İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ

SUALTI HEKİMLİĞİ VE HİPERBARİK TIP

Editör
Prof. Dr. Şamil Aktaş

© 2013 İstanbul Tıp Fakültesi Mezun ve Mensupları Derneği

SUALTI HEKİMLİĞİ VE HİPERBARİK TIP

Editör: Prof. Dr. Şamil Aktaş

ISBN: 978-605-86111-

5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası gereği herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayınlayıcısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz. Her türlü yayın hakkı saklıdır.

Yayımcı : İstanbul Tıp Fakültesi Mezun ve Mensupları Derneği
Millet cad. Vidinli apt. No:133/4 Şehremini - Fatih/İstanbul
Yayımcı Sertifika No : ???????????
Baskı / Cilt : No-bel Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.
Kurtini Mevki, General Şükrü Kanatlı Cad.
Ömerli - Hadımköy - İstanbul
Matbaa Sertifika No : 12565
Sayfa Tasarımı - Düzenleme : Selçuk Ertürk (Nobel Tıp Kitabevleri), Ahmet Yıkılmaz (İstanbul Tıp Fakültesi)
Kapak Düzenleme : Cenk Akay
Kapak Resmi : K. Kerim Sabuncuoğlu www.kerimsabuncuoglu.com
TSSF 14. Altın Palet Sualtı Görüntüleme Şampiyonası
Modelli Geniş Açı Kategorisi Altın Madalya Ödülü, 2012
Çeşme, İzmir, Ayrıktaş / Model: Doğan Özer

Baskı / Cilt : Nobel Matbaacılık, Hadımköy-İSTANBUL
Baskı Tarihi : Temmuz 2013 - İstanbul

Dağıtım:

NOBEL TIP KİTABEVLERİ LTD. ŞTİ.

ÇAPA
Millet Cad. No:111 Çapa-İstanbul
Tel: (0212) 632 83 33
Fax: (0212) 587 02 17

www.nobeltip.com

İstanbul Tıp Fakültesi Ders Kitapları Serisi
YAYIN KURULU

Prof. Dr. Şamil AKTAŞ

Prof. Dr. Orhan ARSEVEN

Prof. Dr. Haluk ERAKSOY (Başkan)

Prof. Dr. Figen GÜRDÖL

Prof. Dr. Aydan ORAL

Prof. Dr. Nuray ÖZGÜLNAR

Doç. Dr. Tülay ÖZKAN SEYHAN

Prof. Dr. Ahmet USTA

Önsöz

İstanbul Tıp Fakültesi Türkiye'nin ilk tıp eğitimi kurumudur. İstanbul Üniversitesi'nin 559. Kuruluş Yılına eriştiği 2012, *-Dârüşşifa*'nın kuruluşunu (1470) tıp eğitiminin başlaması ile çakıştırdığımızda- İstanbul Tıp Fakültesi'nin 542. Yılına karşılık gelmektedir. Ancak İstanbul Tıp Fakültesinin kuruluş tarihi olarak, ülkemizde Batılı anlamda modern tıp eğitiminin başlangıcını da işaret eden ve Tıp Bayramı'nın esasını oluşturan 14 Mart 1827 tarihi genel kabul görmektedir. İlk haliyle bir askerî tıp okulu alan *Mekteb-i Tıbbiye-i Şâhâne*, eğitim ve araştırmaya verdiği önemi, 1849 yılında Türkçe ve Fransızca iki ayrı bilimsel mecmuayı, aylık olarak taş basması usulü ile yayınlamaya başlayarak göstermiştir. Eğitim dilinin Türkçe olması konusundaki mücadele, 1867 yılında *Mekteb-i Tıbbiye-i Mülkiye* (Sivil Tıp Okulu) açılması ile kazanılmış, bu dönüşüm okuldan mezun olan hekim sayısının hızla artmasını sağlamıştır.

Meşrutiyetin ilanından sonra 1909 yılında Mekteb-i Tıbbiye-i Şâhâne ile Mekteb-i Tıbbiye-i Mülkiye *Tıp Fakültesi* adı altında birleşmiştir. Yeni fakültenin oluşturulmasıyla eğitim, ilk 5 yıl teorik ve uygulamalı eğitim, 6. yıl ise klinik uygulama yılı olarak düzenlenmiştir. Birinci Dünya Savaşı'nın zor koşullarında bile eğitimden ödün verilmemiştir. 1916 Mart ayında yayımına başlanan *İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* halen *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi* olarak yayın hayatını sürdürmektedir.

31 Mayıs 1933'te İstanbul Dârülfünûnu kapatılmış, yerine İstanbul Üniversitesi kurulmuştur. Bu dönemde Tıp Fakültesi yeniden organize olarak Avrupa yakasına taşınmıştır. Fakültenin idarî merkezi (Dekanlık) ve bazı bölümleri, bugün İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü olarak kullanılan Beyazıt'taki büyük tarihî binada faaliyet göstermiştir. Bu dönemde Hulûsi Behçet, Akil Muhtar Özden, Mazhar Osman Usman gibi Türk tıbbının ünlü hocalarının başını çektiği akademik kadro, Tıp Fakültesi'nin ulusal ve uluslararası alanda parlak bir kurum haline gelmesini sağlamıştır.

1933 Üniversite Reformundan sonra klinikler, Haseki, Cerrahpaşa, Gureba / Çapa, Bakırköy (psikiyatri) ve Şişli (çocuk) hastanelerine dağılmışlardır. Çapa ve Cerrahpaşa'da klinikler için 1950 yılında yeni binalar yapılmıştır. 1967 yılında fakültemize *İstanbul Tıp Fakültesi* adı verilerek Cerrahpaşa Tıp Fakültesi adıyla yeni bir tıp fakültesi daha kurulmuştur. Bölünmenin ardından 1974 yılında Çapa yerleşkesinde İstanbul Tıp Fakültesinin tüm kliniklerinin faaliyet göstereceği binaların yapımı tamamlanmıştır. Bu süreçte Cumhuriyet'in 50. yılı onuruna mezuniyet öncesi eğitime yönelik olarak bir kitap serisinin yayınlanması da sağlanmıştır.

Mezuniyet öncesi eğitimin eş-yetkilendirme sürecinde, İstanbul Tıp Fakültesinin kuruluşunun 185. yılı onuruna yeni bir kitap dizisi yayınlanması kararlaştırılmış ve tüm anabilim dallarının bu ortak bilgi paylaşım ve aktarım sürecine katılmaları arzu edilmiştir. Dizinin kitaplarının gözden geçirilmesi ve ortak bir format kullanılarak yayımlanmasında İ. T. F. Ders Kitapları Serisi Yayın Kurulu üyelerinin büyük emekleri geçmiştir. İki yıl içinde tamamlanması düşünülen "İ.T.F. 185 Yıl Kitapları"nın tıp öğrencilerine ve meslek mensuplarına yararlı olacağına inancımız tamdır. Diziye katkıda bulunan tüm öğretim üyelerine teşekkürlerimizle saygılar sunarız.

Prof. Dr. Ateş Kadıoğlu
"İ.T.F. 185. Yıl Kitapları" Yayın Koordinatörü

Prof. Dr. M. Bilgin Saydam
İstanbul Tıp Fakültesi Dekanı

Önsöz

Sevgili öğrenciler;

Fakültemizin kuruluşunun 185. Yılı onuruna bastırılan öğrenci kitapları serisinin Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Kitabı ile karşınızdayız.

Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı ülkemizde halihazırda Fakültemiz hariç yalnızca GATA ve Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'nde kurulu bulunmaktadır. Bu bilim dalının ele aldığı konular oldukça spesifiktir. Bu nedenle bilim dalımızın içerdiği tüm konular öğrenci derslerinde işlenmemektedir. Kitabımızda yalnızca derslerde işlenen konulara, derslerde işlendiği kadar yer verilmiştir.

Sualtı hekimliğini ilgilendiren konulardan barotravmalara sıklığı nedeniyle, dekompresyon hastalığına ise doğru acil tedavi yaklaşımı uygulandığında yaşam kurtarıcı sonuçlar sağlandığı için yer verilmiştir. Ayrıca her iki hastalık da özel fiziksel temelleri, fizyopatolojik özellikleri ve klinik tabloları ile zevkli ve hekim adayını geliştirici nitelik taşırlar.

Suda boğulma konusu çok sık rastlanan bir kaza sebebi olması ve acil yaklaşımın yaşam kurtarıcı ve sekelsiz iyileşmeyi sağlaması nedeniyle önem taşımaktadır ve bu nedenle kitabımızda bir bölüm halinde yer almıştır. Benzer biçimde dalgıç seçim kriterleri konusu da sizlerden meslek yaşamınız boyunca dalabilir raporu almak için başvuran adaylara yaklaşımınızda temel kuralları kavramanız için verilmiştir.

Hiperbarik oksijen tedavisi ülkemizde giderek yaygınlaşan bir tedavidir. Endikasyon listesi oldukça geniştir ve çoğu acil durumlarda yaşam kurtarıcı bir tedavidir. Bu nedenle kitabımızın önemli bir bölümü de bu tedavi biçimine ayrılmıştır.

Ders kitabımızın siz öğrencilerimize ve dolayısıyla hastalarımıza yararlı olmasını dileriz.

Editör
Prof. Dr. Şamil Aktaş
Nisan 2013

İçindekiler

Bölüm 1 Dekompresyon Hastalığı (Vurgun) **1-4**

Bölüm 2 Barotravmalar **5-12**

Bölüm 3 Suda Boğulma **13-16**

Bölüm 4 Dalgıç Seçim Kriterleri **17-20**

Bölüm 5 Hiperbarik Tıp ve Hiperbarik Oksijen Tedavisi **21-24**

Bölüm 6 Karbon Monoksit Zehirlenmesi, Duman İnhalasyonu, Siyanid Zehirlenmesi ve Hiperbarik Oksijen Tedavisi **25-28**

Bölüm 7 Kronik Yaralar ve Hiperbarik Oksijen Tedavisi **29-30**

Bölüm 8 Gazlı Gangren ve Diğer Nekrotizan Yumuşak Doku İnfeksiyonlarında Hiperbarik Oksijen Tedavisi **31-32**

DEKOMPRESYON HASTALIĞI (VURGUN)

1. Bölüm

Prof. Dr. Şamil AKTAŞ

AMAÇ

Dalışa bağlı olarak ortaya çıkan dekompresyon hastalığı (vurgun) ve bunun acil yaklaşım gerektiren tedavisi hakkında bilgi sahibi olmak.

ÖĞRENİM HEDEFLERİ

Bu dersin sonunda öğrenciler;

1. Dekompresyon hastalığının fiziksel temellerini tanımlayabilmeli,
2. Dekompresyon hastalığına yol açan kabarcıkların dokularda oluşturduğu fizyopatolojik olayları sayabilmeli,
3. Dekompresyon hastalığının klinik türlerini açıklayabilmeli ve
4. Dekompresyon hastalığının acil tedavi basamaklarını sayabilmelidir.

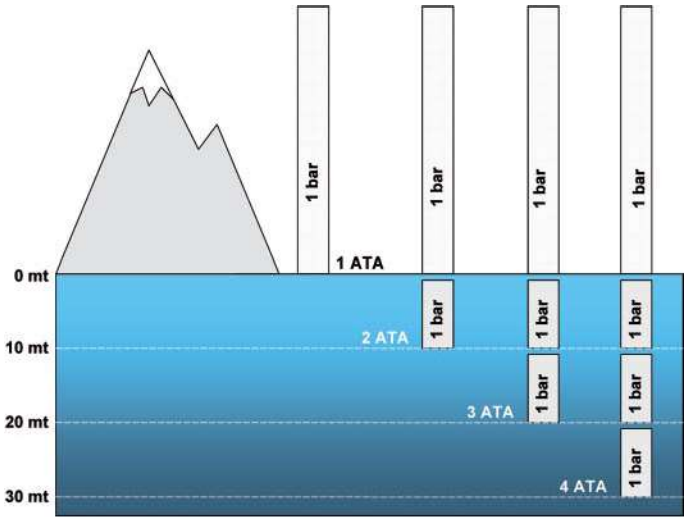
Giriş

Yüksek basınç deyimi ile deniz yüzeyindeki basınçtan (1 ATA: atmosfer absolut-mutlak atmosfer= 760 mmHg) daha yüksek basınçlara maruz kalmak anlaşılır. İnsanoğlunun normal yaşam sınırları 1 ATA'dan daha yüksek basınçları kapsamamaktadır. Gerçek anlamda yüksek basınca maruz kalmak, ancak dalış gibi, basınçlı tünel inşaatları gibi ya da hiperbarik tedaviye alınmak gibi anormal durumlarda gözlenir.

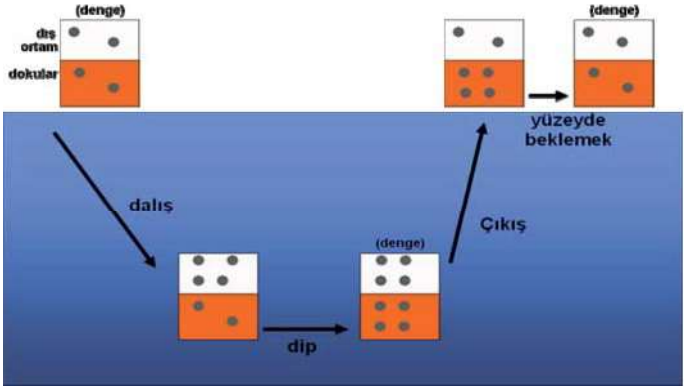
Yüksek basınçla ilişkili patolojiler iki ana başlık altında incelenebilir. Bunlardan ilki barotravmalar, yüksek basınç sinirsel sendromu (HPNS), hiperbarik artralji gibi doğrudan basıncın yol açtığı patolojiler, diğeri ise dekompresyon hastalığı, nitrojen narkozu, oksijen zehirlenmesi, CO-CO_2 zehirlenmesi ve disbarik osteonekroz gibi solunan gazların parsiyel basınçlarının artışının yol açtığı patolojilerdir. Dalış sırasında su içinde bulunma ile ilişkili boğulma, tuzlu su aspirasyonu sendromu, zararlı deniz canlıları ve çeşitli infeksiyonlar gibi durumlar doğrudan yüksek basınçla değil, immersiyonla ilişkilidir.

Dekompresyon Hastalığı

Dekompresyon hastalığı, halk arasındaki kullanımı ile vurgun, hemen hemen yalnızca basınçlı hava ile yapılan dalışlardan sonra gözlenen sistemik bir hastalıktır. Dekompresyon hastalığının fiziksel temelini Henry Kanunu oluşturur. Bu gaz kanunu uyarınca sabit sıcaklık altında, gazların parsiyel basınçları ile çözünürlükleri arasında doğru orantı bulunmaktadır. Dalış sırasında olduğu gibi solunan gazın parsiyel basıncı arttığında dokularda çözünmesi de artar. Bilindiği gibi deniz suyunda yaklaşık her 10 metre derinlikte ortam basıncı 1 atmosfer artar (**Şekil 1.1**). Böylece hangi derinliğe dalınıyorsa o derinliğe eşit basınçta hava solunması gereklidir. Solunan havanın basıncının artışı doğal olarak bu havanın bileşenlerinden nitrojenin parsiyel basıncını da arttıracaktır. Ayrıca dokuların yüksek basınçta solunan nitrojenle satürasyonu zamana bağlı bir süreçtir. Böylece dekompresyon hastalığı gelişimi için yalnızca dalınan derinlik değil, o derinlikte ne kadar kalındığı da önem kazanır. Normal bir dalış sırasında gazların **Şekil 1.2**'de şematize edildiği gibi akciğerlerden alınıp dolaşım ile dokulara ulaşması ve burada çözünmesi, çıkışta da tersine



Şekil 1.1. Su içinde basınç her 10 metrede 1 atmosfer artar.



Şekil 1.2. Normal bir dalışta gazlar dokularda çözünür ve atılırlar. Bunlar bir kabarcığa, herhangi bir belirtiye-bulguya veya hastalığa yol açmazlar.

bir yolla atılması hastalığa yol açmaz. Hastalığa dalış sırasında vücutta çözünen inert gazın uygun olmayan bir çıkış nedeniyle atılamaması ve dokularda serbest kabarcık oluşturması neden olur.

Fizyopatoloji

Oluşan kabarcıklar intravasküler veya ekstravasküler; intrasellüler veya intersellüler olabilir ve prensip olarak tüm dokularda görülebilir. Dekompresyon hastalığı sırasında oluşan intrasellüler kabarcıklar hücrelerin parçalanmasına, intersellüler kabarcıklar ise dıştan bası yaparak hasarlanmalarına neden olurlar. Bu durum ancak sinir dokusunda olduğu gibi işlevleri açısından öneme sahip hücrelerin hasara uğramasıyla önem kazanır. Dekompresyon hastalığında asıl patoloji intravasküler kabarcıkların dolaşımı tıkayarak oluşturduğu zararlara bağlıdır. İntravasküler kabarcıklar karmaşık bir sürecin başlamasına neden olur. Tıkanmanın arkasında kalan bölgede iskemi ve doku hipoksisi, bu hipoksiye bağlı olarak damar geçirgenliğinin bozulması sonucu ödem oluşur. Tıkanmanın ön kısmında ise artan hidrostatik basınç ödeme yol açar. Ödem hücreleri damar yatağından uzaklaştırarak diffüzyon mesafesini arttırır. Bu durum hücrelerin beslenmesini daha da bozar. Ödem, öte yandan damara dıştan bası yaparak lümeninin daralmasına ve tıkanıklığın artmasına yol açar. Ayrıca ödeme bağlı olarak gelişen hemokonsantrasyon nedeniyle kan akışı yavaşlar veya tamamen durur.

Dekompresyon hastalığında görülen bu fiziksel süreçlere sekonder olarak gelişen biyokimyasal olaylar durumun daha da ağırlaşmasına yol açar. İntravasküler kabarcıkların yabancı bir cisim olarak reaksiyona uğramaları sonucu pıhtılaşma faktörlerinin harekete geçmesiyle bir süre sonra gaz kabarcıkları değil, gerçek trombüsler oluşacak, bu duruma yavaşlamış kan akımı ve hemokonsantrasyon da katkıda bulunacaktır. Ayrıca kabarcıkların yol açtığı yabancı cisim reaksiyonları mediatörlerin salınımı ile damar geçirgenliğinin daha da bozulması sonucunu doğurur. Dekompresyon hastalığının medikal tedavisi bu karmaşık fizyopatolojiye göre şekillenir.

Klinik görünüm

Dekompresyon hastalığının sınıflaması uzun yıllar iki alt başlıkta ele alınmıştır. Yalnızca deri, kas ve eklem sistemini etkileyen **Tip I** Dekompresyon Hastalığı ("hafif tip DH", "eklem bends'i", "yalnızca ağrı") ve diğer tüm sistemleri ilgilendiren **Tip II** Dekompresyon Hastalığı (ciddi tip). Günümüzde dekompresyon hastalığını tutulan sisteme, dokuya hatta organa göre sınıflamak kabul edilmektedir.

Dekompresyon hastalığına ait deri belirti ve bulguları hafif ve çok sınırlı bir bölgeyi ilgilendirenlerden, ciddi ve tüm vücudu ilgilendiren formlara kadar değişebilir. En çok uç bölgelerde görülen kaşıntılar, özellikle gövdede leke tarzı döküntüler, mermer görüntüsü, subkutan amfizem, lenf damarlarının tıkanmasıyla portakal kabuğu görüntüsü en bilinen bulgulardandır. Eklem tutulumu tüm dekompresyon hastalığı olgularının %85-90'ını oluşturur. Özellikle omuz eklemi üçte bir sıklıkla en fazla tutulur. Eklemde ağrı, hareket kısıtlılığı görülür. Sinir sistemine ait tutulumlar tutulan organa ve bölgeye bağlı olarak büyük değişiklikler gösterir. Medulla spinalis ve özellikle alt torakal ve üst lomber segmentler en sık etkilenir. Bu bölgelere ait sırasıyla yan, arka ve ön kordonların tutulumu nedeniyle parapleji, miksiyon ve defekasyon kusurları neredeyse dekompresyon hastalığının karakteristik görünümü halini almıştır. Ancak kafa çiftlerine ait tutulumlar, derin ve yüzeyel duyu kusurları, refleks kayıpları ve patolojik refleksler her düzeyde ve şiddette ortaya çıkabilir. Kabarcıkların büyük çoğunluğunun dokularda ve venöz dolaşımda ortaya çıkması nedeniyle akciğer tutulumu önem taşır. Oluşan bu kabarcıklar sistemik dolaşıma geçmeden önce akciğerlerde filtre edilirler. Akciğer-

lerde açılan arterio-venöz şantlar aracılığıyla filtre edilemeyen kabarcıklar sistemik dolaşıma geçerek arteriyal tıkanma sebebi oluştururlar. Benzer biçimde kalp ve büyük damarlar düzeyinde bulunan duktus arteriosus, patent foramen ovale gibi şantlar aracılığıyla da kabarcıklar akciğerlerde tutulamadan sistemik dolaşıma katılabilirler. Sindirim sistemine ait belirti ve bulgu olarak hafif olgularda iştahsızlık, bulantı ve kusmalar, daha ağır olgularda ise kanama ve barsak infarktüsleri görülebilir. İç kulak tutulmaları özel bir önem taşır. Sensörinöral işitme kaybı ve denge kusurları en kısa sürede rekompresyon tedavisi altına alınmadıkça kalıcı hasar oluştururlar.

Tedavi

Dekompresyon hastalığının tedavisi üç ana başlık altında incelenir: (1) Hastalık tanındığı anda acil olarak başlatılacak ve basınç odası içinde de sürdürülecek medikal tedavi, (2) basınç odasında uygulanacak rekompresyon tedavisi ve (3) kalıcı sekel halinde rehabilitasyon tedavisi.

Medikal tedavide en önemli girişim hastaya %100 oksijen solutmaktır. Oksijen yalnızca doku hipoksisinin ortadan kalkmasına yardımcı olmaz, aynı zamanda kabarcıkların küçülmesini ve nitrojenin atılımını da kolaylaştırır. Oksijen tüketimini azaltmak için tercihen istem valfli oksijen devreleri ağzı ve burnu tamamen kapatacak maskelerle birlikte kullanılmalıdır. Tıbbi uygulamalarda rutin olarak kullanılan nazal oksijen kanülleri veya kenarları delikli ağız-burun maskeleri ile %100 oksijen solunumunun sağlanamayacağı unutulmamalıdır. Bunun yerine rezervuarlı ağız-burun maskeleri tercih edilmelidir **(Resim 1.1)**. Oksijen solunumu basınç odasına ulaşana dek sürdürülmelidir. Pulmoner oksijen toksisitesi beklenmemekle birlikte hasta konforu açısından saat başına 5-10 dakika gibi kısa hava molaları vermek uygun olabilir.

Dekompresyon hastalığı sırasında gelişen ve durumun daha da ağırlaşmasına neden olan ödem ve hemokonsantrasyon nedeniyle sıvı replasmanı yapmak gereklidir. Bu amaçla Ringer laktad veya isotonik solüsyonlar



Resim 1.1. 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.

kullanılabilir. Ayrıca bilinci açık hastalara ağızdan sıvı verilebilir.

Antikoagülan etkisi nedeniyle aspirin kullanımı çok yaygın olmakla birlikte iç kulağı, medulla spinalisi tutan dekompresyon hastalığının kanama ile birlikte olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle rutin kullanımından kaçınmak gerekir. Antiödem etkisinden yararlanmak amacıyla kortikosteroid kullanımı da tartışmalıdır. Birçok seride kullanımının herhangi bir yarar sağlamadığı gösterilmiştir. Kullanılmasına karar verildiği hallerde deksametazon, ilk ampul IV (8 mg), sonra her 6 saatte bir 1/2 ampul (4 mg) IM olarak kontrendike bir durum bulunmadığı takdirde erken dönemde uygulanabilir.

Medikal tedavi hastalık tanınır tanınmaz başlatılmalı, basınç odasına ulaşana kadar sürdürülmelidir.

Basınç odası tedavisi için mümkün olan en kısa zamanda tedavi merkezleri ile bağlantı kurulmalıdır. Transfer için en uygun seçenek kabin içi basıncı ayarlanabilen uçaklarla veya alçak uçuş yapabilen helikopterlerle hava yoludur. Uçak görevlilerine hastalığın düşük atmosferik basınçtan kötü yönde etkileneceğini ve kabin içi basıncın mümkün olduğu kadar düşük tutulmasını isteyen bir notun yazılması çok önemlidir. Uçuş sırasında 1000 feet'lik (300 metre) kabin içi basıncı bile kabarcıkların genişleyerek tehlike yaratmasına neden olabilir. Bu sınırın üstüne kesinlikle geçilmemelidir. Basınç odası tedavisi ile basınç altında gaz kabarcıklarının hacminin basınç ile küçültülmesi, solunan yüksek parsiyel basınçtaki oksijen ile nitrojen eliminasyonunun arttırılması ve doku hipoksisinin ortadan kaldırılması amaçlanır. Halk arasında "aksuna" ismi verilen ve su içine yeniden daldırılarak yapılan tedaviden kesinlikle kaçınılmalıdır. Hastalık ne kadar geç tanınırsa tanınsın tedavi için basınç odasına sevk edilmelidir.

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

1. Walker R. Decompression sickness. In: Edmonds C, Lowry C, Pennefather J, Walker R (eds): Diving and Subaquatic Medicine. 4th ed . New York: Arnold, 2002; 111-166.
2. Elliott DH, Phil D. Decompression sickness. In: Kindwall EP (ed). Hyperbaric Medicine Practice. Arisona: Best Publ, 1995: 311-327.
3. Dutka AJ, Francis TJ. Pathophysiology of decompression sickness. In: Bove AA (ed): Bove and Davis' Diving Medicine. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Co, 1997; 159-176.
4. Hallenbeck JM, Andersen JC. Pathogenesis of the decompression disorders. In: Bennett PB, Elliott DH (eds). The Physiology and Medicine of Diving. London: Bailliere Tindall, 1982: 435-461.
4. Davis JC, Elliott DH. Treatment of the decompression disorders. In: Bennett PB, Elliott DH (eds). The Physiology and Medicine of Diving. London: Bailliere Tindall, 1982: 473-488.