirli canlıları çıplak elle tutmak,
- Deniz canlılarını rahatsız etmek, uyarmak.

Mekanizma

Sucul ortamlarda yaşayan canlılar farklı yollardan tehlike oluşturabilir. Bunlar; insanlara geçebilen bulaşıcı hastalıklar, doğrudan temastan kaynaklanan yaralanmalar (aslan balığı ile yaralanma), yiyecekler yoluyla sistemik zehirlenmelerdir (Ciguatera, histamin zehirlenmesi).

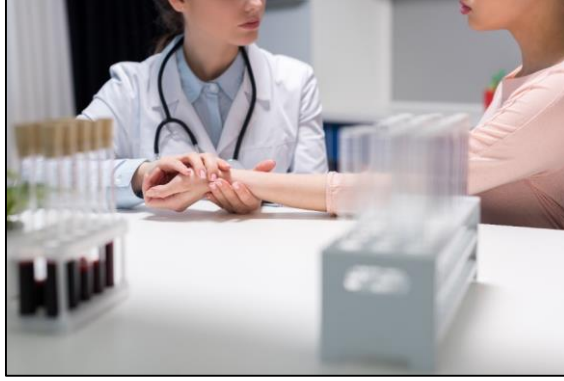
Deniz canlıları ile temastan kaynaklanan fiziksel travmalar çeşitli olmakla birlikte çoğu deniz canlısı, ısırık veya dikensi uzantılarının deriye batması ile etki eder. Canlılar dişleri, dikenleri, uzantıları ya da derileri aracılığıyla toksik kimyasal maddeler taşırlar. Avlanmak ya da kendilerini savunmak için zehirli salgılarını dalıcılara temas yoluyla aktarırlar. Örneğin; vatoz kumlu zeminde gömüldüğünden, denizde sığ sularda yürürken fark edilmeden üzerine basılabilir. Ayrıca denizanası uzantıları yüzerken dalıcının çıplak cildine temas edebilir. Temasın ardından vücutta genel veya lokalize reaksiyon gelişir. Yangı (*inflamasyon*) adı verilen reaksiyonun yaygınlığına göre dokularda farklı bulgular ortaya çıkar. Temas yerinde şişlik, ağrı, kızarıklık, kanama başlıca belirtilerdir. Bazı canlıların salgıları kalp kası ve iskelet kası üzerine toksik etki gösterir. Bu nedenle bulantı, kusma, çarpıntı, nefes darlığı, düşük tansiyon, baygınlık gibi belirtiler gelişebilir.

Klinik

Deniz canlılarının diken, uzantı ya da salgılarının cilt, göz, ağız içi ile teması sonrasında etkiler gözlenmeye başlar. Belirti ve bulgular lokal veya sistemik yanıt olarak görülür. Lokal belirtiler; ciltte kızarıklık, şişlik, ağrı, kaşıntı, acı, hafif uyuşukluk, hissizlik olabilir. Genel belirtiler ise; baş ağrısı, sıkıntı hissi, çarpıntı, baş dönmesi, solukluk, ciltte morluklar, soluk almada güçlük, ani kalp durmasına kadar çeşitli olabilir. Deniz canlılarının zehirlenme özelliği bazılarında yalnızca ağrı ve karıncalanmaya yol açarken, diğerlerinde alerjik şoka ve hatta ölüme kadar ilerleyebilir.

Tanı

Dalışta canlı veya uzantıları ile temas öyküsü bulunur. Etkilenen vücut kısımlarının muayenesi sonucunda klinik bulgular tanı koydurucudur. Hastane koşullarında gerekli laboratuvar değerlendirme, radyolojik görüntüleme yöntemleri zehirlenmenin doğrulanması, şiddeti ve seyri konusunda bilgi verir.



Hastane ortamında yapılacak ileri laboratuvar ve görüntüleme tetkikleri tanıda yardımcı olur

Tedavi

Tedavide temel amaç, solunum ve dolaşım gibi yaşamsal fonksiyonları korumaktır. Yakınmaların ortadan kaldırılmasına veya belirtilerin şiddetlenmesinin önlenmesine çalışılır. Lokal tedavi uygulamalarında altın standart; sıcak suya daldırmak, kaşıntı ve şişlik giderici ilaçlar, turnike uygulaması, hareket kısıtlamasından bazıları tercih edilir. Belirtiler ilerleyecek olursa sistemik tedavi yaklaşımı için, soluk açıcı, tansiyon düzenleyici, şok tablosunu iyileştirici ilaçlar ve dışardan solunum desteği gibi uygulamalar gerekebilir. Tedavi yaklaşımı ile ilgili ayrıntılar **Tablo 1**'de özetlenmiştir. **Tablo 2**'de ise bölümde adı geçen, lokal uygulanan ilaçlardan örnekler verilmiştir. Dalıştan sonra yakınmaları olan her dalcıya herhangi bir deniz canlısı ile yaralanma şüphesiyle yaklaşarak hızla tıbbi yardım istenmelidir. Eğer dalcıda yaralanma sonrasında üşüme, titreme, ateş, lenf bezlerinde şişlik gibi yakınmalar başlarsa lokal/sistemik infeksiyon riski düşünülerek tedaviye uygun antibiyotik eklenmelidir.



Bazen yaralanan dalcıyı 112 ambulansla hızla hastaneye nakletmek gerekebilir

Önemli: Deniz canlıları ile yaralanmalarda hemen tıbbi müdahale yapılmalı, kişi hastaneye götürülmelidir. Bu amaçla Sağlık Bakanlığı 112 ilk yardım hattı ve 114 Zehir Danışma Hattı 7 gün 24 saat telefonla hizmet vermektedir.

Tedavide altın standart: sıcak suya daldırmak

Deniz canlıları ile yaralanmalarda 18. Yüzyıldan bu yana çeşitli uygulamalara rastlanmaktadır. Bu farklı uygulamalar; sirke, incir suyu, haşlanmış kaktüs, ısıtılmış taş, sıcak idrar, sıcak su ve buz koyma gibi çeşitli uygulamalardır. Günümüzde önerilen yaklaşım, etkilenen yeri hastanın dayanabileceği, dokularında yanık oluşturmeyecek 43-45 °C'lik suyun içinde 30-90 dakika süreyle ve ağrı kayboluncaya kadar bekletmektir. Ağrının tekrarlaması durumunda sıcak suya daldırma işlemi birkaç kez tekrarlanabilir.

Yıllar içinde canlı çeşitliliğinin göçler nedeniyle sularımızda da değişikliğe uğrayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Denizlerimizde bulunan zararlı deniz canlıları kayıtları incelenerek özgün tedavi yaklaşımları düzenlenmelidir. Aşağıda bu canlıların özellikleri ve tedavi yaklaşımları sınıflandırarak ayrıntılı biçimde anlatılmaktadır.

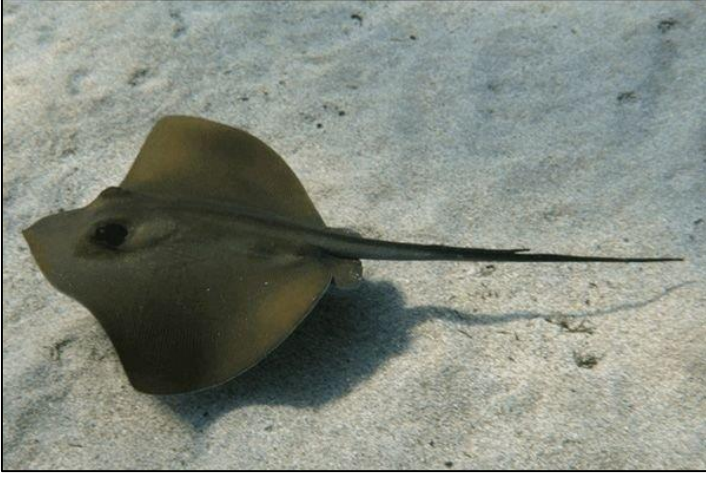
Zehirli canlılar (Sokarak, dikenleri ve uzantılarıyla etkili olanlar)

Vatoz

Genel özellikler: Sıcak denizlerde yaşayan, farklı boyutlarda, yassı bedeni, uzun kuyruk yapısı ile omurgalı balık türüdür. Deniz tabanında yaşamaya uyum sağlamıştır ve genellikle kumun içinde kendini gizler. Kuyruğunun uç kısmında delici dikenleri bulunur.

İnsan sağlığına etkisi: Gövdesinin üzerine basıldığında kuyruğunu bir kamçı gibi kullanıp kaldırarak dikenini cilde batırır. Ciltte kesi, yara yerinde çürümeye neden olabilir. Dikeninin etrafındaki zarlı kılıf yapı, yarada yırtılarak zehirli salgıların cilt altı dokuya ilerlemesine yol açar. Protein yapıdaki zehir, kalbin işleyişini bozacak nitelik taşıyabilir.

Yakınmalar dikenin batması ile şiddetli, zonklayıcı, yayılan ağrı, kızarıklık ve şişlikle başlar. Ağrı ilk bir saat içinde şiddetlenerek 48 saate kadar devam edebilir. Bu yakınmalara halsizlik, bulantı, kusma, ishal, baş ağrısı ve kas krampları eklenebilir. Ciddi yaralanmalarda baş dönmesi, baygınlık, vücutta kasılmalar, düşük tansiyon ve kalpte ritim bozukluğu gelişebilir. Karın ve göğüs kafesini tutan yaralanmalarda yakınmalar şiddetlidir ve ölümle sonuçlanabilir. Bu durumlarda kesici/delici alet yaralanması için uygulanan acil cerrahi girişimler gerekebilir. Bilimsel literatürde ölümle sonlanan vatoz yaralanması olguları bildirilmiştir.



Vatoz

Tedavi: Vatozla yaralanmalarda öncelikle kanama kontrolü sağlanmalı, zehrin etkilediği bölge 30-90 dakika süreyle dayanabileceği kadar (43-45 °C) sıcaklıkta suya daldırılmalıdır. Zehir ısıya dayanıklı olmadığından etkisini kaybedecektir. Ağrı devam edecek olursa, azalınca kadar sıcak uygulama işlemi tekrarlanabilir. Yara yeri yabancı cisim ve diken açısından kontrol edilerek, varsa çıkartılmalıdır. Ardından yara, sabunlu su ile yıkanarak temiz pansumanla kapatılır. Cerrahi olarak dikiş atılmamalıdır. Ağrı kesiciler ağrının şiddetine göre kullanılabilir. Tetanoz önleyici aşılaması yapılmalıdır. Kirli sularda dalış yapılması durumunda antibiyotik tedavisi önerilir.



Tüm deniz canlıları ile yaralanmalarda ilk ve ileri yaşam desteğine ihtiyaç duyulabilir. Kalp masajı uygulaması hayat kurtarıcı olabilir.

İskorpit ve trakonya ailesi

Boyları 15-20 cm olabilir. Vücutlarında zehirli dikenler bulunur. Gözleri başlarına göre büyüktür ve başın üst kısmında yer alır. Kırmızı ve kahverengi ağırlıklı renkte ve zırh gibi deri yapısına sahiptir. Kumluk ve taşlık sığırlıklarda kendini gizlemeyi başarır. Taş balığı ve Aslan balığı iskorpit ailesindendir. Literatürde bu tür dikenli balık sokmalarına bağlı ölüm olguları bildirilmiştir. Denizlerimizde en sık görülen balık sokması halk arasında “Çarpan balığı” olarak bilinen Trakonya’ya aittir. Bu gruptaki balıklarla olan zehirlenmelerde benzer tedavi yaklaşımı uygulanır.



İskorpit

Trakonya

Genel özellikler: Kumlu dip yapısında, sığ sularda yaşamaktadır. Derisi açık kahverengi olup, sırtındaki dikenleri zehirlidir.

İnsan sağlığına etkisi: Dikenlerin batmasıyla başlayan yakınmalar ağrı ve ciltte kızarıklık, şişliktir. Ağrı 24 saatte sonlansa da yara yerinde kızarıklık ve şişlik iki hafta sürebilir. Bazen şişlik yayılarak baş, boyun veya uzuvlara yayılarak solunum ve dolaşımı olumsuz etkileyebilir.



Trakonya

Taş balığı

Akdeniz sularına Süveyş Kanalından göç ettikleri düşünülmektedir. Kayalık alanlar, mercan resifleri ve çamurlu akarsuları yaşam alanı olarak tercih ederler. Deniz tabanı üzerinde hareket ederler. Ortamda kendini iyi gizleme becerilerinden dolayı çıplak gözle görmek zordur. Vücut yapıları, iri baş ve büyük ağız, daha küçük gözler, çıkıntılı deri ve sırt yüzgecinde dikenlerle karakterizedir.



Taş balığı

İnsan sağlığına etkisi: Dikenlerinin batmasıyla zehirlerini deri altındaki dokulara aktarabilirler. Zehirli salgıları kalp, iskelet kası ve sinir hücreleri üzerine toksik etkilidir. Yaralanma daha çok dikkatsizlikle üzerine basılması ile gerçekleşir. Yakınmalar; ağrı, ciltte morluk, kızarıklık ve şişliktir. Daha nadir görülen yakınmalar ise, baş ağrısı, karın ağrısı, kusma, halsizlik, kas güçsüzlüğü, felç, kalp yetmezliği, solunum sıkıntısı ve düşük tansiyondur. Yara iyileşmesi haftalarca sürebilir.

Aslan Balığı

Genel özellikler: Kayalıkları yaşam alanı olarak seçen bu istilacı türe artık Ege ve Akdeniz'de de rastlanmaktadır. Kıyı ile 50 metrelik derinlikleri tercih ederler. Gövdede genişleyen göğüs yüzgeçleri, uzunlamasına sırt dikenleri, kırmızı, kahverengi ve beyaz çizgisel yapısıyla dikkat çeker. Yaklaşık 30 cm uzunluğundadır.



Aslan Balığı

İnsan sağlığına etkisi: Dikeninin battığı yerde sıklıkla şiddetli ağrı yakınmasına yol açar. Ağrı bazen tüm kola ve bacağı yayılabilir. Yakınmalara dokuda şişlik, kızarıklık, karıncalanma, solukluk, büller, terleme, bulantı, kusma, göğüs ve karın ağrısı, nefes darlığı, düşük tansiyon, bilinç kaybı eşlik edebilir. Nadiren ölümcül olabilir.



Aslan balığı sokması ile ciltte solukluk, morarma, kanama, soğukluk, şişlik, kızarıklık



Aslan balığı sokması ileri olgularda bilinç kaybı ile seyredebilir

Tedavi: İskorpit ve trakonya grubunda yaralanmada öncelikle kanama kontrolü yapılmalı, ardından yara yeri sıcak suya daldırılmalıdır (43-45 °C). Sıcak su uygulaması ile protein yapıdaki zehrin etkisi kaybolur. Yara yeri diken, yabancı cisim açısından iyice kontrol edilmelidir. Etkilenen doku temizlendikten sonra gümüş sülfadiazin, basitrasin içeren antibiyotikli kremler uygulanır. Tetanoz aşısı yapılmalıdır. Zehir, alerjik reaksiyon ve şoka neden olabileceğinden şiddetli toksik etkilerden şüphelenildiğinde yaşamsal fonksiyonları korumak için ilk yardım amacıyla hastaneye başvurulmalıdır.

DİKKAT !

Aslan balığı ve balon balığına ülkemiz denizlerinde giderek daha sık rastlanmaktadır.

Bu gibi yaralanmalarda TÜDAV'ın iletişim adresine (www.tudav.org) başvurulabilir.

Mercan

Genel özellikler: Yumuşak uzantıları ile avını yakalayarak beslenen canlılardır. Mercanların yüzeyindeki canlı tabaka alttaki sert kireç yapının üzerini kaplar. Mağaralarda, kayalıkların çatlak ve çıkıntılarında bulunur. Sık, dağınık ya da koloniler halinde yaşarlar. Beyaz, saydam, kırmızı, mor gibi farklı renklerde olabilirler. Kolonilerin şekilleri kubbemsi yapıdan dantel gibi örüntü yapıya kadar değişebilir. Boyutları 1 mm'den 50 cm ve daha büyükleri olarak çeşitlidir. Su hareketliliğinin fazla olduğu yerleri seçerler.

İnsan sağlığına etkisi: Dalıcıların belki de deniz canlıları ile en sık rastlanan yaralanma şeklidir. Sert iskelet yapı ile çizilme ve kesik şeklinde yaralanmalar

oluşur. Böylece *nematosist* adı verilen, cildi delip geçebilen kapsüllü keseli yapılar yaranın içine gömülebilir. Ayrıca, deniz suyu bakterilerle bulaşık olmasından dolayı yara yerinde infeksiyon gelişebilir. Yakınmalar, birkaç saat sürebilir. Ciltte yanma, kızarıklık, şişlikle karakterizedir. Tatlı su ile yıkanma sonrasında ağrı daha da şiddetlenebilir. Vücutta sıklıkla el ve ayaklar etkilenir. Yara kronikleşerek yumuşak dokuda apse, kemik iltihabı gibi cerrahi girişim gerektiren lezyonlara dönüşebilir. İyileşme aylarca sürebilirken, sertlik ve şişlik kalıcı olabilir.



Mercan kayalıkları

Tedavi: Yara yeri sabunlu su veya deri dezenfektanı solüsyonla yıkanmalıdır. Ardından su ile durulanarak yabancı cisim varsa çıkartılmalıdır. Mupirosin içeren antibiyotikli merhemle günde iki defa yara bakımı yapıp, steril gazlı bezle kapatılmalıdır. Kaşıntı yakınması olursa lokal steroidli kremler uygulanabilir. Yara yerinde ağrı, kızarıklık, şişlik ve akıntı gelişirse infeksiyon kontrolü için antibiyotik tedavisi başlanmalıdır.

Deniz Kestanesi

Genel özellikler: Kumluk, çamurlu ve kayalık dip yapısını tercih eder. Kızıl kahverengi ve menekşe rengine kabuk gövdesi bulunur. Sert kabuğunun üzerinde iğne gibi dikensi uzantılara sahiptir. Dikenleri vücut çaplarından daha uzundur ve hareketli olmalarına yardımcıdır. Okyanuslardaki bazı türlerin dikenleri zehirli olabilir.



Deniz kestanesi

İnsan sağlığına etkisi: Dikenlerinin batması ile cilt altında delici yaralanmalar oluşturur. Yakınmalar, ağrı, sertlik, deride mor ve siyah renkli noktasal lezyonlardır. 24-48 saatte ciltte renk kaybolmazsa yara içinde dikenler kalmış olabilir. Zehirli türler kas spazmı, kaslarda güçsüzlük, solunum sıkıntısı ve bilinç kaybı oluşturabilir.

Tedavi: Dikenler yara içinde ise kırmadan cımbız yardımıyla uzaklaştırılmalıdır. El, ayak ve eklem batmış dikenleri, yumuşak doku enfeksiyonu ve damar-sinir hasarı riskinden dolayı mutlaka cerrahi yardım ile çıkartılmalıdır. Yara yeri sıcak suya (43-45 °C 90 dakika) daldırılır. Bu uygulama ağrıyı azaltacaktır. Yeterli olmazsa sirke ile yıkama ve ağrı kesici kullanılması önerilir. Yara cilt dezenfektanı ile temizlenir. El parmaklarında şişlik olduğunda 7-14 gün ağrı kesici ilaçlar, antibiyotik tedavisi önerilir. Tetanoz aşısı mutlaka yapılmalıdır.

Denizanası, anemon ve hidroid türleri

Ateş mercanı, hidroid ve anemon (deniz gülü, deniz lalesi) türü canlılarla oluşan yaralanmalardır. Hidroidler, çalıya benzeyen yapıları ile aslında hayvan kolonileridir. Farklı derinliklerde ve daha çok kayalık, mağara kovuklarını tercih ederler. Avlarını uzantıları sayesinde yakalar, hareketsiz hale getirdikten sonra ağızlarına doğru çekerler. Denizanası, saydam ya da renkli olabilir. Yüzeğe yakın sulara daha çok rastlanırlar. Ortalama vücut çapları 25-30 cm'dir. En önemli özellikleri vücutlarında yakıcı kapsüller bulunmasıdır. Anemonlarda vücut ve dokunaçların rengi değişkendir. Kumlu bölge, kayalık, kovuk ve çatlaklarda yerleşir. Tabana tutunan köksü yapının üzerindeki uzantılarının yardımıyla avını yakalar.



Pusula denizanası



*Göçmen
denizanası*



Maviş denizanası



*Mor sokar
denizanası*

DİKKAT !

Yukarıdaki zehirli denizanelerinin tümüne ülkemiz denizlerinde rastlanmaktadır.

TÜDAV'ın “ya yakarsa” projesine katılın.
tudav.org – yayakarsa.org

İnsan sağlığına etkisi: Bu gruptaki canlıların uzantıları cilde temas edince yakınmalar başlar. Tür, boyut, yerleşim bölgesi, mevsim gibi başlıca faktörler yaralanmanın şiddetini belirler. Yakınmalar; ciltte yanma, kızarıklık, su toplaması tarzında büller, bulantı, kusma, nefes darlığı, kas spazmı, kan basıncı düşüklüğü gibi değişkenlik gösterir. Denizanası ölmüş olsa bile uzantılarındaki zehirli kapsüller uzun süre etkisini sürdürür. Bu nedenle kesinlikle uzantılarına dokunulmamalıdır.



Maske ve başlığın dışında kalan alanlar denizanası yaralanmasına kolayca uğrayabilir.



Zehirli deniz ananaslarına ölmüş olsalar bile dokunulmamalıdır.

Tedavi: Su altında yakınmaların başlaması halinde, deniz suyu ile yara yıkanmalıdır. Böylece nematosistler yaradan uzaklaştırılabilir. Deriyi ovuşturmak ve kaşırmaktan kaçınılmalıdır. Sudan çıkınca yakınmalar başlarsa yara tekrar deniz suyuyla yıkanmalıdır. Tatlı, buzlu su asla uygulanmamalıdır. Duştan yavaş akan su bile nematosist denilen yakıcı kapsülleri parçalayarak deride ağrılı, alerjik döküntülere yol açar. Uzantıların etkisini kayboluncaya kadar cilde bol sirke (%5 asetik asit) uygulanmalıdır. Sirke bulunamazsa alkol, amonyak, sodyum bikarbonat da kullanılabilir. 10 dakikalık ilk uygulama sonrasında uzantılar eldiven yardımıyla tıraş veya sabun köpüğü sürülerek cilt üzerinden sıyırılmalıdır. Ardından tekrar 15 dakika sirkeli solüsyon uygulanır. 30 dakika veya ağrı azaluncaya kadar sirke uygulaması yapılabilir. İlk işlemden sonra günde iki defa % 0,5-1'lik hidrokortizon içeren krem sürülerek yaranın iyileşmesi takip edilir. Kol, bacak, gövde gibi daha geniş alanda etkilenme varsa, hasta yaşlı ya da çocuk ise, bulantı, kusma, güçsüzlük, soluk darlığı, göğüs ağrısı gibi genel alerjik reaksiyon yakınmaları varsa sağlık kuruluşuna başvurulmalıdır. Ağız içi etkilendiğinde, şişeden içilecek sıvıyla ağız içi iyice çalkalanmalıdır.



Deniz ananası ile temas sonrası cilt bulguları için sirke ve tıraş köpüğü uygulama

Olgu:

50 yaşında bayan dalıcı, sabah dalıştan önce yüzmeye başlar. Yüzerken vücudunda kollarda ve ayaklarında daha fazla olmak üzere ağrı, yanma, iğne batması hisseder. Denizden çıktıktan 10 dakika sonra kollarında acı hissiyle birlikte kırmızı toplu iğne başı büyüklüğünde birbirinden bağımsız kırmızı, kaşıntılı lekeler fark eder. Başvurduğu sağlık kuruluşunda yapılan muayene sonucunda su yüzeyine yakın bulunan hidroid ile temas sonrası cilt reaksiyonu tanısı konur. Lekelerin üzerine 15-20 dakika sirke uygulanır. İşlem bir saat sonra tekrarlanır. Sirkeden sonra kaşıntıyı gidermek için antihistaminik içeren lokal kremler tedaviye eklenir. Dalıcının yakınmaları giderek azalır ve iki gün içinde tamamen kaybolur.

Deniz hıyarı (patlıcanı)

Genel özellikler: Vücutları silindirik şeklinde ve kumlu zemin üzerinde yavaş hareket eden canlılardır. Siyah ve kahverengi renklerde derisi vardır. Koyu kıvamlı vücut salgısı etkilediği dokuda yakıcı olabilir.



Deniz hıyarının salgısı yakıcıdır

İnsan sağlığına etkisi: Deriyle temas sonucu bulaşan salgısı kızarıklık, yanma ve ağrıya yol açar. Elle yüz ve gözlere temastan kaçınılmalıdır. Uzaklaştırmak için deniz suyuyla yıkanmalıdır. Ardından temiz gazlı beze emdirilmiş bol sirke ile cilt ağrı geçene kadar yıkanmalıdır. Eğer gözler canlının salgısı ile etkilenmişse en az 1 litre temiz su veya steril göz solüsyonu ile yıkanmalıdır.

Isırarak etkili canlılar

Köpekbalığı

Genel özellikler: Köpekbalığı, en fazla tropik ve subtropikal sularda bulunur. Bunlara her derinlikte rastlanabilir. Tüm türler insanlar için tehdit oluşturmaz. Köpek balıklarının görme duyuları zayıf olmakla birlikte koku alma, su içindeki hareketi, titreşimi algılama duyuları oldukça gelişmiştir. Meraklı canlılar olduklarından parlak renkli nesneler, ortamdaki kan, düşük frekanslı titreşimler, kıyıda besin içeren çöpler ilgilerini çeker. Köpekbalığı gün içinde öğleden sonra ve geceleri avlanır. İnsanlara avını karıştırdığı için nadiren "saldırır". Genelde kayıtlardaki olgular, beslenmek için değil avın tadını anlamak için "ısırık" olarak geçmektedir.



380 köpekbalığı türü içinde 21'i insanlar için tehlike oluşturur. Bunlardan saldırganlığı bilinen 4 tür (beyaz köpekbalığı, kaplan köpekbalığı, boğa köpekbalığı ve beyaz yüzgeçli köpekbalığı) ve daha az saldırgan olan kum kaplanı köpekbalığı, sivri burun camgöz, mekik köpekbalığı, siyah yüzgeçli köpekbalığı, mavi köpekbalığı insanlara tehdit oluşturabilir. Yine sapan köpekbalığı, çekiç köpekbalığı ve boz camgöz cinslerine de dikkat edilmelidir.

Beyaz köpekbalığı (*Carcharodon carcharias*): Genellikle açık denizde yaşar, ancak bazen sığ suya girerler. Bu balık, insana en çok saldırdığı bildirilen türdür. Saldırıların çoğu denizlerin haliç bölgelerinde yaşanmıştır.

Kaplan köpekbalığı (*Galeocerdo cuvieri*): Tropikal ve subtropikal bölgelerde yaygındır. Büyük beyaz köpekbalığından sonra insana en çok saldıran tür olarak bilinmektedir.

Boğa köpekbalığı (*Carcharhinus leucas*): Avustralya, Orta Amerika ve Güneydoğu Afrika'daki Amazon ve nehirlerde bulunabilmesine rağmen, ayrıca sıcak açık denizleri de tercih eder.

Sivri burun camgöz köpekbalığı (*Isurus oxyrinchus*): Açık denizlere ait olup, ılıman ve tropikal okyanuslarda görülür. Kıyıya yaklaştıklarında saldırgan ve tehlikelidirler.

Çekiç başlı köpekbalığı (*Sphyrna zygaena*): Çok farklı baş şekli ile tüm sıcak açık denizlerde yaşar.

Gümüş uçlu köpekbalığı (*Carcharhinus albimarginatus*): Pasifik ve Hint okyanuslarındaki resifler ve adalarda toplu halde bulunur.

Ülkemiz denizlerinde Akdeniz’de 45, Karadeniz’de ise 5 köpekbalığı türünün yaşadığı bilinmektedir. Marmara denizinde de son zamanlarda balıkçıların ağlarına takılan köpekbalığı haberleri gazetelerde yer almıştır. Ülkemiz denizlerinde saldırgan türlerin neredeyse tümünün yaşadığı bilinmektedir. Şimdiye kadar 1930 yılında İstanbul boğazında bir tekneye köpekbalığının saldırısı dışında kayıtlı olgu bildirilmemiştir.

İnsan sağlığına etkisi: Keskin dişlerinin ısırganıyla oluşan yakınmalar, kesik/kopma tarzında yara, yara yerinde diş parçaları, kanama ve ağrıdır. Yara büyüklüğüne bağlı olarak kazazede aşırı kan kaybından kaybedilebilir. Vücutta kesik ya da yaralardan denize karışacak kan olması köpek balığına çekici gelebilir. Denizde köpek balığı ile karşılaşılacak olunursa paniğe kapılmadan yavaş hareketlerle kıyıya doğru yüzülmeli, canlının ilgisini çekmeden sakince hareket edilmelidir. Sudan hemen çıkmak gerekir.

Tedavi: Yara yerinde kanama varsa durdurulmaya çalışılır. Yara üzerine bası ile ya da etkilenen uzvun üst kısmını kumaş yardımıyla turnike şeklinde sıkıca sararak kanama kontrolü sağlanır. Yaşamsal fonksiyonlar korunmalıdır. Solunum ve dolaşım sisteminin desteklenmesi önemlidir. Ek olarak oksijen solutulabilir. Şokla mücadele ve enfeksiyon kontrolü sağlanıp, kalan tedaviler için tam teşekküllü sağlık kuruluşuna nakledilmelidir. Hastanede yara yeri bakımı, yabancı cisimlerin temizlenmesi, doku bütünlüğünü sağlayacak cerrahi girişimler ve tetanoz aşılması yapılmalıdır.

Barakuda

Genel özellikler: Barakuda, subtropikal ve tropikal bölgelerde yaygındır. 200 cm uzunluğuna erişebilen büyük boyutlara ulaşabilir. İnsanlara nadiren saldırır. Dalıcıları ve şnorkelle yüzenleri yakından takip edebilir. Parlak metal cisimler ve ölü balıklar ilgilerini çeker. İğnemsiz ağız yapısı ince, uzun, güçlü ve sivri çeneye sahiptir. Yüze yakın sulara gezinmeyi tercih eder.



Barakuda sürüsü

İnsan sağlığına etkisi: Sivri ağız yapısı ile keskin dişlere sahip bu canlılar avlanma alanlarında tehdit hissettiğinde ısırabilir. Isırık yerinde ağrı, kızarıklık, kanama, doku kaybı, yara oluşur. Bilimsel yayınlarda barakuda ısırığı sonrası kanamadan kaybedilen vakalar mevcuttur.

Tedavi: Yara yerinde aşırı kanama varsa bası ya da etkilenen uzvun üst kısmına turnike uygulayarak kanama kontrolü sağlanır. Yara yeri cilt dezenfektanı solüsyonla yıkanır ve steril gazlı bezle kapatılır. Kanama aşırı olursa şokla mücadele ve enfeksiyon kontrolü sağlanıp, tedavi için acil sağlık kuruluşuna nakledilir. Tetanoz aşılması yapılmalıdır.

Müren

Genel özellikler: Yılana benzeyen vücutları uzundur. Gövde yapısı yanlardan biraz basık, derisi kahverengi zeminde sarı, beyaz veya siyah beneklidir. Çeneleri güçlü kaslarla çevrili, sivri dişleri bulunur. Boyları 100-130 cm arasında değişir. Sıcak suları ve kaya kovuklarını severler. Dalıcılar tarafından beslenmeye alıştırdıklarında yiyecek verilmediğinde saldırganlaşabilir.

İnsan sağlığına etkisi: Güçlü çenesi, keskin dişleriyle cilt ve cilt altı dokularda keskin kenarlı, parçalı, yırtık tarzında yaralanmalar oluşturabilir. Isırmasıyla ortaya çıkan belirtiler; ağrı, kızarıklık, açık yara ve kanamadır. Bazen aşırı kanama olursa soluk ve terli cilt, hızlı nabız, düşük tansiyon, bayılma gelişebilir. Dişleri bakterilerce zengin olduğundan yara yerinde enfeksiyon gelişme riski oldukça yüksektir.



Müren sivri dişleriyle zarar verir.

Yenildiğinde zehirli olan canlılar

Balon balığı

Genel özellikler: Kabuklu deniz balıkları olarak adlandırılan *Tetraodontidae* ailesinden yaklaşık 90 tür balık bu grubun üyesidir. Sıcak ve ılıman iklime sahip sularda yaşamlarını sürdürürler. Süveyş ve Cebelitarık kanallarını aşip denizlerimizi istila eden bu göçmen türler diğer yerleşik balıklar için de tehdit oluşturmaktadır. Vücutlarının üzeri dikensi çıkıntılı deri ile kaplıdır. Gaga benzeri ağız içinde sert ve kaynaşmış, keskin dişler bulunur. En önemli özellikleri, stres altında vücutlarını hava ve suyla şişirerek balona benzer hale getirirler.



Balon balığı

İnsan sağığına etkisi: Çok toksik bir madde olan tetrodotoksin, iç organlarında yoğunlaşmış olduğundan balon balığı zehirlidir. Arsenik kadar güçlü toksini, besin olarak tüketilmesini sakıncalı kılmaktadır. Toksininin az bir miktarı öldürücü olabilir. Bu balıkla zehirlenmenin belirtileri, tüketilmesinin ardından hızla ortaya çıkar. Başlıca belirtiler, baş dönmesi, mide bulantısı, yüz ve uzuvlarda uyuşukluk, güçsüzlük, halsizlik, felç benzeri motor ve duyuşal kayıplardır. Bazen düşük tansiyon, felç gelişimiyle solunum yetmezliği ve ölümle sonuçlanabilir.

Tedavi: Toksik etkileri nedeniyle, kesinlikle bu balığı tüketmekten kaçınılmalıdır. Genel durum bozukluğu ile seyredebileceğinden zehirlenme olduğunda mutlaka solunum ve dolaşım sistemi desteklenmelidir. Destek için oksijen solutulabilir. Zehirlenme şüphesi olan kişi, şok ve felç benzeri belirtiler gelişebileceğinden acil sağık kuruluşuna nakledilmelidir.

Önlem

Dalışın planlama aşamasında dalış noktasında karşılaşılabilecek canlı türleri hakkında bilgi toplanmalıdır. Dalış rehberlerinden ayrıntılı bilgi alınmalı, gerekli uyarılara mutlaka uyulmalıdır. Dalışta canlıları yaşam alanlarında rahatsız etmemeye özen gösterilmelidir. Köpekbalıklarının yaygın olduğu sularda, özellikle avlandıkları akşamüstü veya gece yüzmekten kaçınılmalıdır. Dalışta parlak ve canlılara çekici gelebilecek cisimler taşımaktan kaçınılmalıdır. Köpekbalıkları, barakuda ve orfozlar beslenmemelidir ve bunlara dokunulmamalıdır. Dalışta eldiven, patik, yerine göre tüm vücudu saran dalış elbisesi giyilmesi nispeten koruyucu olacaktır. Kayalar arasındaki kovuk, delik ve çatlaklara dokunmadan önce müren, iskorpit, aslan balığı, deniz keşanesi veya diğer derisi dikenli deniz canlılarının varlığı gözle kontrol edilmelidir. Kumluk veya taşlık herhangi bir zemine basmadan önce tekrar canlılar açısından kontrol edilmelidir. Deniz canlısı ile temas sonrasında yapılması ve kaçınılması gerekenler aşağıdaki **Tablo 3** içinde özetlenmiştir.

Sonuç

Tüm canlılar kendi doğal yaşam alanlarında özgürce yaşam sürmelidir. Sualtının misafirleri dalıcılar, muhteşem güzelliklerle ağırlandıkları bu ortamlardaki tüm canlılara saygıyla yaklaşmalıdır. Aksi takdirde, dikkatsiz ve ısrarlı dokunma arzusu karşısında canlılar savunmaya geçerek dalıcıların sağığına zarar verebilirler. Gerçekte sağık sorunlarını önleyebilmek tedavi etmekten daha kolaydır. Önlemimiz ise onlara dokunmamak olmalıdır.

Tablo 1. Zararlı deniz canlıları ile yaralanmada temel tedavi yaklaşım tablosu

Yara yeri lezyonu	Tedavi	Tedavi edilmezse gelişebilecek durumlar
Allerjik reaksiyon (Örn; denizanası vb.)	Alkol veya sirke ile pansuman yapılmalı, Canlının uzantıları uzaklaştırılmalı, Alerji tedavisi için lokal krem veya tablet alınmalı, Gerekli durumlarda lokal steroidli krem uygulanmalı, Alerjik şok tablosu gelişirse solunum, damar yolu açıklığı sağlanarak acil ilk yardım ve ileri yaşam desteği uygulanmalı.	Ciltte kaşıntılı, iltihaplı yaralar, Bayılma, Solunum durması
Kesi tarzı yaralanma (Örn; müren vb.)	Bası veya turnike ile kanama kontrolü sağlanmalı, Yara temizliği ve bakımı yapılmalı (Deri dezenfektanı, mupirosin, gümüş sülfadiazin içeren lokal antibiyotikli kremler), Tetanoz aşısı yapılmalı.	Kanamaya bağlı şok
Delici yara (Örn; vatoz vb.)	Sıcak suda bekletilmeli (43-45 °C), Tetanoz aşısı yapılmalı, Deri ve eklem infeksiyonu için koruyucu önlem alınmalı. İlk yardım, ileri yaşam desteği sağlanmalı	Yara yeri infeksiyon Allerjik şok, bayılma,
Yüzeyel yaralar, döküntüler ve infeksiyon (Örn; hidroid, mercan vb.)	Yaranın temizlenmesi ve bakımı yapılmalı (deri dezenfektanı ve mupirosin, gümüş sülfadiazin içeren lokal antibiyotikli kremler), Dikiş uygulanmadan yara açık iyileşmeye bırakılmalı, Gerekli durumda ağızdan antibiyotik tedavisi eklenmeli.	Yara yerinde infeksiyon

Tablo 2. Zararlı deniz canlıları ile yaralanmada lokal yara bakımında kullanılabilecek ilaçlar

Lokal antibiyotik içeren merhem ve kremler (Etken maddeler)	Lokal steroid içeren merhem ve kremler (Etken maddeler)
Sodyum Fusidat	Hidrokortizon butirat
Oksitetrasiklin+Polimiksin B	Klobetasol propiyonat
Mupirosin	Mometazon furoat
Basitrasin	Hidrokortizon asetat
Gümüş sülfadiazin	Metilprednizolon

Tablo 3: Deniz canlısı ile temas sonrasında özellikli hususlar

Yapılması gerekenler	Asla Yapılmaması gerekenler
Yara yerini deniz suyu ile yıkamak	Yaralı bölgeyi hareket ettirmek
Batan diken ve uzantıları çıkartmak	Etkilenen bölgeyi elle ovma
Ağrı geçene kadar dayanabileceği sıcaklıktaki suda (43-45 °C) 90 dakika bekletmek	Zehirlenmiş bölgeyi emerek zehri dışarıya tükürmek
Deri ve yara bakım antiseptiği ile temizlemek	Kesici bir aletle yarayı derinleştirmek
Yaralı uzvun hareketini engellemek	
Sağlık kurumuna başvurmak	

Önerilen kaynaklar

Aktaş, Ş., Mirasoğlu, B. (2017) Lionfish envenomation: clinical aspect and management. *J. Black Sea/Mediterranean Environment* 23(1): 81-87.

Cunningham, P., Goetz, P. (1996) *Pisces Guide to Venomous & Toxic Marine Life of the World*. Lonely Planet Publication. Australia.

Edmonds C. (1995) *Dangerous Marine Creatures*. Best Publication Company, Flagstaff, AZ, USA.

Kabasakal, H. (2011) *Türk Sularında Köpekbalıkları*. İstanbul: 4 Deniz Yayınları; 2011.

Öztürk, B., Topaloğlu, B., Sümen, S.G., Turan, C., İşinibilir, M., Aktaş, Ş., Özen, Ş. (2018) *Jellyfish of the Blacksea and Eastern Mediterranean Waters*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV) Publication. No: 48, İstanbul, Turkey. 75 pages. <http://tudav.org/calismalar/yayinlar/kitaplar/>

Sümen, S.G, Mirasoğlu, B, Aktaş, Ş. (2018) Lionfish envenomation: epidemiology, management and prevention. In: *Lionfish Invasion and Its Management in the Mediterranean Sea*. (Eds: Hüseyinoğlu, M.F., Öztürk, B.) Turkish Marine Research Foundation (TUDAV). Publication no:49, İstanbul, Turkey. s: 70-87. <http://tudav.org/calismalar/yayinlar/kitaplar/>

BU DENİZANALARINA DİKKAT !

YARDIMINIZA İHTİYACIMIZ VAR



- ⚡ ZEHİRLİ
- ⚡ HAFIF ZEHİRLİ
- ⚡ ZARARSIZ

DİKKAT !

GÖRDÜĞÜNÜZ DENİZANASI
BURADA GÖSTERİLMİYORSA
BİR FOTOĞRAFINI ÇEKİP
BİZE GÖNDERİN !



1 *Olindias phosphorica*
4-6 cm



2 *Chrysaora hysoscella*
Pusula Denizanası
10-30 cm



3 *Rhopilema nomadica*
Göçmen Denizanası
20-80 cm



4 *Pelagia noctiluca*
Mor Sokar Denizanası
5-10 cm



5 *Phyllorhiza punctata*
Beyaz Noktalı Denizanası
30-60 cm



6 *Rhizostoma pulmo*
Denizciğeri Denizanası
20-60 cm



7 *Cassiopea andromeda*
Ters-düz Denizanası
30 cm



8 *Cotylorhiza tuberculata*
Maviş Denizanası
10-30 cm



9 *Aequorea globosa*
5-10 cm



10 *Aurelia aurita*
Ay Denizanası
10-40 cm



11 *Beroë ovata*
6-25 cm



12 *Leucothea multicornis*
20 cm



13 *Mnemiopsis leidyi*
Taraklı Medüz
5-10 cm



14 *Salpa maxima*
10 cm

ÖNLEM !

Aşağıdaki bilgileri bize ulaştırarak yardımcı olabilirsiniz:
Gördüğünüz tür yukarıdakilerden en çok hangisine
benziyor?

- Gözlem tarihi ve bölgesi
- Gözlenen hayvan sayısı
- Denizde canlı olarak mı yoksa
karaya vurmuş olarak mı gözlediniz?
- İhbarlarınızı varsa fotoğraflarıyla birlikte aşağıdaki
e-posta adresinden bize ulaştırabilirsiniz.

E-posta: tudav@tudav.org
Web: www.tudav.org
Tel: 0216 4240772

BELİRTİLER

Kaşınıtı, Yanma, Kızamık, Şişme, İltihap, Ağrı, Uyuşma, Bulantı, Kusma,
İshal, Kas spazmı, Havale

TEDAVİ

Sakin olun!
Hemen sudan çıkın, ilkyardım hemen yapılmalıdır.
Denizanasının deriye yapışan kollarını ayırmak için tıraş köpüğü uygulayarak
jilet, bıçak yada kredi kartı ile cildi tıraş edin, bulunamazsa kum ile ovun,
deniz suyu ile durulayın. Yara üzerine temiz bir bez ile sirke dökülebilir.
Deniz suyu kişinin dayanabildiği kadar ısıtılıp temas eden bölge bu suyla
yıkamalıdır. Tatlı su ile yıkanmamalıdır.
Etkilenen bölge mümkün olduğunca hareket ettirilmemelidir.

Eğer kötü hissetmeye başlarsanız:
Yere yatın. Kusma varsa yan yatın. Ambulans çağırın: **112**
İlk yardım uygulamalarının hemen ardından acil servise başvurulmalıdır.

DALIŞLARDA BAŞ AĞRISI



Dr. Abdullah ARSLAN

Tanım

Ağrı, var olan veya olası doku hasarı riskine karşı sinir uçlarının uyarılması sonucu ortaya çıkan duygu ve duyu durumudur. Ağrı oluşumunu sağlayan sinir lifleri aracılığıyla uyarı beyne iletilerek daha büyük hasarlar engellenmeye çalışılır. Hasar gören dokunun özelliği, hasarın oluş hızı, sinir iletiminin özelliklerine bağlı olarak değişik şekillerde ağrı oluşur. Ağrı bıçak saplanır tarzda, künt, zonklayıcı, sızlama şeklinde hissedilebilir. Ağrının beyni uyarması fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik savunma mekanizmalarını tetikler. Kişiye ve ortama bağlı olarak verilen tepkiler değişiklik gösterebilir.

Bilinenin aksine beyinde ağrı hissi bulunmaz. Baş bölgesinde hissedilen ağrılar deri, kas, bağ dokusu, kemik, eklem, beyni çevreleyen zarlar ve damarlardan kaynaklanır. Deri, kas, kemik ve eklem ağrıları daha iyi lokalize edilirken; bağ dokusu, damarlar ve beyni çevreleyen zarlardan kaynaklanan ağrılar daha geniş yayılım gösteren ağrılar olarak algılanır.

Günümüzde dünya genelinde milyonlarca sportif, ticari ve askeri amaçlı donanımlı dalış yapılmaktadır. Su altının insan fizyolojisine uymaması nedeniyle ortam değişikliği ve kullanılan malzemelere bağlı olarak değişik sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunlardan biri de dalışlar esnasında veya sonrasında görülen baş ağrılarıdır. Dalışlarda oluşan baş ağrıları bazen önemsiz bir durumken bazen hayatı tehdit edici bir durumun habercisi olabilmektedir. Bilinmesi gereken önemli bir nokta baş ağrısının bir hastalık olmadığı, dalış esnasında meydana gelen başka faktörlerin sonucu olarak ortaya çıktığıdır.

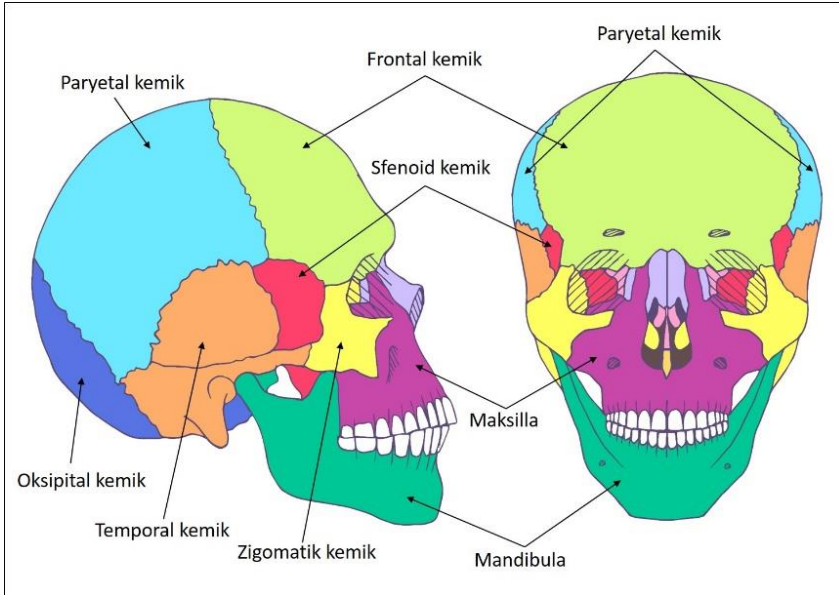
Dalışın türü, dalış profili, dalış deneyimi, baş ağrısının nasıl ve ne zaman meydana geldiği gibi sorular ile dalış hakkında bilgi sağlanabilir. Dalıcının daha önceki hastalıkları ve fiziksel özellikleri, baş ağrısına eşlik eden diğer belirti ve bulgular kişiye ait özellikleri belirlemede yardımcı olur. Ağrının nedeninin belirlenmesi tedavinin doğru uygulanmasını sağlar. Doğru tanı ile dalıcının en kısa sürede dalışa tekrar dönmesi sağlanır. Bazı durumlarda hayatı tehdit edici veya uzun süreli dalış yapılmasını engelleyici hastalıkların habercisi olabilir.

Normal şartlar altında oldukça güvenli ve keyifli bir spor olan dalışların baş ağrısı gibi nedenlerden dolayı dalıcıyı etkilemesi istenmeyen bir durumdur. Bu bölümde dalışlarda görülen baş ağrılarının nedenleri, nasıl meydana geldikleri, özellikleri, tedavileri ve korunma yöntemlerinden bahsedilecektir.

Baş ağrısı bir hastalık olmayıp altta yatan nedene bağlı olarak gelişen uyarı mekanizmasıdır.

Etiyoloji

20. Yüzyılın ortalarından itibaren donanımlı dalışların geliştirilmesi ve dünya çapında yayılmasıyla birlikte daha uzun süreli ve daha derine dalış yapma imkanı sağlanmıştır. Serbest dalışların tek bir soluk tutma süresinde yapılan dalışlar olması nedeniyle genellikle bir dakika civarında sürmesi, hızlı bir iniş ve çıkış gerektirmesi, basınç değişikliğinin daha hızlı olmasına neden olmaktadır. Serbest dalışlarda suya batma (*immersiyon*), soğuk su, hızlı basınç değişikliği, kullanılan basit malzemeler, zararlı deniz canlıları, baş ağrısı gelişimine zemin oluşturmaktadır. Donanımlı dalışlarda, serbest dalışlardaki etkenlere ek olarak hava kaynağı kullanılması, dalış donanımında bulunan aletler, hava kaynağında kullanılan gazlar dikkat edilmesi gereken hususlardır. Dalışlara bağlı oluşan baş ağrıları **Tablo 1**'de gösterilmiştir.



Baş ağrıları genellikle kafa kemiklerinin bulunduğu bölgelere göre tarif edilir.

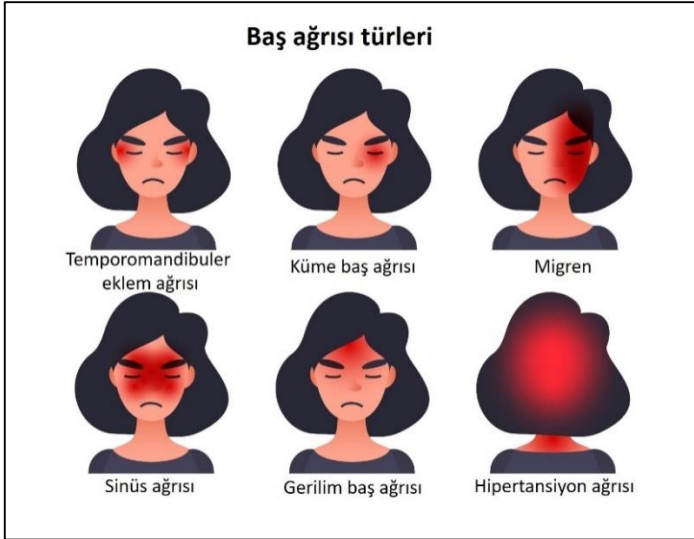
Tablo 1. Dalışa Bağlı Baş Ağrısı Türleri

Gerilim baş ağrısı	Diş ağrıları	Boyun hiperekstansiyonu
Migren	İyi huylu eforbaş ağrısı	Kafein ve diğer maddeler
Maske sıkması	Tuzlu su aspirasyonu	Elbise boyunluğunun sıkması
Soğuk	Kulak/Sinüs barotravmaları	Temporomandibüler eklem ağrısı
Gaz zehirlenmesi	Dekompresyon hastalığı	Servikojenik baş ağrısı

Fizyopatoloji ve tedavi

Gerilim baş ağrısı

Anksiyete (endişe, kaygı) ve kas sertliğine bağlı olarak başın arka kısmında ve ensede ortaya çıkan baş ağrısı türüdür. Acemi dalıcılarda regülatörü dişlerle fazla sıkma sonucunda da ortaya çıkabilir. Dalış deneyiminin artması ve su içinde rahat olunması bu ağrının oluşumunu azaltmaktadır.



Baş ağrısı türleri ve hissedildiği bölgeler

İyi huylu efor baş ağrısı

Dalış sırasında yoğun efor harcanmasına bağlı olarak ani başlangıçlı, zonklayıcı tarzda bir baş ağrısı türüdür. Ağrı başın her iki tarafında parietal, temporal ve oksipital bölgelerinde görülür. Ağrı genellikle 5 dakikada sonlanır ancak bazen hafifleyerek birkaç saat devam edebilir. Çoğunlukla erkeklerde gözlemlenen ve fiziksel egzersiz, *defekasyon* (dışkılama), cinsel ilişki gibi efor gerektiren

aktiviteler sırasında görülen baş ağrısı dalıcılarda da ortaya çıkabilir. Bu ağrının eforla kan basıncı ve kafa içi basıncının artmasına bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Bu tip baş ağrısı bulunan dalıcılara su altında efor kapasitelerine göre faaliyetlerde bulunmaları önerilir.

Dış kulak barotravması

Barotravmalar hem serbest dalışlarda hem de donanımlı dalışlarda en sık rastlanan dalış hastalıklarıdır. Basınç değişikliğine bağlı olarak vücudun hava ile dolu olan boşluklarında ortaya çıkan hasarlanmalara barotravma denilmektedir.

Dalışlar sırasında su, dış kulağı doldurarak kulak zarına kadar ulaşmakta ve ortam basıncını kulak zarına iletmektedir. Dış kulağın başlık, maske kayışı, kulak tıkacı, kulak kiri (*buşon*), kemik çıkıntılar (*ekzositos*) gibi nedenlerle tıkanması burada kapalı bir hava boşluğu oluşmasına neden olmaktadır. Dış kulaktaki hava hacminin sıkışmasına bağlı olarak dış kulak yolunda dolgunluk hissi, ağrı, kanamalar oluşabilir. Dalıcıların dalış öncesinde dış kulak yoluna su girmesini engelleyecek, yukarıda belirtilen nedenleri kontrol etmesi bu tür bir rahatsızlığın gelişmesini engelleyecektir. Dış kulak barotravması gelişmesi durumunda dalış, hasarın durumuna göre bir süre engellenir. Dış kulak yolunun kuru kalmasını sağlamak iyileşmeye yardımcı olur. Dış kulak yolunun infekte olması durumunda doktor kontrolünde antibiyotik ve dekonjestan ilaçlar kullanılması gerekebilir. Dış kulak yolunu temizlemek için kullanılan kulak çöpleri buşon oluşumunu kolaylaştırdığından kullanılmaları önerilmez.

Orta kulak barotravması

Barotravmalar içerisinde en sık görülenidir. Çok sığ derinliklerde, iki metre gibi bir derinlik farkında bile meydana gelebilmektedir. Sualtına inildikçe ortam basıncının artması orta kulakta bulunan havanın sıkışmasına, kulak zarına baskı uygulamaya ve kulak zarını içeri doğru itmeye başlar. Orta kulağı genize bağlayan östaki borusu aracılığı ile orta kulağa hava gönderilmesi ile orta kulak basınç eşitlenmesi kulak zarının ve orta kulakta bulunan dokuların hasar görmesini engeller. Eğer basınç eşitlenmesi yapılamazsa başka bir deyimle kulak açılmazsa o tarafta şiddetli ve dolgun bir ağrı başlayacaktır. Kulağı açmadan dalmaya devam etmek ağrıyı şiddetlendirir. Kulak genellikle zırlıtlı bir sesle açılır ve ağrı hemen ortadan kalkar. Kulak açılmaz ve aynı derinlikte bir süre geçirilirse ağrının hafiflediği görülecektir. Bu, sorunun çözüldüğü anlamına gelmez. Kulak içine sıvı sızdığına veya yavaşça kanama olduğuna işaret eder. Ağrı azalır ama koyulaşır ve dolgunlaşır. Dalmaya devam etmeye kalkıldığında ağrı hemen geri gelir.

Ağrı eşiği kişiden kişiye, hatta aynı kişide günden güne bile değişebileceği için ağrının ilk hissedildiği derinlik değişebilir. Kulakta ağrı varken eşitleme daha zordur. Kulağı eşitlemek için ağrının ortadan kalktığı derinliğe kadar, hatta biraz daha fazla üzerine kadar yükselmek gerekir.

Kulak zarı yırtılırsa çok şiddetli, yırtıcı, dayanılmaz bir ağrı hissedilir. Bu ağrı kısa sürelidir ve hemen ortadan kalkar. Fakat soğuk suyun orta kulağa girmesi

nedeniyle **kalorik vertigo** denilen baş dönmesine yol açar. Orta kulağa dolan suyun ısınmasıyla beraber baş dönmesinde azalma meydana gelir. Orta kulak barotravması geliştiğinde kulak zarının hasar durumuna göre dalışa ara verilir. Kulak muayenesinde kulak zarında kızarıklık, çekilmeler, kanama görülebilir. Kulak zarında hasar oluşması durumunda Kulak Burun Boğaz Uzman Hekimi tarafından hasarın derecesine göre tedavisi düzenlenir.

Sığ derinliklerde sık görülmesi nedeniyle dalıcıların suyun içine girdikleri andan itibaren kulak eşitleme manevralarını sürekli ve sıkça uygulamaları, kulakta ağrı oluşması durumunda daha fazla zorlamadan su yüzüne tekrar dönerek denemeleri veya eşitleme hiç yapılamıyorsa dalışı sonlandırmaları en uygun karar olacaktır. Kulak eşitlemesi yapılamadığı fark edildiği halde zorlayarak devam edilmesi hasarı daha fazla arttırmakta ve daha uzun süre dalışa ara verilmek zorunda kalmaktadır.

Uyarı: Dalışın iniş kısmında kulak ağrısı olmasına rağmen dalışa devam edilmesi kulak ağrısının şiddetini arttırmakta ve dalıştan daha uzun süreli uzak kalmaya neden olmaktadır.

İç kulak barotravması

İç kulakta işitmeyi algılayan *koklea* (salyangoz) ve denge fonksiyonlarını sağlayan yarım daire kanalcıkları bulunmaktadır. Dalış sırasında çok kuvvetli valsälva manevrası yapmak kafa içi basıncı, beyin omurilik sıvısı ve koklea içi (*intrakoklear*) basınçta büyük bir artışa neden olmaktadır. İntrakoklear basınç artışı koklea üzerinde bulunan yuvarlak pencere yırtılmasına neden olabilmektedir. Nadiren de olsa oval pencere yırtığı da görülebilir. Böyle bir durumda şiddetli baş dönmesi, bulantı, kulak çınlaması, işitme kaybı oluşmaktadır. Yuvarlak pencereden koklea içerisinde bulunan perilenf sıvısı dışarıya doğru akarsa ilerleyici tipte bir işitme kaybına neden olur. Bu durumun devam etmesi durumunda kalıcı işitme kaybı gerçekleşebilir.

İç kulak barotravmasında valsälva manevrasının yapılması durumu daha kötü hale getirmektedir. Dik pozisyonda bulunmak belirtileri hafifletir. Dalıcı başı yukarıda kalacak şekilde dik pozisyonda istirahat etmelidir. Basınç odasında rekompresyon (tekrar basınç altına alınmak) tedavisi kesinlikle uygulanmalıdır. En kısa zaman içerisinde bir KBB uzmanı tarafından değerlendirilmesi gerekmektedir. Yuvarlak pencere yırtığının kapanması birkaç gün içerisinde kendiliğinden gerçekleşmezse cerrahi olarak yuvarlak pencere tamiri gerekebilir ve uzun dönem dalışa ara verilir. Dalışlar sırasında kuvvetli ve uzun süreli (5 saniyeden fazla) valsälva manevralarından kaçınılması iç kulak barotravmasını önlemek açısından önemlidir.

Paranasal sinüs barotravmaları

Kafa kemikleri içerisinde bulunan ve ince kanallarla burun boşluğuna açılan hava dolu boşluklara paranasal sinüsler denilmektedir. Sinüslerin içinin hava ile dolu olması dalış sırasında basınç değişikliğinden etkilenmelerine neden olmaktadır. Ostium denilen açıklıklar burun boşluğundan sinüslere hava geçişi sağlayarak barotravma oluşumunu önler.

Burun boşluğuna açılan kanalcıklarda üst solunum yolu enfeksiyonu, geniz eti, sigara kullanımı, allerji, sinüzit gibi nedenlerden dolayı tıkanıklık oluşması sinüslerde barotravmaya neden olmaktadır. Dalışın iniş veya çıkış esnasında tutulan sinüsün bulunduğu bölgeye bağlı olarak alında, göz çevresinde, elmacık kemiklerinin üzerinde, başın orta hattında, başın arkasına doğru yayılan ağrılar görülebilir. Maksiller sinüs ağrıları üst dişlerde hissedilir. Alındaki sinüs yani frontal sinüs ağrısı da maske sıkışmasındaki ağrıyla karıştırılabilir. Sinüs ağrıları dolgun ağrılardır. Tıpkı orta kulak ağrısı gibi dalmaya devam etmek ağrıyı şiddetlendirir. Bir süre ağrının görüldüğü derinlikte beklenirse ağrı hafifler, bu sorunun çözüldüğü anlamına gelmez. Sinüs içine kanama ile basınç farkının azalmasına işaret eder. Sinüs içerisine kanama çıkış sırasında burundan boşalacaktır. Bu kan, maske içerisine dolar. Dalıcılar arasında bu duruma sinüs patlaması adı da verilmektedir. Çıkışta sinüs kanaması burundan boşalmadan önce çok şiddetli, yakıcı, dayanılmaz bir ağrı hissedilir. Kanama gerçekleşirse ağrı hafifler ve hasar görmüş dokular nedeniyle sızıya dönüşür. Eğer çıkışta kanama olmaz yani sinüs boşalmazsa dolgun bir ağrı saatler hatta günlerce sürebilir.

Tedavisinde dekonjestanlar kullanılabilir. Sinüsün infekte olması durumunda antibiyotik kullanımı gerekebilir. Kulak eşitleme için yapılan manevralar aynı zamanda sinüslere de hava gönderilmesini sağladığı için sinüs barotravmasını engeller. Dalış sırasında sinüs ağrısı oluşması ve derinlikle beraber şiddetinin artması durumunda daha fazla hasar oluşmaması için dalışı sonlandırmak gerekebilir.

DİKKAT !

Düzenli kulak eşitleme manevralarının yapılması aynı zamanda sinüs barotravması gelişimini engellemektedir.

Temporomandibüler eklem ağrısı

Acemi dalıcılar veya çene yapısı uygun olmayanlar regülatörü tutabilmek için alt çenelerini ileri iterek kesici ve köpek dişleri ile sıkımaya çalışırlar. Bu durum şakak ve alt çenede bulunan ve çene eklemine destekleyen kasların dalış boyunca uygun olmayan şekilde kasılmalarına neden olur.

Uzun süreli bu kasılma çenenin arkasında ve şakaklarda şiddetli ağrılara ve eklem bozukluğuna neden olabilmektedir. Şakak ve temporal bölgelerde ağrı, çene eklem kısıtlılığı, eklem çıtırdaması, kulak çınlaması görülebilir. Acemi

dalıcıların bu yönde uyarılması, bu nedenle ağrısı olan dalıcılara sert plastik yerine kauçuk ağızlık (*maps*) kullanılması ağrıyı önlemede yardımcı olur. Her dalışında bu nedenle ağrısı olan dalıcıların bir diş hekimine yönlendirilmeleri gerekir. Bu dalıcıların kendi ağız yapılarına göre hazırlanmış regülatör mapası kullanmaları uygun olacaktır.

Karbonmonoksit zehirlenmesine bağlı baş ağrısı

Normal şartlar altında solunan havada ve dalış sırasında kullanılan hava kaynağında karbonmonoksit (CO) gazı bulunmamaktadır. Tüplerin doldurulması sırasında kompresörün bakımının iyi yapılmaması, kompresörden veya tekneye ait egzoz gazlarının kompresörün hava aldığı bölgeye karışması sonucunda tüplere karbonmonoksit gazı karışabilir.

Dalışla karbonmonoksit gazının vücutta birikimine bağlı olarak özellikle alın bölgesinde şiddetli ağrı, baş dönmesi, halsizlik, yorgunluk, bulantı-kusma görülebilir. Baş ağrısı diğer bulgular geçmesine rağmen saatlerce devam edebilir. Uzun süreli devam eden ağrılarda, ağrı alın ve başın üst bölgesinde zonklayıcı bir hal alabilir. Yoğun birikim olması halinde zorlu soluk alıp verme, kol ve bacaklarda kuvvet kaybı, bilinç bulanıklığı, bilinç kaybı ve komaya kadar varan klinik durumlar ortaya çıkabilmektedir.

CO zehirlenmesinde acil olarak rezervli maske ile %100 oksijen tedavisi başlanmalıdır. Aynı zamanda nörolojik veya sistemik ağır bulguları olan dalıcılara hiperbarik oksijen tedavisi uygulanması gerekir.

CO kokusu ve tadı solunan hava içerisinde fark edilemez. Bu nedenle tüplerin dolumu sırasında yukarıda belirtilen CO gazının tüplere doldurulmasına neden olabilecek faktörlere dikkat edilmelidir.

Uyarı: Hafif CO zehirlenmelerinde rezervli maske ile %100 oksijen solutulması, ağır zehirlenmelerde hiperbarik oksijen tedavisi önerilmektedir.

Karbondioksit zehirlenmesine bağlı baş ağrısı

Karbondioksit (CO₂) oksijenin dokularda kullanılması sonucunda ortaya çıkan ve akciğerlerden soluk verilmesi ile vücuttan uzaklaştırılan bir gazdır. Karbendioksitin birikimine neden olabilecek durumlar hava kaynağından kaynaklı olabilmektedir. Bakımı iyi yapılmamış kompresörlerden tüplere dolum sırasında oluşabilmekle beraber nadiren görülen bir durumdur. En sık karşılaşılan durum dalışlarda tüpün erken bitmesini engellemek amacıyla istemli soluk tutmalar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu durum İngilizce “*Skip breathing*” olarak isimlendirilmiştir. Soluk almayı ihmal etmek, atlamak, az solumak anlamına gelir.

Diğer bir faktör de derin dalışlarda uygun olmayan regülatör kullanılmasıdır. Derinliğe bağlı olarak ortam basıncının artması solunan gazın yoğunluğunu arttırmakta ve derinliğe uygun regülatör kullanılmaması durumunda CO₂ birikimine neden olmaktadır. Kullanılan regülatörün dalışa uygun olmasına

rağmen bakımsız olması, filtrelerinin oksitlenmiş olması durumunda da CO₂ birikimine sebebiyet verebilmektedir.

Kapalı sistem dalış donanımlarında verilen soluk filtrelerden geçirilerek tekrar kullanılır. CO₂ absorbe edici filtrelerin zamanının dolmuş olması, ıslanması, çok sıkı veya düzgün yerleştirilmemesi sonucunda CO₂ tekrar dalıcıya dönebilir.

Sıkı elbise, dar denge yeleği kullanımına bağlı olarak soluk alış-verişini zorlaştıran durumlar akciğer havalanmasını azaltarak CO₂ birikimine neden olabilmektedir. Mağara dalışlarında mağara içine çıkıldığında dalıcının regülatörü bırakarak ortam havasını soluması da CO₂ birikimine olabilmektedir. Basınç odası dalışları, saturasyon dalışları, sualtı habitatlarında ortam havasının yetersiz ventile edilmesi, ortamda CO₂ birikimine neden olabilir.

CO₂ birikimine bağlı olarak gelişen baş ağrıları başın orta hattında, genellikle dalışlardan sonra başlayan, baş hareketleri ile şiddeti artan, uzun süreli baş ağrılarıdır. İlaçlara genellikle cevap vermez. Ağrı yavaş yavaş gelişerek frontal, temporal ve oksipital bölgelere yayılır. Hafif veya şiddetli ağrılar oluşabilir. Zehirlenmenin derecesine göre bulantı, halsizlik, bilinç bulanıklığı, denge bozukluğu, soluk darlığı, yüzde kızarma görülebilir. Ağır zehirlenmelerde solunum baskılanması, bilinç kaybı, nöbet ve kalp durması görülebilir.

Hafif veya şiddetli baş ağrılarında nörolojik belirtiler görülmediği sürece herhangi bir tedavi uygulanması gerekmemektedir. Solunum sıkıntısı, denge bozukluğu, bilinç kaybı gibi ağır belirtilerin olması durumunda rezervli maske ile %100 oksijen tedavisine acilen başlanmalı ve hastanın en yakın sağlık merkezine nakli sağlanmalıdır.

CO₂ birikimine bağlı baş ağrılarının çoğunluğu daha az hava harcamak amacıyla istemli soluk tutmalar sonucu oluşmaktadır. Dalış eğitimleri sırasında tüm dalgıçların bu konuda eğitilmeleri gerekmektedir. Dalış tüplerinin doldurulmasında kompresörlerin bakımlı olması ve kompresör hava kaynağının temiz havadan temin edilmesine dikkat edilmelidir. Derin dalışlarda, dalış derinliğine uygun regülatör kullanılması, kapalı sistem dalış donanımlarında CO₂ absorbe edici filtrelerin bakımının düzenli yapılması, dar kıyafet veya denge yeleği kullanılmamasına dikkat edilmesi dalış ekipmanlarına bağlı CO₂ birikimini engelleyici önlemlerdir.

DİKKAT !

Dalışlarda hava tüketimini azaltmak amacıyla uzun süreli soluk tutmak şiddetli baş ağrılarına neden olabilir.

Diş ağrıları

Normal şartlarda dişlerin içinde hava boşluğu bulunmaz. Diş çürüklerinin tedavisinde dolgu işlemi sonrasında dolgu ile diş arasında hava boşluğunun kalması dalışlarda ağrıya neden olur. Dişin bulunduğu bölgeye göre alt çene, kulağa doğru veya maksiller sinüs etrafında ağrı görülebilir. Dalışın hem iniş

hem de çıkış dönemlerinde ağrı olur. Hava boşluğuna kanama olması durumunda dolgu yerinden çıkabilir. Dalışlarda dolgulu bir dişte ağrı olması durumunda diş hekimine başvurularak değerlendirilmesi gerekmektedir.

DİKKAT !

Dalışlarda dişlerde ağrı oluşması durumunda dolgu altlarında hava boşluğu olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Migren

Normal toplumda çok sık rastlanılan bir baş ağrısı türüdür. Dalıcılar arasında da bu nedenle sıklıkla karşılaşılan bir sağlık problemidir. Migren, başlamadan önce *aura* olarak isimlendirilen ışık çarpmaları, parıldayan çizgiler görülmesi, görme alanının kısmen kaybedilmesi, görmede bulanıklık gibi belirtiler verebilir. Şiddetli migren ağrılarını parlak ışık tetikleyebilir.

Migren ağrısı hafif bir baş ağrısından; bulantı, kusma, kollarda uyuşukluk, karıncalanma, güçsüzlük gibi daha ağır belirtilere kadar değişebilir. Bulantı ve kusmanın dalış sırasında gelişmesi, boğulmayla sonlanabilecek kadar hayatı tehdit edici bir hal alabilir.

Kollarda uyuşukluk, karıncalanma, paralizi gibi belirtiler migrenin dekompresyon hastalığı, arteriyel gaz embolisi veya karbonmonoksit zehirlenmesi gibi ciddi durumlarla karışmasına neden olabilmektedir. Bu derece ağır bulguları olan kişilere dalış önerilmez. Daha önce migren atağı geçirmiş dalıcılarda baş ağrısı bulgularının artmadığı görülmüştür. Bundan dolayı nörolojik bulgu vermeyen migreni bulunan dalıcıların dalıştan men edilmesi uygun değildir. Güneş parlaması, teknenin sallanması, egzoz kokusu, yüksek efor gerektiren ağır dalış takımları kaldırmak veya yüzmek migreni tetikleyebilir.

Dalış sırasında meydana gelen sessiz kabarcıkların da migreni tetikleyebileceği belirtilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle auralı migreni bulunanlarda yüksek oranlarda patent foramen ovale tespit edildiği bildirilmiştir. Bu nedenle migreni olan dalıcıların patent foramen ovale ve kalplerinde sağ sol şanti yönünden değerlendirilmeleri akılda tutulmalıdır.

Soğuğa bağlı baş ağrısı

Suyun ısı iletiminin havadan çok daha yüksek olması dalıcıda hipotermi gelişmesine neden olabilir. Soğuk su dalışlarında yüzün açıkta kalan kısmı direk suyla temas ettiğinde tüm yüz ve alına doğru yayılan bir ağrı oluşabilir. Bu, genellikle soğuk bir şey yenilip içildiği zaman da görülmektedir. Bu durumun yüzün duyusunu sağlayan trigeminal sinirin refleksine bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir. Ağrı 20-30 saniyeden 5 dakikaya kadar uzayabilir. Bu şekilde hassasiyeti olan dalıcıların neopren başlık kullanmaları önerilir. Dalış öncesi yüzün soğuk suyla yıkanması baş ağrısını önlemede yardımcı olabilir. Soğuk su

dalışlarında üşümeye bağlı titremenin uzun süre devam etmesi gerilim tipi baş ağrısına neden olabilir.

Maskeye bağlı baş ağrıları

Dalış sırasında ortam basıncının artmasına bağlı olarak maske içerisindeki hava hacimsel olarak küçülmeye başlar. Bu sırada burundan maske içerisine soluk verilerek maskenin sıkışması önlenir. Yapılmadığı durumlarda özellikle göz ve etrafındaki yumuşak dokular dışa doğru vakumlanarak ödem veya cilt içerisinde kanamaların oluşmasına sebebiyet verir.

Maskenin dalış sırasında düşeceği korkusu, içine su gireceği düşüncesi ve yüze tam oturmayan maske nedeniyle bazen dalıcılar maske kayışını gereğinden fazla sıkabilirler. Kayışın baş etrafında aşırı sıkışmasına bağlı gerilim tipi baş ağrısı görülebilir. Aşırı sıkılmış maske göz üzerinde kaşlara baskı yapabilir. Bu durumda o bölgede bulunan sinirin etkilenmesine bağlı *supraorbital nevraljiler* oluşabilir. Bu ağrı “koruma gözlüğü baş ağrısı” olarak isimlendirilir. Dalış başladıktan dakikalar sonra ortaya çıkar ve zaman ilerledikçe şiddeti artar. Ağrı tek taraflı, hafif, devamlı ve kaş çıkıntısına elle dokunulduğunda artma eğilimindedir. Dalış bittikten sonra maskenin çıkarılması ile ağrının şiddetinde azalma görülür.

Dekompresyon hastalığına bağlı baş ağrısı

Dalış sırasında derinlik ve süreye bağlı olarak dokularda nitrojen birikir. Çıkışın hızlı yapılması veya yeterli dekompresyon yapılmaması nitrojenin dokulardan atılımına fırsat veremeyerek gaz kabarcıkları oluşumuna yol açar. Gaz kabarcıkları kan beyin bariyerinin bozulmasına, ödem gelişmesine ve kafa içi basınç artışına bağlı olarak baş ağrılarına neden olabilir. Dalış sonrası deri tutulumu, kaşıntı, kol veya bacak eklemlerinde ağrı ve uyuşukluk, halsizlik, baş dönmesi gibi yakınmaları olan dalıcılarda baş ağrısının bulunması vurgunu akla getirmelidir. Dekompresyon hastalığına bağlı baş ağrısı gelişmesi durumunda tedavide ağrı kesici kullanımı diğer bölgelerde bulunan ağrıları baskılayabileceği için önerilmez. Tedavisi, dekompresyon hastalığı için uygulanacak basınç odası tedavisidir.

Arteriyel gaz embolisine bağlı baş ağrısı

Dalışın sonunda yüzeye geliş esnasında ortam basıncının düşmesiyle akciğer içerisindeki hava her soluk alış verişle dengelenir. Ani veya hızlı çıkış yapılması, soluk tutulması durumunda hava akciğerlerden istenildiği hızla atılamaz ve parçalanan alveollerden kan damarlarına geçerek beyine hava kabarcıklarının ulaşmasına neden olabilir. Gaz kabarcıklarının pıhtılaşma faktörlerini aktive etmesi, kafa içi basıncın artmasına neden olarak baş ağrısına yol açar. Baş ağrısıyla beraber baş dönmesi, bilinç bulanıklığı, halsizlik, kol ve bacaklarda uyuşma gibi yakınmalar eşlik edebilir.

Dehidratasyona bağlı baş ağrısı

Dehidratasyon vücudun su kaybetmesi olarak tarif edilebilir. Dalışlarda sıcak hava, terleme, aşırı efor harcanması, kalın dalış kıyafetleri ile bekleme, alkol

tüketimi, soğuk suyun etkisi ile su içinde idrar miktarının artması vücuttan sıvı kaybını fazlaştıran nedenlerdir. Sıvı kaybı tansiyonun düşmesine, beyin kan akımının ve oksijen ihtiyacının karşılanamamasına bağlı baş ağrısına neden olabilir. Bu nedenlerden dolayı dalışlar sırasında bol sıvı tüketilmeli ve idrar renginin açık olduğu kontrol ederek sıvı ihtiyacı gözlemlenmelidir.

Travmatik baş ağrıları

Baş ve boyun travmaları genellikle sığ sulara baş üstü atlamalar sonucunda oluşur. Boyun kırıklarına bağlı felç, boyun omurga hasarları ve boyun damarlarında tıkanma gelişebilir. Dalışlar genellikle ayak suya önce girecek şekilde yapılır. Akıntılı su dalışlarında, sığ sularda dalga olması durumunda dalıcı kontrolünü kaybederek kayalara çarpabilir. Bazen botlarda oturur pozisyonda geriye doğru devrilerek de dalış yapılabilir. Bu durumda suyun derin olduğundan ve kayalık olmadığından emin olunarak dalış yapılması önerilir. Kafa travmalarında bilinç kaybına varabilecek ciddi sorunlar yaşanabilir. Görüşün iyi olmadığı karanlık alanlara (mağara dalışları), kapalı alanlara (batık vb.) yapılan dalışlarda dikkatli olunmalıdır. Çoğu zaman büyük cisimler bile ancak çok yakına gelindiğinde fark edilmektedir. Tüm dalışlarda etraftaki tehlikeleri rahat fark edebilmek için görüşü iyi sağlayabilecek maskeler ve gerekli ise dalıcıya uygun dereceli maske kullanılması uygundur.

Servikojenik baş ağrısı

Servikal spondiloz (boyun kireçlenmesi), boyun travması geçmişi olan yaşlı dalıcılar ve doğumsal boyun anomalileri olan dalıcılarda dalış sırasında başın arkaya uzun süre gerilerek ve öne doğru uzatılarak dalış yapılmasına bağlı olarak servikojenik baş ağrısı gelişebilir. Boyun kas spazmı veya boyun sinirlerinde basıya bağlı olarak gelişir. Bu durumda başın arka ve alt kısmında (*oksipital bölge*), boyun arka kısmında tek taraflı ağrılar görülebilir. Ağrılar birkaç dakika, saat hatta günler sürebilir. Boyun kaslarını uzatıcı egzersizler ağrıların azaltılmasında yardımcı olur.

Tuzlu su aspirasyonuna bağlı baş ağrısı

Dalışlar sırasında solunum yoluna tuzlu su kaçması, genellikle dalıştan yarım saat sonra başlayan, tüm vücutta ve başta, egzersiz ve soğukla şiddeti artan baş ağrısına neden olabilir.

Zararlı deniz canlılarına bağlı baş ağrıları

Zehirli deniz canlılarının nematosist adı verilen toksinlerini taşıyan iğneleri bulunur. Bunların deriye teması sonucu sistemik reaksiyonlar oluşturabilir. Zehirlenme bulgularından biri de baş ağrısıdır.

Denizanaları genellikle sıcak denizlerde bulunur ve deri ile temas etmesi baş ağrısına neden olabilir. Boyun veya baş bölgesiyle teması sonucu 5 ile 15 dakika arasında başlayan ani, keskin bir acı oluşturur. Zamanla bu acı azalarak donuklaşır ve 24-48 saat sonra kaybolur.

Mercan, denizşakayığı, iğneli hidroid türleri, anemon, iskorpit balığının zehirli dikenleri ve deniz kestanesi iğlerinin batması sonucu vücutta diğer belirtilerle

beraber baş ağrısı da görülür. Zargana ve baraküda gibi parlak ışığa saldırabilen balıklar travmatik baş ağrılarına neden olabilirler.

Bazı balıklar uzun süre sıcakta kaldıktan sonra yenildiklerinde zehirlenmeye neden olabilir ve baş ağrısı oluşabilir. Orkinos, ceylan balığı, kızıl orkinos, torik ya da uskumru gibi uskumru benzeri (*scomroid*) balıklar yenildikten 15-90 dakika sonra zonklamalı bir baş ağrısına neden olabilir. Hafif belirtilerden allerjik şoka kadar ilerleyebilen durumlar gelişebilir. Baş ağrısı saatler hatta günler sürebilir. Aşağıdaki tabloda (**Tablo 2**) belirtilen deniz canlılarının yenmesi durumunda da baş ağrısı görülebilir.

Tablo 2. Yenilmesi durumunda baş ağrısı oluşturabilecek deniz canlıları

Çinekop	Köpekbalığı	Avustralya Okyanus Som Balığı
Sardalya	Kedibalığı	Deniz Salyangozu
Hamsi	Kaplumbağa	Deniz Sümüklüböcekleri
Ringa balığı	Su Kaplumbağası	Kabuklu Su Ürünü Zehirlenmesi
Zurna balığı	Kirpi Balığı	Köpekbalığı Karaciğeri
Zargana	Pervane Balığı	Fok Karaciğeri
Lambuka	Dikenli Balığı	Yunus Karaciğeri
Sarıkuyruk	Salyangozlar	Balina Karaciğeri

Önerilen kaynaklar

Abedini, M. (2015) Donanımlı dalışta (scuba) baş ağrısını etkileyen dalışla ilişkili faktörlerin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Balestra C, Germonpre P, Marroni A. (2004) Scuba diving can induce stress of the temporomandibular joint leading to haedache. *Br J Sports Med* 38:102–104

Cheshire WP, Ott MC. (2001) Headache in divers. *Headache* 41:235-247.

Edmonds, C. (2016) Fish poisoning. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.) CRC Press, s: 397-403.

Mitchell, S. (2016) Neurological disorders of diving. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.) CRC Press, s: 459-466.

İNFEKSİYONLAR

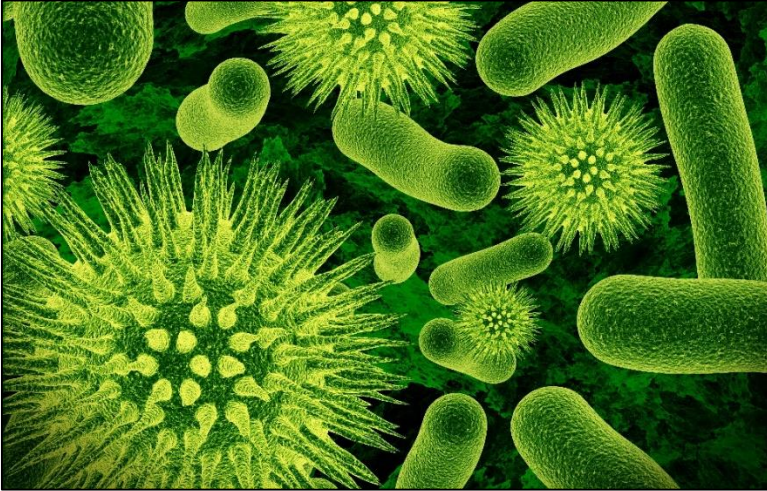


Dr. Aslıcan ÇAKKALKURT

Tanım

İnfeksiyon hastalıkları bakteri, virüs, mantar, parazit gibi mikroorganizmaların neden olduğu hastalıklardır. Dalıcılar, kirli sularda yapılan dalışlar, travmalar, kesiler, kan ve vücut sıvıları ile temas gibi birçok etken nedeniyle dalış sırasında bazı infeksiyonlar açısından daha fazla risk altındadırlar. Gelişmemiş ülkelerde yapılan dalışlar, hijyen koşullarının yetersiz olması ve kalabalık ortamlar dalışlar sırasında infeksiyon riskini artırmaktadır. Dalıcılar hem dalış koşulları ile ilgili olarak vücutta birçok sistemi ilgilendiren infeksiyonlar; kan ve vücut sıvıları ile bulaşan hepatit, AIDS gibi bulaşıcı hastalıklar, hem de sıtma gibi seyahat kaynaklı infeksiyonlarla karşılaşabilirler.

Bir infeksiyon hastalığı geliştiğinde dalışa devam edilmesi hastalığın seyrini oldukça olumsuz şekilde etkileyebilir. İnfeksiyonların kontrol altına alınmadığı takdirde, hem komşu organlara yayılarak hem de kan yolu ile çok daha şiddetli ve yaşamı tehdit eden tablolara ilerleyebileceği unutulmamalıdır. İnfeksiyon hastalıklarının kendilerine özgü belirti, bulgu ve korunma yolları olmakla birlikte, birçok infeksiyon hastalığı için ortak yakınmalar, tedavi yöntemleri ve korunma yolları da söz konusudur.



İnfeksiyon hastalıklarına bakteri, virüs, mantar gibi gözle görülmeyen mikroorganizmalar neden olur.

Klinik

İnfeksiyonun neden olduğu yakınma, belirti ve bulgular çok çeşitli olabilmektedir. İnfeksiyonlar kızarıklık, sıcaklık artışı, ağrı, şişlik gibi lokal yakınmalarla görülebileceği gibi, ateş, halsizlik, kas ağrıları, kanda akyuvar sayısı artışı, kan çökme hızı (*sedimentasyon*) artışı gibi genel bulgularla da seyredebilir.

Vücutta infeksiyonun başlıca bulgularından biri ateştir. Ateş vücut sıcaklığının yükselmesi olarak tanımlanmaktadır. Vücut sıcaklığı sabah erken saatlerde en düşük, öğleden sonra ise en yüksek seviyelerdedir. Fakat maksimum değişim yaklaşık olarak 0,6 °C'dir. Öte yandan unutulmamalıdır ki, ateş yükselmesi infeksiyon dışında birçok hastalıkla da ilgili olabilir. Bazı şiddetli infeksiyon hastalarında ise vücut sıcaklığı aksine normal veya düşük olabilir.

Vücutta infeksiyonun önemli bir diğer bulgusu da apse oluşumudur. Derialtında oluşan apselerin en önemli belirtileri kızarıklık, şişlik, ağrı ve sıcaklık artışıdır.



Apseler açılarak komşu organlarda işlev bozukluklarına yol açabilir.

Tanı

İnfeksiyon hastalıklarının tanısını koyarken birçok laboratuvar testinden de faydalanılmaktadır. Kanda akyuvarlar, sedimentasyon, bazı proteinler gibi birçok belirteç mevcuttur. Neden olan kaynağın kesin tanısı için kan, idrar, dışkı, yara ya da infeksiyon bölgesi ile ilişkili bölgeden kültür alınarak, mikroskop altında etken olan mikroorganizma saptanmaktadır.

Tedavi

İnfeksiyonların tedavisinde kullanılan birçok ilaç mevcuttur. Antibiyotik olarak bilinen ilaçlar bakterilere karşı etki göstermektedir, virüs kaynaklı hastalıklarda ilaç tedavisi gerekli olduğunda antiviral ilaçlardan yararlanılmaktadır. Mantar infeksiyonlarında ise bu sınıfta yer alan mikroorganizmalara karşı spesifik etki gösteren tedaviler uygulanmaktadır.



İnfeksiyon hastalıklarında ilaç tedavisi doktor kontrolü altında uygulanmalıdır.

Ateşin kontrol altında tutulması önemli olduğundan bazı olgularda ateş düşürücü tedaviler ve iltihaba karşı etkili olan ilaçlar da kullanılmaktadır. Apselerin ise genellikle açılıp boşaltılması gerekli olmakla birlikte yüzeyel apseler ilaç tedavisi ile de kontrol altına alınabilmektedir.

Antibiyotik tedavilerinin gerekli olmayan hastalarda uygulanması direnç gelişimine neden olduğundan infeksiyon hastalıklarının tedavisinde hangi hastanın, hangi infeksiyonunda, hangi dozda ilaç kullanılması kararı mutlaka hekim tarafından verilmelidir.

Uyarı: Antibiyotik tedavisi mutlaka bir hekim tarafından düzenlenmelidir!

Üst solunum yolu infeksiyonları

Üst solunum yolu infeksiyonları nezle, *tonsillit* (bademcik iltihabı), *farenjit* (geniz iltihabı), sinüs ve kulak infeksiyonları şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Soğuk algınlığı ani başlayan, yaklaşık bir hafta devam eden burun akıntısı, öksürük, boğaz ağrısı, ses kısıklığı ve ateşle seyreden bir tablodur ve genellikle belirtilere yönelik ilaç tedavileri ile yakınmalar kontrol altına alınmaktadır.

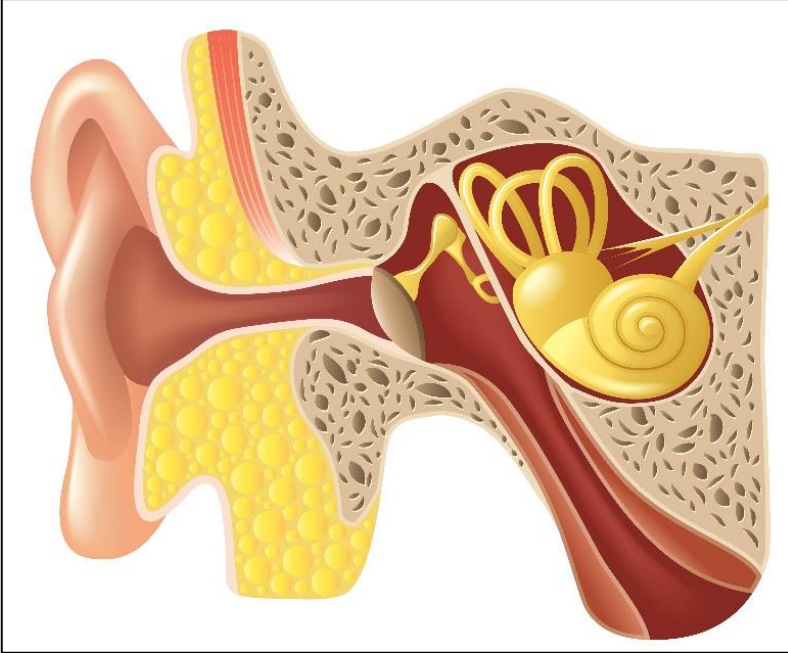
Rinit, nezle olarak da bilinmekte ve burun mukozasında iltihabi reaksiyon ve akıntı ile seyretmektedir. Burunda kaşıntı, hapşırık ve kanama da görülebilir. Nedeni sıklıkla virüsler olmakla birlikte bakteriler, allerjenler veya diğer iritanlar da nezleye yol açabilmektedir. Tanısı genellikle yakınmaların değerlendirilmesi ve muayene ile konulmaktadır. İlaç tedavisinin yanında oda havasının nemlendirilmesi de yakınmaları hafifletebilir.

Sinüs ve kulak infeksiyonları hem klinik açıdan daha şiddetli seyredebildiğinden, hem de barotravmalar ile ilişkili olduğundan dalıcılar açısından özellikle önemlidir.

Üst solunum yolu infeksiyonları, yol açtıkları yakınmalarla dalışı engelleyebilir ve daha şiddetli tablolara ilerleme gösterebilir.

Orta kulak infeksiyonu

Orta kulak iltihabı, orta kulakta bakteriler veya virüslerin neden olduğu infeksiyonlardır; şiddetli ağrı, ateş ve kulakta akıntı gibi yakınmalar görülebilmektedir. İlk ortaya çıkan yakınma genellikle işitme kaybıyla birlikte seyreden kulak ağrısıdır. Kulakta dolgunluk ve basınç hissi gelişebilir. Dalıcılarda orta kulak barotravması, üst solunum yolu infeksiyonları veya allerjiler nedeniyle orta kulak infeksiyonları gelişebilir.



Tekrarlayan orta kulak infeksiyonları işitme kayıplarına yola açabilir.

Hekim tarafından yapılan kulak muayenesinde kulak zarında saptanan bulgularla tanısı konulmaktadır. Orta kulak infeksiyonlarının tedavisinde başta antibiyotikler olmak üzere birçok ilaç kullanılmaktadır.

Dış kulak yolu infeksiyonu

Dış kulak yolu infeksiyonları, dış kulak yolunda bakterilerin neden olduğu infeksiyonlardır, dalıcılarda sık görülmektedir ve yüzücü kulağı olarak da bilinir. Hastalar sıklıkla dış kulak yolunda ağrı ve kaşıntıdan yakınır. Akıntı ve gelişen iltihap dokusu nedeniyle işitme kaybı da görülebilir. Tanı, kulak muayenesi ile konulmaktadır. Muayene sırasında kulak kepçesinin hareketi ve dış kulak yolu önüne dokunulması şiddetli ağrıyı tetikler.

Allerji, egzema, sedef hastalığı, kulak temizleme çubukları veya diğer cisimlerle kulağın temizlenmesi ve havuz suyuna uzun süre maruz kalma nedeniyle kulak asiditesinin azalması gibi bazı faktörler dış kulak yolunda iltihap gelişimine zemin hazırlar. Kulak temizleme girişimleri nedeniyle kulak kiri daha da derine doğru ilerler, su tutarak şişer ve dokuda bozulmaya yol açarak infeksiyona neden olabilir.



Bakteri, virüs ve mantarlar dış kulak yolunda infeksiyonlara neden olabilir.

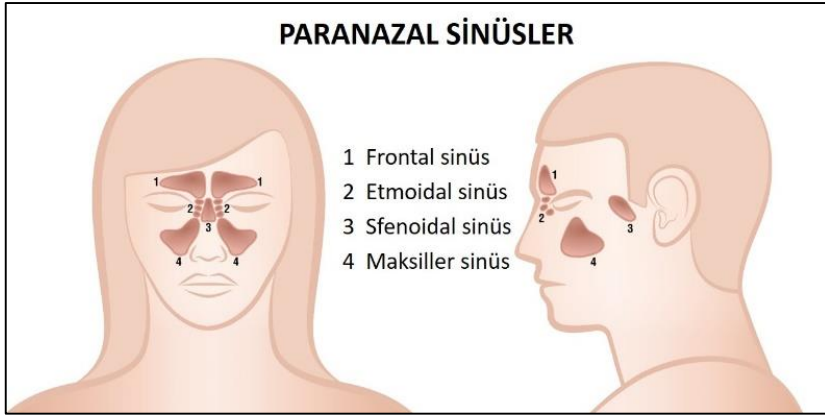
Dış kulak yolu infeksiyonlarının önlenmesi için yüzme sonrası kulak kanalına sirke karışımı veya alkol damlatılması önerilmektedir. Fakat alkol ve asit karışımlarının tahriş edici etkileri nedeniyle dalıcılar için en doğru uygulama

%70'lik alkol ile eczanede hazırlatılacak damlaları kullanmaktır. Sirke, kanalın pH değerini değiştirir, alkol ise ortamın kurutulmasını sağlar. Son zamanlarda kullanıma sunulan ve yüz maskelerine benzer şekilde kulakları örten maskeler de dış kulak yolunun kuru kalmasını sağlayarak bu enfeksiyonların önlenmesinde faydalı olabilir. Boynun bir tarafa doğru eğilerek başın sallanması kulak yolunda kalan suyun atılmasına yardımcı olabilir, fakat bu sırada baş ve boyun hareketleri açısından dikkatli olunmalıdır. Saç kurutma makinasının herhangi bir yanığa yol açmayacak şekilde düşük sıcaklıklarda kulak yoluna tutulması da dış kulak yolunu kurutucu etki gösterir.

Tedavide birçok antibiyotik, steroid ve ağrı kesici ilaç kullanılabilmeyle birlikte, bazı hastalarda kanalın temizlenmesi de gerekli olmaktadır. Bazı olgularda kuru sıcak uygulaması da faydalı olabilmektedir.

Sinüzit

Sinüzit, sinüslerde bakteri, virüs, mantar veya allerjenler nedeniyle gelişen iltihabi reaksiyonlardır. Burun tıkanıklığı, yüz bölgesinde ağrı, ateş, burun akıntısı, öksürük ve koku hissinde kayıp sık karşılaşılan yakınmalardır.



Sinüsler, yüz ve kafa kemiklerinde yer alan içi hava dolu boşluklardır.

Akut sinüzit bir aydan daha kısa sürede iyileşirken, kronik sinüzit çok daha uzun süre devam eden yakınmalara yol açmaktadır. Tanı genellikle klinik muayene ile konulmakla birlikte, bazı hastalarda sinüs grafileri, bilgisayarlı tomografiler ve sinüslerden alınan numunelerin laboratuvarında değerlendirilmesi de gerekli olabilmektedir. İlaç tedavisine yanıt vermeyen olgularda iltihabi dokuların temizlenmesi için cerrahi müdahaleler sık uygulanmaya başlanmıştır.

Uyarı: Sinüzitin menenjit ve beyin apsesi gibi hayatı tehdit eden hastalıklara ilerleyebileceği unutulmamalıdır!

Faringokonjunktival ateş

Faringokonjunktival ateş; farenks yani geniz ile konjunktiva yani gözkapaklarının iç kısmı ile gözün ön kısmını örten zarın birlikte iltihaplanmasına verilen isimdir. Beş-dokuz günlük kuluçka dönemi sonrası ateş, halsizlik, öksürük, lenf düğümlerinde şişme, farenjit, konjunktivit ve zaman zaman ishal ile seyreden bir virüs enfeksiyonudur. Yüzücülerde faringokonjunktival ateş salgınları bildirilmiştir. Virüs solunum yoluyla, ağız yoluyla ve temas yolu ile bulaşmaktadır. Bu nedenle dalıcıların ortak malzeme ve özellikle ortak maske kullanması enfeksiyon riskini artıracaktır.

Aids

AIDS olarak bilinen “edinsel bağışıklık yetmezliği sendromu” insan bağışıklık yetmezliği virüsünün (HIV) neden olduğu bir enfeksiyon hastalığıdır. Dünya üzerinde 33 milyon kişinin HIV ile enfekte olduğu tahmin edilmektedir ve heteroseksüel bulaşma kadın ve erkeklerdeki en sık bulaşma yoludur. Deride delici yaralanmalar sonrası enfeksiyon riski yaklaşık %0,3, mukoza zarının maruziyeti sonrası ise %0,09’dur.

İnfeksiyon başlangıçta hiçbir belirtiye neden olmayabilir veya geçici ve genel yakınmalara yol açabilir. Bu dönemde ateş, halsizlik, eklem ağrıları ve döküntü gibi birçok belirti ortaya çıkabilir.

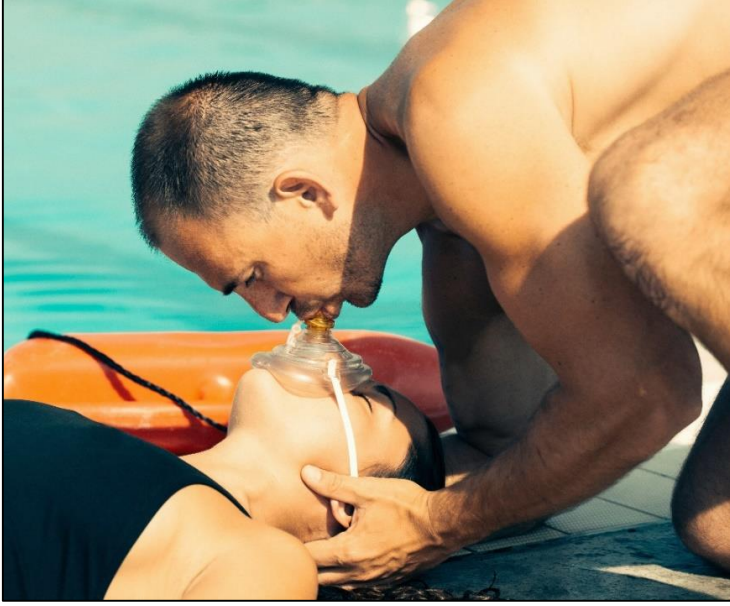
HIV enfeksiyonu olan birçok kişide herhangi bir tedavi almamalarına karşın uzun yıllar bir belirti ve bulgu saptanmayabilir. Bulaşma ile AIDS tablosu gelişmesi arasındaki süre 10 yıl kadar uzun olabilir. Dalıcılarda kesin veriler bulunmamakla birlikte, klinik yakınmaların gelişmediği ve hastalık tanısının henüz kesin olarak konulmadığı bu dönemde yapılan dalışlar bulaşma açısından risk oluşturabilir. AIDS bulaşması HIV içeren kan, anne sütü, tükürük, vajinal salgılar ve semen gibi vücut sıvıları ile temas yoluyla olmaktadır. Bulaşma riski bu sıvıların içerdiği virüs yükü ile direkt olarak ilişkilidir ve sıklıkla cinsel ilişki, doğum, emzirme, tıbbi işlemler sırasında ve kan ile temas etmiş iğnelerin paylaşılması ile olmaktadır.

Kan yolu ile bulaşmada, virüslü kanın nakli veya iğnelerin paylaşılması sırasında bulaşma riski yüksektir. İnfekte kanın sağlam olmayan deri ile teması sonucunda da bulaşma olduğu bildirilmiştir. Dalış sırasında ortak maps kullanımı, travmalar ve deri kesileri sonrası ilkyardım müdahaleleri sırasında bulaşma riski olabilir. AIDS hastalığı gelişmiş olan veya HIV taşıyıcısı olan dalıcılar bulaşma açısından risk teşkil eden, kan veya diğer vücut sıvıları ile temasa neden olabilecek davranışlardan kaçınmalıdır. Ağızdan ağıza veya ağızdan buruna ilkyardım uygulamaları sırasında ilk yardım uygulayan veya uygulanan dalıcıda ilkyardım uygulanan alan üzerinde herhangi bir kesi, ülser ya da kanama HIV bulaşması açısından risk oluşturabilir.

Tükürük ile bulaşma riski çok düşük olsa da teorik olarak mümkün olduğundan dalışlar sırasında ortak maps ve şnorkel kullanımından kaçınılmalı, her kullanım

sonrası gerekli dezenfeksiyon işlemleri yapılmalıdır. HIV taşıyıcısı olduğu bilinen dalıcılarda ilkyardım uygulaması sırasında maske kullanılmalıdır.

Bazen HIV pozitif bireylerin kendileri tarafından fark edilmeyen nöropsikolojik bozuklukları olduğu bildirilmiştir. Bu bozukluklar entellektüel fonksiyonlarda ve dalış sırasında karar verme yeteneğinde de bozulmaya yol açabilir. Ayrıca yüksek basınç koşulları ve yüksek basıncıdaki oksijeninin kan beyin bariyeri üzerindeki etkileri nedeniyle virüsün beyin dokusuna geçişi ve sinir sistemi AIDS gelişimi açısından da risk oluşturabilir. Ayrıca infekte dalıcılar, bağışıklık sistemindeki yetersizlikler nedeniyle dalış sırasında travma, kesi veya ortak malzeme kullanımları gibi birçok nedenle ortaya çıkabilecek diğer enfeksiyonlara karşı da duyarlıdırlar.



AIDS hastaları ve HIV taşıyıcılarında ilk yardım sırasında maske kullanılmalıdır.

Kan yolu ile bulaşabilen tüm hastalıklarda olduğu gibi AIDS açısından da tüm dalıcılar dalışlar sırasında derilerinin bir başkasının kanı ile temasından kesinlikle kaçınmalı, gerekli olduğunda lateks veya plastik eldiven kullanmalı, kan ile temas durumunda ise mutlaka antiseptik solüsyon veya sabunlarla dokular temizlenmelidir.

Gelişmemiş ülkelerde yapılan dalışlar sırasında tıbbi bir tedavi gerektiğinde, kullanılan tıbbi malzemelerin steril olduğundan emin olunmalı, bazı ülkelerde uygulanan kan ve kan ürünlerinin enfeksiyon açısından risk taşıdıkları bilinmeli ve bu açılardan dikkatli olunmalıdır. HIV ile infekte kan veya sıvılarla delici yaralanmalara maruz kalındığında mutlaka önleyici tedavi uygulanmalıdır.

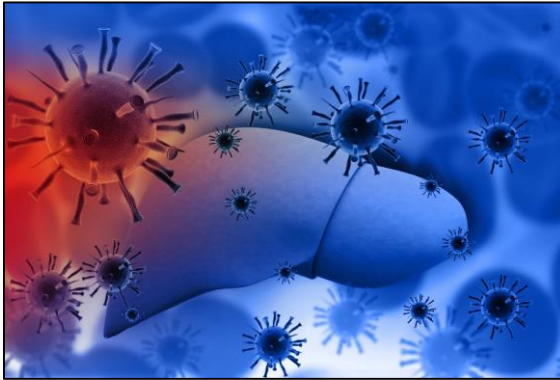


Dalışlar sırasında gerekli olduğunda eldiven kullanımından kesinlikle kaçınılmamalıdır.

Hepatit

Hepatit, yani karaciğer iltihabı, karaciğerin hepatit virüsleri ile enfekte olması sonucu ortaya çıkan hastalık tablosudur. Farklı hepatit virüs tipleri olmakla birlikte dalış sırasında bulaşma açısından en önemlileri Hepatit B (HBV) ve Hepatit C (HCV) virüsleridir. Her iki virüsün de bulaşma yolları HIV'e benzerdir. Ancak bulaşma yetenekleri çok daha yüksektir. Hepatit virüsleri HIV virüsüne kıyasla çok daha dirençli olup, dış ortamda ve kurumuş kanda dahi uzun süre canlı kalabilmektedir. HBV ve HCV siroz ve karaciğer kanserine ilerleyebilir. Tüm dünyada yaklaşık 2 milyar insan HBV ve 170 milyon kişi HCV ile enfektedir.

Ayrıca özellikle kirli sularda yapılan dalışlarda Hepatit A (HAV) virüsü de dalıcılar açısından risk oluşturmaktadır. HAV sindirim sistemi yolu ile bulaşmaktadır. Kötü hijyen koşulları ve kalabalık alanlarda bulaşma olasılığı da artmaktadır. Hepatit A enfeksiyonu geliştiğinde halsizlik, bulantı, kusma, ateş ve sarılık gibi yakınmalar ortaya çıkabilir.



Hepatit A, B, C, D ve E virüsleri karaciğer iltihabına neden olabilir.

Dalıcılar kan, vücut sıvıları ve kirli sularda sindirim yolu ile bulaşabilen bu enfeksiyonların önemi ve korunma yolları konusunda bilgi sahibi olmalı ve gerekli önlemleri almalıdırlar. Hepatit B aşısı, aşılanan kişilerde %90'nın üzerinde koruyuculuk sağlamaktadır ve sıklıkla uygulanan aşılama programı ilk doz aşırı takiben 1. ve 6. aylarda aşılanmanın tekrarlanması şeklindedir. Hepatit A açısından dalıcıların özen göstermesi gereken en önemli faktör kirli sularda dalış yapmamak ve seyahat sırasında tüketilen gıdalar ve kullanılan tuvaletlerin hijyenik olduğundan emin olmaktır. Hepatit A aşısı olmak da koruyucu olacaktır.

Uyarı: Hepatit B riski olan veya aşılanmayı isteyen tüm yetişkinlerin aşılanması önerilmektedir!

Sindirim sistemi yolu ile bulaşan enfeksiyonlar

Dalıcılar, özellikle kirli sularda yapılan dalışlar sonrasında salmonella, rotavirüs, koliform bakteriler gibi sindirim sistemi yolu ile bulaşan hastalıklar açısından risk altındadırlar. Kirli sularda yapılan dalışlar dalıcıları tifo, kolera, dizanteri, hepatit gibi birçok sindirim sistemi hastalığı ile karşı karşıya getirebilir. Bu yolla bulaşan enfeksiyonlarda temas edilen suların içerdiği mikroorganizma sayısı önemlidir. Ülkemizde Yüzme Suyu Kalite Yönetmeliği'nde yüzmeye ve rekreasyonel amaçlı kullanılan sular için toplam koliform bakteri sayısının 100 ml'de 10.000'nin altında olma zorunluluğu vardır.



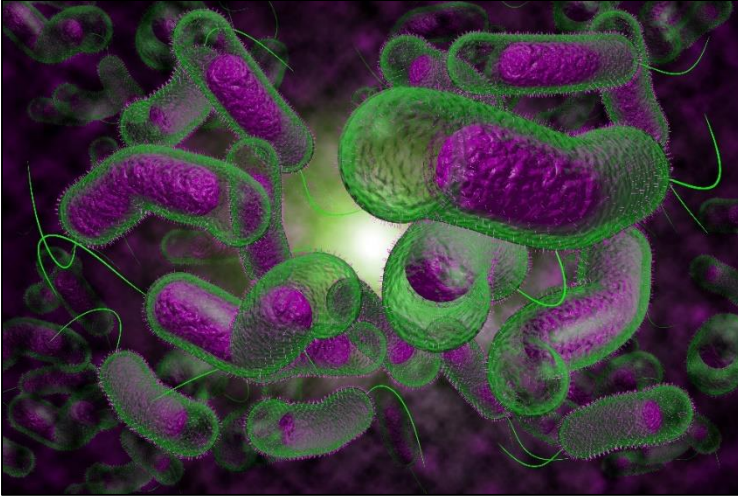
Kirli sular önemli bir enfeksiyon nedenidir.

Tatlı sularda yapılan dalışlarda ise özellikle *Giardia*, *Naegleria* ve *Cryptosporidium* gibi bazı parazit infeksiyonları açısından artmış risk söz konusudur.

Sindirim sistemi infeksiyonlarından korunmada başlıca önlem kirli sularda dalış yapılmaması; yapılacak ise mutlaka özel dalış elbiseleri ve dalış sonrası temizleme teknikleri ile koruma sağlanmasıdır.

Vibrio

Birçok *vibrio* türü sindirim sisteminde infeksiyonlara yol açmaktadır. *Vibrio vulnificus* özellikle deniz kabuklularının neden olduğu travmalar ve deniz suyu aspirasyonu nedeniyle şiddetli infeksiyon tablolarına neden olabilir. Başlıca belirtiler baş ağrısı, kas ağrıları, ateş, titreme ve kabarcıklar şeklinde deri lezyonlarıdır. Hastalık tablosu oldukça şiddetli bir seyir göstererek yaygın damar içi pıhtılaşmaları, sıkıntılı solunum sendromu ile seyredebilir; deri altı dokuları ve kasları da etkileyebilir. Tedavide çok sayıda antibiyotik kullanılmaktadır ve yara bakımı oldukça önemlidir. Hastalığın bulaşıcı olmadığı unutulmamalıdır.



***Vibrio cholerae* şiddetli ishal yakınmasına yol açan bir bakteridir.**

Vibrio cholerae ise kolera olarak bilinen ve şiddetli ishal ve sıvı kaybına yol açan bir infeksiyon tablosuna neden olmaktadır. Deniz suyunda bulunan diğer *Vibrio* türleri bulantı, kusma, ishal, karın ağrısı ve ateş ile seyreden ve gastroenterit olarak bilinen sindirim sistemi belirtileriyle seyretmektedir.

Şistozomiyaz

Kirli sularda yüzme nedeniyle şistozoma sınıfı parazitlerin neden olduğu hastalık tablosu şistozomiyaz veya bilharyiaz olarak bilinmektedir. Bu organizmalar solucanlar olarak da bilinirler; sindirim sistemi, boşaltım sistemi

veya üreme sistemi damarlarını infekte ederler. Afrika kıtası, Brezilya, Karayipler, Çin ve Filipinler endemik bölgelerdir. Farklı türleri dünyanın farklı bölgelerinde yaygındır; nadir olmakla birlikte ülkemizde de bildirilmiştir ve kırsal bölgelerde daha sık rastlanmaktadır.

Şistozoma benzeri organizmalar sadece sindirim yolu ile alındıklarında etkili olurken, şistozomalar deriden girmektedirler. Deriden giriş bölgesinde döküntü ve kaşıntı görülürken ateş, halsizlik, bulantı, karın ağrısı, titreme gibi genel yakınmalara da yol açar. İdrar yolu infeksiyonları ve bazı damarlarda kanamalar görülebilir. Deri belirtileri yüzücü kaşıntısı veya midye toplayıcısı kaşıntısı olarak da bilinmektedir. Katayama sendromu olarak bilinen allerjik reaksiyon, dalakta büyüme, zatüre, sinir sistemi tutulumu gibi sistemik bulgular da gelişebilmektedir.

Sistemik tablolarda ilaç tedavileri uygulanırken, deri infeksiyonlarında soğuk uygulama da etkili olmaktadır. Bu parazitlerle kirlenme riski olan sulara yapılan dalışlar sonrasında duş alınması ve kurulanma, parazitlerin deriden girişini kısmen önleyebilir.

Leptospiroz

Leptospiroz, leptospira cinsi organizmaların neden olduğu infeksiyonlardır, evcil ve yabani hayvanlardan insanlara bulaşmaktadır. Bulaşma sıklıkla infekte idrar, doku, kirli toprak veya sularla temas sonucu olmaktadır. Dünyada yaygın görülen bir infeksiyon olup, ülkemizde de çok sayıda vaka bildirilmiştir.



Kirli sular evcil hayvanlardan insanlara infeksiyon bulaşmasına da yol açabilir.

Hastaların büyük bölümü günlük aktiviteler sırasında rastlantı sonucu maruz kalırlar, bu nedenle kirli sularda yapılan dalışlar, dalıcıların leptospiroz

infeksiyonu ile karşılaşmaları açısından risk oluşturmaktadır. Kuluçka süresi 2-20 gündür ve neden olduğu belirtiler ve bulgular hastalığa özel olmadığından fark edilmeyebilmektedir. Ateş, titreme, baş ağrısı, kas ağrısı ile başlayıp, sinir sistemi tutulumları, kanama, sarılık, karaciğer ve böbrek yetmezliği gibi sistemik bulgular gösterebilir.

Deri infeksiyonları

Tinea pedis

Ayak mantarları, tinea pedis veya atlet ayağı olarak da bilinir; kaşıntı, yanma, kızarıklık, kepeklenme, deride kalınlaşma ve çatlaklarla seyretmektedir. Dalış sırasında ortak kullanılan patik ve duşlar, çıplak ayakla ıslak zeminle temas ve nemli koşullar ayak mantarları açısından riski artırmaktadır. Şiddetli tablolar lenf düğümlerinde tutulmalara yol açabilir. Tedavide ağız yolu ile veya lezyonlar üzerine direkt uygulanan mantar ilaçları kullanılmaktadır.



Nem, tırnak mantarı riskini artırır.

Tinea versikolor (samyeli)

Tinea veya pitiriazis versikolor deride normalde bulunan bir maya mantarı nedeniyle gelişen, beyaz kadifemsi veya açık kahverengi-pembe renklerde ve genellikle gövdenin üst bölümlerinde ortaya çıkan mantar infeksiyonudur. Lezyonlar genellikle hiçbir yakınmaya neden olmamakta ve etkilenen deri alanlarında bronzlaşma olmayarak sıklıkla açık renkteki deri nedeniyle vitiligo ile karıştırılmaktadır. Bulaşıcı bir hastalık değildir fakat nemli ve sıcak ortamlar mantarın üremesini artırmaktadır. Bu nedenle dalıcılar dalışlar arasındaki sürelerde ıslak dalış elbiselerini çıkarmalı ve kurulanmalıdır.

Dalış elbisesi dermatiti

Islak elbiselerle yapılan dalışlarda ortaya çıkan bir tablodur. Bakteri kaynaklı olup, dalış elbisesinin temas ettiği bölgelerde döküntülerle seyreder. Lezyonlar genellikle 1-2 hafta ile sınırlı kalırken, gelişen iltihabi dokular ve apseler birkaç ay süresince devam edebilir. Tedavi gereksinimi genellikle kozmetik nedenlidir.

Yüzme havuzu granülomu

Yüzücü dirseği olarak da tanımlanan bu enfeksiyona deniz suyunda yaşayan bir bakteri (*Mycobacterium marinum*) yol açmaktadır. Bakteri vücuda deride oluşan kesilerden girmekte, parmaklar, eller, dirsek veya dizlerde granülom olarak bilinen şişliklere neden olmakta ve iyileşme süresi bir yılı aşabilmektedir. Bağışıklık sistemi yetmezliği olanlar özellikle risk altındadırlar.

Erizipeloid

Balık ve kabuklu deniz hayvanları ile temas sonucu oluşan kesiler dalıcılarda erizipeloid olarak bilinen deri enfeksiyonlarına neden olabilir. Bir deri yaralanmasını takiben 1-7 günlük periyod sonrasında yaralanma bölgesinden dışarıya doğru yayılım gösteren kırmızı-mor ve iltihabi görünümde bir lezyon ile karakterizedir. Lezyon bölgesinde ağrı, kaşıntı, yanma, ödem, eklem bölgesinde ise sertlik ve ağrı söz konusudur. Enfeksiyon bölgesel lenf düğümlerine yayılabilir ve nadiren kalpte de enfeksiyon tablosuna neden olabilir. Korunma amacıyla küçük deniz canlıları ile olan tüm yaralanmalarda ilgili bölgeye antiseptik solüsyonların uygulanması önerilmektedir.

Uyarı: Dalıcılarda deniz canlılarının neden olduğu yaralanmaların kalpte enfeksiyon gelişimine yol açabileceği unutulmamalıdır!

Yara enfeksiyonları

Deri yolu ile oluşan travmalar rekreasyonel dalışlar sırasında sık karşılaşılan kazalardandır. Bu kesiler sıklıkla mercan, kabuklu deniz canlısı veya balık kılçığı gibi üzerinde mikroorganizmalar barındıran sert ve kesici yapılardan kaynaklanmaktadır. Cillte gelişen bu yaralanmalar dalıcılarda kesi bölgesinde hafif iltihaba yol açabileceği gibi, apse oluşumu, lenf düğümlerinde şişlik veya kanda enfeksiyon tablosuna da yol açabilir.



Dalışlarda önemsiz görülen bir kesi bile ciddi enfeksiyonlara giriş kapısı oluşturur.

Uyarı: Deri infeksiyonlarının önlenmesi amacıyla su ile temas sonrası ıslak olan bölgeler hemen kurulanmalıdır!

Mercan yaralanmaları

Mercanlar çok sayıda sualtı canlısı için konak olabildiğinden mercanların neden olduğu kesilerde yaralanma bölgesinde birkaç saat içinde ağrı, kızamık ve şişlik saptanabilir. Şiddetli infeksiyonlar lenf düğümleri, kan, kemik veya dokulara yayılım gösterebilir. Tüm mercan kesileri olası infeksiyonlar nedeniyle mutlaka sabunlu su veya antiseptik solüsyonlarla yıkanmalı, yumuşak fırçalarla temizlenmeli ve tüm yabancı cisimler yaradan uzaklaştırılmalıdır.

Uyarı: Dalış sırasında gelişen tüm yaralanmalarda yabancı cisimler yaradan uzaklaştırılmalıdır!

Ciddi yaralar temizlendikten sonra bir yara örtüsü ile kapatılmalı, yara üzerine direkt uygulanan veya ağızdan ilaç tedavileri başlanmalıdır. Tetanoza karşı aşılama kesinlikle unutulmamalıdır.



Koruyucu eldiven, giysi ve topuk bölgesini de kapatan palet kullanımı dalış sırasında mercan yaralanmalarının sıklığını azaltabilir.

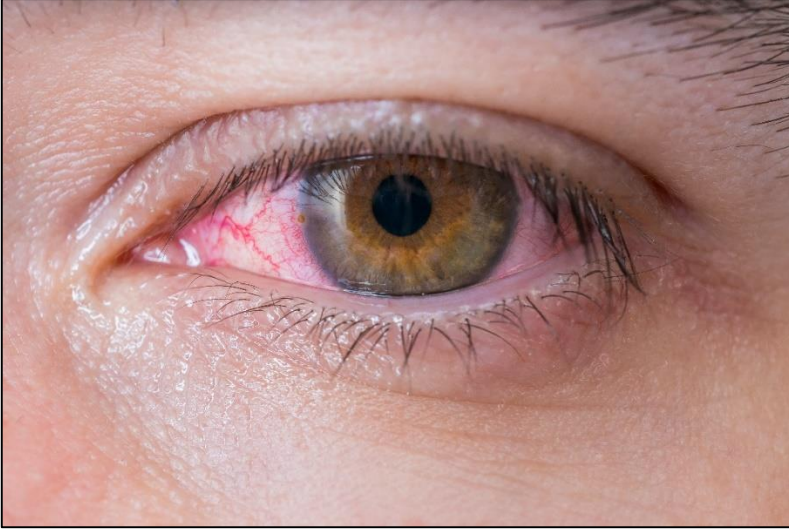
Key west hastalığı

İlk kez Amerika Birleşik Devletleri'nin Key West şehrinde scuba eğitimleri sırasında askerlerde saptandığından Key West hastalığı olarak bilinen bu infeksiyon hastalığı bakteri içeren regülatörlerin kullanımı nedeniyle ortaya

çıkarmakta ve sıklıkla ortak regülatör kullanılan dalış kursları gibi çok sayıda dalıcının bir arada bulunduğu yerlerde yapılan dalışlarda risk oluşturmaktadır. Genellikle ateş, halsizlik, kas ağrıları gibi gribe benzer solunum yolu yakınmalarına neden olmakta ve belirtiler üç gün sürmektedir.

Göz infeksiyonları

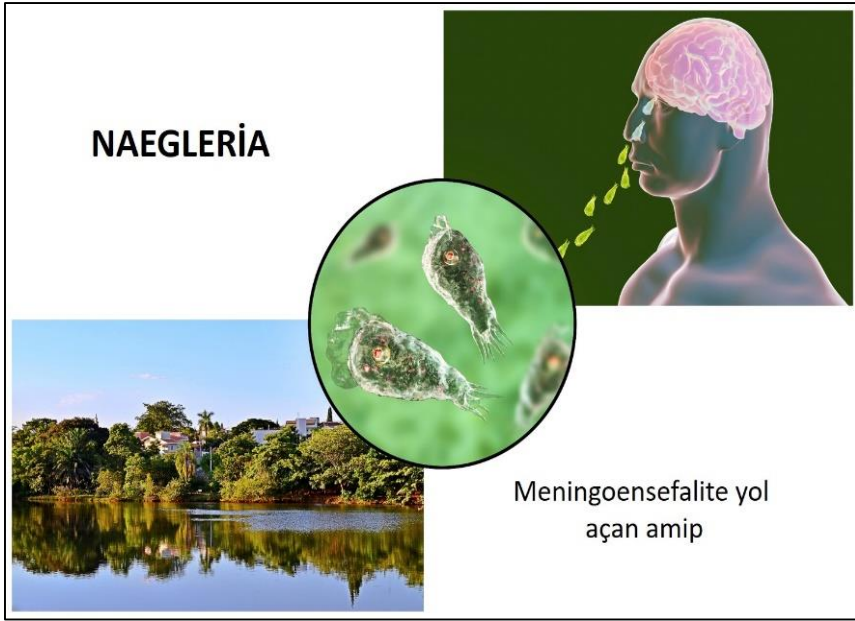
Dalış sırasında dalıcılar konjunktivit ve keratit gibi bazı göz infeksiyonları açısından da risk altındadırlar. Kirli sularda yapılan dalışlar, mevcut olan mikroorganizmaya bağlı olarak farklı göz infeksiyonlarına yol açabilir. Gözün farklı tabakalarında iltihabi doku oluşumları ve ülser şeklinde lezyonlar oluşabilir. Kontakt lens kullanan dalıcılarda bazı göz infeksiyonlarının daha sık gelişebildiği unutulmamalıdır. Tedavide ağız yolu ile ve direkt göz içine uygulanan ilaçlar kullanılmaktadır.



Göz infeksiyonları hafif kızarıklık şeklinde olabileceği gibi, görme bozukluklarına da yol açabilir.

Naegleria meningoensefaliti

Beyin ve beyin zarlarında ortaya çıkan bu infeksiyonun nedeni *Naegleria* türü bir amiptir. Genellikle tatlı sularda yaşayan ve sıcaklığı seven bu mikroorganizma deniz suyunda canlı kalamamaktadır. *Naegleria* burundan vücuda girmekte ve sinirler yolu ile beyine ulaşmaktadır. Dışkı ile kirlenen sularda yüzme ve dalışlar bu infeksiyon açısından risk taşımaktadır. Kuluçka dönemi 3 gün-2 hafta olabilir. Sıklıkla baş ağrısı, ateş, boğaz ağrısı yakınmaları ile ani olarak başlamakta; kusma, oryantasyon bozukluğu ve koma tablosuna ilerlemektedir. Genellikle tedavisi zor ve ölümlü sonuçlanan menenjit ve ensefalite yol açabildiğinden bu infeksiyon yoğun bakım koşulları altında takip ve tedavi edilmelidir.



Sinir sistemi infeksiyonları bilinç bozuklukları ile seyredebilir.

Sıtma

Malaria yani sıtma, tüm dünyada genellikle tropikal bölgelere yapılan seyahatler nedeniyle ortaya çıkan ciddi bir sağlık problemidir. Sivrisinek ısırması sonrası ortaya çıkan bu infeksiyonda güneşin batışından doğuşuna kadar olan sürede kapalı alanlarda bulunmak, çorap, pantolon, kazak gibi uzun kıyafetler ile vücudun açık olan bölgelerini örtmek, sinek kovucu kremler kullanmak koruyucu olabilir. Sıtma etkeni bir sivrisinek ile ısırık şüphesi olduğunda ise hiç zaman kaybetmeden doktora başvurulmalıdır. Sıtmaya karşı koruyucu olan ilaçlar da bir hekim kontrolünde uygulanmalıdır. Özellikle sıtmanın endemik olduğu bölgelere yapılan seyahatler sonrası grip benzeri semptomlar gelişmesi durumunda sıtma infeksiyonu riski kesinlikle unutulmamalıdır.

Hiperbarik koşullarda gelişen infeksiyonlar

Satürasyon dalışları sırasında basınç odasında uzun süre, nemli koşullarda yüksek konsantrasyonda oksijene maruz kalınması özellikle dış kulak yolu infeksiyonu ve bazı deri infeksiyonları açısından riski artırmaktadır. Şiddetli infeksiyonların tedavisi hiperbarik koşullarda daha güç olmakta, satürasyon dalışı nedeniyle dekompresyonun devam etmesi gerektiğinde özellikle apandisit gibi cerrahi gerektiren hastalıklar basınç odasında genel anestezi ve sterilizasyon açısından da riskleri beraberinde getirmektedir.

Önerilen kaynaklar

Beers, M. H., Porter, R. S., Jones, T. V., Kaplan, J. L., Berkwits, M. (2006) İnfeksiyon Hastalıkları. The Merck Manuel Tanı-Tedavi El Kitabı.18. Edisyon; s: 1381-1664

Fauci, A. S., Braunwald, E., Kasper, D. L., Hauser, S. L., Longo, D. L., Jameson, J. L., Loscalzo, J. (2011) Üst Solunum Yolu Enfeksiyonları. Harrison İç Hastalıkları El Kitabı. Nobel Tıp Kitapevi, s: 301-307.

Fisher, A.A. (1978) Atlas of Aquatic Dermatology. Grune & Stratton Publ. New York.

Mitchell, S., Bennett, M. (2016) Infections. In: Diving and Subaquatic Medicine (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.) CRC Press, s: 339-356.

Papadakis, M. A., McPhee, S. J., Rabow, M. W. (2016) Güncel Tıbbi Tanı ve Tedavi. 54. Baskı, Akademisyen Yayınevi.

DALIŞ VE İLAÇ KULLANIMI



Dr. Selin Gamze SÜMEN

Giriş

Dünya Sağlık Örgütü 1966 yılında ilacı “ilaçlar, alıcının yararına olmak üzere, fizyolojik sistemler veya patolojik durumları değiştirmek veya incelemek amacıyla kullanılan veya bu amaçla hazırlanan madde veya ürünlerdir” olarak tanımlamıştır. Görüldüğü gibi ilaçlar, canlı organizmalara tanı ve tedavi amacıyla dışardan verilen kimyasal maddelerdir.

İlaçlar, yapılan araştırmalar sonucunda kimyasal yöntemlerin kullanıldığı, laboratuvar koşullarında hazırlanan ve hastalıkların tedavisinde kullanılan moleküllerdir. Moleküller farklı ticari formlarda hazırlanarak kullanıma hazır hale getirilir. İlaçla tedavide amaç; yakınmaların kısmen veya tamamen giderilmesi, hastalığın yayılmasının önlenmesi, hastalığın tedavisidir. İlaçların kullanım şekilleri, ağız yolu, kas içi veya damar içine enjekte edilerek, deri yolu, burun içi, ağız içi, solunum yoludur.

İlaçlar, çeşitli özellikleri temel alınarak sınıflandırılabilir: 1) Etki yerleri 2) Kullanma amaçları 3) Kökenleri 4) Uluslararası standartlar 5) Kimyasal yapıları. Bu bölümde ilaçlar, uluslararası standartlar sınıflandırması (anatomik-terapötik-kimyasal sınıflandırma) ile sıralanarak ele alınmıştır.



Tıbbi ilaçların ticari formları; tablet, şurup, burun spreyi, kapsül vs.

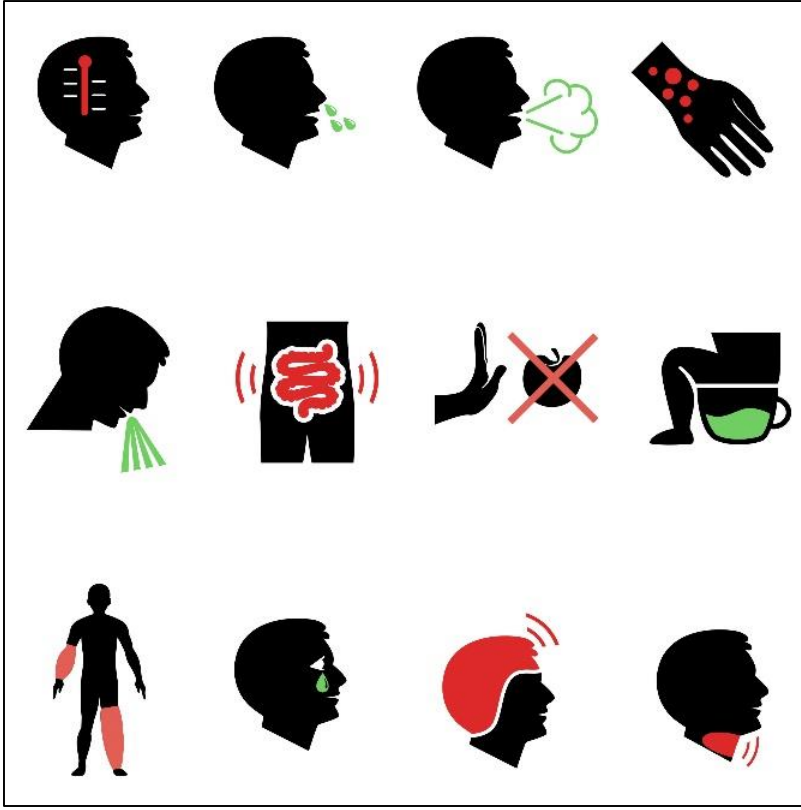
İlaçlar vücuda alındıktan sonra kana karışır, taşıyıcı proteinlere bağlanır, etkisini göstermesi istenen hücrelere kadar taşınırlar. İlaçların olağan dozlarında bile istenilen tesirlerine ek olarak yaptıkları istenmeyen etkilere *yan etki* denir. Tedavide diğer organ ve çevre dokulardaki istenmeyen etkiler; bulantı, kusma, karın ağrısı, baş dönmesi, düşük tansiyon, nabız hızında artış, kalp ritminde düzensizlik, deride döküntüler, hava yolunda ödem ve soluk darlığı, baygınlık, şok vs. olabilir.



İlaç yan etkisi ile oluşan deride kırmızı renkli döküntüler

Dalıcılar, ilaç kullanmaları gerektiğinde ilacın etkileri, ilaçların dalış ortamıyla olan etkileşimi konusunda yeterli bilgileri olmadığında doğal olarak kaygılanırlar. İlaçların tümünün basınçlı ortam, egzersiz, soğuk, nitrojen narkozu gibi farklı koşullarda vücut fizyolojisinde nasıl değişiklikler oluşturabileceği tam olarak açıklanabilmiş değildir. Dalışta ilaçlara bağlı olarak ortaya çıkabilecek bazı etkiler, dalıcının performansını ve aktivitesini kısıtlayabilir. Hatta bazı durumlarda yaşamsal sakıncalar yaratabilir. Bu nedenle, kullanılan ilaçların dalış ortamıyla etkileşimlerinin bilinmesi önemlidir.

İlaçlar çoğunlukla sentetik kimyasal maddelerdir. Hiçbir yan etkisi olmayan ilaç ne yazık ki bulunmamaktadır. Su, eser elementler ve vitaminler gibi doğal maddelerin bile dozla ilişkili yan etkileri görülebilir. İlaçların istenmeyen etkileri; (1) doza bağlı ve (2) doza bağlı olmayan, beklenmedik şekilde gelişen etkiler (örn. allerjik reaksiyon) olmak üzere sınıflandırılabilir.



İlaç alerjisi ile ilgili gelişebilecek bulgu ve belirtiler

Dalış sağlıklı, yeterli fiziksel kondisyona sahip olmak koşuluyla önerilen bir rekreasyonel aktivitedir. İlaç kullanıyor olmak aslında sağlığın geçici veya kalıcı biçimde bozulduğunu gösterir. Dalışta ilaç kullanımı gerektiğinde, öncelikle hastalığın dalışa engel olup olmadığı düşünülmelidir. Örnek olarak, bronşit tedavisinde önerilen antibiyotiğin zararlı etkileri olmasa da, hastalığın kendisinden kaynaklanacak akciğer barotravması riski daha fazladır.

Böylece vücuttaki bazı değişikliklerle gerçekte dalışa uygunluk koşullarından uzaklaşmıştır. Bu nedenle, dalışa uygunlukla ilgili bazı sorulara mutlaka yanıt aranmalıdır:

- İlaç kullanımına neden olan hastalığın kendisi dalışa engel midir?
- İlaç kullanırken dalışa bir süre ara verilmeli midir?
- Artık dalış yapılması uygun değil midir?
- Kullanılan ilaçla dalış yapılabilir mi?

Dalış ve ilaç kullanımı ile ilgili olarak yapılan bilimsel araştırma sayısı oldukça azdır. Araştırmaların çoğu laboratuvar hayvanları üzerindeki deneysel çalışmalar, çıkarımların çoğu da teoriktir. Bu nedenle dalışta ilaç kullanımı ile ilgili öneri ve uyarılar genellikle ilaçların genel farmakolojik özelliklerine dayanır. Çok az ilaç basınçlı ortamda insanlar üzerinde yapılan klinik araştırma sonuçlarına sahiptir. Yaygın kullanılan ilaçlar baş ağrısı için basit ağrı kesiciler olabileceği gibi, tansiyon düzenleyiciler grubundan güçlü etkileri olan ilaçlar da olabilir. Masum gibi görünen 'soğuk algınlığı ilaçları' ve 'öksürük karışımları'nın içinde bulunan etken maddeler aslında kalpte ritim bozukluğuna bile yol açabilir. Karada kolay kontrol altına alınabilse de sualtında ritim bozukluğu, düşük veya yüksek tansiyon, soluk darlığı vs. gibi yan etkiler ani ölümle sonuçlanabilir.

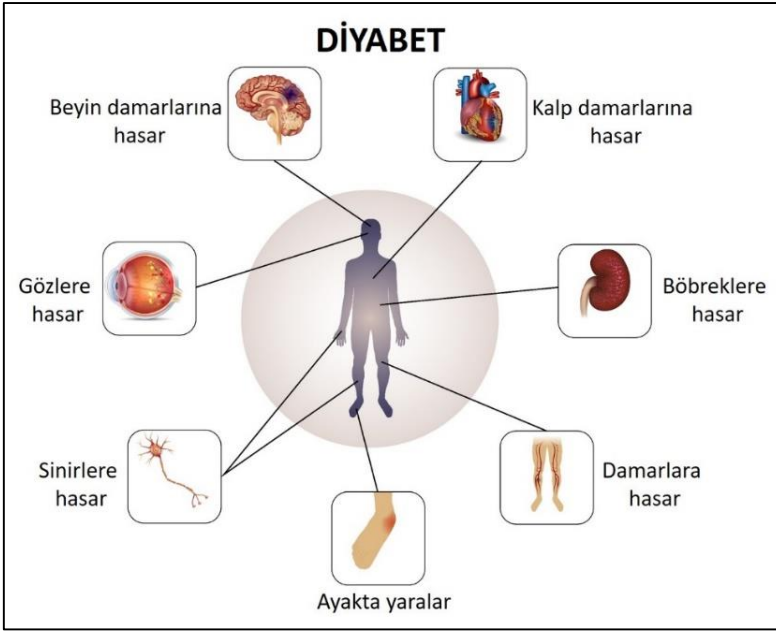
Dalış öncesi aşağıdaki sorulara cevap aramak ilaç kullanımı ile ilgili karar aşamasında yardımcı olacaktır:

- İlaçlar hangi amaçla kullanılacaktır?
- Kullanılacak ilaç bilişsel fonksiyonları etkiler mi?
- Fiziksel kondüsyon üzerinde olumsuz etki oluşturur mu?
- Egzersiz kapasitesini bozar mı?
- İlaçla ortaya çıkacak yan/istenmeyen etkiler dalışta risk yaratır mı?
- İlaçlar ne kadar sonra tamamen etkisini yitirerek vücuttan atılır?
- Rebound fenomeni (yakınmaların şiddetlenmesi) oluşturur mu?
- İlaç, dalışla ilgili kesin veya göreceli engel oluşturur mu?

Sindirim sistemi ve metabolizma ilaçları

Diyabet (şeker hastalığı) ilaçları

Diyabet, insülin hormonunun yetersizliğine bağlı olarak kan şekerinin yükselmesi ile seyreden bir hastalıktır. Çocukluk yaşlarında başlayan Tip 1 diyabet ve erişkinlikte ortaya çıkan Tip 2 diyabet olmak üzere iki şekilde ortaya çıkar. Artan kan şekeri düzeyini istenen değerlere düşürebilmek için, insülin ve/veya ağızdan tablet formunda ilaçlar kullanılır. Diyabet başta kalp, göz, böbrekler ve damarlar olmak üzere diğer organlara uzun dönemde zarar verebilen bir sağlık sorunudur. Bu yüzden diyabet tanısı olan dalıcı adaylarında diğer organlarda hasar olmaması özellikle önemlidir.



Dişabet tanısı olan bireylerde diğler organlarda hasar gelişebilir.

Yakın zamana kadar dalış izni verilmezken, günümüzde dişabet tanısı alan dalıcılar için düzenlenmiş kılavuzlar vardır. Bu kılavuzlara uyulması koşuluyla belli sınırlamalarla dalışa izin verilebilmektedir. Kılavuzlarda önerilenler; 30 metre ve 60 dakikalık dalış zamanını aşmayan dekompresyonsuz dalış planlanmalı, dalışta kapalı alan olmamalı (mağara, batık), hipoglisemiyi tetikleyecek deniz koşulları bulunmamalı (soğuk, aşırı egzersiz, ardışık dalış), dalış eşı, rehber bilgilendirilmiş ve gerekli önlemleri almış olmalı, dalış eşı dişabet hastası olmamalıdır. Kan şekerinin dalış öncesi bir saat, 30 dakika ve hemen öncesinde olmak üzere üç defa ölçülerek 150 mg/dl üzerinde ve 300 mg/dl altında olması önerilmektedir. Kan şekerinin kılavuzlarda önerilen değerler içinde tutulması esastır. Bu değerlerden sapmalar başka problemlere yol açabilir. Alınan ilaçlarla aşırı kan şekeri düşüklüğü (*hipoglisemi*) veya kontrolsüz yükselme, sualtında bilinç kaybı ile dalıcının hayatını riske atacaktır.

Bu gruptaki dalıcılara tavsiye edilen, ağız yolu ile kan şekeri düzenleyen ilaçlara başlandıktan 3 ay, insülin tedavisine geçildikten 1 yıl sonra diğler koşulları da yerine getirir ise dalışa uygunluk düşünölmelidir. Bu ilaçların herhangi birinde değışiklik olursa aynı süreler tekrar dikkate alınmalıdır. Son bir yıl içinde acil müdahale gerektiren kan şekeri düşüklüğü veya yüksekliğı, hipoglisemiden bilinç kaybı yakınması olmamalıdır. Ayrıca 40 yaşın üzerindeki dalıcılar sessiz kalp krizi riski için ayrıntılı değeriendirilmelidir. Pek çok bilgiyi bir araya getirerek verilecek kararda, güncellenmiş kılavuzları takip ederek konusunda uzman hekimlere danışılması gerekmektedir.

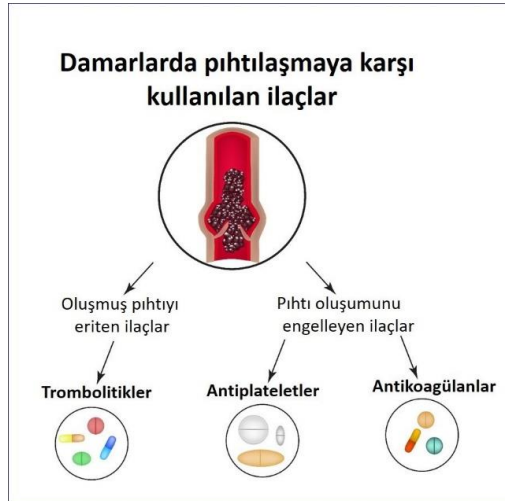


Diyabet tedavisinde insülin enjektör yardımı ile uygulanarak kan şekerini düzenler.

Kan ve kan yapıcı ilaçlar

Kan sulandırıcılar

Kanda pıhtılaşmayı engelleyerek daha akışkan olmasını sağlayan ilaçlardır. Kumadin bu grupta yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaç grubundan genellikle kalp krizi, damar hastalığı, inme gibi kalp dolaşım sistemi veya nörolojik hastalıklarda yararlanılmaktadır. Bunlar kullanıldığında, kanama eğilimi nedeniyle 15 gün veya aylık olarak kan düzeylerinin kontrolleri gerekir. Dalışta ise kanama riski taşıdığından kulak barotravması, sinüs barotravması ve dekompresyon hastalığı gibi sağlık sorunlarında klinik bulguları ağırlaştırabilirler. Bu nedenle kanamayı şiddetlendirme riski nedeniyle dalışa izin verilmemektedir. Bir diğer ilaç olan Heparin için ise, yüksek oksijen düzeylerine maruz kalındığında akciğerlerde kanamaya yol açabileceği ileri sürülmektedir.



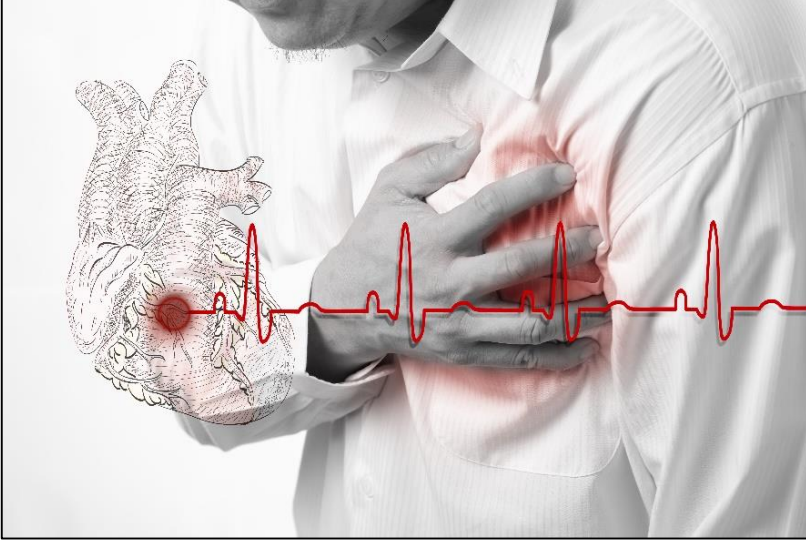
Kan sulandırıcılar damarlarda pıhtı oluşumunu önler.

Kalp ve dolaşım sistemine etkili ilaçlar

Ritim düzenleyici beta blokerler

Kalp yetmezliğinde, tansiyonun düzenlenmesinde ve kalpte ritim bozukluğunda kullanılan ilaçlardır. Beta blokerler kalp, akciğer ve damarlardaki reseptörler üzerinden etkilerini gösterirler. Kalp atım hızını, yani nabızı yavaşlatırlar. Kullanıldığında dalıcıda, kalbin kan dolaşıma pompalama kapasitesinde anlamlı bir kısıtlama oluşur. Dalışla nabız sayısını daha da dşreceklerinden beta blokerle gelişebilecek bir kalp ritim bozukluğu ani ölümle sonuçlanabilir. Ařırđ egzersiz gerektiren akıntılı sularda dalış veya acil durumlarda fiziksel performans olumsuz etkilenebilir. Ayrıca beta blokerlerin akciğerdeki beta reseptörlerine de etkili olması sonucunda akciğer ödemi oluşturduğu düşünülmektedir. Her ne kadar seçici olsalar da astım ve buna bağlı akciğer hasarı gibi patolojileri tetikleyebilirler.

Bir göz hastalığı olan glokom tedavisinde beta bloker içeren göz damlaları kullanılmaktadır. Bu damlalar doğrudan göze uygulansa da emilip genel dolaşıma geçtiklerinden beta blokere bağlı bahsedilen yan etkiler gözlenebilir. Glokom tedavisinde göz damlası kullanmak zorunda kalan dalıcılarda mutlaka kalp damar sistemi ve solunum sisteminde bronş darlığı riski ayrıntılı olarak araştırılmalı ve ilgili hekimlere danişılmalıdır.



Beta blokerler nabız atımını etkileyerek kalpte ritim bozukluğu ve kalp krizi gelişimine yol açabilir.

Dığer tansiyon düşürücü ilaçlar

Kan basıncının yaş ve cinsiyete bağlı olması gereken değerlerin üstünde seyretmesi hipertansiyon veya tansiyon yüksekliği olarak adlandırılır. Tansiyon yüksekliği tedavisinde hedeflenen kan basıncının normal değerlerde

tutulmasıdır. Yaklaşık 120/80 mmHg lık değerler normal kabul edilmektedir. Kontrolsüz hipertansiyon kalp, beyin, böbrek ve damarlarda organ hasarına yol açabilir. Böylece kalp krizi, inme gibi ölüm riski yüksek sağlık sorunları artar. Bu nedenle etkin kan basıncı kontrolü sağlanmalıdır. Beta blokerler dışında sıklıkla kullanılan tansiyon düzenleyici ilaçlar; damar genişleticiler, idrar söktürücüler, ACE (Böbrek enzimi anjiyotensin dönüştürücü enzim) inhibitörleri, anjiyotensin reseptör blokerleridir. Tansiyon düzenleyici ilaçların yan etkileri vardır ve dalış için uygunluğu mutlaka danışılmalıdır. Sebep olabilecekleri tansiyon düşüklüğüne bağlı olarak bayılma, kuru öksürük, bacaklarda ödem, kalp ritminde bozulma gibi etkiler ortaya çıkabilir. Yan etkileri ve hastanın uyumu açısından tansiyon düzenlemede anjiyotensin reseptör blokerleri en güvenilir grup olarak kabul edilmektedir.



Tansiyon düşürücü ilaçlarla kan basıncının normal sınırlarda tutulması amaçlanır.

Kolesterol düşürücüler (Statinler)

Kalp damar hastalıklarından damar sertleşmesi (ateroskleroz) açısından yüksek riskli hasta grubuna yönelik tedavide tercih edilmektedirler. Bu grup ilaçların önerildiği dalıcılar hastalığın düzeyi ileri tetkiklerle değerlendirilmelidir. Ayrıca bu ilaçların kullanılması ile ortaya çıkabilecek yan etkiler karaciğer ve böbrek gibi önemli organları etkileyebilir. Yan etkiler orta ve ileri düzeyde karaciğer fonksiyon bozukluğu, akut böbrek yetersizliği, orta ve ileri düzeyde kas dokusu yıkımı ve katarakt olarak ortaya çıkabilir. Yan etkilerin oluşumu daha çok yüksek doz ilaç kullanımı ile ilişkilendirilmektedir. Kalp damar sistemini etkileyecek ciddi bir sağlık sorunu yoksa dalıcı, belirli aralıklarla tıbbi açıdan takip edilerek bu ilaçları kullanabilir.

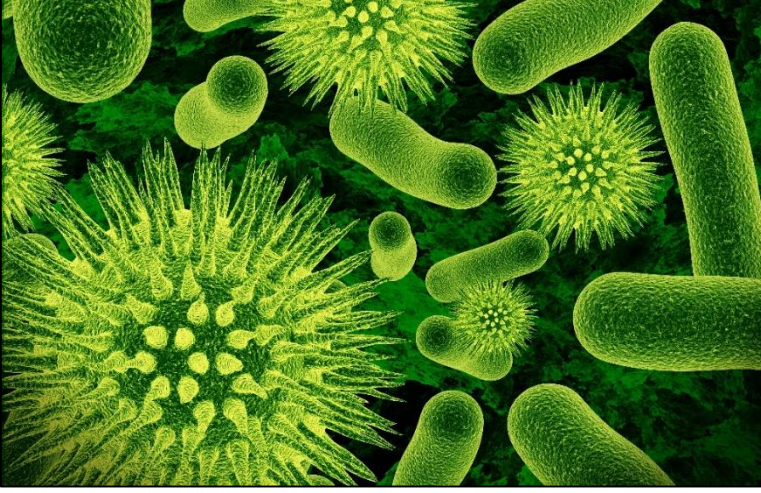


Kolesterol düzenleyen ilaçlarla damar iç yapısının yağ plaklarından korunması amaçlanır.

İnfeksiyonlara karşı kullanılan ilaçlar

Antibiyotikler

Antibiyotikler deri, kemik, yumuşak doku ve organların infeksiyonlarının tedavisinde kullanılan ilaçlardır. Bu gruptan ilaçların kullanılması gerektiğinde yalnızca yan etkiler açısından değil ayrıca hangi hastalığın tedavisinde kullanılacağı da dikkate alınmalıdır. Örneklerle kısaca açıklanacak olursa, antibiyotikler akut bronşit, zatüre, orta kulak iltihabı, idrar yolu infeksiyonu hastalıklarının tedavisinde de kullanılırlar. Bu durumda sakınca bu ilaçların yan etkilerinden çok hastalığa bağlı olarak ortaya çıkabilecek akciğer barotravması, orta ve iç kulak barotravması nedeniyledir. Sindirim sistemi iltihabında ishal ve kusma sonucu gelişen ciddi sıvı kaybı dekompresyon hastalığına yatkınlığı artırır. Gelişebilecek bazı yan etkileri ise; bulantı, kusma, karın ağrısı, baş ağrısı, aşırı duyarlılık reaksiyonudur. Antibiyotikler içinde penisilin grubu türevleri yaygın olarak kullanılanlardır ve dalış koşullarında artan bir etkisi bildirilmemiştir. Yine de, daha önce kullanılmalarında yan etki gelişmemiş olsa bile ilk dozdan yaklaşık 4-6 saat sonra dalış yapılması önerilmektedir. Gelişebilecek alerjik reaksiyon sualtında yaşamı tehdit edebilir. Tetrasiklin grubu antibiyotiklerin ise deri üzerine yan etkileri olabilir. Denizde güneş ışınlarına daha fazla maruz kalındığı düşünülürse, derinin hassasiyetini artırarak güneş yanığını kolaylaştırabilecektir.



Bakteri ve diğer mikroorganizmalar infeksiyon gelişiminde rol oynar.

Kas iskelet sistemi ilaçları

Ağrı kesiciler (Analjezik ve antipiretikler)

Ağrı kesici etkileri genellikle hafiftir. Aynı zamanda ateş düşürücü, ödem giderici etkileri de vardır. Aspirin, asetaminofen, indometazin, propoksifen bu grupta yer almaktadır. Eğer ağrı kesiciler kodein, propoksifen gibi narkotik içerirse, bulantı ve sersemlik gibi etkilerinden dolayı dalışta kullanılmaları kesinlikle önerilmez.

Aspirin (Asetil salisilik asit): Baş ağrısı, diş ağrısı gibi yakınmaları gidermek için sıklıkla başvurulanan bir ilaçtır. Ayrıca kanın akışkanlığını arttırmak ve pıhtılaşmayı engellemek istendiğinde toplumda yaygın olarak kullanılmaktadır. Dalışlarda aspirin kullanılması, şüpheli dekompresyon hastalığı durumunda ağrıyı maskeleyebileceği, omurilik veya iç kulak tutulumlarında kanama riskini arttırabileceğinden pek önerilmemektedir. Diğer önemli bir konu, gastrit ve aktif olmayan mide-bağırsak ülserlerinde aspirin kanamayı şiddetlendirebilir.

Parasetamol (Asetaminofen): Dahıcının mutlaka ağrı kesici kullanması gerektiği durumlarda önerilebilecek ilaçlardandır. Aspirinle karşılaştırıldığında pıhtılaşma mekanizması ile etkileşime girmez, sindirim sistemine yan etkileri açısından daha güvenlidir.

Narkotik ve diğer güçlü ağrı kesiciler: Güçlü ağrı kesicilerin kullanılmasını gerektiren sağlık sorunları aslında dalışa engel olarak kabul edilir. Narkotik analjezikler bilinç ve dikkat düzeyinde istenmeyen değişikliklere yol açarak dalış güvenliğini riske atarlar. Basınçlı ortamda solunumun baskılanması etkileriyle oksijen zehirlenmesini arttırabilirler. Dekompresyon hastalığının belirtilerini maskeleyerek tanıyı güçleştirdiklerinden bu grup ağrı kesicilerden kaçınılması gerekir.

Sinir sistemini etkileyen ilaçlar

Sinir sistemi hastalıkları “duygu durum bozuklukları” ve hücre yıkımına bağlı olarak ortaya çıkan “dejeneratif hastalıklar” şeklinde karşımıza çıkar. Dalış tam bilinçli olmayı ve psikolojik açıdan yeterli uyumu gerektiren bir aktivitedir. Psikolojik bakımdan uygun olmayan dalıcılar dikkat dağınıklığı, aşırı kaygı, hatırlama güclüğü, karar verme yetilerindeki kusurlarından dolayı tehlikelere açıktırlar. Ruhsal bozukluklar ile ilgili kesin bir kural olmasa da, dalışta güvenliği tehlikeye sokabilecek ruhsal bozukluk ya da kişilik yapısına sahip olmak dalışa engeldir. Bu sağlık sorununun tedavisinde ilaç kullanılması, yan etkilerinden dolayı riski arttıracaktır.

Antidepresanlar (Depresyon tedavisi)

Depresyon isteksizlik, değersizlik, güçsüzlük ve mutsuzluk yakınmaları ile kendini gösteren psikiyatrik bir hastalıktır. Bu grupta kullanılan ilaçlar etkilerini bazı kimyasal maddelerin eksikliğini gidererek gösterirler. İlaçlarla ilgili yan etkiler, tedavinin ilk günlerinde daha belirgindir. Şiddeti zamanla hafifleyerek azalır. Klasik antidepresanlar baş ağrısı, bulantı, baş dönmesi, uykusuzluk, titreme, uyuşukluk, his bozukluğu, yorgunluk, bitkinlik, tansiyon düşüklüğü, kalpte ritim bozukluğu gibi yan etkiler oluşturabilir. Bazı depresyon tedavisi ilaçlarında ek olarak kanama riski, terleme, dengeyle ilgili hareket bozukluğu da tanımlanmıştır.

İnsanlar kaygılarını gidermek için rahatlatıcı etkilerinden dolayı alkol ve benzeri keyif verici maddeleri kullanmak eğilimindedirler. Kaygı giderici ilaçla tedavide en sık karşılaşılan yan etkiler; uyuşukluk, uykuya eğilim, fiziksel bağımlılık, yoksunluk sendromudur. Gerek erken, gerek uzun süreli kullanımda doza ve kişisel duyarlılığa bağlı olarak, yüksek dozlarda unutkanlık, motor koordinasyonda bozulma, denge bozukluğu gibi yan etkiler oluşturabilirler.

Dalışta bu grup ilaçların kullanımı ile ilgili olarak belli bir kullanım süresinden sonra dalışa uygun olabileceğini ileri sürenler olsa da yan etkileri düşündürücüdür. Dalış sürecinde yan etkiler nedeniyle karşılaşabilecek sorunlar dalış eşini de riske atacaktır. Bu ilaçları kullanmak zorunda olanlara tedavileri tamamlanıncaya kadar dalış önerilmez.



Depresyon tedavisi ilaçları duygu durum düzenleyicilerdir.

Antipsikotikler

Şizofreni psikiyatrik bozuklukların en şiddetlisi olarak kabul edilen hastalıktır. Toplumda yaklaşık olarak %1 sıklıkla görülür. Beynin fonksiyonlarındaki sorundan dolayı hayal görmeler, düşünce bozukluğu, bilişsel fonksiyonda bozukluk gibi yakınmalar ortaya çıkar. Hastalık kronikleşebilir, ilaç tedavisi ile kontrol altına alınabilse de bir süre sonra yakınmalar tedaviye rağmen tekrarlayabilir. Tedavisinde kullanılan ilaçlar sinir sisteminin motor ve duyu fonksiyonlarında bozukluk, kan tablosunda bozulma, sara hastalığı benzeri kasılma nöbetlerine eğilim, hipotermi, düşük tansiyon, çarpıntı, kalpte ritim bozukluğu gibi istenmeyen etkilere yol açarlar. Dalışta antipsikotik ilaç kullanması ile ilgili olarak performans olumsuz etkilenmiyorsa, dalıcı sağlıklı düşünüp karar verme yetisine sahipse dikkatle izlenmek koşuluyla dalışa izin verilebileceği görüşünü benimseyenler bulunmaktadır. Bu görüşün aksine olarak çoğunluğun görüşü, hastalığın kendisinin ve kullanılan ilaçların yol açtığı yan etkilerin kontrolü güç olacağından rekreasyonel amaçla yapılan dalışla bağdaşmadığı yönündedir.



Şizofreni hayal görme, var olmayan sesleri duyma, korku ile seyreder.

Nöbet önleyici ilaçlar “Epilepsi tedavisi”

Epilepsi, felçten sonra en sık görülen nörolojik hastalıktır. Sinir sisteminde kendini sınırlayan, aşırı elektriksel uyarıların yayılması ile karakterize, tekrarlama özelliğinde fonksiyonel bir karışıklık olarak tanımlanabilir. Bu gruptaki ilaçlarla sakinleştirici etki gözlenebilir. Stres, kesintili ışık, oksijen ve karbondioksit seviyelerinde artış/azalma gibi faktörler ilaç kullanımına rağmen nöbetleri kolaylaştırabilir. Bu yan etkiler göz önüne alındığında tıpkı hastalığın kendisi gibi epilepsi tedavisi ilaçlarını kullanmak zorunda olan kişilere dalış önerilmez.

Ek olarak Alzheimer, demans tedavisinde tercih edilen diğer ilaçlar, uyku ve sakinleştirici ilaçların dalışta kullanımı önerilmez.

Bağımlılık yapan maddeler (Alkol, esrar, kokain)

Dalicılar arasında alkol ve özellikle sigara kullanımı ne yazık ki yaygındır. Alkol kalp, beyin, karaciğer, bağırsaklar gibi önemli organlara toksik etkilidir. Batı Avrupa ülkelerinde alkol kullanımı dalış ve diğer su sporları ile ortaya çıkan boğulma olgularının %80'inden sorumlu tutulmaktadır. Suda boğulma olgularının yaklaşık %30-70'inin kan analizlerinde alkol saptandığı bildirilmiştir. Kan alkol düzeyinin 0,01g/100 ml olması bile (0,1 promil) su sporları sırasında boğulma nedeniyle ölüm riskini, alkol kullanmayanlara kıyasla 10 kat arttırmaktadır. (Bir bardak bira veya şarap bu düzeyin yaklaşık iki katı promil artışına neden olur.) Alkolün etkileriyle ortaya çıkan koordinasyon ve karar verme becerisinde bozulma, kalpte ritim bozuklukları, sıvı kaybı, kan basıncında düşme, hipotermi, uyku eğilimi, dalicılar için risk oluşturmaktadır.



Alkol organlara toksik etkilidir ve bağımlılık yapar.

Kokain burun içine çekilerek ya da sigara gibi içilerek kullanılan, bağımlılık yapan maddelerdendir. Bağımlılık yapan maddelerin kullanılması dalicılar için uygun değildir. Kokain kullanımı sonucunda damarlarda daralma, göz bebeklerinde genişleme, ateş yükselmesi, çarpıntı, yüksek tansiyon gelişir. Uzun süreli kullanımıyla zihinsel beceri ve algısal bozukluğa yol açabilir. Önemli bir diğer yan etkisi ise kalp ve solunum durmasına bağlı gelişen ani ölümdür. Uyarıcı özellikteki bu maddeyle başlangıçta metabolizmada hızlanma olsa da ardından başlayan yorgunluk, zihinsel depresyon, dalışta acil durumlarda hızlı yanıtı geciktireceğinden sakıncalıdır. Kullanan dalicıların kaygı bozukluğu ve depresyon açısından tıbbi değerlendirilmeleri gerekir.

Parazit ilaçları

Sıtma İlaçları

Tropikal ülkelerde dalış son yıllarda sıkça tercih edilmektedir. Turistik amaçlı bu gezilerde sıtma, sarı humma gibi enfeksiyon hastalıklarından korunulmalıdır. Sıtma, sivrisinek ısırığı ile bulaşan, tekrarlayan yüksek ateş nöbetleri ile seyreden ölümcül bir hastalıktır.

İnternette www.cdc.gov/malaria/map/index.html sitesinde dünya sıtma haritası ile sıtmanın yayılımı ayrıntılandırılmıştır. Sağlık Bakanlığı'nın seyahat sağlığı hizmeti veren merkezlerine kişisel başvuru yapılarak koruyucu sağlık hizmeti alınabilmektedir. Ayrıca internetteki www.seyahatsagligi.gov.tr/Site/Harita resmi sitede de dünyada seyahat düşünülen ülkelerdeki aşılama ve korunma detaylı olarak anlatılmıştır. Sıtmaya karşı koruyucu amaçla kullanılması önerilen ilaçlar, seyahate gitmeden alınmaya başlanır ve döndükten sonra birkaç hafta daha devam edilir. *Meflokin, Atovaquone/Proguanil, Doksisiklin* Sağlık Bakanlığı'nın ilgili kuruluşlarınca önerilen sıtma ilaçlarıdır. Meflokin içeren ilaçlar dalış için uygun değildir. Diğerleri, yan etkileri açısından değerlendirilerek kullanılabilir. Başlıca yan etkileri, midede yanma, bulantı, kusma, anemi, göz kornea tabakasının saydamlığını kaybetmesi, göz dibi değişiklikler, baş dönmesi, sinirlilik, uyku bozukluğu ve kasılma nöbetleridir. Ortaya çıkabilecek denge-koordinasyon bozukluğu ve baş dönmesinin dalış hastalığı belirtileriyle karıştırılabileceği akılda tutulmalıdır.

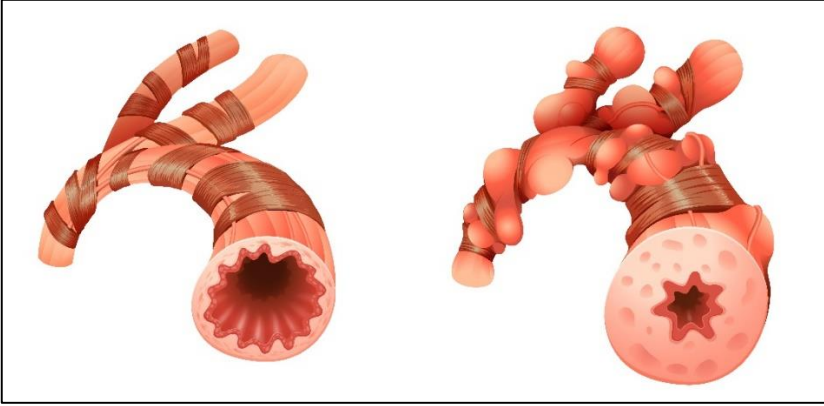


Sıtma hastalığında sivrisinekler taşıyıcıdır. Isırıkları ile insanlara bulaştırır.

Solunum sistemi ilaçları

Astım tedavisi ilaçları ve bronş genişleticiler

Astım klasik tanımıyla soluk darlığı yakınmaları ile karakterize solunum sisteminde ince hava yollarının kronik daraltıcı hastalığıdır. Alerjen uyaranlara aşırı duyarlılık yanıtı olarak ortaya çıkmaktadır. Dalışta soğuk ve kuru hava, tuzlu deniz suyu, egzersiz, astıma özgül hava yollarındaki spazmı tetikleyebilir. Astım tedavisi ilaçlarının bazı sebeplerden dolayı dalışta kullanılmaları uygun görülmez. Bu amaçla kullanılan *salbutamol* gibi *bronş* (hava yolu) genişleticiler bronş kaslarını gevşeterek akciğerlere hava akışını kolaylaştırır. Fakat bu grup ilaçlar kalpte ritim bozukluklarına yol açtıklarından dalışta ani ölüm riski oluşturabilir. Diğer etken madde *teofilin* içeren ilaçlar ise akciğer damarlarında genişleme yaparlar. Bu durum dalış profiline uygun güvenli dalıştan sonra bile oluşabilecek sessiz kabarcıkların atardamar sistemine geçişini kolaylaştırır.



Astımda solunum yollarında ataklar halinde daralma görülür.

Alerji ilaçları (Antihistaminikler) ve dekonjestanlar

Sistemik ve lokal kaşıntılı, deri döküntüleri ile karakterize alerjik hastalıkların tedavisinde antihistaminikler tercih edilir. Farmakolojik olarak psikiyatride kullanılan ilaçlara benzerler. Sersemlik ve uyku hali önemli yan etkilerindendir. Bu yan etkiler kişiden kişiye ve günden güne değişebilir. Yeni geliştirilmiş olanlar kalpte ritim bozuklukları, soluk darlığı, dikkat düzeyinde değişiklik, algılama ve yargılama yeteneğinde bozukluk, ağız kuruluğu gibi belirtiler ortaya çıkarabilir. Bu nedenle dalışta kullanmaktan sakınılmalıdır.

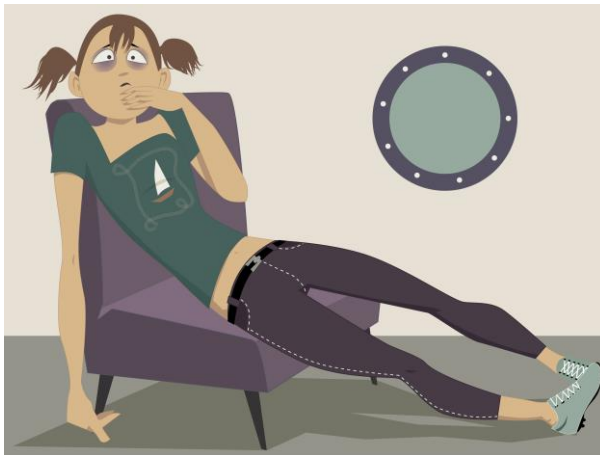
Dalışta ortam basıncında artışa bağlı olarak kulak zarı adaptasyonu en yaygın sorundur. Üstelik soğuk algınlığı, baharda polen alerjisi, gıda alerjisi, solunum yolu enfeksiyonu, sigara kullanımı östaki borusu ve sinüs boşluklarının dış kanallarını ödemle tıkalabilir. Böylece kulak ve sinüs sıkışması kolaylaşabilir. Eşitlemede güçlüğü aşmak için dalıcılar, dekonjestan ilaçları kullanmayı tercih ederler. Bu gruptaki ilaçların içeriğinde bulunan antihistaminik ve adrenalin türü etken maddeler salgıyı azaltıp tıkanıklığı giderirler. Tabii ki faydalı olabileceği

kadar ortaya çıkacak bazı yan etkiler dalışta sakınca yaratır. Antihistaminikler uykuya neden olabileceği gibi, yargılama, değerlendirme, dikkat ve refleks azaltıcı etkilerinden dolayı bunların kullanım kılavuzlarında araç kullanmaktan kaçınılması gerektiği belirtilmiştir. Dalış yaparken de uyku hali dalıcının güvenliğini tehlikeye atar. Ayrıca, bu ilaçların nitrojenin narkotik etkisini arttırabileceği belirtilmektedir. Antihistaminik gruptan diğer bir ilaç *dramamindir* ve dalıcılar tarafından deniz tutmasına karşı kullanılır. Önemli bir konu da bu ilacın derinlik arttıkça hafıza üzerine olumsuz etkilerinin gözlenmiş olmasıdır. Bu etkiler dalışta risk oluşturabilir. Bu nedenle, zorunlu kullanılması durumunda dalış profilleri ile ilgili ek önlem alınması gerekmektedir. *Loratadin*, *setirizin* ve *feksofenadin* etken maddelerini içeren antihistaminikler araç kullanımı için göreceli olarak güvenli kabul edilmektedir. Taşıt kullanımı açısından sakıncalı bulunmayan antihistaminikler dalışta da önerilebilir.

Diğer ilaçlar

Taşıt tutması (hareket bozukluğu) ve bulantı giderici ilaçları

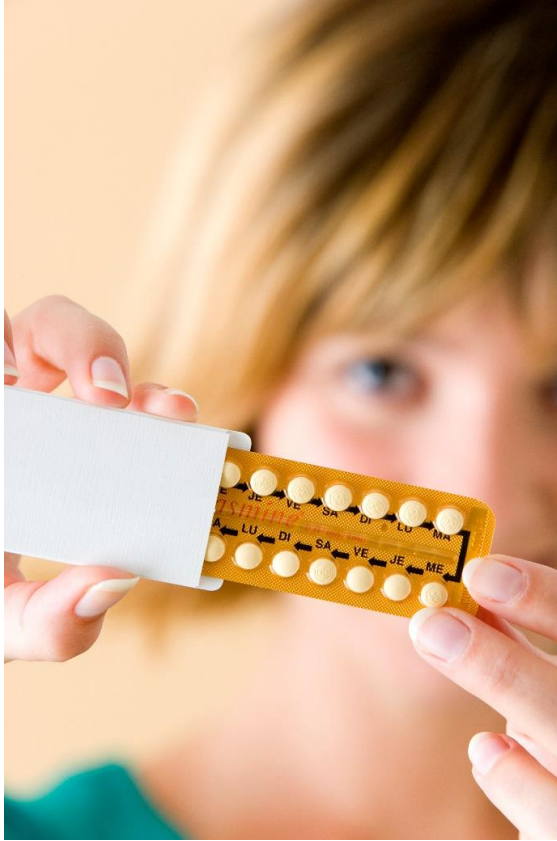
Hareket halindeki aracın içindeyken hissedilen taşıt tutması ile dalgalı denizde seyreden teknede hissedilen deniz tutması benzerdir. Denizdeki hareket üç boyutlu olduğundan etkisi daha fazladır. Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı, kusma en belirgin yakınmalardır. Tedavide antihistaminik alerji ilaçları hareket bozukluğunun önlenmesinde etkilidir. Fakat bu grup ilaçlar uyku hali, karar verme yetisi kaybı ve nitrojen narkozunun şiddetinin artmasına yol açarlar. Öte yandan ülkemizde bulunmamasına ve oldukça pahalı olmasına rağmen *skopolamin* içeren deri üzerine uygulanan bantlar da kullanılmaktadır. Kulak arkasına yapıştırılan bu bantlar lokal uygulandıkları için düşük yan etkilere sahiptir. Ağız kuruluğu dışında fazla yakınma bildirilmemiştir. Eğer kullanılması zorunluysa vücudun ilaca vereceği reaksiyonu anlamak için bant evde birkaç gün önceden kullanılmalıdır. Eğer bir dalışta güvenlik tehdidi oluşturmazsa bantların kullanılması önerilebilir.



Denizde hareket bozukluğu baş ağrısı, bulantı, kusma ile tüm gün sürebilir.

Hormonlar-oral kontraseptif (gebelik önleyici) ilaçlar

Gebelik önleyici ilaçlar, östrojen hormonu içerdiğinden damar içinde pıhtı oluşumunu kolaylaştırabilirler. 35 yaş üstü, sigara kullananlarda risk daha da artmaktadır. Bu nedenle dekompresyon hastalığı oluşumunda kolaylaştırıcı risk faktörlerinden biri olarak kabul edilir. Diğer yan etkiler arasında dozla oranı artan yüksek tansiyon, migren, bulantı, kusma ve psikolojik yakınmalar bulunmaktadır. Anketler dışında oral kontraseptif kullanımı ile ilgili yapılmış yeterli bilimsel çalışmalar bulunmamaktadır. Sonuçta, dalışta sessiz kabarcık oluşumu ve pıhtılaşmada artış riski nedeniyle gebelik önleyici ilaçlar riskli olarak değerlendirilebilir.



Gebelik önleyici ağızdan alınan hormonal ilaçlar her gün kullanılır.

Sonuç

Günlük yaşamda kullanılan ilaçlar az veya çok istenmeyen etkilere sahiptir. Sualtında artan ortam basıncı, solunan gazların basıncı ve fiziksel aktivitenin yan etkilerde değişiklik yapabileceği akılda tutulmalıdır. Bunun sonucunda sualtı hastalıkları gelişebilir, bunlar sakatlıkla ve ölümle sonuçlanabilir.

Dalıcının ilaç kullanması zorunlu ise, kullanılma nedeni, dalışta kullanmasının sakıncalı olup olmadığı, dalışla ilgili tıbbi bir soruna yol açma olasılığı ilgili uzman hekime danışılarak değerlendirilmelidir.

Önemli

Dalışta ilaç kullanımı ile ilgili aşağıdaki konular mutlaka bilinmelidir:

- İlacın istenmeyen etkileri,
- Diğer tıbbi ürünler ile etkileşimi,
- Kullanım ile ilgili özellikli uyarılar ve önlemler,
- Araç ve makine kullanımı üzerindeki etkiler,
- İlacın karar verme yeteneği ve bilişsel fonksiyonlar üzerine etkisi,
- İlacın kullanılması önerilen sağlık sorunu ve dalışa uygunluğu.

Önerilen kaynaklar

Aktaş, Ş. (2001) Amatör dalış muayenesi ve seçim kriterleri. Sualtı Bilim ve Teknolojisi Toplantısı, SBT 2001, Kocaeli Üniversitesi, *Toplantı Kitabı* (eds., Toker, K., Turan, O.) s: 3-6.

Bennett, P. B., Cronje, F.J., Campbell, E.S.(2006) Drug and diving. Assessment of diving medical fitness for scuba divers and instructors. Best Publishing, 204-218.

Kayaalp, O. (2002) Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. 10. Baskı. Hacettepe Taş.

Lowry, C. (2002) Drugs and diving. In: Diving and subaquatic medicine. (4th ed., Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R.), London, Hodder Arnold Publisher, s: 445-455.

DALIŞ MALZEMESİ HİJYENİ

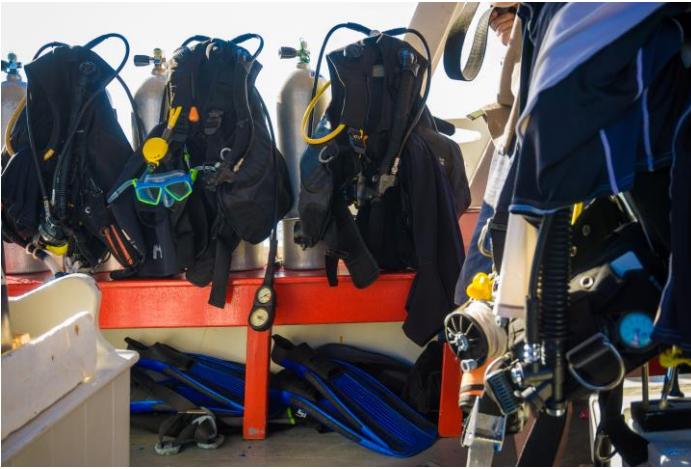


Dr. Yavuz ASLAN

Hijyen

İnsanlar başkalarının kullandığı eşyaları kullanmak istemez. Aynı giysiyi giymez, aynı havlu ile kurulamaz, hele hele aynı tabakta yemez, çatal bıçağı, su bardağını kullanmaz. Başka birinin diş fırçası ile diş fırçalamak düşünülemez bir şeydir. Bunun sebebi sağlık kadar kültürelidir. Öte yandan dalış merkezlerinde, başkasının giydiği elbiseler, patikler giyilir, maske takılır, başkasının kullandığı regülatör kullanılır. Çoğu zaman ortak kullanılan bu malzemelerin yeterince temizlenmediği herkes tarafından bilinir. Dahası bu durum sadece ülkemize özgü değildir. Dünyanın her yerindeki dalış merkezlerinde kişisel hijyen konusu adeta gereksiz bir ayrıntı olarak kabul edilir.

Sağlığa zarar verecek ortamlardan korunmak için yapılacak uygulamalar ve alınan temizlik önlemlerinin tümü hijyendir. Dalış ekipmanları, doğası gereği ve nemli bir durumda muhafaza edilmesi durumunda, mantar, maya, bakteri ve virüs gibi mikroorganizmaların çoğalabileceği bir ortam oluşur. En sık karşılaşılan bulaş, büyük oranda spor üreterek çoğalan mantarlardır. Dalış malzemelerinin temizliği hem dalıcının sağlığını korumak hem de malzemelerini daha uzun süre kullanmak için üzerinde durulması gereken başlı başına bir konudur.



Dalış ekipmanının her dalış sonrası temizlenmesi, kullanım ömrünü uzatacaktır.

Mikroorganizmalara karşı en etkili savunma, geliştikleri koşulları engellemek olacaktır. Ekipmanların temizlenmesi ve saklanması için ideal ortam hava sirkülasyonu olan kapalı bir odadır. Özellikle ekipmanların ağızlık, maske gibi dalıcının hava yolu ile direkt temas eden bölümlerinin temizliğinin yanında denge yeleğinin (BC) iç yüzeyleri dahil tüm donanımın temizliğine önem verilmelidir. Kapalı devre (*rebreather*) ile dalış yapıldıysa hortumlar dahil tüm devre özenle temizlenmelidir. Tüm malzemelere temizleme, durulama ve kurutma işlemleri uygulanmalıdır. Temizleme işleminin ardından yapılan durulama mikrobiyal büyüme için potansiyel besin maddesi görevi görebilecek olan çöktilleri ortamdan uzaklaştırmaya yarar. Tüm bu işlemler yapıldıktan sonra ekipman temiz ve kuru bir ortamda saklanmalıdır.

Uyarı: Ekipmanlar iyice temizlenmeli, kurutulmalı ve sonrasında kuru ve temiz bir ortamda saklanmalıdır.

Maske hijyeni

Bebek şampuanı maskenin buğusunu önlemek için ucuz ve etkili bir yöntemdir. Ayrıca maske güzel kokar ve gözleri yakmaz. Özellikle kiralık maske kullanımında çok yaygın olarak uygulanan tükürükten daha iyi bir yöntemdir.

Dalış sonrası maske bakımı; tuzu çözmek için taze, ılık suda yıkamak kadar kolaydır. Maskenizi fırçalamak istiyorsanız, yumuşak ve yeni diş fırçası kullanın ve kuruladıktan sonra yağlı parmaklarınızla dokunmayın.

Uyarı: Ortak maske kullanımı *konjonktivite* (gözün beyaz kısmını ve gözkapaklarının iç yüzünü kaplayan zarın, iltihabı) yol açabilir.



Maskelerinizi diğer malzemelerden ayrı bir kaptaki bebek şampuanıyla yıkayabilirsiniz.

BC hijyeni

BC'nizi dalış sonrası temiz tatlı su deposuna daldırın ve dışarıdan temizleyin. BC'nizin iç kısmını yıkamak için BC'nizi şişirdikten sonra içini temiz tatlı su ile doldurun. Baş aşağı çevirip içindeki suyu boşaltın. Bu işlemi tüm tuz kalıntısı gidene kadar tekrarlayın.



BC'nin iç kısmının yıkanması ihmal edilmemelidir.

Dalış kıyafeti hijyeni

Birkaç dakika boyunca temiz, tatlı ve ılık suda ıslatın. Sıklıkla kaçırılan alanları temizlemek için neopreni yoğurun ve daha sonra tekrar durulayın. Aynı işlemi neopreni ters çevirin ve tekrarlayın. Seyahatinizin son dalışından sonra, orta etkili bir bulaşık deterjanı gibi, sulandırılmış bir temizleyicinin içine batırıp ıslatın. Dalış kıyafetinizin her iki yüzünü temiz tatlı suda yıkadıktan sonra mutlaka kurutun.

Uyarı: Dalış kıyafetinizi çamaşır makinesinde yıkamayın.

Regülatör hijyeni

Dalış sonrası, önce toz kapağını kurutup birinci kademeyi kapatın. Regülatörünüzü temizlerken, hortumlar da dahil olmak üzere tüm solunum devrelerini temizleyin. Regülatörünüzü birkaç dakika boyunca tatlı suda bekletin ve durulayın, birinci kademeye su kaçırmadığınızdan emin olun!



Regülatör temizliğinde 1. kademeye su kaçırmadığınızdan emin olun!

Palet hijyeni

Paletlerinizi temiz suya batırın ve tuzu durulayın. Böylece esnekliklerini koruyacaklar ve kötü kokmayacaklardır. Derinlemesine temizlik istiyorsanız, kauçuk parçaları üzerine silikon krem uygulayın.

Paletleriniz kuruduktan sonra saklayacağınız çantanızın paletleriniz için yeterince büyük olduğundan emin olun. Her iki tarafı da bükmeyecek şekilde yerleştirin.

Uyarı: Dalıcılar tüm dalış ekipmanlarının temizlenme yöntemleri ile ilgili üretici talimatlarına uymalıdır.

Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon cansız ortamda gözle görülen kir ve artıkları ortadan kaldırdıktan sonra mikroorganizmaları azaltma ve üremelerini durdurma işlemidir. Bu amaçla kullanılan kimyasal maddelere de dezenfektan denir. Özellikle fırsatçı ve dayanıklı mikropların üreme ve çoğalma riskini azaltmak için periyodik dezenfeksiyon, temizleme rejimine dahil edilmelidir.

Dalış malzemelerinde dezenfektan seçimi

Dezenfektan kullanıldığında, var olan kirleri çıkarmak için ekipman önce iyice durulanmalıdır. Dezenfektan, solunum aparatında bulunabilecek mikroorganizmaların tüm spektrumlarını etkili bir şekilde öldürebilir olmalıdır. Dezenfektanın, bu bağlamda, en dirençli mikroorganizmaya (*Mycobacterium tuberculosis*, verem mikrobı) karşı etkili olması önerilir. Kuru elbise ve diğer tüm ekipmanla kullanımı uyumlu olmalıdır. Maruziyet durumunda dalıcı için güvenli olmalı, ulaşılabilirliği ve fiyatı uygun ve kullanılmış yıkama çözültisinin ortadan kaldırılması kolay olmalıdır (**Tablo 1**).

Dezenfektanı az seyreltme veya aşırı temas süreleri donanıma zarar verebilir, bunun tersi ise dezenfektanın etkinliğini azaltabilir. Dezenfektan yeterince durulanmazsa malzeme üzerinde kalıntı bırakabilir. Bu kalıntı dalıcı için sağlık

tehlikesi oluşturabilir ve/veya ekipmana zarar verebilir. Temiz tatlı su, durulama işlemi için idealdir.

Uyarı: Ekipman eğitim sırasında olduğu gibi paylaşıldığında, ağızda kullanılan parçalara, dalışlar arasındaki dezenfeksiyon da dahil olmak üzere daha sık periyodik dezenfeksiyon uygulanmalıdır.

Maalesef birçok dezenfektan solüsyonu çok agresif, koroziv (*yakıcı*) ve toksiktir. Çoğu dezenfektan ve sterilizan maddeler hastanedeki yüzeyler ve ekipmanlar için tam uygun olarak üretilmiştir ama dalıcılar ve dalış ekipmanları için güvenli değildir.

En önemli dekontaminasyon çözümü *içme suyudur*. Düşük basınçlı bir hortum aracılığıyla uygulanacak olan bolca çeşme suyu tüm dekontaminasyon prosedürlerinin ilk ve son aşaması olmalıdır. Ama bulaşması muhtemel ajanlara etkisi çok sınırlıdır.

Güçlü antimikrobiyal etkisi bulunan *sabun* ikinci en sık kullanılan dezenfeksiyon yöntemidir. Sabunun yüzey aktif maddesi birçok organik kontaminasyonu ortadan uzaklaştırırken, sabunlu suyla ovalamak veya fırçalamak da inorganik-sedimentlerin uzaklaşmasını sağlayacaktır. Sabun ayrıca biyolojik bulaşanların da ortamdan gitmesine yardımcı olacaktır (*biyolojik bulaşıcıların ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra ölüp ölmediklerinin bir önemi yoktur*). Sabunlarda kullanılan aktif antimikrobiyal içerik çoğunlukla triklozandır. Çok düşük konsantrasyonlarda bile bakteri ve mantarlarda bulunan bir enzimi bloke ederek etkinliğini gösterir. Bu enzim insanlarda bulunmadığından insanlar için zararsızdır.

Uyarı: Antimikrobiyal etkili sabunlar biyolojik ajanların ortamdan uzaklaştırılmasında oldukça etkilidir.

Çamaşır suyu, yani sodyum hipoklorit yine ulaşması çok kolay bir ajan olup %5'lik bir solüsyonu deliksiz ve sert bir yüzey üzerinde beş dakikalık temas süresi sonrası neredeyse çoğu bakteri, mantar ve virüsü öldürür. Marketlerde satılan evsel çamaşır suları yaklaşık olarak %6 sodyum klorit içerir. Daha çok paletlerin, kayış takımı ve BC vb. ekipmanın dezenfeksiyonunda basit ve etkili bir yöntemdir. Ekipmanlar en az 10 dakika hipokloritli suya batırılıp bekletilmelidir. Bu yüzden dalış elbiselerinin çamaşır suyu ile dezenfeksiyonu en iyi tercih değildir. %10'luk bir solüsyon gözleri ve mukozaları yakacağından, dekontaminasyon tercihi olarak kullanılırken çok dikkatli olunmalıdır.

Uyarı: Hipokloritin direkt deri ile teması yanığa yol açabilir ve kıyafetler ile ekipmana hasar verebilir!

Betadin, *Baticon* vs çoğunlukla hastanelerde cildi ameliyata hazırlamak ve yaraları dezenfekte etmek için kullanılan %10'luk povidon iyot solüsyonunun marka isimleridir. Sulandırılmamış betadin 10 dk'lık bir uygulama sonrası neredeyse tüm patojenleri öldürür. Uzun süren geniş deri temaslarında aşırı derecede iyot emilimine neden olabilir.



Povidon İyot Solüsyonu

Simple Green, yaygın olarak kullanılan çok amaçlı bir yüzey temizleyicisinin marka ismidir. Biyolojik ajanlarla kontaminasyonun tam bilinmediği dalış sahalarında seyreltilerek veya direkt şişesinden dekontaminasyon için kullanılabilir.

Uyarı: Simple Green, dalıcının deri, göz veya ekipmanına zarar vermez.



Simple Green

Kuaterner amonyum bileşikleri ticari ve evde kullanılan birçok temizleyicinin yapısında bulunmaktadır. Bu ürünler primer olarak evler, mutfaklar, kafeteryalar gibi alanlarda koku giderici ve sterilizan olarak kullanılmasının yanında havuzlardaki ve klima sistemlerindeki alglerin kontrolünü de sağlamaktadır. Gözlere ve cilde yakıcı etki gösterir. Bu nedenle yıkama sıvısının en kısa zamanda atılması gerekmektedir.

TSP, *tri sodyum fosfat bileşiğidir* ve çok güçlü bir temizleyici ve yağ sökücüdür. Metallerde leke bırakır ve cam ile fibreglassı aşındırır.



Tri Sodyum Fosfat (TSP)

İsopropil *alkol* mikroplara karşı oldukça etkili olmasına rağmen, dalış elbisesi ve/veya ekipmanları için uygun değildir. Tam yüz maskesi kullanılıyorsa en ideal kullanım yeri maskenin sızdırmazlık sağlayan bölgelerinin (*maskenin kuru elbise ile birleştiği, sızdırmazlık sağlayan dalıcının yüzünün etrafındaki lateks*) veya dalıcının başlığının kuru elbise ile birleştiği yerlerin aşağı doğru silinmesidir. Çoğunlukla marketlerde %70 alkol ile %30 su solüsyonu olacak şekilde bulunur. Yüz ve göz temasından kaçınılmalıdır. %70’lik hazır izopropil alkol solüsyonu kullanım öncesi asla seyreltilmemelidir.

Uyarı: Isopropil alkol solüsyonu dalış elbisesinin ve ekipmanların dezenfeksiyonunda uygun değildir!

Tablo 1. Kullanılabilecek dezenfektanlara örnekler
(US Navy – Guidance for diving in contaminated waters, EPA Diver decontamination solutions)

Dekontaminasyon Yöntemi	Biyolojik kontaminantlar için kullanımı	Kimyasal kontaminantlar için kullanımı	Dahici deri temasındaki güvenlik	Dalış elbisesi uyumluluğu
Musluk Suyu	C	C	1	1
Antimikrobiyal Sabun	A	A	1	1
Çamaşır Suyu	A	B	2	3
Betadin	A	C	2	2
Simple Green	B	B	1	1
Kuaterner Amonyum	A	B	3	2
TSP	B	A	3	3
Alkol	A	C	3	2
	Etkinlik: A = Çok Etkili B = Etkili C = Kısmen Etkili		Güvenlik / Uyumluluk 1 = Zararsız 2 = Potansiyel Zararlı 3 = Önlemler Alınmazsa Zararlı	

Hastalık bulaşı

Yine en çok merak edilen konulardan biri de dalış merkezlerinde, çoğunlukla kiralık olarak kullanılan dalış ekipmanları ile hastalık bulaşma riskinin olup olmadığıdır. Kirli ekipman kullanılmasıyla başkalarına geçme ihtimali olan birçok bulaşıcı hastalık vardır. Genellikle buna virüs, bakteri ve mantarlar neden olur. Bazıları cansız nesneler üzerinde kısa ömürlü, bazıları da yıkanmamış ağızlıkların yarıklarında veya tüplerin nemli bölgelerinde gizlenip yaşarlar. Bunlar arasında en çok korkulanlar HIV (*İnsan Bağışıklık Yetmezliği Virüsü. AIDS (Edinsel Bağışıklık Yetmezliği Sendromuna yol açar)* ve hepatit nedeni olan mikrobiyolojik ajanlardır. Her ikisi de virüslerle bulaşan hastalıklardır ve direkt solunum yolu ile insandan insana bulaşı yoktur.

HIV, el sıkışmak, sarılmak, AIDS'li bir kişi tarafından taşınan nesnelere dokunmak veya aynı evde, iş yerinde veya halka açık bir yerde vakit geçirmek gibi gündelik temaslarla bulaşmaz. HIV, sivrisineklerle veya HIV'li bir kişi tarafından taşınan yiyeceklerle yayılmaz. HIV vücut dışında hızlı bir şekilde ölür ve sabun, çamaşır suyu gibi genel temizlik maddeleri ve dezenfektanlar tarafından kolayca öldürülür. Bu yüzden dalış merkezleri malzeme

dezenfeksiyonu ve hijyeni konusundaki genel kurallara uydukları takdirde HIV ve Hepatit virüsleri bulaşını neredeyse sıfıra indirebileceklerdir.

Özellikle yeterli temizliği ve sterilizasyonu yapılmadığı takdirde ağızlıklar yoluyla bazı etkenlerin bulaşı söz konusu olabilir. HSV (Herpes Simplex Virüsü) de halk arasında uçuk olarak bilenen lezyonun etkenidir. Normalde bu virüs dış ortama çok dayanaksızdır. Ancak 2-5 sn kadar canlılığını sürdürebilmektedir. Çoğunlukla dalış merkezlerinde, eğitimler esnasında dalıcı adayları ortak ağızlık kullanmak zorunda kalabilirler. Eğitimde ağızlığın değiş tokuşu sırasında aktif herpetik lezyonu olan dalıcı adayı diğer adaya etkeni bulaştırabilir. Bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun dışında bir bulaş nadirdir.

Yine dalış ekipmanlarından özellikle kıyafetlerle bulaşı olabilecek ve deride rahatsızlık ve belirtiler ortaya çıkarabilecek patojenler mantarlardır. Mantarlar, özellikle nemli ortamlarda çoğalmayı severler. Dalış ortamı da buna zemin hazırlar. Bu yüzden dalış merkezlerinde, ortak kullanılan dalış kıyafetlerinin dezenfeksiyonunun ve kurutulmasının uygun yapılmaması, kıyafeti daha sonra kullanacak dalıcılara mantarların bulaşına ve derilerinde lezyonlar oluşmasına neden olabilecektir. Tabii ki dalış sonrası kullanılan havluların da ortak değil kişiye özel olması, uygun temizliği ve kurutulması yapıldıktan sonra başka bir dalıcının kullanımına sunulması olası bir mantar bulaşını engelleyecektir.

Hastalık riskini en aza indirmek için öneriler:

• Dalıcıların kendi kişisel dalış malzemelerini kullanması önerilir.
• Hastalık riskini en aza indirmek için, dalıcıların, en azından maskeleri ve regülatörlerini, ortak tanklardan ziyade temiz suda durulamaları önerilir.
• Bir sonraki dalışa kadar bir sezon geçeceği zaman ekipman hijyeni için dezenfektan kullanımını özellikle maske ve ağızlıkların bir dezenfektan ile püskürtülmesi / silinmesi ve dalıştan önce kuruma zaman tanıtılması önerilir.

Dalış merkezleri ne yapmalı?

• Malzeme temizliği için ortak tanktan ziyade akarsu kullanılmalıdır.
• Ortak tank kullanılıyorsa bu tanklar maske ve regülatör için ayrı; palet, elbise ve BC vs için ayrı olmalıdır.
• Ortak tankların suyu günlük olarak değiştirilmelidir.
• Malzemelerin günlük dalışa gelen dalıcılar için günlük, bir süreliğine gelen dalıcılar için dalış turu boyunca, her dalıcıya ayrı ayrı dağıtılması en uygunudur.
• Dalıcının talep etmesi halinde temiz maske verilmesi, regülatöre yeni ağızlık takılması tuhaf bir istek olarak karşılanmamalıdır.

Önerilen kaynaklar

Health and Safety Executive. (2018) Cleaning of diving equipment. HSE information sheet. <http://www.hse.gov.uk/pubns/dvis12.pdf> (erişim 26.09.2019)

Miller M, Denoble P. (2011) Microbial hazards. Alert Diver Magazine, Fall, 2011 <http://www.alertdiver.com/microbial> (erişim 26.09.2019)

Navy, U. S. (2004) "Guidance for Diving in Contaminated Waters." Technical Manual# SS521-AJ-PRO-010. Washington, DC: Naval Sea Systems Command .

Russel Mainstream Supply. (2018) The importance of cleaning and correctly storing diving equipment after each dive. <https://rmsupply.co.uk/blog/post/1-the-importance-of-cleaning-and-correctly-storing-diving-equipment-after-each-dive.html>. (erişim 26.09.2019)

Washburn, B. K., Levin, A. E., Hennessy, K., Miller, M. R. (2010) Identification of bacteria in scuba divers' rinse tanks. *Undersea Hyperb Med* 4: 233-240.

KADIN, ÇOCUK VE İLERİ YAŞTA DALICILAR



Dr. Bengüsu MİRASOĞLU

Giriş

Dalış, özellikle profesyonel dalış, yıllar boyunca genç, sağlıklı erkeklerin yapabildiği bir aktivasyon olarak kaldı. Ancak rekreasyonel donanımlı dalışın küresel olarak yaygınlaşması, dalış malzemelerinde sağlanan teknolojik ilerlemeler, dalışın turistik bir faaliyet olarak gelişmesi ile giderek bu grubun dışındaki insanların da dalışa katılmasını sağladı. Elbette bu grupların sahip olduğu farklı fizyolojik özellikleri, dalış pratiğinde de bazı farklı yaklaşımlara gerek göstermektedir.

Kadın dalışı

Sanılanın aksine, kadınların çok eski zamanlardan itibaren dalış yaptığına dair kanıtlar vardır. Özellikle 400-500 yıldır inci toplayıcılığı yapan Japon ve Koreli Ama dalgıçları çokça tanınan bir kadın dalgıç grubudur. Ancak sportif açıdan bakılırsa 1960'lara kadar dalış, neredeyse tamamen erkeklere ait bir spor gibi görülmekteydi. Son zamanlarda ise kadınların bu spora ilgisi de katılımı da hızla arttı. Bölgesel farklılıklar olsa da dünyada genel olarak sportif dalıcıların yaklaşık %30'u kadındır. Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu (TSSF) verilerine göre ülkemizde 2000 yılı öncesinde, kadınlar tüm belgeli dalıcıların ancak %8'ini oluştururken, 2019 yılı verilerine göre kadın dalıcıların oranı %23,3'tür. Dalışa başlayan kadın dalıcıların sayısı 2000'den önce yıllık olarak iki yüzü aşmazken, günümüzde her yıl 2000'den fazla kadın dalış sporuna başlamaktadır.

Kadınların dalışa ilgisi sadece donanımlı dalışla da sınırlı değildir. Serbest dalış aktivitelerinde de artık birçok kadın sporcu yer almaktadır. Hatta kadın dalıcılar serbest dalışın çeşitli dallarında ülkemizi uluslararası yarışmalarda temsil etmekte ve birçok derece ve rekoru da ülkemize getirmektedirler. Ayrıca dalışla profesyonel olarak ilgilenen kadın sayısı da artmaktadır. Artık daha fazla kadın dalış eğitmeni olmakta ve geçimini bu işten sağlamaktadır. Dünya genelinde yapılan eğitimlerin üçte birinin kadın eğitmenlerce yapıldığı bildirilmiştir.

Kadınların dalışla ilişkili aktivitelerde artan ilgisi ve varlığına rağmen, kadınlara özgü dalış sağlığı konuları ve kadınların dalış alışkanlıkları hakkında çok az bilgi ve araştırma vardır. Bu bölümde bazı konulara ışık tutulması amaçlanmaktadır.



İnci toplayan Japon Ama dalgıcı

Fizyoloji ve anatomi

Neredeyse tüm dalış kuralları ve düzenlemeleri erkeklere göre yapılmıştır. Ancak kadınlar ve erkekler arasında anatomik ve fizyolojik farklılıklar olduğu tartışılmaz bir durumdur. En belirgin farklılık kadınların vücut yağ oranının erkeklere göre daha fazla olmasıdır. Bu sayede kadınların soğuk stresine daha dirençli olacakları düşünülmektedir. Ancak beklenenin tersine pratikte kadınlar daha çabuk üşümektedirler. Bu, kadınların vücut hacmine göre yüzey alanlarının erkeklere göre daha fazla olması ve dolayısıyla ısı kaybının daha çok olması ile ilişkili olabilir. Ayrıca kadınların kas hacminin daha az olması da metabolik ısı üretiminin daha az olmasına bir sebeptir.

Bir birim ağırlığa düşen kas kitlesi (bir başka ifade ile kas oranı) daha fazla olduğu için erkeklerin fiziksel gücü daha fazladır. Bu fark, pek çok kara sporunda ve günlük aktivitede erkekleri avantajlı kılarsa da ağırlıksız ortamda belirgin bir performans farklılığı yaratmamaktadır. Dolayısıyla kadınların dalışta daha çabuk yorulduğu, daha fazla fiziksel güç gerektirecek akıntı dalışlarında zorlanabilecekleri gibi inanışlar doğru değildir.

Kadınların vücut yapıları ve akciğerleri genel olarak erkeklere göre daha küçük, akciğer kapasiteleri de daha azdır. Dolayısıyla aldıkları soluk daha küçüktür. Ayrıca fiziksel olarak daha küçük oldukları için, eş aktivite yapıldığında bile kadınlar daha az oksijene ihtiyaç duyup daha az karbondioksit üretirler. Bu farklılar, kadınların dalış sırasında daha az hava tüketmesini sağlar. Çoğu kez, kadınlar erkeklere göre daha küçük bir tüp ve daha az hava ile dalışı tamamlayabilirler.

Vücut yapılarının daha ufak olması nedeniyle kadınlar daha farklı yapıda dalış donanımı, palet, dalış elbisesi gibi malzemelere ihtiyaç duyarlar. Neyse ki, son zamanlarda dalış merkezi ve teknelerde kadınlara yönelik malzemelerin sayısı da artmıştır. Yine de, kendisine uygun dalış malzemesi bulamadığı için oldukça konforsuz dalışlar yapmak zorunda kalan birçok kadın hala vardır.

Bunları biliyor muyuz?

Kadınlar genel olarak erkeklere göre yaklaşık olarak %15 daha kısa ve daha zayıftır. Kas oranı erkeklerde ortalama olarak %42 olup üst gövdede daha fazla iken, kadınlarda ortalama %36'dır ve çoğu gövdenin alt kısmındadır. Vücut yağ oranı ise tersine kadınlarda yaklaşık olarak %10 daha fazla olup kalça çevresinde daha yoğun iken erkeklerde genellikle göbek çevresinde bulunur. Bu nedenle pek çok metabolik ve fizyolojik ihtiyaçları da farklıdır.

Dalış deneyimi

Daha önce de belirtildiği üzere kadınların dalış sporuna ilgisi yenidir. Dolayısıyla erkeklere oranla dalış deneyimleri, toplam dalış yılı ve toplam dalış sayısı olarak daha azdır. Yıllık ortalama dalış sayıları dikkate alındığında da kadınların erkelere göre daha az sayıda dalış yaptığı görülmüştür. Ayrıca her ne kadar ileri dalış eğitimi alan ve eğitmenlik yapan kadın sayısı artıyor olsa da, kadınlar çoğunlukla temel düzeyde belge sahibidir. Ülkemizde yapılan bir araştırmada kadın dalıcıların yaklaşık %60'ının dalış belgelerinin temel düzeyde olduğu saptanmıştır. Dünyada da dağılım benzerdir. Kadınların dalış deneyimi arttıkça bu durum da muhtemelen değişecektir. Bazı araştırmacılar ise, kadınların dalış sporuna başlayıp sonrasında devam etmediklerini, bunda da sosyal faktörlerin etkisi olduğunu düşünmektedirler.

Yapılan dalışlar incelendiğinde kadınların daha güvenli dalışlar yaptıkları söylenebilir. Hem ülkemizde hem dünyada erkekler dekompresyon gerektiren dalışlar yapmaya, daha derine dalmaya ve dalış sırasında daha fazla risk almaya kadınlara göre daha eğilimlidirler.

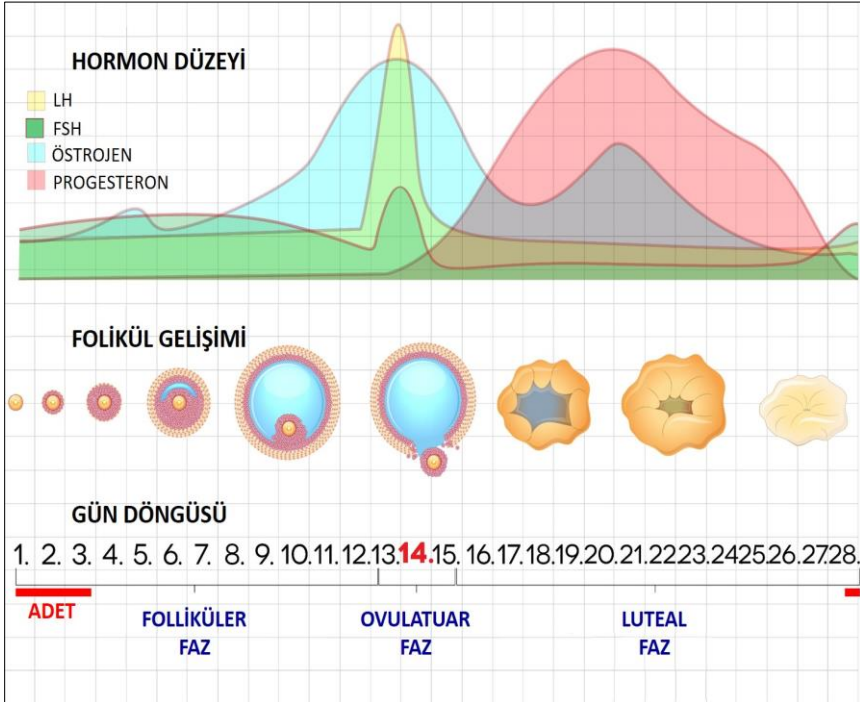
Dekompresyon hastalığı (vurgun)

Kadınların dekompresyon hastalığı (DH) geçirme riskinin daha fazla olup olmadığı uzun zamandır tartışma konusudur. Kadınların DH'na daha duyarlı oldukları iddia edilmiş, buna sebep olarak da vücut yağ dokularının daha fazla olması gösterilmiştir. Nitrojen yağ dokusunda diğer dokulara kıyasla beş kat daha fazla çözünür ve buradan daha yavaş atılır. Bu nedenle aynı dalış profiline sahip erkek dalıcılara göre kadınlarda DH'nın daha sık ve daha kolay ortaya çıkacağı düşünülmüştür. Yapılan bazı irtifa çalışmalarında da DH kadınlarda daha fazla gözlenmiştir. Fakat bu çalışmalar sınırlıdır.

Son zamanlardaki çalışmalar ise farklı sonuçlar göstermektedir. Kabarcık ölçümü yapılan bir çalışmada, aynı dalış profiline sahip kadın ve erkek dalıcılarda dalış sonrası benzer sayıda kabarcık saptanmıştır. Yapılan pek çok geriye dönük incelemede de kadınlar ve erkekler arasında DH sıklığı açısından bir fark bulunmamış, hatta erkeklerin daha fazla DH geçirdiği gözlenmiştir. Bunun nedeni fizyolojik bir farklılık değil erkeklerin daha agresif ve daha riskli dalışlar yapıyor olmasıdır. Güncel bilgilerimize göre DH açısından kadınlar ve erkekler arasında fizyolojik bir farklılık olduğuna dair kanıt yoktur.

Menstrüasyon (adet)

Menstrüel döngü kadın vücudunda fiziksel ve zaman zaman da psikolojik değişikliklere yol açar. Kadınların pek çoğu bu değişikliklerin günlük hayatlarını etkilemediğini belirtmektedir. Yine de menstrüasyon (adet) döneminde dalış yapmanın sakıncalı olup olmadığı ve dekompresyon hastalığı ile ilişkisi uzun zamandır merak konusu olmaktadır. Şimdiye dek menstrüasyon sırasında dalış yapmanın dekompresyon hastalığı sıklığına etkisi gösterilmemiştir. Bu dönemde, genellikle 3-5 gün içinde 50-150 ml kan kaybı olur. Bu fizyolojik olarak önemsiz bir miktar olarak kabul edilir ve dalışa doğrudan engel bir durum oluşturmaz. Yapılan pek çok anket çalışması da kadınların bu dönemde dalmaya devam ettiklerini göstermiştir. Bazı kadınlar ise menstrüasyon öncesi ve sırasında şiddetli ağrı, bulantı, şişkinlik, halsizlikten yakınmaktadırlar. Bu yakınmalar da dalışa doğrudan engel değildir ve kişiden kişiye değişmekle birlikte genel olarak dalışla arttığı ya da azaldığı gösterilmemiştir. Ancak kadın dalıcıların bir kısmı bu yakınmalar nedeniyle ve kendilerini rahat hissetmedikleri için menstrüasyon sırasında dalış yapmadıklarını belirtmişlerdir.



Menstrüel döngü genellikle 28 günlük bir süreçtir ve kadın vücudunda pek çok değişikliğe sebep olur.

Diğer yandan, menstrüel döngünün tamamının, hormonal değişimleri de göz önünde bulundurarak, dekompresyon hastalığı ile ilişkisi de araştırılan bir konudur. Buna göre, bütün olarak değerlendirildiğinde siklusun ilk haftasında dekompresyon hastalığı görülme sıklığının arttığına dair bazı bulgular ve çalışmalar vardır. Ancak bu, kanıtlanmış bir durum değildir ve üzerinde çalışılmaya muhtaçtır.

Dikkat edilmesi gereken konu ise ödemdir. Vücudun tüm iç boşlukları ve kanalları, mukoza adı verilen ve sümük benzeri bir sıvı salgılayan ince zar tabaka ile kaplıdır. Menstrüasyon öncesi ve sırasında tüm bu mukozal zarlarda kanlanma artışı ve sıvı tutulumu ve dolayısıyla ödem olur. Östaki borusu ve solunum yollarında oluşan ödeme bağlı olarak da kulak eşitlemek diğer zamanlara göre daha zor olabilir. Bu, orta kulak ve sinüslerde barotravmaya yatkınlığı arttırabilir. Hassasiyeti olduğunu bilen kadın dalıcıların bu dönemde daha yavaş dalması önleyici olabilir.

DİKKAT !

Menstrüasyon öncesi ve sırasında vücutta sıvı tutulumunda artış yani ödem olur. Bu kulak eşitlemeyi zorlaştırabilir. Bu dönemde dalış yapan kadınların barotravma riskinin daha fazla olabileceğinin akılda tutmaları gerekir.

Kadın dalıcıların menstrüasyon döneminde dalış yapmayla ilgili en önemli yakınmaları sosyal sorunlardır. Pek çok kadın dalıcı, bu dönemde kullanılan hijyenik pedlerin yeterli koruma sağlamadığını ya da konforsuz olduğunu düşünmektedir. Bazı kadın dalıcılar, risk oluşturabileceğini düşündükleri için tampon kullanmaktan kaçınmaktadır. Düzenli olarak kullananlar ise şimdiye dek bir problem yaşamamıştır. Bu şartlarda dalış elbisesi giyip çıkarmak ya da ortak tuvaletlerin kullanımı kadınlar için sorun oluşturmaktadır. Bunlar dalış tekneleri ya da merkezlerinde yapılacak küçük düzenlemeler ile çözülebilir ve kadın dalıcılara daha rahat bir ortam sağlanabilir.

Bazı kadın dalıcıların ise, kanamanın köpek balığı ya da başka deniz canlılarının saldırısına neden olacağı gibi bir inançları vardır. Ancak menstrüasyon sırasında olan kanama oldukça azdır ve bir deniz canlısı tarafından fark edilmesi neredeyse imkansızdır.

Oral kontraseptif (doğum kontrol hapı) kullanımı

Doğum kontrol haplarının, kan pıhtılaşmasını hızlandırdıkları ve pıhtılaşma ile ilgili bazı faktörlerin kan düzeylerini arttırdıkları için, *tromboemboli* riski oluşturdukları bilinmektedir. Tromboemboli, basitçe toplardamarlarda pıhtı tıkaçlarının oluşması demektir. Pıhtılaşmada artış riski nedeniyle doğum kontrol haplarının dekompresyon hastalığını kolaylaştırabileceği düşünülmüştür. Ancak pratikte böyle bir durumla karşılaşılmamıştır. Yapılan çalışmalarda doğum kontrol hapı kullanımı ile dekompresyon hastalığı arasında bir ilişki saptanmamıştır.

Gebelik

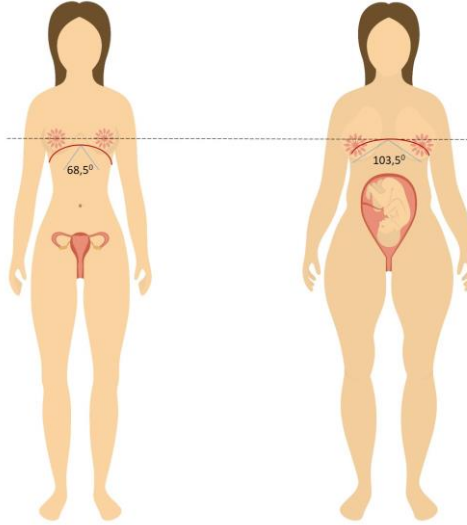
Kadınların giderek daha fazla dalış sporu ile ilgilenmesi ve dalış yapmakta olan kadınların pek çoğunun doğurganlık yaşında olması nedeniyle gebelik, gündemde olan ve tartışılan konulardan biridir. Gebelik süresince kadınlarda pek çok fizyolojik değişiklikler olur. Bu değişikliklerin bir kısmının dalış aktivitesi ile bağdaşmayacağı açıktır; bunlar anneye bağlı sorunlar olarak adlandırılabilir. Ayrıca, dalış sırasında artan basınç ve oksijen basıncının fetüs üzerine etkileri bilinmemektedir. Etik nedenlerden dolayı bu konu üzerinde çalışma yapılması uygun değildir, ancak yaratacağı potansiyel tehlikeler değerlendirilebilir. Bunlar da fetüse bağlı sorunlar olarak gruplandırılabilir.

Anneye bağlı sorunlar:

1. *Bulantı, kusma ve deniz tutmasına yatkınlık:* Gebeliğin ilk dönemlerinde neredeyse tüm kadınlarda ortaya çıkan bulantı ve kusmanın su altında da devam etmesi dalış kazalarını kolaylaştırabilir.

2. *Solunum kapasitesinde azalma:* Gebeliğin ilerlemesi ile rahim yukarı doğru büyür ve diyaframın aşağı doğru esneme kapasitesi bozulur. Zamanla solunum fonksiyonlarında azalma oluşur. Bu arada artan metabolik aktivite, daha fazla oksijen tüketimine ve daha fazla karbondioksit üretimine sebep olur. Dolayısıyla solunumun da artması beklenir. Bu durum zaten kısıtlanmış olan akciğerlere biraz daha yük demektir. Tüm bu değişiklikler gebe kadınların, dalış gibi efor gerektiren aktivitelerde daha çabuk yorulmasına ve zorlanmasına sebep olur.

Ayrıca dalış için kullanılacak donanım ve dalış elbisesinin de dışarıdan baskı oluşturarak, solunum kapasitelerini iyice azaltabileceği akla gelmelidir.



Gebelikte akciğer değişiklikleri; diyafram yukarı doğru itilir ve esneme kapasitesi azalır, göğüs kafesinin alt bölümü genişler.

3. *Kardiovasküler fonksiyonlarda değişiklik*: Kan hacmi ve dolaşımında artış olur. Bu artış gazların dokulara geçişinde ve atılımında değişikliklere sebep olabilir. Ayrıca gebelikte pıhtılaşmaya yatkınlık olduğu da bilinmektedir. Tüm bunların sonucunda dekompresyon hastalığına yatkınlığın da artabileceği düşünülmektedir.

4. *Ödemde artış*: Gebeliğin dördüncü ayından itibaren ödem görülmesi sıktır. Bu ödem sadece bacaklar ya da yüzde değil mukozalarda da olur. Üst solunum yollarının iç yüzünü saran mukozada ödem olması kulak eşitlemeyi bozarak orta kulak ve sinüs barotravmalarına neden olabilir.

5. *İnfeksiyon riski*: Gebeliğin ilerleyen dönemlerinde vajinadan bebeğin içinde bulunduğu kese olan amniyotik keseye sıvı kaçıışı olabileceği düşünülmektedir. Bu durum amniyon sıvısı içine su girişine, su içerisindeki organizmalar da enfeksiyona sebep olabilir.

Ayrıca ağırlık kaldırma ve çabuk yorulmanın da gebeler için dalışı zorlaştırabileceği unutulmamalıdır.

Fetüse bağlı sorunlar:

1. *Kabarcık oluşumu*: Genel kanı olarak fetüste kabarcık oluşumunun anneye göre daha zor olduğu düşünülmektedir. Bir yandan da annede DH olmaksızın fetüste kabarcık saptandığı durumlar vardır. Dolayısıyla annede kabarcık olmayışı fetüste olmayacağını göstermemektedir. Bu oluşan kabarcıkların fetüs üzerinde nasıl bir etkisi olduğu ise net olarak bilinmemektedir. Ancak fetüste oluşan kabarcığın annede oluşana göre daha kötü sonuçlu olacağı rahatlıkla tahmin edilebilir. Erişkin ve fetüs dolaşımı farklıdır. Erişkinde akciğerler, kabarcıklar için önemli bir filtre görevi görürler. Fetüste ise vücuttan gelen kanın büyük bir kısmı akciğerlere uğramaksızın sadece fetüs dolaşımına özel küçük yapılar ve açıklıklar aracılığı ile kalpten geçer ve tekrar dolaşıma katılır. Böylece kabarcık içeren kan hem beyne hem de vücuda gönderilebilir. Sonuçta erişkinde oluşan kabarcıkların çoğu filtrelendiği için sorun oluşturmazken, fetüste kabarcık olursa beyin hasarı ya da yapısal anomalilere yol açabilir. Ayrıca ölü doğum, erken doğum, düşük görülebilir.

2. *Hiperoksi*: Hiperoksi oksijen basıncı ve konsantrasyonunun yükselmesidir. Dalışta basıncın artışına bağlı olarak solunan havadaki oksijenin basıncı da yükselir. Bazı fetüs dokularının yüksek oksijen basıncından zarar gördüğü bilinmektedir. Bunlardan biri gözdür. Yüksek konsantrasyonlarda oksijen *retrolental fibroplazi* adı verilen ve körlük ile sonuçlanan duruma yol açabilir. Ayrıca, fetüste dolaşımı sağlayan özel yapılar da oksijen basıncının yükselmesine karşı hassastır. Normalde bu kanal ve yapılar doğum sonrası, oksijen basıncının fetüstekinden yüksek olması ile kapanır. Fötal dönemde basınç artışı ise bu yapıların erken kapanmasına neden olabilir. Bu da fetüsün ölümüne yol açar. Hiperoksi, annede oluşan olası bir dekompresyon hastalığı ya da gaz embolisi için uygulanan hiperbarik oksijen tedavisi ile de olur. Bu da fetüs için risklidir.

3. **Hipoksi:** Hiperoksinin tersine hipoksi oksijen miktarının azalmasıdır. Ölüm riski taşıyan pek çok dalış kazası, ölüm ile sonuçlanmasa da hipoksiye neden olur. Annede oluşan bir hipoksiden fetüs çok daha fazla etkilenir. Bunun etkisi tam olarak bilinmese de gelişim geriliği, bedensel anomaliler ya da fetüsün kaybı ile sonuçlanabileceği düşünülmektedir. Ortaya çıkacak sonuçta hipoksinin derinliği ve süresi gibi faktörler de önemlidir.

DİKKAT !

Gebelik sırasında fetüs gelişimini bozan olay ya da maddelere teratojen adı verilir. Bunlar yapısal bir anomaliye sebep olabildikleri gibi fetüs ölümüne de yol açabilirler. Bazı ilaçlar, kimyasallar, annenin geçirdiği infeksiyon ve hastalıklar ile radyasyon belli başlı teratojenlerdir. Muhtemel etkileri göz önüne alındığında dalışın da teratojenik olabileceği unutulmamalıdır.

Sonuç olarak gebelik sırasında dalış yapmanın hem anne hem de fetüs üzerinde zararlı etkileri olabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar kesin kanıtlar ile gösterilmemişse de bu tehlikelerden kaçınmak için gebelik süresince ve gebelik ihtimali olduğunda dalış yapılmamalıdır.

İleri yaşta dalış

Dalış olanaklarının artması ile ileri yaştaki kişiler daha fazla dalışa başlamaktadır. Halen dalmakta olanların yaşları ilerledikçe, ileri yaşta bu sporu yapanların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Sportif dalış için üst yaş sınırı yoktur. Klasik olarak dalcının kronolojik yaşının değil fizyolojik yaşının önemli olduğu söylenir. Ancak, yaşla birlikte vücutta bazı değişikliklerin olduğu da tartışmasıdır.

Genel olarak bakılırsa, yaş ilerledikçe atardamar duvarlarında sertleşme olur. Buna bağlı olarak kan basıncı artarken sol kalp büyümesi de eşlik edebilir. Akciğerlerin esnekliği azalır, hava yolu direnci artar. Daha önceleri rahatça yapılan bir işe soluk yetmez hale gelir. Kas gücü azalır ve eklem hareketliliği bozulur. Bu değişikliklerin çoğu, düzenli egzersiz ve iyi yaşam tarzı ile azaltılabilir ya da geciktirilebilir ancak yine de tamamen durdurmak mümkün değildir.

Yaşın ilerlemesi ile oluşan fizyolojik değişiklikler dalış sırasında bazı sorunlara neden olabilir. Bunların başında sportif dalcılar için en sık ölüm sebebi olan kalp damar hastalıkları gelir. Bu hastalıkların bir kısmı günlük hayatta herhangi bir yakınmaya neden olmayabilir. Ancak akıntıya karşı yüzmek ya da dalış eşini çekmek gibi efor gerektiren aktiviteler ile bulgular ortaya çıkabilir. Dalcı böyle bir durumda kalp krizi gibi ciddi problemler ile karşı karşıya kalabilir, hatta ani ölüm görülebilir. Bazen efor olmaksızın sadece suya atlamak bile tetikleyici olabilir. Bu nedenle daha sık doktor kontrolünden geçilmesi önerilmektedir. Ayrıca oluşan değişiklikler ile dayanıklılık azalır, dalcı kolay yorulmaya başlar. Kas ve eklemlerdeki güç kaybı kolay sakatlanma riskini de beraberinde getirir.

Yaşı ilerlemekte olan bir dalıcı limitlerinin farkında olmalı ve bunları aşmaya çalışmamalıdır.

Kalp ve damar hastalıklarının yanında ilerleyen yaşla birlikte obezite, diyabet, *serebrovasküler* (beyin ve damarlarını etkileyen) hastalıklar ve *neoplaziler* yani kanserlerin görülme sıklığı da artar. Aynı zamanda, gerek yukarıda sayılan hastalıklar için gerek başka durumlar için ilaç kullanımının da yaşla arttığı göz önünde bulundurulmalıdır. Hem hastalıkların hem kullanılan ilaçların dalışla etkileşimini değerlendirmek önemlidir.

Elbette ileri yaşta dalış yapmaya devam etmenin bazı avantajları da vardır. Pek çok dalıcı, artık daha bilgili ve deneyimli olur. Dalışlarını daha iyi planlayarak daha sakın ve keyifli dalışlar yapabilir. Fiziksel olarak sağlık durumu ileri yaşta dalış yapmaya elverişli dalıcıların psikolojik olarak da bundan iyi yönde etkilendiği belirtilmektedir.

Çocuk dalışı

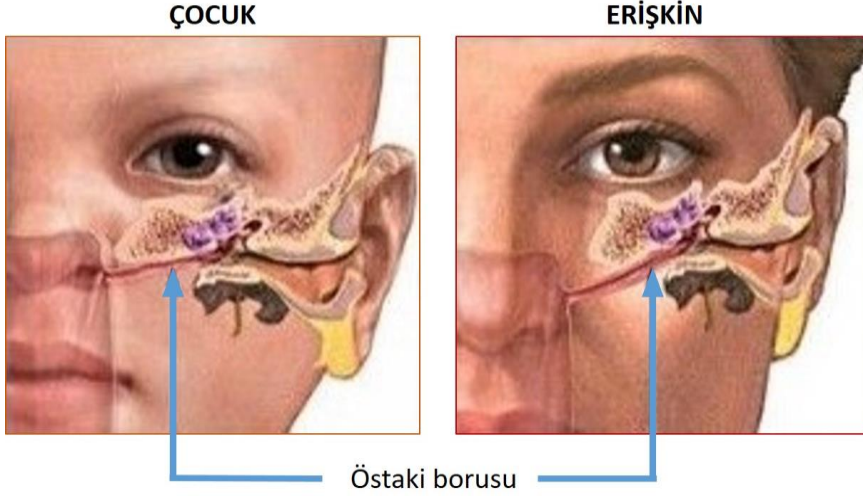
Çocukların kaç yaşından itibaren dalış yapabileceği ve hangi şartlarda dalabilecekleri belki de en tartışmalı konudur. Küresel düzeyde dalış eğitimi yapan birçok dalış topluluğu donanımlı dalışa başlamak için en az 14 yaş sınırını benimsemiştir. Ancak bu yaştan çok daha erken dalış eğitimi veren kuruluşlar da bulunmaktadır. Her geçen gün daha fazla çocuğun dalış eğitimi aldığı belirtilmektedir. Öte yandan konuyla ilgili ve çoğu hekim olan kişiler tarafından birçok endişe dile getirilmektedir. Çocuklar henüz büyümekte olduklarından bazı vücut işlevlerinin erişkinler gibi olamayacağı açıktır. Bu nedenle çocuk dalışı anatomik, fizyolojik ve psikolojik farklılıklar açısından derinlemesine değerlendirilmelidir.

Anatomi- fizyoloji

Bu farklılıkların başında solunum sistemi gelir. Çocuklarda akciğer kompliyansı yani uyumu ve esnekliği daha az, hava yollarının çapı doğal olarak daha dardır. Bu durum küçük hava yollarının daha kolay kapanmasına ve gaz alışverişinin bozulmasına yatkınlık yaratır. Sonuçta havalanma/dolaşım (*ventilasyon/perfüzyon*) dengesizliği ve soluk verme sırasında atılamayan hava nedeniyle akciğerde hava hapsi oluşabilir. Bu, akciğer barotravmasına yatkınlık yaratır. Çocuklarda solunum yolu enfeksiyonları erişkinlere göre çok daha siktir. Ayrıca çocuklar soğuğa daha duyarlıdır. Bunlar hava yollarındaki daralmayı arttırabilir. Yapılan bir çalışmada çocuklara havuzda verilen donanımlı dalış eğitimi sırasında akciğer fonksiyon ve kapasitelerinde azalma olduğu, dikkate değer hava yolu daralması geliştiği gösterilmiştir. Zira, literatürde çocuklarda sık dalışlarda akciğer barotravması sonrası arteriyel gaz embolisi gelişen birden fazla olgu rapor edilmiştir.

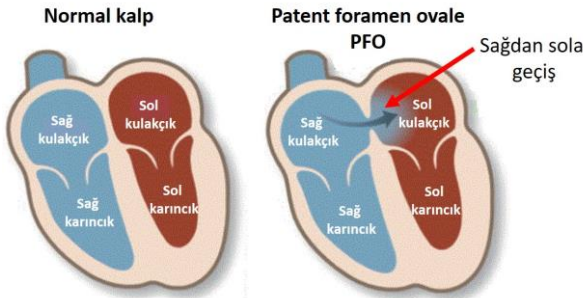
Çocuklarda kulak eşitleme sırasında orta kulağın havalanmasını sağlayan Östaki borusu, daha dar, daha kısa, daha yataydır ve henüz tam fonksiyonel olarak çalışmamaktadır. Bu durum, kulak barotravmalarının ortaya çıkmasını kolaylaştırır. Çocuklarda daha sık olan solunum yolu kulak enfeksiyonları ile

adenoid hipertrofisi yani geniz eti büyümesi de bu etkiyi artırır. Yapılan bir çalışmada çocuklarda en sık dalış kazalarının kulak sorunlarını içerdiği belirtilmiştir.



Çocuk ve erişkinlerde östaki tüpünün yapısı farklıdır.

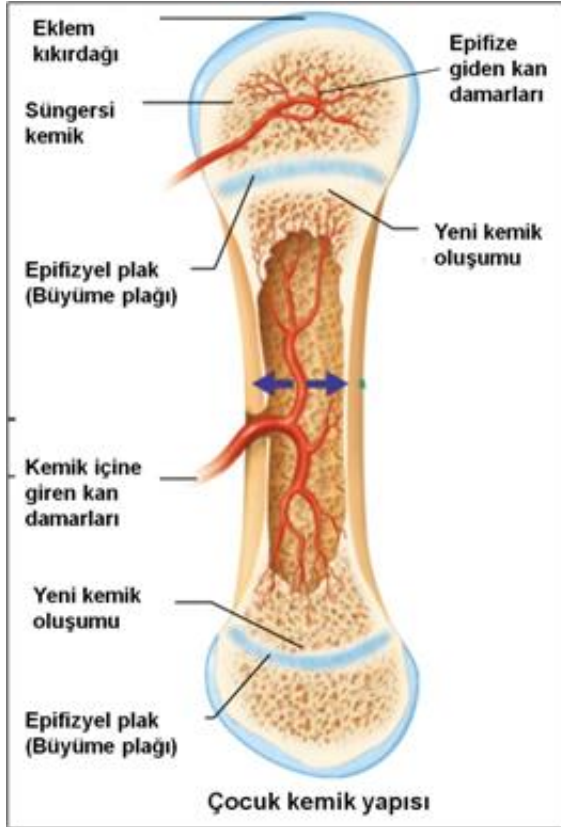
Bilindiği üzere çocuk henüz anne karnındayken dolaşımı erişkinden farklıdır ve özel delikler ve kanallar vardır. Bunlardan biri foramen ovale adı verilen kalbin iki kulakçığı arasındaki açıklıktır. Fötal dönemde kalbin akımı için önemli bu açıklık normal olarak doğum sonrası kapanır. Ancak bazı insanlarda bu zar tam olarak yapışmaz, buna patent foramen ovale (PFO) denir. PFO varlığı, erişkinlerde normal hayatta çoğu kez hiçbir sorun yaratmazken, dalışta sağ kalpten sola *shunt* (kanın geçişi) ile normalde akciğerlere gidip filtrelenecek olan kabarcıkların vücut dolaşımına katılması nedeniyle DH gelişmesini kolaylaştırır. Çocuklarda PFO sıklığı yaklaşık %40 olup erişkinlere göre bir hayli fazladır, dolayısıyla DH riskinin de yüksek olduğu söylenebilir.



Fötal dönemde dolaşımı sağlayan kalbin iki karıncığı arasındaki delik doğum sonrasında kapanır. Tam kapanmayıp açık kalmasına patent foramen ovale adı verilir.

Çocukların vücut yüzey alanı ve ağırlık oranları erişkinlerin yaklaşık olarak 1,5 katıdır. Vücut yüzey alanları daha geniş ve deri altı yağ dokularının genellikle daha az olması nedeniyle de ısı kayıpları daha fazladır. Bu nedenle çocuklar çok daha çabuk hipotermiye girerler. Buna çözüm olarak daha kısa süreli dalışlar önerilse bile çocuğun da suda uzun süre kalmasını gerektirecek acil bir durum için plan olmadığı açıktır.

Çocuk dalışı ile bir kaygı da kemik gelişimi ile ilgilidir. Çocukların kemik oluşumu ve uzaması doğumdan sonra da devam eder. Büyümenin devam ettiği yer olan *epifizyel kırıkda* damarlanma fazla (ancak dolaşım yavaş) ve bu bölge metabolik olarak çok aktiftir. Dalış sırasında oluşacak kabarcıkların bu bölgede dolaşımı bozabileceği ve kemik gelişimini yavaşlatabileceği düşünülmektedir. Kemik gelişiminin bozulduğuna kanıtlayacak bilimsel bir çalışma yoktur ancak böyle bir etki olmadığı da gösterilmemiştir. Ancak öncelik “zarar vermemek” olduğundan risk yoktur denemez.



Çocuklarda kemik yapısı. Büyüme plağı iyi kanlanır ancak kılcak damar ağı ile olan dolaşım yavaştır.

Tüm bu nedenlerle 14 yaş altında çocukların dalmasını savunanlar, kısa süreli ve sığ dalışlar önermektedirler. Bu şekilde sorun oluşturabilecek kabarcıkların gelişmeyeceği düşünülmektedir. Ancak, burada göz ardı edilen kabarcık gelişiminden korunsa bile barotravmadan korunamayacağıdır. Aksine en fazla basınç hacim değişiminin ilk metrelerde yani sığda olduğu bilinmektedir. Zira, akciğer barotravması sonrası arteriyel gaz embolisi yaşayan çocuklar ile ilgili olgu raporları dikkate değer sayıdadır. Bu göz ardı edilemeyecek ciddi bir risktir.

Bunları biliyor muyuz?

Birçok özelliği ile çocukların fizyoloji erişkinlerden farklıdır. Çocuklarda akciğer esnekliği az, kapasitesi de düşüktür. Östaki borusu erişkinlere göre kısa, dar ve yatay şekillidir. Çocuklar dalış sırasında erişkinlerin karşılaşmadıkları sorunlarla karşılaşabilirler. Ayrıca kemik gelişimi ise ergenliğe girene kadar devam eder. Bu nedenle dalış, çocukların gelişimi açısından da oldukça riskli olabilir.

Psikoloji

Çocuk dalışı açısından anatomik ve fizyolojik gelişim farklılıklarından belki de daha önemlisi psikososyal gelişimdir. Pek çok çocuk sekiz yaşını geçtikten sonra dalış ile ilgili teknik bilgileri ve kuralları anlayabilecek entelektüel kapasiteye sahiptir ancak bunları özellikle de acil durum ve stres altında ne kadar uygulayabilir olduğu tartışmalıdır. Çocuklar duygusal olarak daha az olgun ve değişkendirler. Standardın dışına çıkılan bir durumda nasıl davranacaklarını kestirmek her zaman mümkün değildir. Dolayısıyla, kendisi ile acil bir durumda teorik olarak konuya hakim olsa bile doğru tepkileri veremeyebilir. Bunun yanında dalış sırasında bir de dalış eşi ile ilgili sorumluluk alması da beklenir. Bu durum çocukların belgeli bir erişkin dalıcı ile dalabileceği fikrinin de aslında sorunlu olduğunu gösterir. Genellikle kendinden fiziksel olarak daha iri olan bir dalış eşine acil bir durumda bir çocuğun nasıl yardımcı olabileceği ya da böyle bir stresin altına girip giremeyeceği oldukça tartışmalıdır. Çocukların doğal olarak konsantrasyon süreleri daha kısadır ve daha kolay dikkatleri dağılır. Doğaları gereği daha meraklı ve maceracıdırlar ancak tehlike ya da ölüm ve yaralama algıları henüz tam olarak gelişmemiştir. Bu sualtında kendilerini tehlikeye atabilecek davranışlara daha yatkın olmalarına neden olur.

Uzmanlar genel olarak çocukların dalabilmesi ile ilgili şöyle bir benzetme yapmaktadır: aynı yaştaki çocuklara, kendi hayatının ve başkalarının sorumluluğunu alabilecek, hayati yargılara varabilecek, hukuki sonuçları da olabilecek kararları verebilecek durumlarda ya da kendileri ile ilgili tıbbi kararları bir erişkin eşliğinde bile olsa izin verilmekte midir? Bunun en iyi örneği araba kullanmadır. Dünyanın neredeyse hiçbir yerinde 14 yaşın altındaki çocukların yanlarında erişkin olsa bile araba kullanmalarına izin

verilmemektedir. Bu durumda daha olağan dışı bir ortam olan sualtında buna benzer sorumlulukları almalarını beklemek uygun değildir.

Bu nedenlerle çocukların erken yaşta dalış eğitimi almaları uzmanlarca tavsiye edilmemektedir. Karşıt görüşü benimseyenler ise eğer tıbbi olarak engel bir durum yoksa ve çocuğun entelektüel ve duygusal durumu dalışın bazen karmaşık sayılabilecek idaresini sağlamaya yeterliyse 14 yaşının altındaki çocukların da dalabileceğini savunmaktadırlar. Buradaki sorun, bu düzeyin yeterli olacağına kimin karar vereceğidir. Görüşü savunanların pek çoğu bu kararı aileye yüklemektedir. Dalış ve sağlık konusunda ne kadar bilgili olduğu belli olamayacak aileye böyle bir sorumluluğun yüklenmesi oldukça sorunlu bir durumdur.

Bu noktada ailelerin de çocuklarının yaklaşımını doğru değerlendirememesi ihtimallerinin olduğu düşünülmelidir. Çocuklar yapıları gereği kolayca etki altında kalabilirler. Başkalarının, özellikle de ailelerinin teşvik etmesi ve özendirilmesi çocukların üzerinde baskı oluşturabilir. Bu nedenle kendileri bir aktiviteyi yapmak istemeseler de ailelerini memnun etmek ve takdiri kaybetmemek için isteksizliklerini belirtmekte çekinik kalabilirler. Bunun yanında kendi arkadaş çevrelerindeki ilgiyi sürdürmek de devam etmelerine sebep olabilir. Ancak bunlar donanımlı dalış yapmak için istenen ve beklenen motivasyonlar değildir. Ayrıca çocuklarını isteksiz olsa bile kendi yaptığı aktivitelere yönlendirmek isteyebilecek “hırslı aileler” olabileceği unutulmamalıdır.

Dalış yapan tüm erişkinlerin psikolojik olarak bu beklentileri karşıladıkları, tehlike anında soğukkanlı kalıp gerekenleri doğru şekilde yapabildikleri ya da riskli davranışlardan kaçındıklarını iddia etmek tabii ki mümkün değildir. Buradaki sorun psikolojik yeterliliği değerlendiren test yöntemi olmamasıdır. Ancak ortalama olarak erişkinlerin çocuk ve ergenlere göre daha olgun olduğu da söylenebilir. Elbette iki grupta da istisnalar bulunur; çok olgun davranan çocuklar olabileceği gibi ne yapacağı hiç kestirilemeyen erişkinler vardır, dolayısıyla bir erişkinden çok daha güvenli dalışlar yapabilecek çocuklar olacaktır. Ancak dalışa başlama yaşını standardize etmemek uygulamada farklılıklara yol açabileceği gibi çok kolay şekilde kötüye kullanılabilir. İstismar konusu sadece bizim ülkemize özel bir endişe değildir. Dünyanın birçok bölgesinden araştırmacı yaptıkları bildirimlerde çocukların daldırılması ile ilgili dalış endüstrisinin ticari yaklaşabileceğine işaret etmektedir. Bu dalış güvenliği ve insan hayatı açısından endişe edici bir durumdur.

Uzmanların önerdiği ve tarafımızca benimsenen yaklaşım ise çocukların fiziksel ve psikolojik gelişimlerinin büyük ölçüde tamamlandığı 14 yaşından itibaren dalış eğitimi almalarıdır. Daha önceki yaşlarda ise, rekreasyonel olarak daha basit aktivitelere yönlendirilmesi, sonradan scuba eğitimi almasını kolaylaştıracak olan su ile ilgili becerilerin geliştirmesi ve şnorkel kullanmayı öğrenmesinin teşvik edilmesi tavsiye edilmektedir.

Önerilen kaynaklar

Cilveti, R., Osona, B., Peña, J. A., Moreno, L., Asensio, O. (2015) Scuba diving in children: Physiology, risks and recommendations. *An Pediatr (Barc)* 83(6): 410-6.

Conger, J., Magann, E. F. (2014) Diving and pregnancy: what do we really know? *Obstet Gynecol Surv* 69(9): 551-6.

Demir, M. (2018) Dalış turizmi sektöründe cinsiyet ayrımcılığı ve cinsiyet ön yargısının betimlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı.

Edmonds, C. (2016) Age and diving. In: *Diving and Subaquatic Medicine* (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.), CRC Press. s: 673-679.

Geyer, L., Brockmeier, K., Graf, C., Kretzschmar, B., Schmitz, K.H., Webering, F., Hoffmann, U. Bubble formation in children and adolescents after two standardised shallow dives. *Int J Sports Med* 40: 31–37

Mirasoğlu, B., Aktaş, Ş. (2017) Turkish recreational divers: a comparative study of their demographics, diving habits, health and attitudes towards safety. *Diving Hyperb Med* 47(3): 173-179.

Mitchell, S. (2016) Female divers. In: *Diving and Subaquatic Medicine* (5th ed. Edmonds, C., Bennett, M., Lippmann, J., Mitchell, S.J.), CRC Press.s: 687-695.

DALIŞIN UZUN DÖNEMLİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ



Dr. Yavuz ASLAN

Giriş

Dekompresyon hastalığı (DH) ve gaz embolisi gibi dalışla ilişkili ciddi akut hastalıkların yanında, dalışın insan vücudu üzerindeki uzun dönem etkileri de merak edilen bir konu haline gelmiştir. Yine son yıllarda dalış kazalarının önlenmesi ve tedavisinde sağlanan iyileştirme ile, dalışın sağlık üzerine olası istenmeyen uzun dönemli etkileri daha fazla dikkat çekmektedir. Bu konu rekreasyonel dalıcılardan ziyade daha çok, uzun süreli artan basınca maruz kalan profesyonelleri etkilemektedir. Bunun yanında uzun süre dalış eğitmenliği yapmış ve uzun dalış süreleri bulunan dalıcılar da bu gruba dahil edilebilir.

Dalıcının tıbbi geçmişine bağlı olarak farklılık gösteren etkilerin dışında, dalışa bağlı uzun dönemde insanın normal fizyolojisini bozan bulgular karşımıza çıkabilmektedir. Profesyonel dalgıçlarda uzun dönemde disbarik osteonekroz ve işitme sorunları en çok karşılaşılan patolojilerdir. Bunların yanında daha önceden herhangi bir dalış kazası geçirmemiş ve bilinen klinik bir hastalığı olmayan dalgıçlarda sinir sistemi, solunum sistemi ve işitme fonksiyonu üzerinde değişikliklerin olduğunu destekleyen bazı kanıtlar vardır. Dalışa bağlı yaşanabilecek kazalar uzun dönem sekellere neden olabilese de, bu bölümde asıl olarak daha önceden herhangi bir belirgin dalış kazası öyküsü bulunmayan dalıcılarda uzun dönemde gelişen etkiler konu alınacaktır.

Tüm mekanizmalar henüz net olarak açıklanamamış olsa da bu uzun dönemli etkilerin etyolojisinde şu nedenleri sıralayabiliriz;

• Artmış çevre basıncı,	• Artmış gaz parsiyel basınçları,
• Sessiz kabarcık oluşumu,	• Belirtisiz yağ embolisi,
• Oksijen toksisitesi,	• Çevre dokulardaki barotravma hasarı,
• Gazların yol açtığı ozmoz,	• Dalışın adaptif etkileri.

Disbarik osteonekroz

Uzun dönem basınca maruziyet sonucu dalıcılarda veya basınçlı tünel işlerinde çalışanlarda görülen, genellikle uzun kemiklerin belirli bölgelerini tutan aseptik nekroz (mikroplara bağlı olmayan kemik ölümü) olarak tanımlanabilir. Bu konu kitabın ilgili bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

Disbarik Osteonekroz bir meslek hastalığıdır. Profesyonel dalgıç, eğitimci ve rehberlerin belirli aralarla taramalarının yapılması yararlıdır!

Sinir sistemi üzerine etkiler

Dalış insanı aptallaştırır mı?

Dalışın zararlı olup olmadığı sorusu, uzun vadede beyin üzerine etkileri zaman zaman ortaya çıkmakta, ancak şimdiye kadar cevapsız görünmektedir. Akut dalış yaralanmalarından kaynaklanan nörolojik komplikasyonlar tartışmalıdır, ancak bazı çalışmalarda, dekompresyon hastalığı öyküsü olmayan dalıcıların merkezi sinir sistemindeki lezyonların kanıtları gösterilmektedir. Beyindeki hasarlar manyetik rezonans görüntülemeyle (MRG) tespit edilebilir. Dalıcılarda, dalış yapmayanlardan daha yaygın olup olmadıkları net olmadığı gibi, varlığının da herhangi bir önemi olduğu kesin değildir.

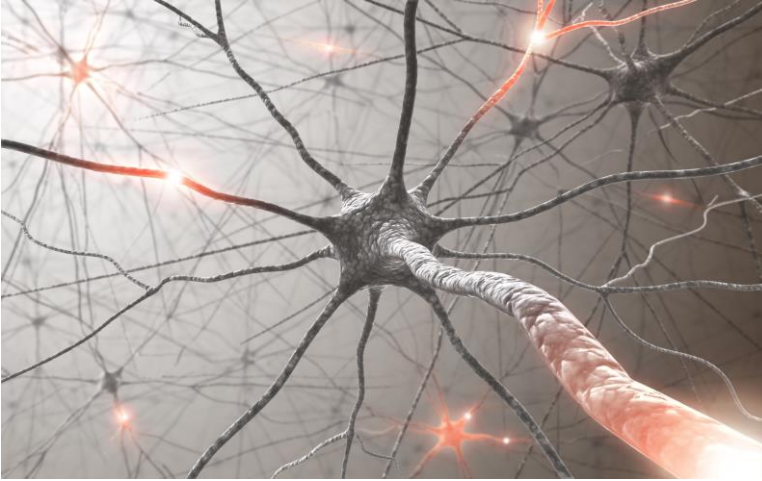
Hafıza ve konsantrasyon testleri gibi nörofizyolojik fonksiyonların değerlendirilmesi, beyin elektriksel aktivitesini saptayan elektroensefalogram (EEG) ve beyin kan akımını ölçen tek foton emisyon bilgisayarlı tomografisi (SPECT) gibi ölçümler içeren bazı çalışmalarda özellikle beyaz cevherde anormal sonuçlar gösterilmiştir. "Bellek Dalışı" adı verilen bir çalışmada, beyin kan akımı ve nöropsikolojik performanstaki azalma, dalış sıklığı (yılda 100'den fazla dalış), dalış derinliği (40 metreden derine) ve dalış ortamı (soğuk su) ile ilişkilendirilmiştir.

Dalış ile bu beyin lezyonlarının arasındaki patolojik mekanizmaları belirlemek için nedensel bir ilişki kurmak zordur. İleri yaş, alkol-sigara tüketimi, hipertansiyon, yüksek kan kolesterolü, kafa travması öyküsü, migren, infeksiyon ve patent foramen ovale (PFO) gibi faktörler bu bulgular ile ilişkili görünmektedir. Sıklıkla, kalp odacıklarında dolaşan ve ultrason ile gösterilen kabarcıklar herhangi bir semptoma neden olmaz; ama bu "sessiz kabarcıklar" klinik belirti vermeyen lezyonlara neden olabilir.

Geç nörolojik etkilenmenin daha çok derin dalış öyküsü bulunan dalıcılarda ortaya çıktığı düşünülmektedir. Uzun süre sanayi dalışı yapan dalgıçlarda yapılan bir araştırmada birbirinden bağımsız olarak anlamlı şekilde dalış süresi ve ileri yaşla uyumlu olarak konsantrasyon bozukluğu ve kısa ve uzun dönem hafıza problemlerinin en belirgin nörolojik semptomlar olduğu gösterilmiştir. Öte yandan bu semptomların ortaya çıkmasındaki en büyük etken dalgıçların büyük kısmında tedavi edilmiş dekompresyon hastalığı öyküsü mevcut olmasıydı.

Tedavi edilmiş olsa bile geçirilmiş dekompresyon hastalığı ve uzun dönem dalış, ileri yaşta konsantrasyon bozukluklarına ve kısa-uzun dönem hafıza problemlerine neden olabilir!

Uzun dönem SCUBA dalışının beynin bilişsel (*kognitif*) fonksiyonları üzerine etkilerini incelemek için daha önceden DH öyküsü olmayan uzun dönem dalış yapmış deneyimli SCUBA dalıcıları, hiç dalış yapmamış insanlar ve uzun dönem nörolojik hasara uğrama riski oldukça yüksek olan profesyonel boksörlerle karşılaştırılmıştır. Bu amaçla basit reaksiyon zamanı, el-göz koordinasyonu, geriye doğru sayı dizisi ve sayı-sembol eşleştirme gibi nöropsikometrik testler kullanılmıştır. SCUBA dalıcılarında basit reaksiyon zamanı hiç dalış yapmamış kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha kısa ve test boyunca daha kararlı bulunmuştur. Buna karşılık, doğru şekilde ezberlenen ve yeniden sıralanan basamakların sayısı, SCUBA dalıcıları için kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde daha düşük saptanmıştır. Sayı-sembol eşleştirme hariç dört testin üçünde boksörler kontrol grubundan anlamlı derecede kötü performans göstermiştir. Kazasız SCUBA dalışının kısa süreli bellek üzerinde uzun süreli olumsuz etkilerinin olabileceği sonucuna varılsa da, genel olarak bilişsel işlev eksikliği kanıtı elde edilememiştir.



Nöronlar (sinir hücreleri)

Dalış beynin kanlanmasını bozar mı?

Beyin kan akımının etkilenip etkilenmediği gelişen teknoloji ile beraber SPECT yöntemi ile gösterilebilmektedir. Akut DH geçiren, 3-5 yıl önce DH nedeni ile tedavi gören, hiç DH geçirmemiş dalıcılar ve dalıcı olmayan normal popülasyondan insanların değerlendirildiği bir SPECT araştırmasında sayısal olarak DH geçirmiş olanlarda daha fazla kanlanma (*perfüzyon*) eksikliği bulunsa da gruplar arasında ve klinik bulgularla perfüzyon eksikliğinin olduğu bölgeler arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Hatta daha önceden DH geçirmemiş ve dalıcı olmayan kontrollerde de öngörülenden çok daha fazla pozitif görüntüleme alınmıştır. Bu nedenle bu bulgular dalıcıların belirti vermeyen

nörolojik hasarı olduğu varsayımını desteklememektedir çünkü aynı perfüzyon eksiklikleri hiç dalış yapmamış bireylerde de bildirilmiştir.

Dalış, parsiyel oksijen basıncının artmasıyla vücutta hiperoksik bir ortam yaratır. Saturasyon ve karışım gaz dalışlarında bu hiperoksik ortama maruziyet daha da fazladır. Bu ortamın bir handikabı beyin kan damarlarının vazokonstriksiyonuna yani büzülmesine neden olmasıdır. Normal atmosferik basınçta %100 oksijen solutulmasıyla bile beyne giden kan akımı ortalama %20 oranında azalmaktadır. Bu durum hiperbarik şartlarda daha da artmaktadır. Dalışa bağlı dekompresyon stresi ve hiperoksinin beyindeki kılcıl damar ağında yarattığı anormalliklere beynin mikro yapısında ortaya çıkan ikincil etkilerin geçici iskemik (kanlanma azlığı) ataklara veya nörotoksititeye bağlı olduğu düşünülmektedir.



Hiperoksik ortam beyin kan damarlarını daraltır.

Dalışın omurilikte (Medulla spinalis) uzun dönem etkisi var mıdır?

Daha önceden herhangi bir DH öyküsü olmayan, son bir yıl içindeki muayeneleri normal olan, herhangi bir nörolojik anormalliği olmayan ve hepsi kaza sonucu ölen sekiz profesyonel, üç amatör dalıcının ölüm sonrası (*otopsi*) incelemesinde; amatör dalıcılarda herhangi bir patoloji saptanmazken, profesyonel dalgıçların üçünde medulla spinalisin özellikle arka ve yan

kolonlarında dejenerasyon bulguları tespit edilmiştir. Bu dejenerasyon alkol kullanımı veya multiple skleroz gibi omurilikte hasara yol açan hastalıklardan da kaynaklanabilir. Ancak incelemede bu hastalıkların bulgularına rastlanamamıştır. Bir ihtimal mevcut lezyonların dalgıçların son dalışlarına ait olabileceğidir. Bu sonuçlar, bazı profesyonel dalgıçların, omurilikte travma dejenerasyonuna yol açabilecek şekilde bilinçsizce çalıştıklarını düşündürmektedir.

Profesyonel dalgıçların her muayenesinde nörolojik incelemeleri detaylı olarak yapılmalıdır!

Sonuç olarak, yıllar boyunca profesyonel olarak dalış yapanlarda beyin hasarı ve demans geliştiği yönünde bir görüş ileri sürülmektedir. Fakat günümüzde bu hipotezi doğrudan destekleyen veya çürüten bir çalışma yoktur. DH öyküsü bulunmayan dalgıçlarda SCUBA dalışının uzun dönem beyin hasarı yarattığı yönünde dalgıçların kaygılanmasını gerektiren bir durum yoktur.

Solunum sistemi üzerine etkiler

Dalış ile ilişkili birçok faktör solunum fonksiyonları üzerinde uzun dönemde etkiler oluşturabilir. Hiperoksi, gaz kabarcıkları ve solunum yükünün artması bunlar arasındadır.

Yüksek parsiyel basınçta solunan oksijenin akciğerler üzerine zararlı etkisi, başka bir deyişle akciğer oksijen zehirlenmesi, iyi bilinmektedir. Bu durum daha çok saf oksijen solumakla, basınç altında oksijen solumakla veya oksijen miktarı yüksek gaz karışımları ile dalış sırasında gözlenir. Öte yandan normal hava ile dalarken de solunan oksijen basıncı artmaktadır. Dalışlar sırasında solunum fonksiyonlarını hemen etkilemeyen bu oksijen artışının uzun yıllar boyunca yapılan dalışlarla akciğerlere birikici hasar verip vermediği önem kazanmaktadır.

Dekompresyon hastalığında kabarcıkların akciğerlerde tutulması, hatta akciğerleri de ilgilendiren ciddi dekompresyon hastalığına yol açması da iyi bilinmektedir. Acaba dekompresyon hastalığı ile sonlanmasa da normal dalışlarda gelişen ve akciğerlerde tutulan sessiz kabarcıklar yıllar içinde bir hasara yola açarlar mı?

Dalış sırasında artan derinlikle birlikte solunan havanın yoğunluğu artar. Bu durum solunumsal mekanik yükü artırır. Ayrıca kullanılan regülatör ve dalgıçı çevreleyen su ortamı da ek solunumsal mekanik yüke katkıda bulunacaktır. Dalış sırasındaki fiziksel aktivite, lokal kan dolaşımını ve çeşitli dokulardaki inert gaz değişim oranını etkileyecektir. Solunan gazın sıcaklığı ve nemi, solunum yolundaki ısı ve su kaybını etkiler. Bu durum hava yollarının daralmasına (*bronkokonstriksiyon*) yol açabilir. Dalışın bakteriyolojik, kimyasal veya radyoaktif olarak kirlenmiş ortamlarda yapılması da akciğerler ve solunum fonksiyonları üzerine olumsuz etki eden unsurlardandır.



Solunan havanın sıcaklığının düşmesi ve sıvı kaybı akciğerlerde hava yollarının daralmasına yol açar.

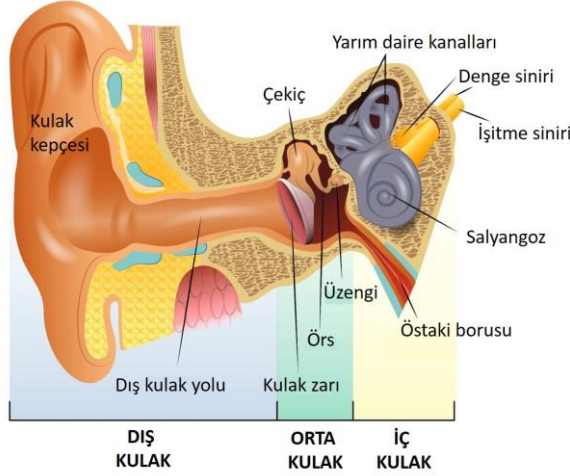
Profesyonel dalgıçlar ve öğretmenlerin sağlık muayenelerinde solunum fonksiyon testleri yapılmaktadır. Bu testlerle akciğerlerde tıkalı (obstrüktif) veya kısıtlayıcı (restriktif) durumlar araştırılır. Dalışın akciğerler üzerindeki etkileri uzun yıllar boyunca bu fonksiyon testlerinin sonuçlarına bakarak araştırılmıştır. Bu araştırmalarda ya dalgıçların solunum fonksiyon testlerinin yıllar içinde nasıl değiştiği, ya da dalgıçlarla başka meslek üyelerinin solunum fonksiyon testleri karşılaştırılmıştır. Tüm bu çalışmaların sonucunda dalgıçların yıllar içinde küçük hava yollarında bir daralma dışında değişiklik ortaya konulamamıştır. Küçük hava yollarında saptanan bu daralma ise sağlığı etkileyecek önemde değildir.

Uzun dönem dalışın küçük hava yollarında yaptığı daralmanın klinik bir önemi bulunmamaktadır!

İşitme ve denge sistemi üzerine etkiler

İşitme sistemi

Dalıcılar sıklıkla işitme testleri ile gösterilemeyen bir işitme kaybından yakınırlar. İşitme kayıpları ileti ve sinirsel (*sensörinoral*) olmak üzere iki kategoride sınıflandırılır. İleti tipindeki kayıp, ses titreşimlerinin dış veya orta kulaktaki sorunlardan dolayı işitme organına ulaşmasındaki engellerden kaynaklanır. Sinirsel tipteki kayıplarda ise ses, işitme organına ulaşır ama iç kulaktaki salyangoz (*koklea*) veya işitme sinirindeki hasara bağlı olarak algılanamaz.



Kulak Anatomisi

Dış kulak yolunun kirle tıkanması (*buşon*), kulak tıkaçları, dış kulak yolu enfeksiyonu veya ekzositoz (yüzücü kulağı) gibi tıkanıklıklar ileti tipi işitme kaybına neden olabilir. Yine dalıcının kulak zarı, barotravma, su altında patlama veya kulağa çok yakın geçen bir paletin oluşturabileceği basınç gibi şok dalgaları ve aşırı zorlu valsalva manevrası ile yırtılabilir. Orta kulakta ise barotravma nedeniyle ödem, kanama ve bunlara sekonder enfeksiyon da ses iletimini bozar. Bu rahatsızlıklar akut olaylardır ve buşonun temizlenmesi, barotravmanın iyileşmesi, enfeksiyonun ortadan kalkması ile ses iletimini bozan durumlar ortadan kalktıktan sonra işitme de normale dönecek ve uzun dönemde çoğu zaman olumsuz bir etkisi kalmayacaktır.



Kulak barotravması

Sinirsel tip işitme kaybına ise çınlama ve bazen de oryantasyon bozukluğu eşlik edebilir. Hatta bazen çınlama işitme kaybından daha rahatsız edici olabilir. İç kulak barotravması veya yuvarlak pencere yırtılması geçici veya kalıcı işitme kaybına neden olabilir. Benzer biçimde iç kulak dekompresyon hastalığı da kalıcı işitme kaybı ile sonlanabilir.

Yüksek sese maruz kalmak ilerleyici bir işitme kaybına neden olabilir. Özellikle tiz seslerde gözlenen bu işitme kaybı genellikle yavaş ilerler ve uzun yıllar fark edilmeyebilir. Gürültü kaynaklı işitme kaybı erken evrelerde geçici olabilir ama tekrarlayan maruziyet kalıcı sağırılığa yol açabilir. Sualtında gürültünün yol açabileceği işitme kaybı kara ortamına göre daha yüksektir. Dalış ortamı çoğunlukla gürültülü bir çevredir. Kompresörler, bot-tekne motorları, başlıklar, sıkıştırılmış hava kaçakları çevrelerindeki kişilerin işitmesinde bir tehdit oluşturacak kadar gürültülüdür. Tıpkı gürültülü ortamda çalışan bir fabrika işçisi gibi gerekli önlemler alınmazsa ve tekrarlayan kulak travmaları dalışlar sırasında sık yaşanırse ileri dönemde dalıcının işitmesini etkileyebilecektir.

DİKKAT !

Eğitmenler, tekne ve tüp dolum ortamlarında gürültüden korunmak için kulak koruyucu kullanmalıdır.

Tüm potansiyel dalıcılar dalışa başlamadan önce kulak muayenesinden geçmelidir. Bu muayene ile sadece dalıcının bir hastalığının olup olmadığı veya barotravmaya yatkınlığı saptanmaz, aynı zamanda ileride gelişebilecek olumsuz bir durumda ilk işitme testi sonuçları karşılaştırmak için de kullanılabilir.

Görüldüğü gibi dalış ortamı kalıcı işitme kaybı ile sonlanabilecek birçok özellik taşımaktadır. Bu açıdan amatör olarak dalış yapmak isteyen kişilerin gerçek meslekleri önem taşımaktadır. Örneğin müzisyenler, kardiyologlar, sonar operatörleri, havayolu pilotları vs gibi mükemmel işitme fonksiyonu gerektiren meslekleri olanlar, dalışla ilgili küçük de olsa kalıcı işitme kaybı riskini göze alıp almayacaklarına karar vermelidirler.

Vestibüler sistem (denge sistemi)

Vücudun oryantasyonu, yani üç boyutlu uzay ortamında nerede bulunduğu, hangi pozisyonda durduğu, nereye gittiğine dair bilgiler tüm canlılar için yaşamsal bir önem taşır. Kara ortamında bu veriler öncelikle görme duyusu sayesinde gözler aracılığıyla sağlanır. Ayrıca vücudun tümüne yayılmış dokunma, ağrı, gerilme alıcılarıyla ve son olarak iç kulakta bulunan denge organı ile elde edilir. Dalış ortamı bu verileri engelleyebilir. Gece dalışı, bulanık sulara dalış ya da sudan başka bir şeyin görülmediği, başka bir referansın bulunmadığı derin dalış gibi durumlarda oryantasyon sağlamak için görme ile sağlanan veriler ortadan kalkar. Su içinde yerçekimsiz ortamda tamamen asılı kalındığında vücuttan gelen veriler de silineceğinden iş denge organının doğru çalışmasına kalacaktır. Oysa bu sistem dalıştan kolayca etkileneceği gibi sualtı ortamında yeterli veri sağlamaz.



Vücutun oryantasyonu büyük önem taşır.

Deneyimli bir dalıcı ağırlık kemeri veya diğer metal nesneler gibi ağır nesnelerin ağırlık yönüne, kabarcıklarının gidiş yönüne, bir güvenlik halatının veya tekne zincirinin yönüne bakarak bazı ipuçları elde edebilir. Deneyimsiz veya panik halindeki dalıcılar genellikle bu ince bilgileri kullanamazlar. Dalıcı oryantasyonunu kaybederse, endişe yaşayabilir ve kolayca paniğe kapılabilir. Böylece *vertigo* diye tabir edilen baş dönmesi, bulantı, kusma, oryantasyon kaybı ortaya çıkabilir. Dalıcı çevrenin kendi etrafında döndüğünü veya çevrenin kendisi etrafında hareket ettiği hissine kapılabilir. Sualtında, vestibüler sistem (denge organı) güvenilirmez olabilir, çünkü sistem kara ortamında çalışmak üzere özelleşmiştir. Bazı koşullarda beyne yanıltıcı bilgiler yönlendirebilir. Vertigo hissi kendi başına zaten kötü bir durumken buna bulantı ve kusma da eklenirse dalıcının hayatı tehlikeye girebilir.

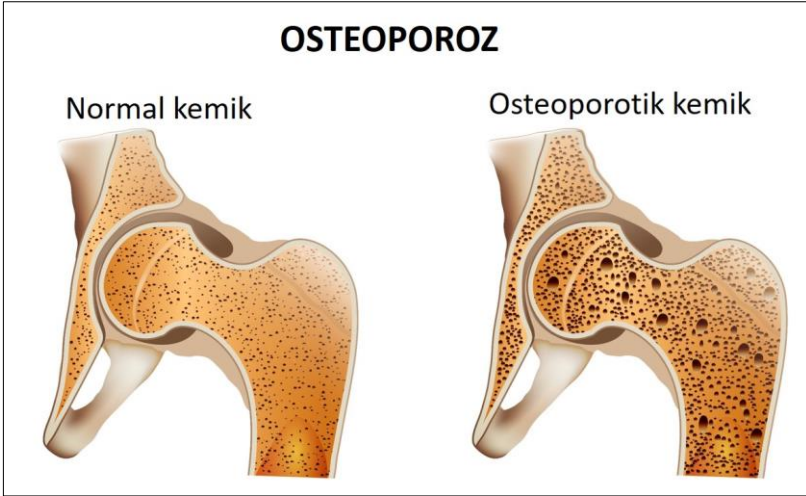
Dalışlarda vestibüler sistemle ilgili etkilenmeler akut olaylar olarak görülmektedir. Özellikle kulak barotravması ve iç kulağı tutan dekompresyon hastalığı yanında nitrojen narkozu, oksijen toksisitesi, karbondioksit toksisitesi, karbonmonoksit toksisitesi ve yüksek basınç sinirsel sendromu da vertigoya neden olabilmektedir. Bunlardan ilk ikisi vestibüler sistemde kalıcı hasarlara yol açabilir. Dalıcı yaşamı boyunca denge sorunu yaşayabilir. Öte yandan bu tarz bir rahatsızlık geçirmemiş dalıcılarda uzun dönemde vestibüler sisteme ait bir hasar ortaya çıkıp çıkmadığı da merak konusudur. Şu ana kadar yapılan araştırmalarda bu yönde bir bulguya rastlanmamıştır. Kalıcı denge problemi olan dalıcılar daha çok kulak barotravması ya da iç kulak vurgunu geçirmiş olanlardır.

Sualtında vertigo yaşayan bir dalıcının dalışı, neden araştırılıp tanımlanana ve sorun çözülene kadar yasaklanmalıdır !

Kemikler

Dalış kemik erimesi yapar mı veya erimesini hızlandırır mı?

Kemik erimesi deyimi ile yaşa bağlı olarak özellikle menopoz dönemi sonrası kadınlarda görülen kemiklerin yoğunluğunun azalması kastedilmektedir. Bu kitabın başka bir bölümünde ele alınan kemik ölümü, “disbarik osteonekroz” farklı bir durumdur. Disbarik osteonekroz uzun kemiklerle belli eklemlerde görülen dalışa bağlı bir meslek hastalığıdır. Kemik erimesi kadınlarda ortalama 50 yaş civarında menopoz semptomları ile başlar. Başlangıç yaşı ırka bağlı olarak hormonal değişikliklerle farklılık gösterebilir. 60-65 yaşları arasında *osteopeni* (kemiklerin zayıflaması ve yoğunluğunu kaybetmeye başlaması) ve 70-75 yaşları civarı da destek tedavisi alınmazsa *osteoporoz* (kemik kaybının ileri aşaması) ile beraber kemik kırılmalarının görüldüğü dönem başlar.



Osteoporozda kemiklerin yoğunluğu azalır, daha kolay kırılır.

Osteoporozla ilerleyen yaşla birlikte kemik yapım aktivitesinde azalma ve kemik yıkım aktivitesinde göreceli olarak artma neden olur ve kemik doku ve minerallerinin kaybı ile sonuçlanır. Kadınlarda menopoz döneminde ve sonrasında östrojen hormonunun azalması kemik mineral kaybını hızlandırır. Yaşamlarının hangi döneminde olursa olsun kadınlarda en yüksek kemik kütlesi düzeyi erkeklerden daha düşüktür. Dalışın uzun dönemde kemik erimesini hızlandırdığına dair bir veri bulunmamaktadır. Öte yandan halihazırda yoğunluğu azalmış kemiklerin dalış sırasında karşılaşılabilecek travmalarla kolayca kırılabilir; kemik iyileşmesinin de olumsuz etkilendiği düşünüldüğünde, karşılaşılabilecek bir disbarik osteonekrozun çok daha kötü sonuçlanabileceği düşünülebilir. Bu noktada söylenebilecek tek şey, ileri yaştaki kadın dalıcıların osteonekroz riskini en aza indirmeye çalışmak için mümkün olduğunca konservatif olarak dalış yapmaları, artmış kırık riskleri nedeniyle travmadan kaçınmaları olacaktır.

Cinsiyet

Dalıcıların kız çocuğu mu erkek çocuğu mu olur?

Neredeyse tüm dünya dalıcıları arasında, doğan çocuklarının daha çok kız olduğuna dair bir söylenti bulunmaktadır. Bu söylenti birçok çalışmaya da konu olmuştur. Ancak bu araştırmalar kesin bir sonuca varamamıştır. Çalışmaların çoğunda kız çocuk oranı daha fazla çıkmıştır. Ancak bu kız çocuk oranı fazlalığı, normal popülasyonda görülen kız çocuk oranı fazlalığına göre anlamlı düzeyde değildir. Hatta bazı araştırmalarda erkek çocuk oranı daha fazla bulunmuştur. Öte yandan dalışın çocuk cinsiyetini belirleyebileceği düşüncesi tamamen mantıksız değildir. Öncelikle çevresel koşulların doğan bireylerin cinsiyetini doğrudan etkilediği birçok canlı türü bilinmektedir. İnsanlarda da yapılan bazı çalışmalarda çevresel faktörlerin, örneğin çevresel faktörlere bağlı stresin doğan çocuk cinsiyetini etkilediği gösterilmiştir. Stresli ve gergin olan kadınlar kız çocukları doğurmuştur. En yüksek kortizon düzeyine sahip kadınlarda, erkek çocuk doğurma olasılığı %75 daha düşük bulunmuştur.

Dalış, uygun olmayan termal koşullar, değişen hidrostatik basınç, dekompresyon ve kabarcık gelişimi vs. gibi birçok fiziksel ve fizyolojik anormallikler içerir. Tüm bu değişimlere maruz kalan dalıcıların elbette dalış yılı, dalış sıklığı, dalınan derinlikler, gebe kalma sırasında anne ve babanın yaşları, dalış deneyimi, yaşanan dalış kaza ve hastalıkları vs gibi faktörler de göz önüne alınarak doğan çocuğun cinsiyetinin etkilenebileceği düşünülebilir.



Doğacak çocuğun cinsiyetini, daima X kromozomuna sahip yumurtayı, X veya Y kromozomuna sahip spermlerden hangisinin döleyeceği belirler. Yumurtayı X kromozomu taşıyan sperm dölerse çocuk kız (XX), Y kromozomu taşıyan sperm dölerse erkek (XY) olur. Araştırmalar, Y kromozomu taşıyan spermilerin daha hafif ve aktif, ancak daha az dirençli olduğunu ve sonuç olarak daha kısa yaşadığını kanıtlamıştır. Öte yandan X kromozomu taşıyan spermiler daha yavaş ve ağırdır, ancak daha dirençlidir. Böylece koşulların ideal olduğu durumlarda Y kromozomu taşıyan spermilerin şansının yüksek olduğu ancak eğer herhangi bir olumsuz durum bulunuyorsa X kromozom taşıyan spermilerin daha avantajlı

olduğu söylenebilir. Bu görüşe göre dalışa bağlı etkenler bir olumsuzluk yaratıyorsa doğacak çocukların daha fazla kız olacağı ileri sürülebilir.

Diğer önemli bir faktör de yaşla birlikte sperm kalitesinin değişen oranlarda bozulmasıdır. Dalıcılarda yapılan araştırma, sperm kalitesinin yaşla birlikte bozulduğunu doğrulamıştır. Uzun dönem dalış yapmış deneyimli dalıcıların, geç dönemde baba olmaya karar verdiklerinde hem yaşa hem de dalışa bağlı olarak spermalarında daha dirençli ve bağışıklığı daha yüksek olan X kromozomunu göreceli olarak daha fazla taşımasına neden olacaktır. Bu durumda çocuklarının daha çok kız olacağı ileri sürülebilir.

Polonya’da katılımcıların yaş ortalaması 30,9 yıl, ortalama dalış deneyimi 7,6 yıl olan 101 dalıcının çocuklarının cinsiyet dağılımlarını içeren bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, 30 yaşına kadar olan grupta, kız ve erkek çocukların oranı aynı iken, yaşlı dalıcı grubunda fark kız çocuğu yönünde anlamlı bulunmuştur (doğan çocukların %67,4’ü kız, %32,6’sı erkek). Aynı yıl Polonya demografik verileri incelendiğinde erkek çocuk doğum oranının daha yüksek olduğu (51,9% erkek ve 48,1% kız) görülmektedir. Sonuçlar erkeklerden daha fazla kız çocuğun doğduğunu göstermesine rağmen, bu veriler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu nedenle, dalış ve adaptif reaksiyonların, fiziksel zorlamanın, su basıncına, soğuğa maruz kalmanın ve dekompresyonun sperm kalitesini etkilemek için çok fazla sorumluluğu olduğunu söylemek mümkün değildir.

Dalıcı babaların çocuklarının daha çok kız olduğu ispatlanmamıştır!

Önerilen kaynaklar

Goplen, F. K., Grønning, M., Aasen, T., Nordahl, S. H. G. (2009) Vestibular effects of diving—a 6-year prospective study. *Occup Med* 60(1):43-48.

Hemelryck, W., Germonpré, P., Papadopoulou, V., Rozloznik, M., Balestra, C. (2014) Long term effects of recreational SCUBA diving on higher cognitive function. *Scand J Med Sci Sports* 24(6):928-934.

Ostrowski, A., Stanula, A., Makowski, D., Żurawik, A. (2013) Baby gender determination in scuba divers. *JTRSM* 1:79-87.

Reed, J.W., Thorsen, E. (1999) Long-term pulmonary effects of diving. In: *The Lung at Depth*. (eds:Lundgren, C. E. G., Miller, J. N.) Marcel Dekker Inc, New York, s: 375-390.

Slosman, D.O., De Ribaupierre, S., Chicherio, C., et al. (2004) Negative neurofunctional effects of frequency, depth and environment in recreational scuba diving: the Geneva “memory dive” study. *Br J Sports Med* 38:108-114.

