Eğitmenler için
DALIŞ SAĞLIĞI

Editör
Prof. Dr. Şamil AKTAŞ

TÜRK DENİZ ARAŞTIRMALARI VAKFI

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 rigths 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, Istanbul, Türkiye, 272 sayfa.

Kapak fotoğrafı: © Şamil AKTAŞ

Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV)
P.K.: 10, Beykoz, Istanbul, 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. Esenket Mah.
Azade Sok. No:1 Ümraniye, İstanbul
E-posta: info@ekaform.com
www.ekaform.com
Sertifika No : 41753
Basım yeri : İstanbul
Basım yılı : 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 Dalıcı
selingamze.sumen@sbu.edu.tr



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



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



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



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



Uzm. Dr. Yavuz Aslan
SBÜ, Sultan Abdülhamid Han EAH,
Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp AD
TSSF 3 Yıldız Dalıcı
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. Bengüsu MİRASOĞLU 101

Disbarik osteonekroz
Dr. Şamil AKTAŞ 113

Dalışta temel sorunlar
Dr. Bengüsu 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. Bengüsu MİRASOĞLU 239

Dalışın uzun dönemli fizyolojik etkileri
Dr. Yavuz ASLAN 253

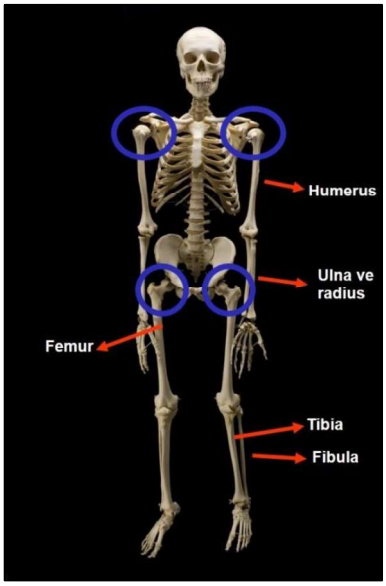
DİSBARİK OSTEONEKROZ



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* (iltihapsız 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	İnflamatuar bağırsak hastalığı	Polimiyozit
Damar travmaları	Talasemiler	Hiperparatiroidizm	Neoplastik Hastalıklar	Polimiyalji romatika
Kienböck hastalığı	Yaygın damariçi puhtılaşma	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			Herediter 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 ekleminde gelişen sakatlığınının, osteonekroza bağlı olduğunu kemik filmi ile göstermiştir.

Hamburg, Elbe tünelinde çalışan 500 işçiden üçünde kalça ve omuz eklemlerinde görülen kemik ölümleri ise Bornstein ve Plate isimli araştırıcılar 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 oteonekroz 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, dekolu dalış yapan ve muhtemelen çok daha fazla vurgun ile karşılaşılan 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 yemiş 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 batar ve dibe otururlarsa 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 arttırılır 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) batar. 31 personelden 26'sı denizaltı içinde sıkışırlar. 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 yüzeye 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:

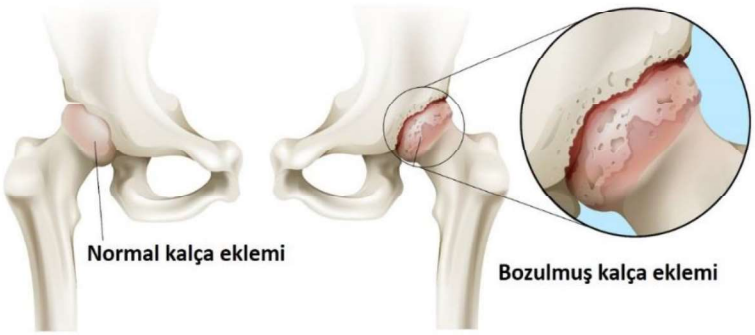
- Kemik dokuda oluşan kabarcıklar kapalı bir alanda basınç artışına yol açmakta, bu durum dolaşımı bozup hücrelerin ölümü ile sonlanmaktadır.
- Kabarcıklar toplardamarları tıkamakta, engellenen ve biriken kan akımı kemik içinde basıncı arttırmakta, böylece dolaşımı daha da bozmakta ve hücrelerin ölümüne 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 açılamaz, 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 kıkırdağının 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. Kıkırdağın ortadan kalkmasıyla eklemde 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 eklemin bozulmasına ve kaynamasına bağlıdır.

Tanı

Disbarik osteonekrozda kesin tanı görüntüleme yöntemleri ile konur. Tanıda laboratuar 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

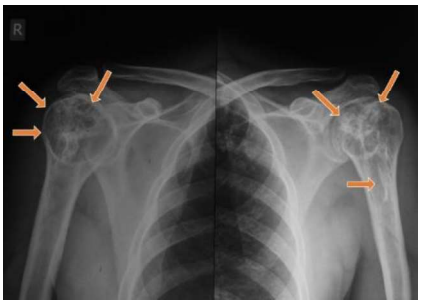
A Tipi Lezyonlar	
A1	Sağlam eklem yüzeyi, yoğun kemik alanları
A2	Küresel opaklıklar
A3	Linear opaklıklar
A4	Yapısal hasarlar: a) Eklemin altında yarı saydam hat b) Eklem yüzeyinin çökmesi c) Eklem yüzeyinin ayrılması, kopması
A5	Eklemin komşu ekleme kaynaması
B tipi lezyonlar	
B1	Yoğun alanlar
B2	Düzensiz,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

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



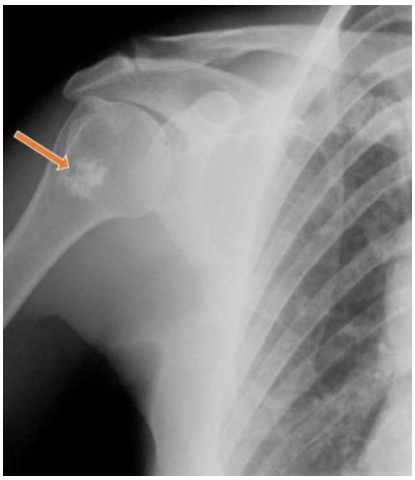
Sol kalça ekleminin tamamen parçalandığı ve çöktüğü görülüyor. A tipi lezyon.



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



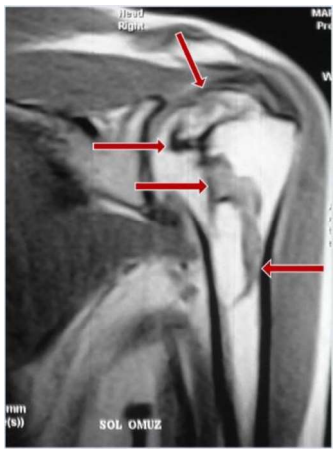
Radyografik olarak femur ve tibia şaftında yaygın B tipi lezyonlar görülmektedir.



Sağ humerus boynunda radyografik olarak opaklığı artmış B tipi alan

Manyetik Rezonans Görüntülemenin (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 değiştirmesi radyo dalgaları aracılığıyla alınır ve bilgisayar sayesinde dokunun her düzlemde kesit görüntüleri oluşturulur. Bu yöntemde radyasyon kullanılmadığı için güvenli kabul edilir. Ayrıca yumuşak dokuları görüntülediği 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.

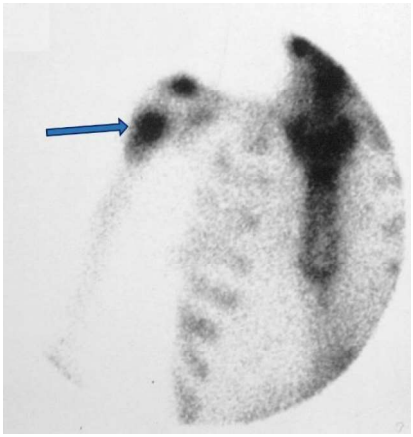


MR ile sol omuzda disbarik osteonekroz görüntüsü.



MR ile her iki femur eklem yüzünü tutan A tipi lezyon, sol femur boynunda yaygın ödem.

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.



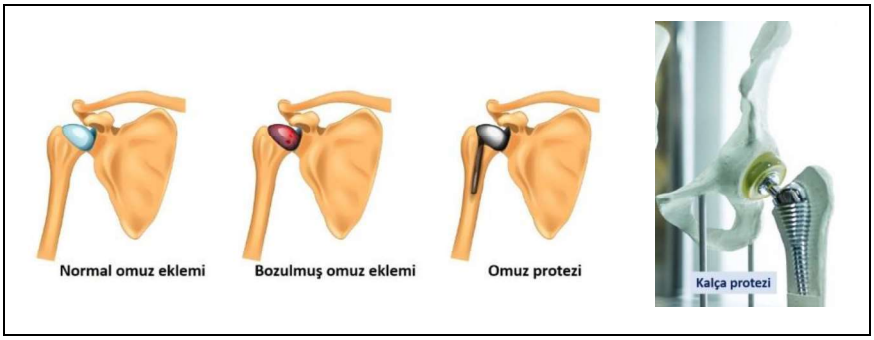
Sintigrafide sağ omuzda aktivitesi artmış alan.

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 kamış 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 eklemin yükten korunması gibi cerrahi dışı tedavi yöntemleri kullanılabilir.

Eklem yüzeyi çöktükten sonra çok başarılı olmasa da eklem kıkırdağına yönelik cerrahi ve ilaç tedavileri denenebilir. Ancak olguların çoğu er ya da geç eklemin kaybına gidecektir. Bu süreç hasarın büyüklüğüne, eklemin aldığı yüke, eklemin kullanıma bağlı olarak hızlı veya yavaş biçimde gerçekleşir. Bu durumda yapılacak tedavi eklemin 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. Eğitmen ve rehberlerin beş yıllık zorunlu muayenelerinde disbarik osteonekroz açısından film veya MR çekimi bir yakınma veya bulgu olmadığı takdirde zorunlu değildir. Ancak eğitmen 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 çektirmesi,
- Herhangi bir omuz veya kalça ağrısında MR çektirmesi,
- Eğitmen veya rehberliğe başladığında MR çektirmesi,
- Rutin sağlık kontrollerinde MR çektirmesi,
- 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 yakalanıldığında 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 Subaqautic 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.