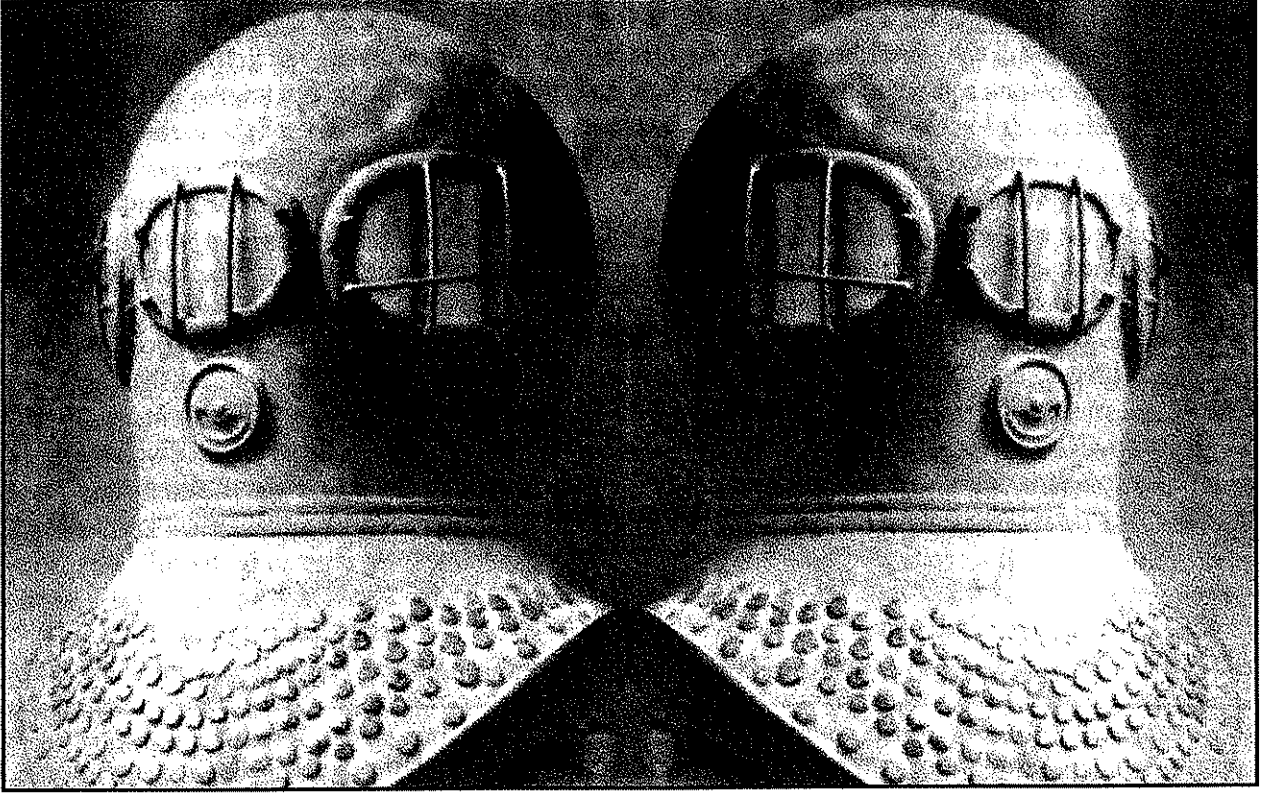


T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
SUALTI HEKİMLİĞİ VE HİPERBARİK TIP ANABİLİM DALI



Augustus Siebe'nin ilk dalgıç başlığı

EĞİTMEN VE REHBER
BALIKADAMLARDA
DİSBARİK OSTEONEKROZ
PREVALANSI

Seyun Hocam

(UZMANLIK TEZİ) *Prof. Dr. Sami Akbaş'ın*

Dr. Savaş İLGEZDİ

*Seyun ve
Seyfettin*

Savaş İlgezdi

İSTANBUL - 2003

ÖNSÖZ

Kliniğimizde 1985 yılından bugüne defalarca çalışılmış bir konuda çalışmak, kapsamlı bir deneyimi ve bilgi birikimini hemen yanı başında bulmak gibi bir avantajı sunsa da bu çalışmaların yetkinliği karşısında yetersiz bir çalışma yapma riskini de, kaygısında beraberinde getirdi. Çalışmamın her aşamasında beni cesaretlendiren, birikimi ve deneyimini benimle paylaşan, bilimsel bir çerçeveye oluşturmamı sağlayan, yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren, uzmanlık eğitimim süresince kendisinden çok şey öğrendiğim değerli hocam Prof. Dr. Maide Çimşit çalışmamın yapılmasında en önemli destek olmuştur.

Çalışmam ve asistanlık sürem boyunca hiçbir desteği esirgemeyen, sualtı dünyasıyla tanışmamı sağlayan, gerektiğinde bana yol gösteren, özellikle literatür bulmakta benim kadar yorulan Prof. Dr. Şamil Aktaş'a teşekkür ederim.

Dalgıçlara ulaşmamdaki her türlü yardımı, 1997 de yaptığı çalışmanın verilerinin tamamını sağlaması, çalışmamla ilgili sıkıntılarımı dostça paylaşması nedeniyle Uz. Dr. Akın Savaş Toklu'ya teşekkür ederim.

Radyografi çekimlerindeki titizliği, sağladığı uyumlu çalışmadan dolayı Dr. Yücel Çelikel'e, istatistiki testlerde yardımını benden esirgemeyen Özlem Köksal'a, kapak ve fotoğrafları düzenlemedeki yardımlarından dolayı İnci Batuk'a ,

Çalışmama verdikleri destekten dolayı GATA Sualtı ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalında görevli Uzm. Dr. Şenol Yıldız ve Dr. Tauland Qyrdedi'ye,

Arkadaşlarım, Dr. Füsün Kocaman, Dr. Evin Koç, Dr. Özgür Mutlu, Dr. Şefika Körpınar, Dr. Ayça Erdön, Dr. Özlem Çağlar, Dr. Banu Ceylan Okuturlar'a birlikte çalıştığımız zaman boyunca gösterdikleri özverilerden dolayı, laboratuvar ölçümlerindeki titiz çalışmasından dolayı Lab. Melek Koral'a, her türlü teknik sorunun çözümündeki yardımından dolayı Hem. Vildan Erdem'e, içten destekleri dolayı hemşire arkadaşlarıma, her türlü desteklerinden dolayı kürsümüz personeline,

Zamanlarından çalışmam için fedakarlık eden tüm dalgıç dostlarıma,

Verdiği maddi destekle çalışmamın yapılmasına olanak tanıyan Suatlı ve Hiperbarik Tıp Derneğine,

Ve çalışmam boyunca her türlü sıkıntıyı benimle yaşayan, bulgularımı ve verilerimi her zaman ciddiyetle benimle tartışan, dayanılmaz olduğumda bana sabırla, sevgiyle ve çayla destek olan hayat arkadaşım Zeynep Demet'e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yurdumuzun hep mavi kalmasını arzuladığım denizlerimizi mesken tutmuş dalgıçlara sağlıklı bir yaşam sağlaması dileğimdir.

Dr. Savaş İlgezdi

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
1- GİRİŞ	1
2- GENEL BİLGİLER	2
2.1 TANIM VE TARİHÇE	2
2.2 İNSİDANS VE PREVALANS	5
2.3 DİAGNOSTİK TETKİKLER	7
2.4 LEZYON TİPLERİ VE LOKALİZASYONLARI	15
2.5 ETİYOPATOGENEZ	22
2.6 KORUNMA VE TEDAVİ	31
3- MATERYAL VE METOD	35
4- BULGULAR	38
5- TARTIŞMA	41
6- SONUÇ	52
7- ÖZET	54
8- KAYNAKLAR	56
EK: REHBER VE EĞİTMEN BALIKADAMLARDA DON TARAMA FORMU	62

“ Bu çalışma Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği'nin maddi desteği ile gerçekleştirilmiştir.”

KULLANILAN KISALTMALAR

DON	Disbarik Osteonekroz
DH	Dekompresyon hastalığı
HBO	Hiperbarik Oksijen
MRC	Medical Research Council
DCP	Decompression Sickness Panel
DSCR and RP	Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel
SCUBA	Self-Contained Underwater Breathing Apparatus
JA	Juksta artiküler
MRG	Manyetik Rezonans Görüntüleme
BT	Bilgisayarlı Tomografi
SPECT	Single Position Emission Computed Tomography
BBŞ	Baş, boyun, şaft
ATA	Atmosfer Absolut
DIC	Dissemine intravasküler koagülasyon
ADP	Adenosin difosfat
CPK	Kreatin fosfokinaz
IF	Index of Filtration
SGOT	Serum Glutamik Oksaloasetik Transaminaz
SGPT	Serum Glutamik Piruvik Transaminaz
TK	Total Kolesterol
HDL	High-density lipoproteins
LDL	Low-density lipoproteins
MDP	Metilen Difosfonat

1 GİRİŞ

Disbarik osteonekroz (DON) dalgıçlarda ve Caisson (basıncılı tünel) işçilerinde görülen genellikle uzun kemikleri tutan aseptik kemik nekrozudur. Dalgıç ve basınçlı tünel işçilerinde görülmesi nedeniyle bir meslek hastalığı olarak tanımlanır.

Ülkemizde sanayi dalcıların, askeri dalcıların, amatör dalcıların, eğitmen ve rehber balıkadamların sayılarının hızla artması nedeniyle DON dan etkilenen dalgıç nüfusu artmaktadır. Sportif dalış olanaklarının, sualtı turizminin hızla gelişmesi ülkemizde ve dünyada amatör dalcıların sayılarını arttırmıştır. Buna bağlı olarak eğitmen ve rehber balıkadamların sayıları da hızla artmaktadır. Bu dalcıların bir kısmı gönüllü eğitmenlik yapsa da; sualtı turizmin gelişmesiyle çoğu eğitmenliği ve rehber balıkadamlığı meslek olarak yapmaktadır.

İstanbul Tıp Fakültesi Deniz ve Sualtı Hekimliği Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Maide Çimşit tarafından yapılan iki ayrı araştırmada DON prevalansı süngercilerde %85,7 (1985), salyangoz dalgıçlarında %26,7 (1990) olarak bildirilmiş, Toklu'nun süngercilerde yaptığı çalışmada DON prevalansı %70,6 (1997) olarak bulunmuştur. Eğitmen ve rehber balıkadamların DON riski ile ne derece karşı karşıya oldukları bilinmemektedir (1, 2, 3,).

1 Mart 2003 de başlatılan bu çalışmada eğitmen ve rehber balıkadamlar taranarak, eğitmen ve rehber balıkadamlarda DON prevalansının hesaplanması; DON ile yaş, dalgıçlıkta geçen süre, maksimum dalış derinliği, ortalama dalış derinliği ve dekompresyon hastalığının ilişkisinin araştırılması ve DON lezyonu saptanan dalcıların dalışa devamında sakınca görülenlerin bilgilendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışma Sualtı ve Hiperbarik Tıp Derneği'nin maddi desteği ile gerçekleştirilmiştir.

2 GENEL BİLGİLER

2.1 TANIM VE TARİHÇE:

Disbarik osteonekroz (DON) dalıcı ve basınçlı tünel işçilerinde görülen, özellikle uzun kemikleri tutan bir aseptik kemik nekrozudur. Dalıcı ve basınçlı tünel işçilerini etkilemesi nedeniyle bir meslek hastalığı olarak tanımlanır. Yüksek basınca bağlı aseptik nekrozu diğer aseptik nekroz nedenlerinden ayırmak için 40'tan fazla terim önerilmiştir. Bu terimlerden bazıları Tablo 1 de görülmektedir. Günümüzde genel kabul gören terim "Disbarik Osteonekroz" terimidir. Osteonekroz nedeni olarak bildirilen durumlar Tablo 2 de görülmektedir.

Tablo 1: Disbarik Osteonekroz teriminin bazı eşisimleri ve ingilizce karşılıkları (4)

Disbarik Osteonekroz	Dysbaric Osteonecrosis
Caisson artriti	Caisson arthrosis
Kemiğin Caisson hastalığı	Caisson disease of bone
Hiperbarik osteonekroz	Hyperbaric osteonecrosis
Barotravmatik osteoartropati	Barotraumatic osteoarthropathy
Kemiğin avasküler nekrozu	Avascular necrosis of bone
Kemiğin iskemik nekrozu	Ischaemic necrosis of bone
Kemiğin aseptik nekrozu	Aseptic necrosis of bone
Dalgıcın kemik ölümü	Diver's bone rot
Dalgıcın ufalanan kemik hastalığı	Diver's crumbling bone disease

Dalıcılık ve basınçlı tünel işçiliği 18. yy dan sonra sanayinin gelişmesine bağlı olarak yaygınlaşmıştır. Dalışın ve yüksek basıncın insan sağlığına etkileri ile bunlardan korunma yollarının bilinmediği bu dönemde hem dalıcılar hem de basınçlı tünel işçileri basıncın her türlü olumsuz etkisine maruz kalmışlardır. Röntgen 1895 yılında X ışını keşfedene kadar DON lezyonlarını tanımak mümkün olmamıştır. DON hakkında elde edilen tüm bilgilere rağmen, etiyopatogenez tam bir açıklığa kavuşturulamamıştır. Öne sürülen teorilerin yeterince açıklayıcı olmaması nedeniyle insanlarda ve deney hayvanlarında yapılan çalışmalar devam etmektedir.

Tablo 2: Osteonekroz nedeni olarak bildirilen durumlar (5)

Travma	İnsan İmmünyetmezlik Virüsü (HIV)
Yanıklar	Meningoksemi
Kırıklar	Vasküler/ Romatolojik/ Konnektif Doku Bozuklukları
Çıkıklar	Sistemik Lupus Eritromatosus
Damar travmaları	Polimiyosit
Kienböck Hastalığı	Polimiyalgiya Romatika
Travmayla ilişkisiz Durumlar	Raynaud Hastalığı
Hematolojik	Romatooid Artrit
Hemaglobinopatiler	Ankilozan Spondilit
Orak Hücreli Anemi	Sjögren Sendromu
Talasemi	Dev Hücreli Arterit
Dissemine Intravasküler Koagülasyon	Tromboflebit
Polisitemi	Yağ Embolisi
Hemofili	Ehler-Danlos Sendromu
Metabolik/ Endokrinolojik	Ortopedik Problemler
Hiperkolesterolemi	Kaymış Femur Başı Epifizi
Gut	Doğumsal Kalça Çıkığı
Hiperparatiroidizm	Hereditör Disostoz
Gebelik	Legg-Calvé-Perthes Hastalığı
Cushing Hastalığı	Dietle İlgili ve Çevreyle İlgili Faktörler
Kronik Böbrek Yetersizliği	Disbarizm (Caisson Hastalığı)
Gaucher Hastalığı	Alkol tüketimi
Diabet (obesiteyle ilişkili)	Sigara
Fabry Hastalığı	latrojenik
Gastrointestinal	Kortikosteroidler
Pankreatit	Radyasyona Maruziyet
İnflamatuvar Bağırsak Hastalığı	Hemodiyaliz
Neoplastik	Organ Transplantasyonu
Kemik İliğinin İnfiltratif Bozuklukları	Laser Cerrahisi
İnfeksiyöz	İdiopatik
Osteomiyelit	

Basınçlı tünel işçilerinde görülen DON ile ilgili veriler ilk kez 1911 yılında iki ayrı araştırmacı tarafından yayınlanmıştır. Bassoe 161 basınçlı tünel işçisinde yaptığı çalışmada 11 kişide kronik eklem ağrısı ve tutukluğu tespit etmiştir. Olguların biriyle ilişkili olarak, 12 yıl önce ikinci kez maruz kaldığı yüksek basınçtan sonra, kalça ekleminde sakatlığa neden olan bir durumun söz konusu olduğu belirtilmiştir. Radyolojik görünüm tipik artrit deformans olarak tanımlanmıştır. Bornstein ve Plate, Hamburg'daki Elbe Tüneli'nde çalışan 500 basınçlı tünel işçisinde dekompresyon hastalığı ve bunların da üçünde eklem hastalığı tanımlamıştır. Olguların birinde bir kalçada kemik nekrozu, bir diğer olguda sağ omuzda lezyon, üçüncü olguda ise bilateral kalça eklemi lezyonundan bahsedilmiştir (6,7).

Grutzmacher dalıcılarda osteonekroz olgusunu 1941 yılında ilk defa yayınlayan araştırmacıdır. Yazar 7 yıl önce Tip-I DH geçiren 37 yaşında erkek bir dalıcının humerus başındaki lezyonu tanımlamıştır. 1939 yılında çekilen omuz grafisinde eklem yüzeyinde ve trabeküler yapıda saptanan hasarın, 1 yıl sonra daha da kötüleştiği belirtilmiştir (8).

James 1945 yılında üç denizaltı personelinde, yalnız bir kez yüksek basınca maruz kalmalarına rağmen kemik nekrozu geliştiğini tespit etmiştir. 1931 yılında, Hint Okyanusunda 36,5 metrede batan denizaltıdaki 5 personel, yaklaşık 2,5 saat yüksek basınca maruz kalmışlardır. Yüzeye gelen denizaltı personelinin beşinde de dekompresyon hastalığı görülmüştür. 12 yıl sonra çekilen grafilerde, biri çok ağır olmak üzere, 3 kazazedede kemik hasarları tespit edilmiştir (9, 10).

2.2 İNSİDANS VE PREVALANS:

Dalıcılar ve basınçlı tünel işçilerinde araştırmacıların farklı tanı teknikleri ve tanı kriterleri kullanmaları nedeniyle, 1960 yılına kadar ayrıntılı çalışmalar yapılamamıştır. Bu tarihten sonra DON sıklığıyla ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar büyük farklılıklar göstermektedir. Değişik gruplarda yapılan çalışmalarda DON tespit edilenlerin prevalans oranları Tablo 3 de görülmektedir. Bu farklılıklar üzerinde çalışılan grupların farklı özelliklerinden kaynaklanmaktadır. DON insidansı ile ilgili en kapsamlı yayın 4980 ticari dalgıcı içeren çalışmadır. Bu çalışmada DON insidansı % 0,6 bulunmuştur. DON sportif dalıcılarda seyrekdir. Şimdiye kadar literatürde yalnızca 2 olgu bildirilmiştir (11,12,4.).

DON konusundaki ilk yayınlar, şikayetlerin söz konusu olduğu az sayıdaki olguları içermekteyken, son yıllarda yapılan yayınlardaki olgular herhangi bir şikayeti olmayan dalıcı ve basınçlı tünel işçilerini de içermektedir. Problemin bir meslek hastalığı olarak ele alınması risk altındaki nüfusun üzerinde yapılan araştırmaları ve deneysel çalışmaları arttırmıştır. Olguların büyük bir bölümünde DON lezyonlarının semptomsuz ve sakatlığa neden olmadığı tespit edilmiştir. Fakat humerus ve femur proksimalinde eklem yüzeyine komşu bölgelerin etkilenmesi halinde omuz ve kalça ekleminde ciddi hasarlar meydana geldiği görülmüştür (10).

DON dekompresyon tablolarını uygulayan ve sadece basınçlı hava ile 50 metreden sığ dalış yapan amatör SCUBA dalıcılarında oldukça seyrekdir. Gorman bir dalıcıda humerus başı osteonekrozu ve Wilmhurst başka bir amatör dalıcıda yine omuzda osteonekroz tespit etmiştir (4, 12).

Tablo 3 : Değişik ülkelerde yapılan DON prevalans çalışmaları

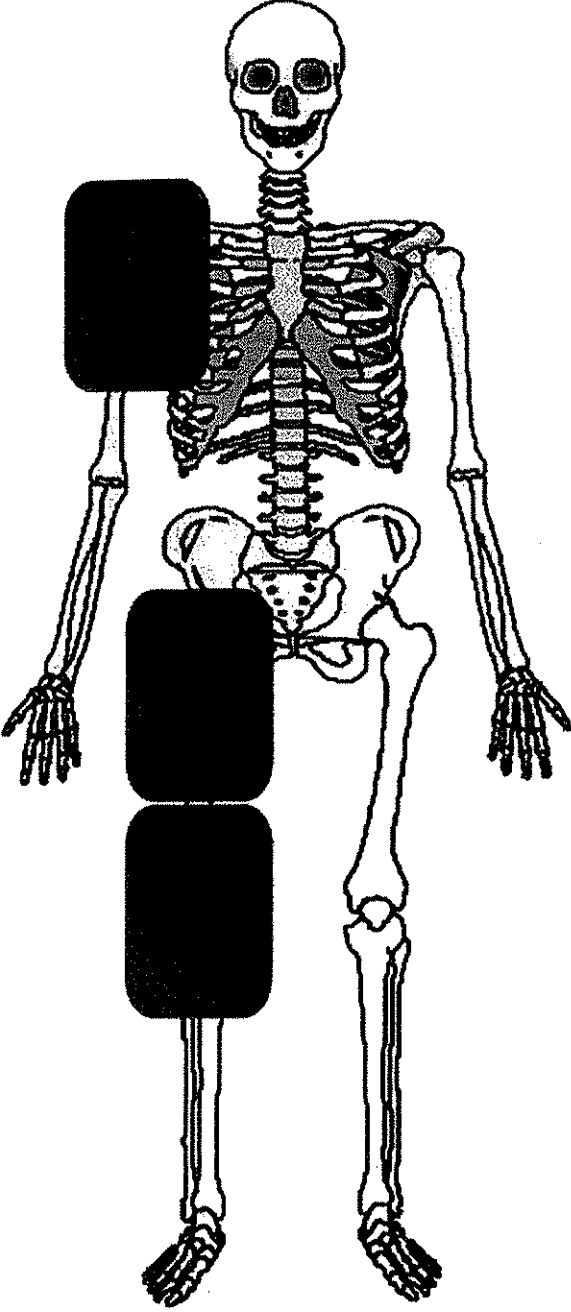
Yıl	Ülke*	Grup	Prevalans	Bildiren
1965	Japonya ¹³	Dalgıç- balıkçı	% 69,3	Ohta, Matsunaga
1966	İngiltere ¹⁴	Tünel İşçisi	% 19,0	McCallum, Walder
1967	İskoçya ¹⁵	Tünel İşçisi	% 20	Barnes
1968	Japonya ¹⁶	Dalgıç-balıkçı	% 19	Asahi
1971	İngiltere ¹⁷	Tünel işçisi	% 26	MRC DSP
1971	İngiltere ¹⁸	Dalgıç-donanma	% 5	Elliot
1971	İngiltere ¹⁹	Dalgıç-deneysel	% 14	Elliot
1972	İngiltere ²⁰	Tünel işçisi	% 19	Davidson
1972	Bahama A. ²¹	Dalgıç-ticari	% 22	Fagan, Beckman
1974	Almanya ²²	Dalgıç-ticari	% 55,0	Schaefer
1974	ABD ²²	Dalgıç-ticari	% 22,0	Schaefer
1974	Bahama A. ²³	Dalgıç-ticari	% 27,0	Fagan, Beckman
1974	ABD ²⁴	Tünel işçisi	% 35	Kindwall
1974	Japonya ²⁵	Dalgıç-ticari	% 59,5	Amako, Kawashima
1974	Japonya ⁴	Dalgıç-balıkçı	% 50,5	Ohta, Matsunaga
1976	İngiltere ²⁶	Dalgıç-ticari	% 1,9	McCallum, Walder
1976	Japonya ²⁷	Dalgıç-balıkçı	% 60,0	Xue
1976	ABD ²⁸	Dalgıç-donanma	% 30,0	Walder
1976	ABD ⁴	Dalgıç-donanma	% 2,5	Harvey, Sphar
1976	İngiltere ²⁶	Tünel işçisi	% 19,7	McCallum, Walder
1977	ABD ²⁹	Dalgıç-donanma	% 1,71	Sphar
1977	İngiltere ³⁰	Dalgıç-ticari	% 2,4	Thickett, Evans
1977	İngiltere ³¹	Tünel işçisi	% 20,0	Evans
1977	İngiltere ³¹	Tünel işçisi**	% 67,0	Evans
1978	Hawaii ³²	Dalgıç-balıkçı	% 65,0	Wade
1981	Japonya ³³	Dalgıç-ticari	% 56,4	Tamura, Kawashima
1981	Singapur ³⁴	Dalgıç-balıkçı	% 55,0	Boey
1981	İngiltere ¹¹	Dalgıç-ticari	% 4,8	DSCR and RP
1985	Türkiye ¹	Dalgıç-süngerci	% 85,7	Çimşit
1986	Avustralya ⁴	Dalgıç-salyangoz	% 25	Lowry
1988	Çin ³⁵	Dalgıç-donanma	% 2,1	Yangsheng
1988	Çin ³⁵	Dalgıç-balıkçı	% 19,8	Yangsheng
1990	Türkiye ²	Dalgıç-salyangoz	% 26,7	Çimşit
1990	Yunanistan ³⁶	Dalgıç-ticari	% 78,94	Zachariades
1996	Türkiye ³	Dalgıç-süngerci	% 70,6	Toklu
2000	Almanya ³⁷	Dalgıç-donanma	% 31,1	Tetzlaff
2000	Finlandiya ³⁸	Dalgıç-donanma	% 0	Sipinen
2002	Türkiye ³⁹	Dalgıç-donanma	% 0	Yıldız

* Referans numarası ülke adının sağ üst köşesindedir.

** Aynı grupta dalış saati 1000 saatten fazla tünel işçileri için ayrı bir oran çıkarılmıştır.

2.3 DIAGNOSTİK TETKİKLER:

Direkt Radyografi:



Şekil 1: DON da radyografisi çekilmesi gereken bölgeler

Direkt radyografi kolay uygulanabilirliği, ekonomik olması ve güvenilirliği nedeniyle semptomsuz DON lezyonlarının tespitinde ve değerlendirilmesinde temel yöntem olarak benimsenmiştir. Ancak oluşan lezyonların radyolojik olarak görülebilmesi için, hasarın oluşumu ile radyografik tetkik arasında en az 3 ay gibi bir sürenin geçmesi gerekmektedir (40,41,42).

DON'un radyografik tespitinde, uzun kemiklerin ve eklem bölgelerinin radyografileri rutin tetkiklerden farklı olan özel bir tetkikle çekilmelidir. Radyografisi çekilmesi gereken bölgeler Şekil 1 de görülmektedir. Lezyonların daha iyi değerlendirilebilmesi için kemiğin trabeküler yapısını gösteren penetransı arttırılmış grafiler kullanılmakta, böylece DON'u taklit

eden lezyonlardan ayrılabilir. Trabeküler yapıda yoğunluğu artmış küçük bölgeler olarak ortaya çıkan ilk değişikliklerin tespiti için yüksek kalitede çekilmiş radyografilere ihtiyaç vardır. Oluşan minimal değişikliklerin normal yapılardan ayrılabilmesi için iyi yorumlama gerekir (40,42).

Radyografideki erken değişiklikler seri grafilerde kemiğin trabeküler yapısını gösteren uygun bir teknik ve pozisyon ile ortaya konulabilir. Radyografik ölçümler için değişik standartlar önerilmişse de en yaygın olanı İngiltere'de Medical Research Council Decompression Sickness Panel'de önerilen teknik, değerlendirme ve sınıflama yöntemidir. Bu radyografik yöntem aşağıdadır (40,10).

a) Omuz eklemi: Anteroposterior grafi

Her bir omuz anteroposterior pozisyonda ayrı ayrı filme alınmalıdır. Önerilen film ebadı 24 cm X 30 cmdir. Tetkik edilecek kişi supin pozisyonda grafisi çekilecek tarafa 45 derece döndürülür. Kaldırılan omuz altına konulan kum torbaları ile desteklenir. Grafisi çekilen taraftaki kol supin pozisyonda ve düz 10 derece abdüksiyona getirilmelidir. Çekilecek grafi humerusun baş, boyun ve shaftın en az 1/3 proksimalini göstermelidir. Eklem yüzeyi ve humerus başına diğer kemik kısımlarının süperpoze olması önlenmelidir. Humerus başı ve shaftın trabeküler yapısı iyi görüntülenmelidir. En iyi görüntülenme horizontal masa üzerinde yapılmaktadır. Humerus başının skapulanın dış uzantısı ile süperpoze olmaması için kola çekme kuvveti uygulanmalıdır. Odaklama skapulanın korokoid çıkıntısının 2,5 cm altına, humerus başına yapılır. Bu pozisyonda eklem boşluğu tam olarak görülmeli ve akromion humerus başını örtmemelidir. Çekim esnasında hasta nefesini tutmalıdır.

b) Kalça eklemi ve femur şaftının 1/3 proksimali: Anteroposterior grafi

Kalça eklemleri anteroposterior pozisyonda ve ayrı ayrı filme alınmalıdır. Önerilen film ebadı 24 cm X 30 cmdir. Ayak tabanı masaya dik açı yapacak şekilde kişi supin pozisyonda masaya yatırılır. Spina iliaka anteriorlardan geçen düzlem horizontal olmalıdır. Radyografide femur başının eklem yüzeyi, femur başı ve şaftının trabeküler yapısı net bir biçimde görüntülenmelidir. Penetransı arttırmak için çekim esnasında normalden 2,5-5 kV daha fazla güç kullanılmalıdır. Gonadlar femur başının görüntüsünü etkilemeyecek biçimde kurşun levhalarla korunmalıdır. Odaklama femur başına yani spina iliaka anterior süperiorlar ile simfisis pubisi birleştiren çizginin 2,5 cm altına yapılarak, femur başı ve şaftın 1/3 proksimali görüntülenmelidir.

c) Diz eklemi, femur 2/3 distal ve tibia 1/3 proksimali: anteroposterior grafi

Her iki diz eklemi beraber görüntülenecekse 40 cm X 30 cm ebadlı, ayrı ayrı görüntülenecekse 40 cm X 15 cm ebadlı film kullanılmalıdır. Ayrı görüntüleme tercih edilmelidir. Grafide femur 2/3 distali ve tibia 1/3 proksimalinin trabeküler yapısı net olarak görülmelidir. Femur şaftının orta kısmı ile distali arasında dansite farkı olduğundan kilovoltaj arttırılıp miliamper düşürülmelidir. Grafisi çekilecek kişi her iki bacak ekstansiyonda iken masaya oturtulmalıdır. Çekim esnasında odaklama patella üst sınırına yapılmalıdır.

d) Diz eklemi, femur 2/3 distal ve tibia 1/3 proksimali: lateral grafi

Önerilen film ebadı 40 X 30 cm ya da 40 X 15 cm dir. Eğer geniş film kullanılacaksa pozisyon diz eklemine normal lateral grafisi gibi, diz fleksiyonda ve tibia filmin uzun eksenine paralel olmalıdır. Dar film kullanılacaksa bacak düz ve filmin uzun eksenine paralel olmalıdır. Çekim esnasında odaklama patella üst sınırına yapılmalı, düz anteroposterior çekimdeki gibi ayarlanmalıdır. Femur ve tibia'nın lateral grafisi, anteroposterior grafide görülmeyen minimal trabeküler yapı ve dansite değişikliklerini gösterebilir.

1987 yılında İngiltere'de yapılan "The Bone Necrosis Working Group of The Decompression Sickness Panel" de, bütün dalıcıların ilk dalış eğitimini tamamladığı anda radyografik olarak taranması önerilmiştir. Lezyonların erken tespiti için risk grubundaki kişilerin periyodik olarak radyografik kontrolleri yapılmalıdır. X-ışınlarının olası zararları ele alındığında, profesyonel dalıcıların ve basınçlı tünel işçilerinin rutin takibinde gonadlar korunarak çekilen yıllık radyografiler kabul edilebilir sıklıktadır. (43,10).

1981 yılında yayınlanan "Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel" raporunda; 50 metreyi geçmeyen ve 4 saatten kısa süren dalışlar yapanlarda ise 3 yılda bir yapılacak radyografik ölçümlerin yeterli olduğu belirtilmektedir (11).

Diğer Teknikler

Direkt radyografinin erken tanıdaki yetersizlikleri diğer teknikleri gerekli kılar. Düz radyografi ile tam olarak açıklanamayan görüntüleri doğru yorumlamak için de başka tekniklere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle giderek artan sıklıkta kullanılmaktadırlar.

Sintigrafi:

Erken lezyonlar direkt radyografide henüz saptanamaz iken kemik reaksiyonunu saptaması nedeniyle sintigrafinin erken tanıda değerli bir yeri vardır. ^{99m}Tc işaretli Osteoskan veya ^{99m}Tc işaretli methylene diphosphonate (MDP) intravenöz olarak injekte edilir ve gama kamera ile seri çekimler yapılır. En sık kullanılan farmasotik ajan, Tc 99m ile işaretlenmiş Methylene-di-phosphonate'dır. Osteonekrozda kan akımının bozulmasından hemen sonra, nekroz bölgeleri metabolik olarak inaktif hale gelir. Bu bölgelerde izotop tutulumu azalacağından sintigrafide soğuk lezyon olarak kendini gösterir. İleride oluşan revaskülarizasyonla izotop tutulumu artar ve soğuk lezyon sıcak lezyona dönüşür. Kemik yapımını uyaran herhangi bir lezyon radyoaktif kemik tarama ile sintigrafide sıcak lezyon olarak görünecektir. Kemik sintigrafi erken lezyonlarda radyografiden daha duyarlı olsa da lezyona spesifik değildir. Günümüzde kemik sintigrafisi, radyografilerde şüpheli olarak yorumlanmış DON lezyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (44,42,43,45,4).

1987 yılında İngiltere'de yapılan "The Bone Necrosis Working Group of The Decompression Sickness Panel" de 30 metreden derin ve 4 saatten fazla dip zamanlı dalış yapanlarda sintigrafik takip yapılması önerilmiştir (43).

Bilgisayarlı tomografi (BT):

Çökme ve yeni kemik oluşumlarını çok daha iyi tanıma olanağı sağlar. Dokuları daha ayrıntılı inceleme olanağı tanıyan bilgisayarlı tomografi incelemesi, gün geçtikçe daha sık kullanılmaktadır. Osteonekrozun erken dönemlerinde yapılacak BT tetkiki, kalınlaşan trabeküllerin daha net olarak tespitini mümkün kılar. Aynı şekilde yapısal değişikliklerin de daha iyi tanınması mümkün olur. Osteotomi gibi cerrahi bir müdahale düşünülüyorsa uygulanması şarttır. Yeterince yaygın olmaması ve maliyetinin yüksek olması, BT'nin DON taramalarında rutin kullanımı engellemektedir (42,10,4).

Single position emission computed tomography (SPECT):

Üç planlı olduğu için yüksek spesifikliğe sahiptir. SPECT ile lezyonların görülememe veya yanlış pozitif tanı olasılığı çok düşüktür. Kan akımındaki oklüzyondan hemen sonra görülen soğuk alanlar saptanabilir. SPECT kemik sintigrafisini izleyerek uygulanırsa yüksek radyasyondan kaçınılmış olunur (4).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG):

MRG ile birçok düzlemde görüntü alınabilmesi, doku kontrastına etki ederek yumuşak doku ve kemik dokusunun daha net ayrılması, diğer görüntüleme yöntemlerine göre önemli bir avantajdır. Arteriyel kan akımının kesilmesinden sonra kemik hücreleri 12-48 saat içinde, daha dayanıklı yağ hücreleri ise 2-5 günde ölürler(45). Bazı yazarlarda osteosit nekrozunun iskemiden 2-3 saat içinde gerçekleştiğini bildirmiştir (55). Bu nekrotik bölgeler sinyal yoğunluğu azalmış homojen alanlar olarak görülür. MRG iskemik olaydan sonraki iki dört gün içinde kemik iliği yağ nekrozunu saptayarak erken tanıya olanak sağlar. Eklem yüzeyine komşu bölgelerde oluşan değişiklikler, iskemik dönemden bir kaç gün sonra görülebilir. Bu da osteonekroz tespitinde MRG'ı en hassas metod kılmaktadır. Direkt radyografi ile bir lezyon tespit edildiğinde kalça eklemine rutin taramalarında MRG kullanılması önerilmiştir. Omuz eklemine MRG si 15 metreden daha derin dalışları olan profesyonel dalıcılar için en iyi teknik olarak önerilmektedir. Pahalı bir yöntem olması yaygın kullanımı engelse de DON tanısında her geçen gün önemi artan çok önemli bir tetkik olarak görülmektedir. Günümüzde radyografide şüpheli DON lezyonu olarak değerlendirilen görüntülerin tanımlanmasında kullanılmaktadır (10, 46, 4).

Ultrasonografi:

Zahng ve arkadaşları gerçekleştirdikleri bir çalışmada DON'un radyografik ve ultrasonografik teşhisinin karşılaştırmasında anlamlı bir fark bulmamışlardır. DON tanısında ultrasonografik tekniğin kolaylığı, etkinliği, radyasyonun muhtemel zararlarına sahip olmaması, cihazın ucuzluğu ve küçüklüğü nedeniyle radyografiye

alternatif olabileceğini belirtmişlerdir. B mode tekniği ile yapılan ultrasonografide lezyonların lokalizasyonu, formu ve büyüklüğü kesin olarak görülebilmektedir. Araştırmacılar cihaz ve tekniğin geliştirilmesi ile DON teşhisinde ultrasonografiyi iyi bir geleceğin beklediğine inanmaktadırlar. Tekniğin tanısal olanaklarının diğer tekniklere bir üstünlüğünün olmaması ve uygulayan kişinin yorumuna açık olması nedenleriyle teknik yaygınlaşmamıştır (47).

İnvaziv yöntemler:

İnvaziv yöntemler erken tanı amacıyla ve tedavi amaçlı uygulanır. Bu yöntemler arteriografi, intraosseöz venografi, intramedüller basınç ölçümü ve biyopsiden oluşur. Sıklıkla Ficat'ın tarif ettiği kemiğin fonksiyonel eksplorasyon ile birlikte uygulanırlar. Bununla beraber klinik kullanımda nadiren endike olmaktadır (48, 4).

İlk hasardan birkaç saat sonra, ilk günlerde idrarda ya da kanda tespit edilebilen, kemik hasarıyla ilgili marker tespit etmek için de çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacılar incelenen faktörler arasında serum ferritin düzeyinin ümit verici olduğunu ifade etmişlerdir (49,50,51).

2.4 LEZYON TİPLERİ VE LOKALİZASYONLARI:

DON tanısı ile ilgili iki temel sorun erken tanı ve atipik lezyonların ayırt edilmesidir. Değerlendirilen radyolojik görüntünün normal kemik yapısının bir varyantı veya kemiğin minör displazisi olup olmadığına ve eğer saptandı ise osteonekrozun disbarik koşulların dışında bir nedenden mi kaynaklandığına karar vermek gerekir (4).

Erken tanı kemiğin trabeküler yapısındaki anormal dansite veya lusent görünüme yol açan minör değişikliklerin tespitine dayanır. İlk karar kemiğin normal olup olmadığıdır. Kistler ve skleroze alanlar normal insanlar kadar diğer hastalıklarda da görülebilir. Kemiğin trabeküler yapısında ve dansitesinde oluşan minimal değişikliklerin normal popülasyonda görülen varyasyonlardan ayırt edilerek patolojik olarak yorumlanması, ustalık ve dikkat isteyen bir değerlendirmeyi gerektirir. İkinci olarak kemik korteksindeki defektler seçilmelidir. Tanıyı güçleştiren başlıca nedenler; kemik adaları, enkondroma, normal varyantlar ve osteoartritir (4).

Kemik adalarının tanınması son derece önemlidir. Bunlar kemiğin yoğun, keskin sınırlı, yuvarlak veya oval, uzun ekseni kemiğin uzunluğuna paralel ve genellikle kemiğin ucuna yakındırlar. Etraflarında normal trabeküler yapı vardır ve klinik önemleri yoktur. Yaşamın erken evrelerinde geliştiği düşünülür (4).

Tek lezyonlar özellikle dikkat gerektirirler. Multipl lezyonların tanısı daha kolaydır. İlk radyolojik bulgu üç altı ay, kimi zaman yıllar içinde görülebilir. Ölü doku varlığında reaktif değişimin bir sonucu olarak ölü kemiğin üzerine yeni kemik dokusu yerleşir (4).

DON taramalarında radyografilerin iyi bir teknik ve doğru bir pozisyonla çekilmiş olmaları şarttır. Seri radyografilerin karşılaştırılmalarında doğru pozisyonun önemi büyüktür.

Yapılan araştırmalarda DON lezyonlarının çoğunlukla bilateral ve multipl olduğu tespit edilmiştir. Lezyonların en sık görüldüğü bölgeler Şekil 1 de görülmektedir. Tespit edilen radyografik lezyonların değerlendirilmesinde British MRC Decompression Sickness Panel'de önerilen sınıflama uluslararası kabul görmüştür (Tablo 4). Ohta ve Matsunaga benzer bir sınıflama önermiştir (Tablo 5). Lezyonun büyüklüğü ve yerleşim bölgesine göre sınıflandırma yapan araştırmacılar da vardır (27,52,46).

Tablo 4: DON un MRC radyolojik sınıflaması (4)

Tip A lezyonları (juksta artiküler)
A1 Sağlam eklem yüzeyiyle birlikte yoğunluğu artmış bölgeler
A2 Küresel segmental opasiteler
A3 Lineer opasiteler
A4 Yapısal bozukluklar
a) Transradyant subkortikal bant
b) Eklem yüzeyinde çökme
c) Sekestrasyon
A5 Sekonder dejeneratif osteoartrit
Tip B lezyonları (baş, boyun, şaft)
B1 Yoğunluğu artmış bölgeler
B2 Düzensiz kalsifiye bölgeler
B3 Transradyant ve kistik bölgeler

Tablo 5: DON lezyonlarının radyolojik olarak sınıflandırılması (46)

Tip	A	Juksta-artiküler lezyonlar
	A1	Bölgesel opasiteler
	A2	Çizgisel opasiteler
	A3	Yoğun opasiteler
	A4	Korteksin sekestrasyonu
	A5	Eklem korteksinin çökmesi
	A6	Osteoartrit
Tip	B	Baş, boyun ve şaft lezyonları
	B1	Yoğun bölgeler
	B2	Düzensiz kalsifiye bölgeler
	B3	Transradyant bölgeler ve kistikler

Lezyonlar dalıcılarda ve basınçlı tünel işçilerinde görünüm olarak benzeşir. Yerleşim bölgesine göre iki ana gruba ayrılmaktadır. Eklem yüzeyine komşu (Juksta-artiküler; JA) bölgelerde bulunanlar A tipi lezyon, baş, boyun, şaft bölgelerinde (BBŞ) bulunanlar B tipi lezyon olarak adlandırılmaktadır. Lezyonlar 1966 yılındaki ilk MRC

Decompression Sickness Panel Report ' dan bu yana bir çok kez tanımlanmıştır. Aşağıdaki tanımlama en son yapılan tanımlamadır (52,53).

A. Eklem yüzeyine komşu lezyonlar (JA)

A1. Sağlam eklem yüzeyiyle birlikte yoğunluğu artmış bölgeler:

Yoğunluk artışı olarak görülen bu lezyonların sınırları, normal anatomik yapıda görülen kemik adacıklarından farklı olarak, düzensizdir (Şekil 11). Yoğunluğu artmış bölgelerden geçen trabeküller kalınlaşmış olarak gözlenir. Genellikle eklem yüzeyine komşu olarak bulunan bu lezyonlar normal kemik trabekülleri ile çevrelenir. Dalıcılarda bu lezyonlar en çok humerus başında görülür. Omuz eklemlerinin radyografileri çekilirken humerus başı ile komşu kemik yapılarının süperpoze olması tanıyı engeller. Basınçlı tünel işçilerinde daha çok femur başında görülen A1 lezyonlarını tespit etmek, radyografide asetebulum ile femur başının süperpoze olması nedeniyle, güçtür. Tomografi veya filmin büyütülmesi ile lezyonun tespiti kolaylaşır.

A2. Küresel segmental opasiteler:

Bu lezyonlar ilk defa 1956 yılında Poppel ve Robinson tarafından snow-cap lezyonu olarak tarif edilmiştir. Görünüm bir kürenin parçasını andırır (Şekil 4). Humerus başında femur başına oranla daha fazla görülürler. Femur başında tespit edilmesi süperpozisyon nedeniyle daha güçtür. Lezyonlar humerus ve femur başı eklem yüzeyinde çökme veya enfarkt oluşturmadan sekestr haline dönüşebilir (42).

A3. Lineer opasiteler:

Lineer opasiteler en sık humerus başında gözlenir. Sıklıkla, lezyon ile eklem yüzeyi arasında geçirgenliği artmış (radyolusent) bir bölge bulunmaktadır. Eklem yüzeyindeki bu bölgelerde çökme meydana gelerek A4 lezyonları gelişebilir. Lineer opasiteler ve radyolusent bölgelerle birlikte, kemiğin şaft kısmına doğru küçük yoğunluk artışları bulunabilir.

A4. Yapısal bozukluklar:

Yapısal bozukluklar A1, A2, A3 lezyonlarından sonra veya bağımsız olarak ortaya çıkabilir. Eklem bölgesinde ağrı ve hareket kısıtlılığına neden olur.

a) Transradyant subkortikal bant: A4a lezyonu, humerus ve femur başında eklem yüzeyinin altında subkortikal ince bir transradyant bant şeklinde gözlenir (Şekil 5). Eklem yüzeyinde ve alttaki kemik dokularda henüz çökme yoktur.

b) Eklem yüzeyinde çökme: A4b lezyonu olarak sınıflandırılan eklem yüzeyindeki çökme genellikle A3 lezyonunun ilerlemesi ile oluşur. A4a lezyonundaki nekrotik bölgenin üzerine çökme şeklinde de meydana gelebilmektedir. Lezyon eklem yüzeyinin yarısına kadar uzanan bir bölgeyi etkileyebilir. Komşu kemik dokuda üçgen biçiminde geniş bir opasite bulunabilir.

c) Sekestrasyon: A4c lezyonu olarak adlandırılan eklem yüzeyindeki sekestrasyon, subkondral bölgedeki nekrotik kısımların fraktürü sonucu veya A2 lezyonlarından gelişebilir.

A5. Sekonder dejeneratif osteoartrit:

Eklemlerin yüzeyindeki çökme ve sekestrasyon sonucu gelişen destrüksiyon, sekonder dejeneratif osteoartritin nedenidir. Erken dönemlerde eklem aralığının normal olması aseptik kemik nekrozundaki osteoartrit için tipiktir. Geç dönemlerde tablo diğer nedenlerden kaynaklanan osteoarritlere benzer (Şekil 6,7).

B. Baş, boyun ve şaft lezyonları (BBŞ)

Bu lezyonlar korteks dışındaki kemiğin trabeküler yapısında görülür ve semptom vermezler.

B1. Yoğunluğu artmış bölgeler:

Kemik adacıklarından ayırt edilmeleri güç olabilir. Lezyonlar basınçlı tünel işçilerinde daha çok humerus boynu ve şaft proksimalinde, dalıcılarda ise femur alt ucunda daha fazla görülür (Şekil 12).

B2. Düzensiz kalsifiye bölgeler:

Bu lezyonlar sıklıkla bilateraldir. Humerus ve femur şaftının üst kısımlarında veya dalıcılarda saptandığı gibi, femur distalinde daha sık görülür. Lezyonların şekli ve büyüklüğü değişir. İlerlemiş lezyonlar yaygın ve düzensiz kalsifikasyonlarla sınırlanmış, yoğunluğu değişken translusent alanlar olarak görülebilmektedir (Şekil 8, 13). Femur alt ucundaki erken ve şüpheli lezyonlar lateral grafide daha iyi izlenir.

B3. Transradyant ve kistik bölgeler:

Bu lezyonlar femur şaftının distalinde ve humerus şaftının proksimalinde bulunur. Kistik lezyonların sınırları düzensizdir. Normalde femur boynunda görülebilen trabeküler kistler ise düzgün sınırlıdır. Transradyant lezyonlar birkaç santimetre uzunluğunda olabilir ve medüller bölgeyi tamamen işgal edebilirler (Şekil 9,14).

Kemik nekrozunun radyolojik kanıtı olarak ele alınan lezyonların yukarıdaki gibi tanımlanması lezyonların değerlendirilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Ancak DON' un radyolojik olarak kesin teşhisi için kemik yapısındaki normal varyantların iyi bilinmesi gerekir. DON' un erken tanısında tespit edilen değişiklikleri değerlendirmek diğer kemik patolojilerinden daha zordur.

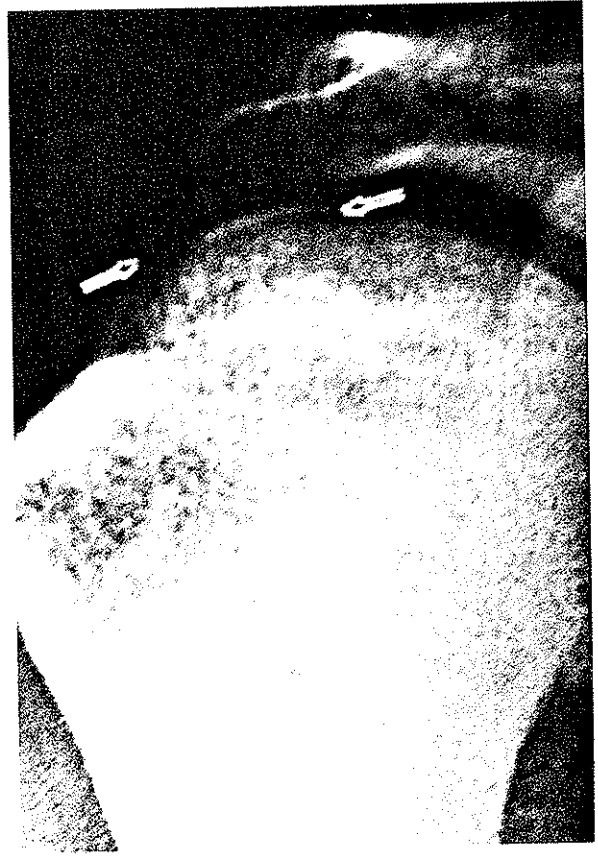
DON lezyonlarının değerlendirilmesinde MRG yi esas alan bir sınıflandırılma önerilmiştir (Tablo 6). DON lezyonlarını epifizi (E tipi), metafizi (M tipi), ve diafizi (D tipi) tutan tipler olmak üzere 3 ana gruba ayrılmaktadır. Bu sınıflamada epifizi tutan lezyonlar (E tipi) jukstaartiküler (A tipi) lezyonlara, metafizi (M tipi) ve diafizi (D tipi) tutan lezyonlar baş, boyun, şaft (BBŞ) lezyonlarına eşdeğer kabul edilmektedir (46). Şekil 10 da MRG de kalça ekleminde femur eklem yüzeyinde epifizde (E) DON lezyonu görülmektedir.

Tablo 6: Dalıcılarda kemik lezyonlarının MRG sınıflaması (46)

I	Epifizer tip (E)
(i)	Epifize sınırlı tip
(a)	Yaygın lezyon (E ₁) Belirsiz sınırlı düşük yoğunluklu alanda yaygın lezyon, homojen ve homojen olmayan görüntüler içerir
(b)	Sınırlanmış lezyon (E ₂) Çok düşük yoğunluklu marginal band ile çevrili lezyon
(ii)	Epifizer-metafizer tip (E _m) Epifizden metafize devamlılık gösteren tip
(iii)	Epifizer-diafizer tip (E _d) Epifizden diafize devamlılık gösteren tip
II	Metafizer tip (M)
(i)	Metafizde sınırlı tip
(a)	Yaygın lezyon (M ₁)
(b)	Sınırlanmış lezyon (M ₂)
(ii)	Metafizer-diafizer tip (M _d) Metafizden diafize devamlılık gösteren tip
III	Diafizer tip (D)
(a)	Yaygın lezyon (D ₁)
(b)	Sınırlanmış lezyon (D ₂)



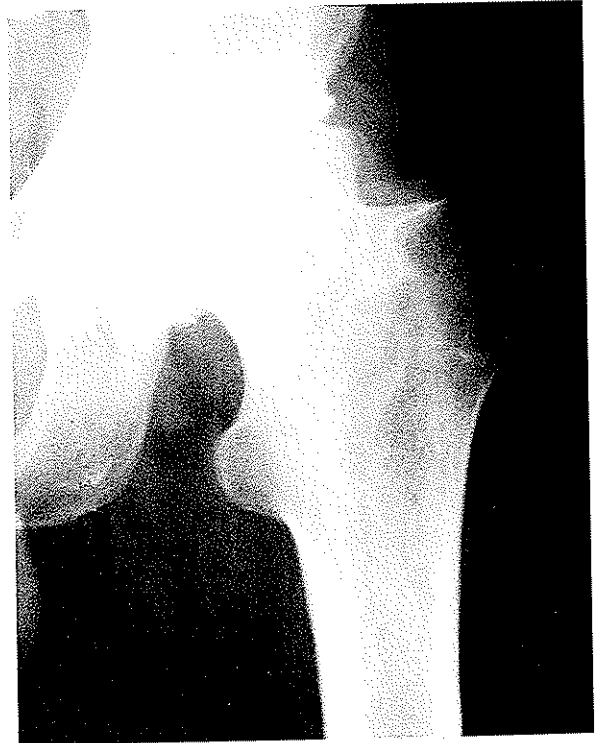
Şekil 4: A2 lezyonu küresel segmental opasite. Snowcap lezyonu olarak da tanımlanır (4).



Şekil 5: A4a lezyonu translusent subkortikal bant (4).



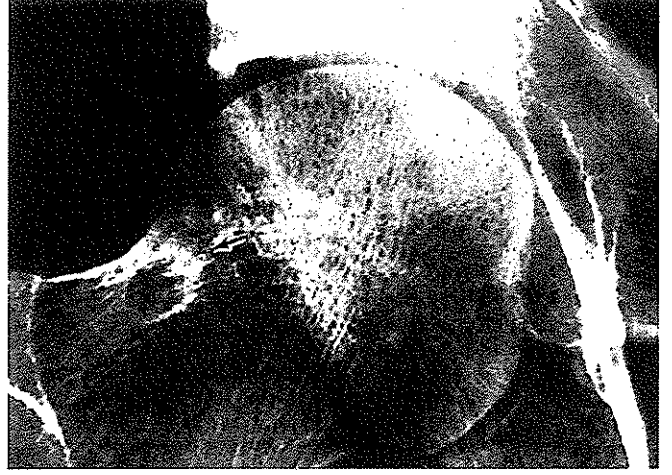
Şekil 6: A5 lezyonu, sağ humerusta sekonder dejeneratif osteoartrit (86).



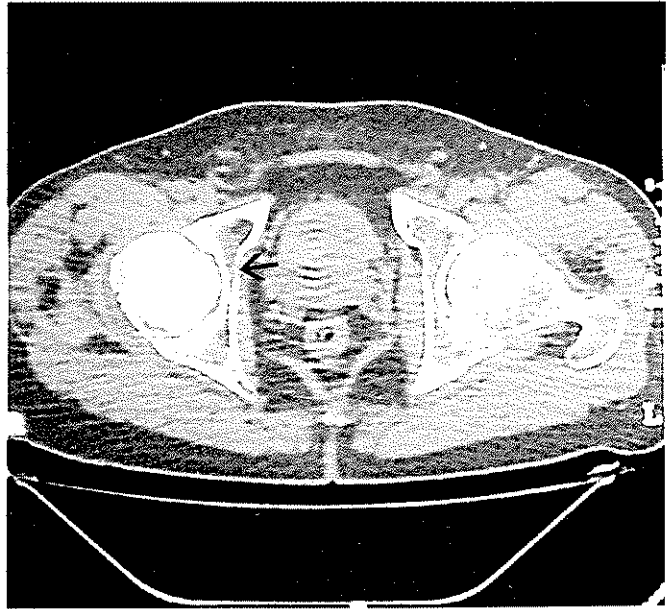
Şekil 7: A5 lezyonu, sol femur sekonder dejeneratif osteoartrit (86).



Şekil 8: B2 lezyonu, düzensiz kalsifiye alanlar (4).



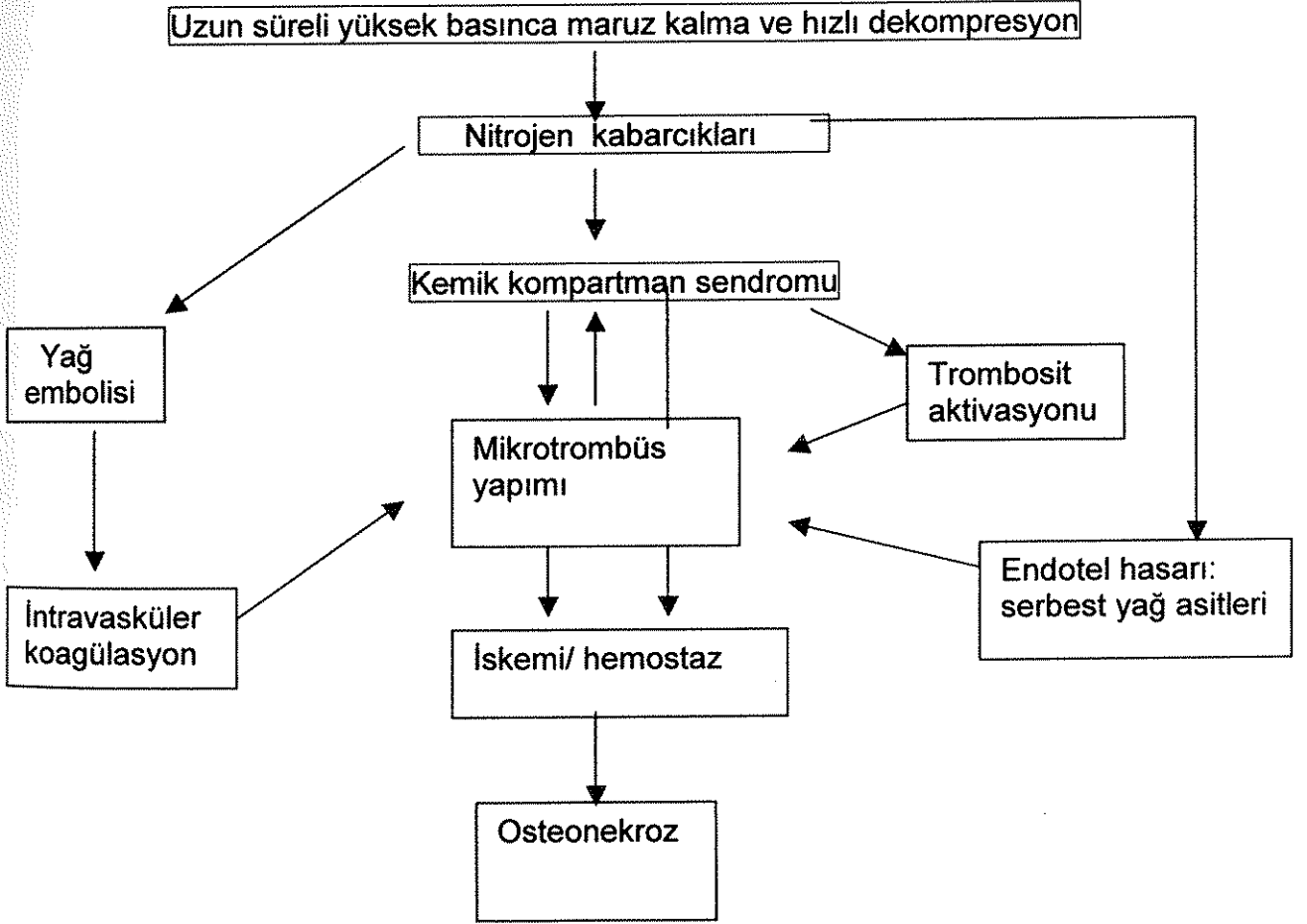
Şekil 9: B3 lezyonu, translusent alan ve kistler. Femur boynunda tek bir kistik lezyon (4).



Şekil 10: MRG de JA lezyona ait görünüm (86).

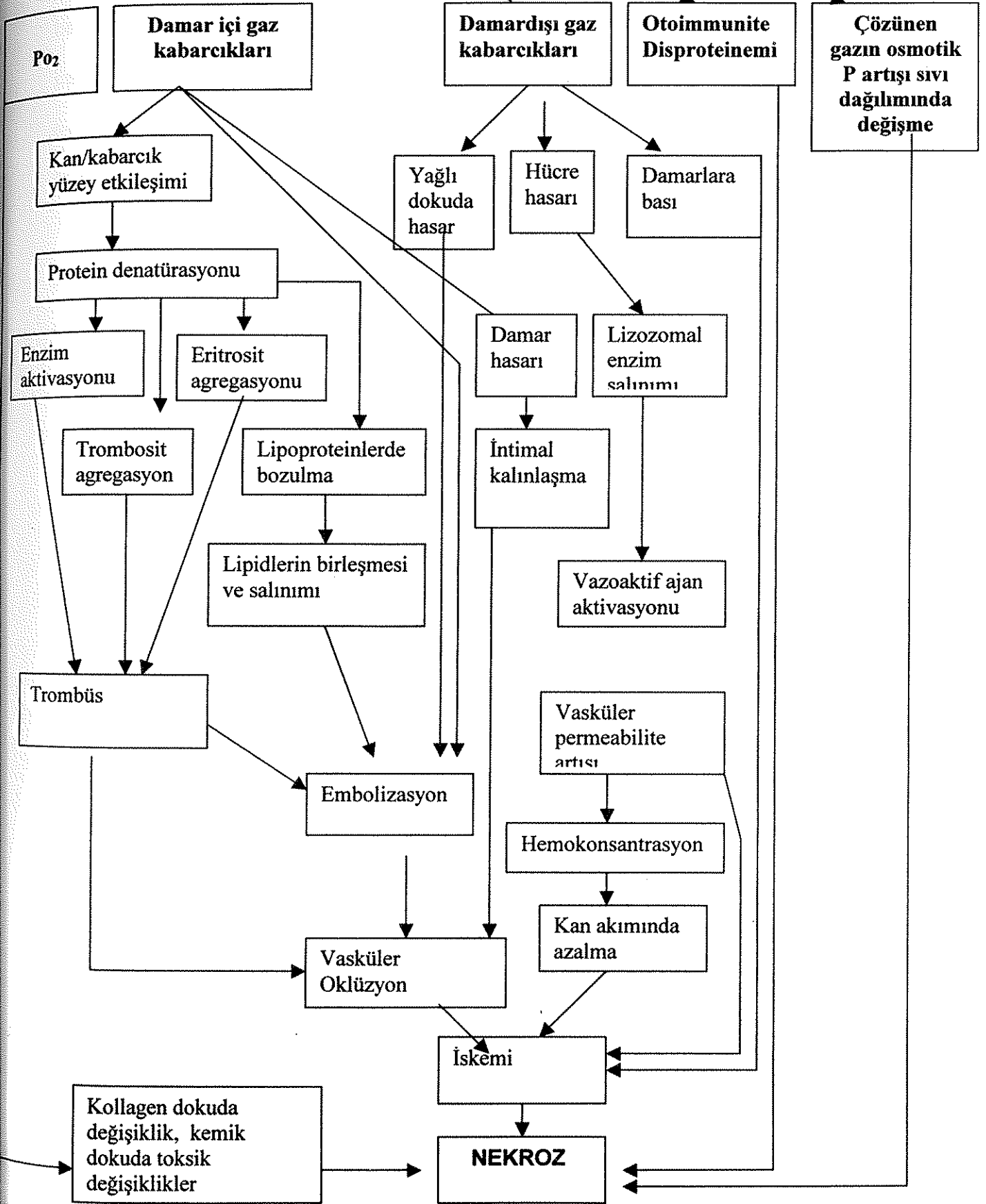
2.5 ETİYOPATOGENEZ:

DON' un etiopatogenezini, yapılan birçok araştırma ve hayvan deneylerine rağmen kesin olarak aydınlatılamamıştır. Şekil 2 ve 3 de ileri sürülen etiolojik faktörler ve patojenik mekanizmalar görülmektedir. İlk olarak 1911-12 yıllarında Bornstein ve Plate, kan dolaşımının zayıf olduğu uzun kemiklerin uçlarında oluşan gaz kabarcıklarının kemik nekrozuna neden olduğu hipotezini ortaya atmıştır (7).



Şekil 2 : Disbarik osteonekroz patogenezi (Kawashima ve ark.) (4)

KOMPRESYON-DEKOMPRESYON



Şekil 3: DON önerilen etiyolojik faktörler ve patojenetik mekanizmalar (Chryssanthou) (54)

Travmatik olmayan osteonekrosiste çok yaygın patofizyolojik olay, intravasküler kaagülasyon ve mikrosirküler trombosistir. Mikrosirkülasyonun trombotik oklüzyonu herediter trombofili, yetersiz fibrinoliz, antifosfolipid antikolları veya hiperlipidemiye bağlı hiperkoagülasyonla ilgilidir. Factor V (Leiden), protrombin G20210A ve hiperhomosistinemia mutasyonları tromboza yol açabilirler ve tromboza eğilimli hastalarda genel nüfustan 4 kat daha fazla görülürler (55).

Wheless, Lins, Urbaniak, Knelson (1997) anjiyografik olarak 99 kalça osteonekroz olgusunun 93 ünde (% 94) damar anomalileri tespit etmişlerdir. En yaygın anomali süperior kapsüler arter yokluğu veya hipoplazisidir. Kontrol grubunda damar anomali oranı % 31dir (55).

Kahlstorm ve arkadaşları 1939 yılında yaptıkları histolojik çalışmalarda, ortaya doğrudan kanıt koymasalar da, aseptik kemik nekrozunun kemik dokusunda intravasküler ve ekstravasküler alanda biriken nitrojen gazından kaynaklandığı sonucunu çıkarmışlardır. Araştırmacılar femur başında görülen değişikliklerin kalça ekleminin travmatik dislokasyonlarında, epifiz kaymalarında, femur boynu kırıklarında ya da idiyopatik kemik nekrozundaki değişikliklere benzediğini öne sürmüşlerdir. Özellikle şaft lezyonlarının sayısı ve boyutunu yorumlayan araştırmacılar nitrojen embolisi teorisini destekleyen; end-arterlerin daha sık olarak bulunduğu femur başındaki lezyon sıklığına ve besleyici arterlerin bir bölümünün blokajını düşündüren femur alt ucu, tibia ve fibulada epifiz dışında görülen lezyonlara dikkat çekmişlerdir (56, 10).

Gaz kabarcıklarıyla obstrüksiyon teorisine alternatif olarak; yağ embolisi, hemokonsantrasyon ve pıhtılaşma özelliğinin artışı, kan enzimlerindeki değişiklikler, dokuda çözünen gazların osmotik etkisi ve oksijen toksisitesi gibi teoriler de DON nedeni olarak ortaya atılmıştır.

Rozsahegy (1956) omuz ve kalça ekleminde görülen lezyonları yüksek oranda yağ içeren humerus ve femurun medullasında kan akımının bozulmasına bağlamış, bu durumun söz konusu kemiklerin proksimal özellikle ucunda geçerli olduğunu belirtmiştir. Clay 1963 yılında, yüksek basınca maruz kaldıktan sonra hızlı dekompresyon uygulanan köpeklerin pulmoner arterleri ya da arteriollerinde kemik iliği embolisi tespit etmiştir. Femoral kemik iliğinin gaz kabarcıkları ile hasar görmesi yağ embolisinin kaynağı olarak düşünülmüştür (57, 10).

Pauley ve Cockett (1970), klinikte karşılaşılan yağ embolisi ile dekompresyon hastalığı (DH) olguları arasında benzerlikler olduğunu düşünerek, gaz kabarcıklarının özellikle karaciğer olmak üzere, yağlı dokulardaki hasarı provoke ettiklerini öne sürmüşlerdir (10).

Jones (1971) kemik nekrozu oluşmasında zaman içinde tekrarlayan yağ embolilerin tek bir yağ embolisine göre, çok daha önemli olduğunu öne sürmüştür (9, 58, 10).

Kawashima ve ark. (1978) dekompresyonu takiben DON u oluşumundan sorumlu tuttukları bir hipotetik kaskat tanımladılar. 8 dalgıçtan aldıkları histopatolojik örnekleri incelediler. Kabarcık etrafında trombosit adezyonunda artışın yol açtığı intravasküler agregasyon, damar çevresindeki interstisyel dokudan yağ asitleri ve yağ salınımını

şeklinde özetlenebilecek kaskatı sorumlu tuttular. Kawashima (1993) daha sonra ki bir yayınında, N₂ kabarcıklarının yağ embolisi, endotel hasarı ve kemik kompartman sendromuna yol açarak başlattığı kaskat ile osteonekroza yol açtığını bildirdi (59, 4) .

(Şekil 2)

Antapol ve Chryssantou 5 ay süreyle aralıklarla basınçlı hava ortamına maruz bıraktığı farelerde kemik nekrozu oluşturmuşlardır. Araştırmacılar kemik nekrozunun dekompresyon hastalığından bağımsız olduğu sonucuna vararak, bozulan immunitenin kemiklerdeki değişikliğin temeli olduğunu önermiştir. Wünsche ve Scheele 13 Atmosfer absolut (ATA) basınca maruz bıraktıkları albino ratların ekstremitelerinde, birer saatlik kompresyonları takiben kistik değişiklikler oluşturmuştur. Cox tavşanların alt ekstremitelerinde embolik arteriyel tıkanmaları simüle etmek için çapları 120 µ dan daha küçük radyopak cam partikülleri kullanarak yaptığı çalışmada, femur başı ve shaftında lezyon oluştururken femur alt ucunda değişiklik saptanmamıştır (60,61,62,63,64).

Reeves Phemister köpeklerde yaptığı kompresyon-dekompresyon deneylerinde arteriyel gaz embolisini indükleyerek kemik nekrozu oluşturamamasını kemik nekrozunun intravasküler gaz embolisinden çok, ekstravasküler gaz salınımından kaynaklandığının kanıtı olarak yorumlamıştır (65).

Wünsche ve Scheele'nin 37 domuz (miniature swine) üzerinde 6 ATA 'ya kompresyonlar uygulayarak yaptığı çalışmada, hayvanların % 29'unda kistik ve fibrotik değişiklikler tespit edilirken kontrol grubundaki 6 hayvanın hiç birinde bulguya rastlanmamıştır. Ortaya çıkan değişiklikler histolojik olarak kemik nekrozu, pseudokist

oluşumu, skleroz, periost kalınlaşması ve yeni kemik oluşumu olarak tanımlanmıştır (10).

Smith (1976) yılında trombosit ve fibrinojen ömrünün kıaldığını ve trombosit oluşumun inhibe edildiğini bildirmiştir. Kabarcık oluşumuyla birlikte hematolojik değişikliklerin de oluştuğu belirtilmiş, kemikte endotel hasarından dolayı hemorajiler meydana geldiği öne sürülmüştür (66,67).

Weatherley'in yaptığı bir başka çalışmada iki gruba ayrılan domuzların bir grubunda kompresyon-dekompresyonla kabarcık oluşumu indüklenerek, diğer grupta ise küçük cam partikülleri injekte edilerek kemik nekrozu oluşturulmuştur. Bir başka grupta da tünel inşaatlarında kullanılan tablolara göre yapılan kompresyon-dekompresyonlarla femur shaftında lezyon oluşturulmuştur. Araştırmacılar lezyonların karakterinin izlenen yöntemle bağlı olduğunu ve domuzlarda yapılan çalışmalarda insanların kullandığı dalış tabloları gibi tabloların kullanılması gerektiğini önermişlerdir (68).

Lanphier (1991) kemik nekrozu için iyi bir model olarak nitelendirdiği koyunlar üzerinde yaptığı gözlemlere dayanarak dekompresyon hastalığı ile kemik nekrozu arasında ilişki kurmuştur. Araştırmacı hem dekompresyon hastalığının, hem de kemik nekrozunun kabarcık oluşmasıyla artan intramedüller basınçtan kaynaklandığı sonucunu çıkarmıştır (10).

Lehner ve ark. (1997) erişkin koyunları 2 ay boyunca 12-24 saatlik periyotlarla basınçlı havaya (2.6-2.9 ATA) maruz bırakmıştır. Tüm koyunlarda DH ile uzun kemiklerde kemik nekrozu oluşmuştur. Araştırmacılar DON u dekompresyona bağlı

olarak oluşan N₂ kabarcık oluşumunun yolaçtığı artmış intramedüller basınca bağlı kemik kompartman sendromu olarak tanımlamışlardır (69) .

Philip ve arkadaşları (1971) ratlarda oluşturulan ciddi dekompresyon hastalığına, küçük akciğer damarlarında mikrotrombüs ve eritrosit agregatları oluşumunun eşlik ettiğini göstermiştir. Araştırmacılar intravasküler gaz kabarcığı oluşumunun dissemine intravasküler kaogülasyon (DIC)'a benzer bir sendroma yol açtığını öngörmüşlerdir. Hava embolisi varlığında trombüs oluşabilir. Trombosit agregasyonunu arttırdığı bilinen serotonin ve adenosin difosfat (ADP), hava injekte edilmiş tavşanlarda yaşam süresini anlamlı ölçüde kısaltmış ve trombositopeniyi arttırmıştır. Martin 1973 yılında güvenli bir dalıştan 3 gün sonra trombosit sayısında düşme, kreatin fosfokinaz (CPK) düzeyinde artış tarif etmiş, ancak kanın pıhtılaşma özelliğinde bir değişiklik gözlenmemiştir (10).

Pimlott ve ark . yaptıkları çalışmalarda basınç altında ve basınçtan sonra kan elementlerinin, özellikle nötrofillerin bükülgenliğinde azalma, kanın filtreden geçişinde yavaşlama bildirmişlerdir. Beyaz kan hücrelerinin filtrelerden geçişindeki değişiklikleri süzülme indeksi (Index of Filtration, IF) olarak tanımlamışlardır. IF artması ile süzülme hızında azalmayı ifade etmişlerdir. IF artmasıyla, primer ve sekonder venüllerde hücre adezyonunda artma, staz, lökoagregatların oluşumunu göstermişlerdir. Yazarlar değişen nötrofil fonksiyonunun, retinel hasar, kemiğin aseptik nekrozu, dekomprasyonla ilişkili merkezi sinir sisteminde değişikliklerinden sorumlu olduğunu belirtmişlerdir (70,71,72,).

Etiyopatogeneziyle ilgili bir diğerk teori de gasların indüklediği osmosis teorisidir. Harrelson ve Hills'in (1970) köpekler üzerinde ki çalışmasında dalışın kompresyon fazında medulla içi basınçta belirgin düşme, dekompresyon fazında ise belirgin yükselme gözlenmiş ve buna dayanarak osteonekrozun dekompresyondan ziyade kompresyon sırasında oluşabileceği belirtilmiştir. Hills, yüksek basınca maruz kalmış dokulardaki gazın osmotik etkisi ile vücutta sıvı dağılımının değiştirdini deneysel çalışmalarıyla göstermiştir. Mesane ve periton boşluğunda sıvının gaz konsantrasyonu yüksek tarafa doğru hareket ettiği in vitro saptanmıştır. Nitrojenin de dokularda osmotik basıncı arttırmak suretiyle, kemik nekrozunun oluş mekanizmasında önemi olabileceği ileri sürülmektedir (73,71,10).

Hills 1977 yılında, iskemi nedeniyle kemik ölümü gelişmesi için 10-12 saat gibi bir süre geçmesi gerektiğine işaret ederek kemik kan akımındaki geçici değişmeler ile kompresyon ve dekompresyonla değişen intramedüller basınç değişikliklerinin elenmesi gerektiğini belirtmiştir. Araştırmacı kollojenin oksidasyonu, herhangi bir nedenle karbondioksit ve pH artışı gibi diğerk muhtemel faktörlerden bahsetmiştir (10).

Hutter (2000) hızlı kompresyonun venöz drenajı engelleyerek intramedüller venöz staz, iskemi ve kemik nekrozuna sebep olduğunu bildirmiştir (75).

DON lezyonlarının patogeneziinde yüksek çevre basıncıyla artan parsiyel oksijen basıncının da rolü olabileceği öne sürülmüştür. Hiperoksiye maruz kalan dalgıçlarda ve basınçlı tünel işçilerinde, in vitro deneylerde gözlenen biçimde kollojen doku değişiklikleri meydana gelebileceği belirtilmiştir. (76,54).

DON oluşturulan bazı hayvanlarda amiloidoz, gecikmiş membranöz glomerulonefrit ve kemik lezyonlarında latent dönem gözlenmesine dayanılarak immünite ve disproteinemi de suçlanmıştır (54).

2.6 KORUNMA VE TEDAVİ

Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel (1981) raporunda tüm ticari dalıcılara yıllık radyolojik taramalar önermiştir. Yıllık kontrolü 30 metreden derine dalmayan ve basınçlı havaya 4 saatten fazla maruz kalmayan sadece basınçlı hava ile dalan dalıcılar için önermemiştir. Yine sadece basınçlı hava ile dalan, 50 metreyi aşmayan 4 saatten fazla basınçlı havaya maruz kalmayan dalıcılara 3 yılda bir yapılacak kontrolleri yeterli olarak ifade etmiştir (11).

MRC Decompression Sickness Panel'in bu önerilerine karşın son yıllarda DON kontrollerinin 15 metreden derine sık dalış yapan tüm dalıcılarda uygulanması önerilmiştir (4, 46).

Erken tanı esastır, 15 metreden daha derine sık dalış yapan tüm profesyonel dalgıçlara şu incelemelerin yapılmalıdır:

- Temel direkt radyografik değerlendirme
- Direkt radyografide şüpheli bulgular veya lezyonda ilerleme varlığında BT veya MRG ile ileri inceleme
- Basınca maruz kaldıktan sonra herhangi minör artralji veya bursit için kemik sintigrafisi ile değerlendirme
- Dekompresyon hastalığından sonra direkt radyografi ve bir iki hafta içinde ve altıncı ayda kemik sintigrafisi
- MRG radyografi yerine düşünülebilir
- Risk gruplarında periyodik MRG

İzlemde radyasyon içermemesi nedeniyle MRG tercih edilmelidir. DON dekompresyon tablolarını uygulayan ve sadece basınçlı hava ile 50 metreden sığ

dalış yapan amatör scuba dalıcılarda oldukça seyrekdir. Bu grupta, özel bir durum olmadıkça seri radyolojik ölçümler gerekli değildir (4).

B tipi lezyonla karşılaşıldığında ne yapılacağına kolay karar verilemeyebilir. Ohta ve Matsunaga 4 olguda B tipi lezyonların A tipi lezyonlara ilerlediklerini bildirdiler. Eğer B tipi lezyonun dekompresyon tablosuna uyulmayan dalışlarla provoke olduğu düşünülüyorsa, gelecekte de izlenmelidir. Eğer dalıcı normal dekompresyon tablolarına bağlıysa dalıcının DON a özellikle yatkın olduğu kabul edilmelidir. Bu durumda dalış sığ derinliklerle sınırlanır. Genel olarak deneysel, helyum dalışı gibi dekompresyon gerektiren dalışlardan kaçınılması kabul edilen bir görüştür. Koruma açısından şüpheli olgular, açıkça aksi ortaya konulana kadar, pozitif kabul edilmelidir (46,4).

Lehner deneysel olarak kalçalarında DH oluşturulmuş koyunlarda erken rekompresyon ile DON gelişimi engellendiğini bildirmiştir. Bu bulgu dekompresyon hastalığı geçiren tüm olguların klinik rekompresyonunun uzun dönemli hasarları azaltmakta değerli olduğunu düşündürmektedir (4).

Juksta artiküler lezyon varlığında kompresyona maruz kalma engellenmeli, eklemlerde istenmeyen strese yol açacağından ağır iş ve sportif aktiviteye izin verilmemelidir. Eğer dalıcı kendini 12 metre ile sınırlayabiliyor ve işi yoğun fiziksel stres içermiyorsa dalıcıya toleranslı olunabilir (4).

Disbarik osteonekrozun şaft lezyonları herhangi bir şikayete ve sakatlığa neden olmadığından tedavi gerektirmezler. Buna karşılık A tipi lezyonlarda tedavi seçimi güçtür. Bir eklem bölgesindeki hasarın tedavisinde temel prensip, eklem yüzeyinde henüz çökme oluşmadan, ağırlık binen eklemi alttaki kemik dokunun iyileşmesine şans tanıyacak şekilde rahatlatmaktır. Bu ise aylar sürececek bir istirahat demektir. Birçok olguda juksta-artiküler lezyonların iyileşme sürecinin durmuş olduğu, geride uzun süren istirahatla bile asla revaskülerizasyonu mümkün olmayan avasküler bir bölge kaldığı gözlenmiştir. Dolayısıyla konservatif tedavi genel olarak tatminkar olmamaktadır.

Neubauer MRG ile takip ettiği bir olguda hiperbarik oksijen tedavisi ile iyileşme bildirilmiştir. Vezzani ve ark. 35 femur başı nekrozunda hiperbarik oksijen tedavisi uygulamış, Ficat II evredeki olgularda daha iyi olmak üzere, sonuçları anlamlı olarak bildirmişlerdir. Aseptik kemik nekrozlu olgular hiperbarik oksijen tedavisinin kesin endikasyonları arasına alınmamış olsa da, bu olguların tedavisinde hiperbarik oksijen giderek artan sıklıklarda kullanılmaktadır. Kliniğimizde idiopatik aseptik osteonekroz tanısı almış bir olgu başarıyla tedavi edilmiş, amatör dalgıç olan bir diğer olgu cerrahi ile birlikte hiperbarik oksijen tedavisi kullanılarak tedavi edilmiştir (77,78).

Hasarın ortopedik cerrahi tedavisinde, ilerlemiş A tipi lezyonlarda femur başından nekrotik kemik dokusu çıkarılarak yerine revaskülerizasyonu sağlamak amacıyla ileumdan veya fibuladan alınan kemik grefti konulması denenmişse de sonuçlar başarılı değildir. Femur başına uygulanan osteotomi ağrıyı bir süre azaltabilmekte, ancak hareket kısıtlılığına neden olmaktadır.

Femurda ciddi JA lezyonları olan dalgıçlarda sonuçta protez uygulaması gerekmektedir. Bu yöntemin başarı oranı yüksektir. Ancak kilolu ve ağır iş yapanlarda protezin ömrü fazla uzun değildir. Humerus başına uygulanan protezler başarılı olmakla birlikte, uzun dönemde osteoartrit ve hareket kısıtlılığı gelişebilmektedir.

3 MATERYAL ve METOD

Bu çalışmaya kaynaklık eden veriler İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalına 1 Mart 2003 ile 9 Nisan 2003 tarihleri arasında gönüllü olarak çalışmamıza katılmak istediğini bildiren rehber ve eğitmen balıkadamlardan elde edilmiştir.

Gönüllü deneklerde profesyonel balıkadam olarak sanayi veya ticari amaçlı çalışmama, toplam dalış sayısının en az 500 olması, başka bir sebeple osteonekroz tanısı almamış olma şartları aranmıştır. Çalışmadan önce çalışmayla ilgili tanımlayıcı bilgiler verilmiş, kendi rızaları ile gönüllü olduklarına dair rıza olur belgesi okutularak imzalatılmış ve etik kurul kararı alınmıştır.

Başvuran 64 dalgıçtan 4 sı profesyonel dalış yaptıkları için, 2 si dalış sayıları yeterli olmadığı için çalışmaya alınmadılar. Çalışmaya toplam 58 dalgıç kabul edildi. Bunların 10 u (% 17,24) daha önce DON taramasından geçmişlerdi. Bu deneklerin tamamı herhangi bir DON lezyonuna rastlanmadığını ifade ettiler. Deneklerin tamamında direkt radyografi, kan ve idrar incelemeleri ile DON taraması yapılmıştır. Radyografi çekimleri özel bir radyoloji merkezinde, idrar ve kan incelemeleri ise İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı laboratuvarında yapılmıştır. Her dalgıç için ayrı ayrı doldurulan anket formunda dalgıcın tıbbi geçmişi, dalış deneyimleri ve özellikleri sorgulanmıştır (EK 1). Diğer osteonekroz nedenlerinin ayırtedilmesi için kan biyokimyası, tam kan sayımı, eritrosit sedimentasyon hızı, kanama zamanı, pıhtılaşma zamanı ve tam idrar tahlili yapılmıştır (Tablo 7,8).

Tablo 7: İdrar örneklerinde yapılan incelemeler

- Lökosit, eritrosit
- Renk, görünüm
- Keton, glukoz
- PH, dansite
- Ürobilinojen, bilirubin
- Protein, nitrit

Tablo 8: Kan örneklerinde yapılan incelemeler

- Tam kan sayımı, Sedimentasyon
- SGOT, SGPT
- Kanama-pıhtılaşma zamanı
- Trigliserit, Total kolesterol, HDL, LDL
- Ürik asit, Alkalen fosfataz, kan şekeri
- Üre, kreatinin

Radyografik inceleme "British MRC Decompression Sickness Panel" önerilerine uygun olarak yapılmıştır. Her bir dalgıç için omuz ön-arka, kalça ön-arka, diz bölgesi ön-arka, diz bölgesi lateral grafileri olmak üzere toplam 8 grafi çekilmiştir. Her grafi ayrı ayrı çekilmiştir. Grafileri çekilen bölgeler, radyografinin özellikleri Tablo 9 ve Şekil 1 de görülmektedir. İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalında çalışmaya alınan 58 dalgıç için toplam 464 grafi çekilmiştir.

Tablo 9: Grafilerin ebat, odaklama, pozisyonları. "British MRC Decompression Sickness Panel" esas alınmıştır.

	Ebat	Odaklama	Pozisyon
Omuz (humerus baş boyun ve şaftın 1/3 proksimali)	24 cm x 30 cm	Humerus başına	Kol supin pozisyonda 10° abduksiyonda
Kalça (femur baş, boyun ve şaftın 1/3 proksimali)	24 cm x 30 cm	Femur başına	Supin pozisyonda ayak tabanı dik açı yapmalı
Diz-AP (femur 2/3 distal ve tibia 1/3 proksimali)	40 cm x 15 cm	Patella üst sınırına	Her iki bacak ekstansiyonda
Diz-lateral (femur 2/3 distal ve tibia 1/3 proksimali)	40 cm x 30 cm	Patella üst sınırına	Diz fleksiyonda

Radyografik değerlendirme değişik zamanlarda yapılan 3 ayrı değerlendirmeden oluşmuştur. İlk değerlendirmede normal grafilere elenmiştir. Sonraki

değerlendirilmelerde varyasyon veya DON olduğu düşünülen grafler incelenerek saptanan lezyonlar sınıflandırılmıştır. Şüpheli durumlarda (2 olgu) MRG istenmiştir.

Elde edilen bulgular değerlendirilerek rehber ve eğitimci balıkadamlarda DON prevalansı hesaplanmıştır. Dalgıçlar anketlerden elde edilen bilgilere göre dekompresyon hastalığı geçiren ve geçirmeyenler, yaşları 45 ve altında olanlar ile 45 dan fazla olanlar, dalgıçlıkta geçirdiği süre 10 yıl ve altında olanlar ile 10 yılın üzerinde olanlar, daldıkları maksimum derinlik 70 metre altında olanlar ile 70 metre ve üzerinde olanlar, toplam dalış sayısı 2500 ve altında olanlar ile 2500 üzerinde olanlar, ortalama dalış derinliği sıg (30 metre ve altında) ve derin olanlar (30 metre üzerinde) şeklinde gruplandırılarak DON ile dekompresyon hastalığı, yaş, dalgıçlık süresi, dalınan maksimum derinlik, toplam dalış sayısı, dalınan ortalama derinlik arasında istatistiki olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı araştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirme için X^2 testi kullanılmış ve hesaplamalar SPSS for windows 11.0 programı ile yapılmıştır. Anlamlılıklar p değerleri üzerinden gösterilmiştir.

Çalışma süresince ve sonunda elde edilen bulgulardan DON ile ilgili olsun olmasın dalgıçlar haberdar edilmiş, gerekli önerilerde bulunulmuştur.

4 BULGULAR

Çalışmaya 58 eğitmen ve rehber dalgıç kabul edildi. 2 dalgıcın grafilерinin değerlendirmeye elverişsiz olması nedeniyle çalışmadan çıkarılmasıyla çalışma grubu 56 dalgıç olarak gerçekleşti. Kadın dalgıç sayısı 8, erkek dalgıç sayısı 48 di. Yaş ortalaması 37.41 yıl (± 9.96), dalgıçlık sürelerinin ortalaması 13,17 yıl ($\pm 7,96$), bulundu. Dalgıçların maksimum dalış derinliklerinin ortalaması 70,78 m ($\pm 14,07$), ortalama dalış derinliği m 24,71 ($\pm 6,77$) olarak hesaplandı. Günlük dalış sayısı 4- 6 olarak bulunmuştur.

Deneklerde diğer aseptik nekroz nedenleri aranmış ve saptanmamıştır. Deneklerde ürik asit (ortalama 7,11 mg/dl), total kolesterol (222,23 mg/dl), TK/HDL kolesterol (4,33) değerleri genel olarak yüksek bulunmuştur.

Dalışlarda uygulanan dekompresyon için dalgıçlar dalış bilgisayarı kullanmaktadırlar . Kullanılan bilgisayarlar Buhlmann dekompresyon tablolarını esas alan bilgisayarlardır. Yalnızca iki dalgıç dalış bilgisayarı kullanmadığını, US Navy dekompresyon tablosunu kullandığını ifade etti. Dalgıçlar dekompresyon kurallarına uyduklarını belirtmişlerdir. Alkol kullanan dalgıç sayısı 49 dur (% 87,5). Hiç alkol kullanmayan dalgıç sayısı 7(%12,5), yüksek miktarda alkol ($57,91 \pm 29$ cl/hafta) kullanan dalgıç sayısı 8 (% 14,2) olarak bulunmuştur. DH geçiren dalgıç sayısı 6 (% 10,71)dir. Bunların tamamı Tip I DH dir.

İncelenen 56 dalgıca toplam 448 radyografi çekildi. 21 grafide DON lezyonu tespit edildi (% 4,68). A tipi lezyon 1 tane (% 5,55) B tipi lezyon 17 (% 94,44) olarak

saptandı. 2 dalgıçta, birinde sağ omuz ve sağ kalça ekleminde, diğerinde sadece sağ kalça ekleminde, toplam 3 grafide şüpheli juksta artiküler lezyon düşünülerek MRG uygulandı. MRG sonucunda şüpheli görüntülerin DON ile ilgisi olmadığı anlaşıldı.

Çalışmaya alınan 56 dalgıcın 14 ünde lezyon saptandı. DON prevalansı % 25 olarak hesaplandı. Bu dalgıçlarda saptanan lezyon sayısı 18 olarak bulundu. 12 dalgıçta tek bir B lezyonu , 1 dalgıçta iki B lezyonu, 1 dalgıçta üç B ve bir A1 lezyonu saptandı. DON lezyonlarının çoğu B tipi lezyonlardır (%94,4). B1 lezyonu 7, B2 lezyonu 4, B3 lezyonu 6 olarak dağılım gösterdiler.

18 lezyon lokalizasyonlarına göre sınıflandırıldıklarında humerusta A1 lezyonu dahil 6, femur proksimalinde 6, femur distalinde 2, tibiada 4 lezyon tespit edildi. Lezyonların lokalizasyona göre dağılımları Tablo 10 da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 10: DON lezyonlarının lokalizasyonlarına ve tiplerine göre dağılımı

	Humerus	Femur 1/3 proksimali	Femur 2/3 distali	Tibia 1/3 proksimali	Toplam	Oran
A1	1				1	% 5,5
B1	2	2	2	1	7	% 38,8
B2	1			3	4	% 22,2
B3	2	4			6	% 33,3
Toplam	6	6	2	4	18	% 100
Oran	% 33,3	% 33,3	% 11,1	% 22,2	% 100	

DON ile dalgıçların yaşı, dalgıçlık süresi, maksimum dalış derinliği, ortalama dalış derinliği, daha önce DON taramasından geçmiş olma, DH hastalığı ve biyokimyasal veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olup olmadığı kıkare testleri

kullanılarak araştırıldı. Yaş ile DON lezyonları arasında anlamlı ilişki saptanmıştır ($p<0,05$). Dalgıçlar 45 yaş altı ve üstü olarak gruplandırıldığında anlamlılık artmıştır ($p<0,001$). Sonuçlar Tablo 11de sunulmuştur.

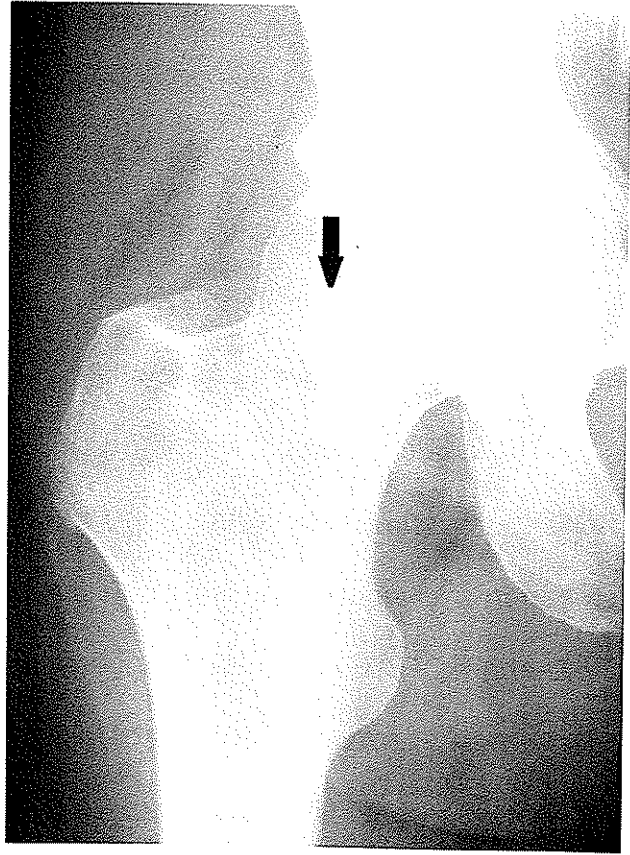
Tablo11: DON ile ilişkisi araştırılan gruplar ve elde edilen sonuçlar

	YAŞ		DALGIÇLIK SÜRESİ		MAKSİMUM DALIŞ DERİNLİĞİ		TOPLAM DALIŞ SAYISI		DEKOMPRESYON HASTALIĞI	
	≤45	>45	≤10 yıl	>10 yıl	<70 m	≥70 m	≤2500	>2500	-	+
Dalgıç sayısı	44	12	25	31	29	27	37	19	50	6
DON lu dalgıç sayısı	6	8	5	9	5	9	9	5	12	2
DON oranı (%)	%13, %66,6		%20	%29	%17,2	%33,3	%24,3	%26,3	%24	%33,3
DON ile ilişki	P=0,000 P<0,001		P=0,438 P>0,05		P=0,165 P>0,05		P=0,871 P>0,05		P=0,633 P>0,05	

Çalışmamızda tespit edilen DON lezyonlarından örnekler



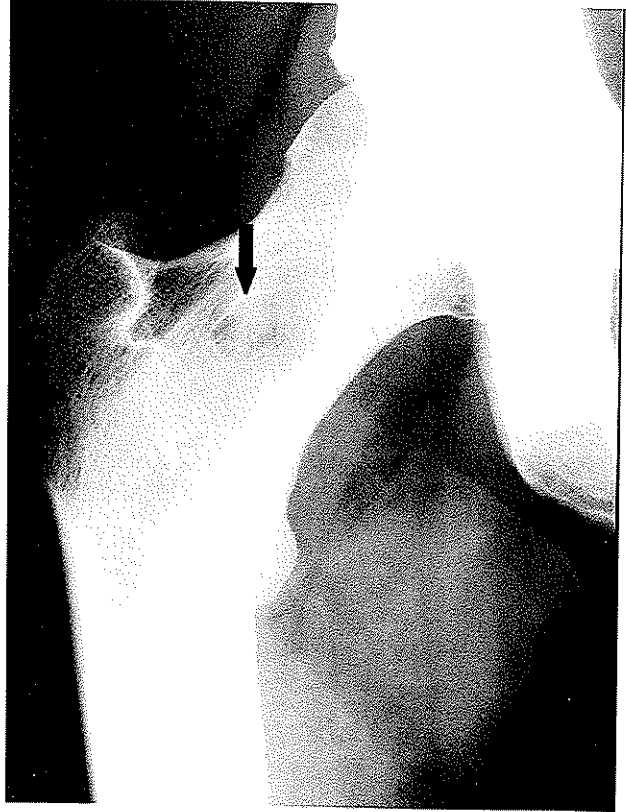
Şekil 11: A1 lezyonu, sağlam eklem yüzeyine komşu yoğunluğu artmış bölge.



Şekil 12: B1 lezyonu, sağ femurda yoğunluğu artmış bölge.



Şekil 13: B2 lezyonu, sağ tibiada düzensiz kalsifiye bölgeler.



Şekil 14: B3 lezyonu, transradyant ve kistik bölgeler. Sağ femurda kistik görünüm.

5 TARTIŞMA

DON ile ilgili epidemiyolojik çalışmalar 1960 lı yıllardan sonra yoğunlaşmıştır. Elde edilen prevalans sonuçları % 85,7 ile % 0 arasında değişmektedir (Tablo3). Üzerinde çalışılan gruplar tünel işçileri, ticari dalgıçlar, balıkçı dalgıçlar, salyangoz dalgıçları, donanma dalgıçları olarak sınıflanmaktadır. En yüksek prevalans oranları profesyonel dalgıçlardan elde edilmiştir. 1985 yılında M. Çimşit ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada süngerçi dalgıçlar taranmış ve % 85,7 sonucu elde edilmiştir. Yine ülkemizde 1996 yılında Toklu tarafından süngerçi dalgıçlarda yapılan taramada DON prevalansı % 70,6 olarak bulunmuştur. En düşük çalışma sonuçları donanma dalgıçlarından elde edilmiştir. Yıldız ve arkadaşları tarafından 2002 yılında Türk donanma eğitmen dalgıçlarında yapılan çalışmada DON prevalansı % 0 olarak bulunmuştur. Yine Sipinen ve ark. (2000) tarafından Finlandiya donanma dalgıçlarında yapılan MRG taramasında DON prevalansı % 0 olarak bulunmuştur. Donanma dalgıçlarında bulunan değerler %0-5 arasında iken Tetzlaff ve ark. tarafından 2000 yılında Alman donanma dalgıçlarında yapılan çalışmada % 31,1 ile bu gruptaki en yüksek sonuç elde edilmiştir. Belirtilen prevalanslar incelendiğinde düşük oranların daha çok donanma dalgıçları üzerinde yapılan çalışmalardan elde edildiği, yüksek oranların ise tünel işçileri ve profesyonel dalgıçların ele alındığı çalışmalarda tespit edildiği görülmektedir. Yüksek prevalans veren dalgıç popülasyonlarının Japonya, Singapur, Hawaii, Yunanistan ve Türkiye'de geleneksel yöntemlerle dalan balıkçı-süngerçi-ticari dalgıçlar olması dikkat çekicidir. Donanma dalgıçlarının profesyonel dalgıçların aksine disiplinli bir dalış eğitiminden geçtikleri düşünüldüğünde, DON prevalansının dalış profili ile ilişkili olduğu açıkça görülmektedir. Çalışmamızda elde edilen prevalans oranını (% 25), daha önce sivil

eğitmen ve rehber balıkadamlara yönelik kapsamlı bir çalışma yapılmamış olması nedeniyle, diğer gruplardan elde edilen sonuçlarla karşılaştırmak gctr. Eğitmen ve rehber balıkadamların dalış kuralları konusunda yeterli bilgiye sahip oldukları düşünülünce elde sonuçlar beklenenin çok üzerindedir. Serbest eğitmen ve rehber balıkadamların dalış disiplinine yeteri kadar uymaması yada eğitim sırasında karşılaşılan dalış sorunları nedeniyle uyamaması bu çalışmanın askeri eğitmenlerde karşılaşılan düşük DON prevalans değerlerinden farklı çıkan sonucunu açıklayabilir (1,3,39,37,38) .

Çalışmamızda tespit edilen lezyonların biri hariç tamamı B tipi lezyonlardır (% 94,4). Lezyonların lokalizasyonlara göre sınıflandırıldığında humerusta 6 lezyon, femur proksimalinde 6 lezyon, femur distalinde 2 lezyon ve tibia proksimalinde 4 lezyon saptandı. Lezyonların humerus ve femur proksimalinde eşit miktarda ve en sık yerleştiği görüldü. Bu bulgular literatür ile uyumlu bulunmuştur. McCallum daha çok humerus tutulumundan bahsederken, Ohta ve Matsunaga ise daha çok femur proksimalinde yerleşimden söz etmektedirler. JA artiküler lezyonların ise humerusta ön planda yerleştiği aynı yayınlarda bildirilmiştir. Çalışmamızdaki tek JA lezyon humerusta tespit edilmiştir (2,1,11,13,25,35).

imşit süngercilerde (1985) A tipi lezyonları %16, B tipi lezyonları % 84, salyangozcularda (1990) A tipi lezyonları % 18.6, B tipi lezyonları % 81,4, Toklu süngercilerde (1996) A tipi lezyonları % 36,3 ve B tipi lezyonları % 63,5 oranlarında bulunmuşlardır. Çalışmamızda A tipi lezyonlar % 5,55, B tipi lezyonlar %94,44 oranında bulundu. Eğitmen ve rehber balıkadamlarda elde ettiğimiz genel DON oranı % 25

yüksek bir oran ise de A tipi lezyonlar B tipi lezyonlara göre belirgin olarak düşük değerlerde ortaya çıkmıştır (1,2,3,79).

DH ile DON arasında ilişki tartışmalı bir konudur. Mevcut çalışmalar DH ile DON arasında anlamlı bir ilişki vardır tezini desteklememektedir. DH geçiren birçok kişide DON gelişmezken, DH geçirmeyen pekçok dalgıçta DON lezyonları ortaya çıkmaktadır. Bornstein ve Plate Hamburg' daki Elbe Tüneli'nde çalışan 500 basınçlı tünel işçisinin üçünde tanımladığı DON olgularının hepsinde bir veya birkaç kez DH geçirilmiş olduğu bildirmiştir. Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel'in yayınladığı raporda İngiltere'deki ticari dalgıçlarda DON prevalansı % 4,5, DH prevalansı % 31,2 olarak belirtilmiştir. Ohta ve arkadaşlarının çalışma gurubunda ise DON prevalansı %69,3 DH prevalansı % 83,5 bulunmuştur. Yangsheng ve arkadaşlarının 171 dalgıç üzerinde yaptığı bir çalışmada DH geçiren 90 dalgıcın 33ünde DON tespit edilerek aralarındaki ilişki anlamlı bulunmuştur. Aynı çalışmada dalış derinliği ve dalgıçlıkta geçen süre ile de DON un ilişkili olduğu belirtilmiştir. Çimşit ve arkadaşlarının Türk sünger dalgıçları üzerinde yaptıkları araştırmada ise DH geçirmiş olan 15 dalgıçtan sadece 5 inde DON lezyonu tespit edilmiştir. Toklu'nun yaptığı çalışmada DON prevalansı % 70,6, DH prevalansı % 74,5 olarak bulunmuştur. DH geçirenlerde DON prevalansı % 71, DH geçirmeyenlerde % 69 bulunarak arada anlamlı bir fark elde edilememiştir. Çalışmamıza katılan 56 dalgıcın 6 sında tip I DH tespit edildi. Bunlardan 2 dalgıçta DON saptanırken, 4 dalgıçta DON saptanmadı. DH ile DON arasında anlamlı bir ilişki tespit edilemedi. Bu sonuç literatür ile uyumludur (7, 9, 11, 1, 35, 10).

Yaş gurupları ile DON arasında ilişki, 1981 yılında Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel de yayınlanan raporda tartışılarak anlamlı bir ilişki bulunmadığı ifade edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuç bu verilerle çelişmektedir. Çalışmamıza katılan 56 dalgıcın yaş ortalaması 37,41 yıl ($\pm 9,11$), lezyon saptanan 14 dalgıcın yaş ortalaması 42,64 yıl ($\pm 10,90$), ve lezyon saptanmayan 42 dalgıcın yaş ortalaması 35,66 yıl ($\pm 9,11$) bulunmuştur. Yaş ile lezyon varlığı arasında ilişki anlamlı bulunmuştur. Dalgıçlar 45 yaş altı ve 45 yaş üstü olarak sınıflandıklarında anlamlılık daha da artmaktadır ($p < 0,001$). Dalgıç yaşıyla DON lezyonları arasındaki ilişki yaşlı dalgıçların daha çok dalış yapmasıyla açıklanmaktadır. Bu nedenle dalgıçların toplam dalış sayıları ve dalgıçlık süreleri ile DON arasında ilişki ayrıca araştırıldı. Dalgıçlık süresi ile DON lezyonları arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Ortalama dalgıçlık süresi 13,17 yıl, DON lezyonu saptanan dalgıçlarda ortalama 17,42 yıl, lezyon saptanmayan dalgıçlarda 11,76 yıl bulunmuştur. Aralarında saptanan fark istatistiksel olarak anlamlılık göstermemektedir. Toplam dalış derinliği ve ortalama dalış derinliği ile DON arasında da anlamlı bir ilişki saptanmadı (11).

Maksimum dalış derinliği ile DON lezyonları arasında ilişki olduğu yaygın olarak kabul görmektedir. Çalışmaya alınan dalgıçlarda maksimum dalış derinlikleri ortalamaları bütün dalgıçlarda 70,78 m, lezyon saptanan grupta 74,71 m, lezyon bulunmayan grupta 69,47 m bulundu. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı olarak hesaplanmadı. Bununla beraber tüm dalgıçlar en az bir kez 40 metreden derine dalış yapmışlardı. Sadece 2 dalgıç 50 metreden daha derine dalmamıştır. Bu da iki grubu maksimum dalış derinliği açısından karşılaştırmaya olanak vermemektedir. Maksimum dalış derinliği hakkında yorumda bulunabilmek için maksimum dalış

derinlikleri anlamlı olarak farklı iki grup oluşturmak gerekir. Eğitimci ve sportif dalgıçlarda gerek kendi eğitimlerinin bir zorunluluğu olması, gerek derin dalışın rehber balıkadamlığın kaçınılmaz bir parçası olması gibi nedenlerle uzun yıllar dalıp derin dalış yapmayan rehber ve eğitimci balık adam bulmak neredeyse imkansızdır (11,46,54).

Dip zamanı ile DH ve DON arasında ilişki olduğu iddia edilmiştir. Uzun dalışlar, dip zamanının uzaması durumlarında dolaşımı yavaş olan dokularda N_2 birikimine yol açmaktadır. Dekompresyon fazında dolaşımı yavaş olan dokular biriken N_2 yi yeterli hızda atamazlar. Kabarcık oluşumu ve N_2 nin yüksek intramedüller basıncı osteonekroz neden olan süreci başlatabilir (80).

Alkol ile DON arasındaki ilişki açık değildir. Alkol bağımlılığı aseptik nekroz nedenleri arasında gösterilmektedir. Matsuo yaptığı bir çalışmada 40 cl /hafta üzerinde alkol kullanımının osteonekroz riskini arttırdığını bildirmiştir. Diğer yandan alkol kullanımının DON riskini azalttığını ileri süren çalışmalarda vardır. Kang ve ark. dalıştan sonra alkol alımının DON karşı koruyucu olabileceğine dair verileri tartışmıştır. Tüm dünyada dalgıç popülasyonu içinde alkol kullanımı yaygın bir alışkanlıktır. Alkol kullanan dalgıç sayısı 49 dur (% 87,5). Hiç alkol kullanmayan dalgıç sayısı 7(%12,5), yüksek miktarda alkol ($57,91 \pm 29$ cl/hafta) kullanan dalgıç sayısı 8 (% 14,2) olarak bulunmuştur. Sadece 7 denek hiç alkol kullanmamaktadır. Yüksek miktarda alkol kullanan 8 denekten 2 tanesinde DON (% 25) saptanmıştır. Çalışmamızda alkol kullananlar ile kullanmayanlar arasında DON lezyonlarının varlığı açısından bir fark saptanmamıştır (Tablo 2,55, 81).

Ayrıntılı özgeçmiş incelenerek, biokimyasal testler, tam kan sayımı ve tam idrar tahlili yapılarak DON dışında olası osteonekroz nedenleri araştırılmıştır. Deneklerde başka bir osteonekroz nedeni saptanmamıştır. Laboratuvar sonuçları ile DON arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Deneklerde ürik asit (ortalama 7,11 mg/dl), total kolesterol (TK) (222,23 mg/dl), TK/HDL kolesterol (4,33) değerleri genel olarak yüksek bulunması dikkat çekicidir. TK değerleri 36 (% 64,28), TK/HDL değerleri 14 (% 25) dalgıçta normal değerlerin üzerindedir. Bu bulgu aterosklerotik damar hastalıkları açısından kaygı vericidir(82).

Hayvan deneylerinde elde edilen kemik nekrozları tünel işçilerinde ve dalgıçlardaki DON lezyonlarından birçok bakımdan farklılık gösterirler. Laboratuvar hayvanlarının kan dolaşım süresinin insanlara göre kısa olması ve kemik rejenerasyon hızlarının daha iyi olması bu hayvanlarda kemik lezyonu oluşturulmasını güçleştirmektedir. Elde edilen lezyonlar insanlarda gözlenen DON lezyonları ile aynı değildir. Hayvanlarda deneysel olarak uygulanan dekompresyon daha hızlı olduğundan, kemik hasarı oluşumunda insanlardakinden daha değişik bir mekanizma söz konusu olabilir. Hayvan deneylerinde DON oluşturmak için uygulanan basınçlar genellikle dalgıç ve işçilerin maruz kaldığı basınçlardan çok daha yüksektir (45).

Kemik nekrozunu açıklayan önemli sayıda görüş nitrojen embolisinin end-arterleri tıkanmaya yol açarak kemik dokuda enfarktüs oluşturduğu tezine dayanır. Kemik dokuda gerçek end-arterlerin varlığı konusundaki kanıtlar tartışmalıdır. Kemik dokusu vasküler bir yapıya sahip olmasına rağmen femur ve humerus başının kanlanması diğer kısımlara göre daha azdır. Bu durumun JA lezyonlarda meydana gelebilen yapısal bozukluklarda rolü olabileceği söylenmektedir. Ancak patogenezi

konusunda iki ayrı mekanizmanın söz konusu olduğu gösterilmedikçe, öne sürülen her teori JA lezyonların yanısıra tibia, femur ve humerus shaftı gibi vaskülerizasyonu daha iyi olan bölgelerde oluşan lezyonları da açıklamalıdır (83).

Lanphier 1991 yılında koyunlar üzerinde yaptığı çalışmada, DON ile DH arasında ilişki kurarak, her iki durumun gaz kabarcıklarının intramedüller basınç artışına neden olmasından kaynaklandığını öne sürmüştür. Her ne kadar Lehner deneysel olarak kalçalarında DH oluşturulmuş koyunlarda erken rekompresyon ile DON gelişimi engellenmediğini bildirmişse de DON un patogenezi ve epidemiyoloji konusunda yeterli bilgi olmadığından DH da kullanılan rekompresyon tedavisinin DON'u önleyip önleyemediği bilinmemektedir. Bunun ortaya konulabilmesi için DH geçiren dalgıçlarda rekompresyon tedavisi görenler ile görmeyenlerin karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır (10, 4).

DON bazı dalgıçlarda diğerlerine göre çok daha kolay ortaya çıkmaktadır. Bunda basınç dışında, dalgıca ait nedenlerin yeri olmalıdır. Özellikle koagülasyona eğilim yapan durumların son yıllarda aseptik nekrozla ilişkisinin ortaya konması, yine aseptik nekroz olgularında damar anomalilerinin çok daha sık olduğunun gösterilmesi bu durumların DON da ne derece etkili olduğu sorusunu da beraber getirmektedir. Faktör V Leiden gibi koagülasyona eğilim yapan mutasyonlar tromboza eğilim gösteren hastalarda toplumdaki 4-5 kat daha sık görülmektedir. Yine damar anomalileri, yapılan bir çalışmada aseptik nekrozlarda % 94 bulunmuşken, kontrol grubunda % 31 oranında bulunmuştur. Dalgıca ait bu faktörler DON oluşum sürecini hızlandırabilir (55).

Steroide bağlı osteonekrozda elde edilen MRG görüntülerinin DON lezyonlarına benzer olduğu, etyolojisinin yağ embolisi olduğu bildirilmiştir. Steroide bağlı osteonekrozda diz eklemi sıklıkla tutulurken DON un diz eklemine tuttuğu bildirilmemiştir. DON da diz eklemine tutulmaması açıklanmayı bekleyen sorulardandır. DH tedavisinde steroid kullanılır. Başka bir nedenle steroid alan dalgıçlarda aseptik nekroza daha sık rastlanması beklenir. Çalışmamıza katılan dalgıçlar içinde herhangi bir nedenle steroid kullanımı bildirilmedi (46,55).

DON lezyonlarını tanı ve tedavisinde direkt radyografi Röntgen'in X ışını keşfinden bęüne esas yöntem olmuştur. Tanı ve teknik metodolojisi İngiltere'de Medical Research Council Decompression Sickness Panel'de verilen kriterlere göre yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu kriterler genel bilgiler bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir. Bunun dışında da belirli ölçüde kabul gören direkt radyografi tanı ve teknikleri vardır. Farklı metodlar söz konusu olsa da lezyonların JA ve baş, boyun, şaft lezyonları olarak iki ana grupta değerlendirilmesi temel prensiptir (Tablo 4,5). Direkt radyografi ucuz ve pratik bir yöntem olmasıyla DON taramalarında yaygın olarak kullanılır. Patolojik lezyonların direkt radyografide görölmesi bazen çok uzun bir zamanı gerektirebilir. Blarcom 10 yıl basınçlı tünelde çalışan 15 işçiyi radyolojik olarak takip etmiştir. Bu işçiler çalışmayı bıraktıktan 10 yıl sonra lezyonlar tespit edilmiştir (84,46,53).

Direkt grafi şüpheli lezyonların değerlendirilmesinde her zaman yeterli olmamaktadır. Bu durumlarda MRG ve kemik dokunun sintigrafik incelenmesi gerekir. Dalgıçlarda yapılan bir çalışmada sintigrafi ile tespit edilen lezyonların sadece % 40'ı, daha sonra yapılan radyografik tetkiklerde DON lezyonu olarak doğrulanmıştır. Kendi kendine

iyileşip radyografide görüntü vermeyen lezyonlar da sintigrafide tespit edilebilmektedir. Bu sonuç sintigrafinin hassas fakat nonspesifik olduğunu göstermektedir. Macleod ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, dinamik kemik sintigrafilerinden elde edilen fonksiyonel görüntülerde (Dynamic functional isotope imaging techniques), ilerde pozitif radyografik bulgu verecek DON lezyonlarının tanımlanabildiği belirtilmektedir. Beckman ve arkadaşlarının yayınladığı bir diğer raporda ise, geçirilmiş DH'nı takiben 6 ayda bir yapılan Tc99m sintigrafisinin diagnostik ve prognostik değeri olduğu belirtilmektedir. Hayvan deneylerinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir: dekompresyondan sonra oluşturulan kemik lezyonları otopsi ile aylar sonra gösterilmesine karşın sintigrafi ile iki üç hafta sonra görüntülenebilmiştir (83,44,42,43,45,10,4).

Son yıllarda MRG yönteminde tekniğin ilerlemesi, maliyetlerin karşılanabilir olması, radyasyona maruziyetin olmaması, spesifiklik ve duyarlılığı en yüksek metod olduğunun kabul görmesiyle MRG uygulanmasında artış görülmektedir. Son yıllarda MRG yi esas alan radyografik sınıflamalar da önerilmektedir (Tablo 6). Shinodo ve arkadaşları 1997 deki bir yayınlarında 23 erkek SCUBA dalıcıda MRG ile direkt radyografi arasında korelasyon aramışlardır. MRG ile tespit ettikleri, A tipi lezyona uyan 32 (E tipi) lezyonun 16 tanesini direkt radyografide tespit edebilmişlerdir. Yine MRG de tespit ettikleri, B tipi lezyona uyan 51 lezyondan (M ve D tipi) 16 tanesini direkt radyografide tespit etmişlerdir. Her iki metod arasındaki sonuçlara yansıyan ciddi farklar düşünüldüğünde MRG nin giderek direkt radyografinin yerini alması gerektiği söylenebilir (46).

DON dalıcı ve basınçlı tünel işçilerini etkileyen bir meslek hastalığıdır. Bir çok ülkede ve ülkemizde bu grupların periyodik olarak taranması zorunludur. Ülkemizde bu periyot iki yıl olarak tanımlanmıştır. Çoğu olguda erken lezyonların tanısı ancak yıllık radyografilerin karşılaştırılması sonucu konulabilmektedir. Bu nedenle radyografilerin arşivlenmesi erken tanı açısından son derece önemlidir. Yanlış pozisyonda direkt radyografi çekimleri lezyonların kolayca atlanmasına yol açmaktadır. Grafilerin değerlendirilenler tarafından farklı zamanlarda birkaç kez okunması yorumlamadaki subjektif hataları azaltacaktır. Yorumlamada en sık karşılaşılan güçlük normal kemik yapısının bir varyantı olarak bulunabilen kistik yapılar ve kemik adacıklarının ayırımından kaynaklanmaktadır. 1977 yılında 100 donanma dalıcısında yapılan kontrollü çalışmada, basınçlı ortamda bulunmuş grupla bulunmamış grup arasında, kistik lezyon ve kemik adacıkları prevalansında farklılık tespit edilmemiştir. Araştırmada söz konusu kistik lezyonlar ve kemik adacıklarının DON'un radyolojik kanıtı olarak ele alınmaması gerektiği sonucu çıkarılmıştır. Şüpheli durumlarda yanlış pozitif ve negatif tanıdan korunmak için mutlaka MRG uygulanmalıdır. Biz çalışmamızda iki dalgıçta şüpheli A tipi lezyonla karşılaştık. Çekilen MRG de bu görüntülerin normal varyantlar olduğu anlaşıldı (46,85).

DON taramaları profesyonel dalgıçlarda zorunlu olsa da rehber ve eğitmen balıkadamlarda zorunlu değildir. Bu dalgıç gruplarına yönelik DON riskini ortaya koymak açısından yeterli sayıda çalışma da yapılmış değildir. Literatürde amatör dalgıçlarda DON lezyonları bildirilmiştir. Son yıllarda sayısı ciddi boyutlara ulaşan rehber ve eğitmen balıkadamlarda DON lezyonlarının tanınması ve taramalarının nasıl ve ne sıklıkta yapılması gerektiği yanıtlanması gereken bir sorundur. Shinodo ve arkadaşları yaptıkları çalışmada maksimum dalış derinliği ile humerus

proksimalindeki lezyonlar arasında anlamlı ilişki saptayarak 15 metre ve altına dalış yapan dalgıçların omuz eklemlerinde MRG ile DON taraması önermişlerdir. Ayrıca herhangi bir lokalizasyonda DON lezyonu saptanan dalgıçların kalça eklemlerine yönelik rutin MRG ile erken lezyonunun tanınmasına olanak sağlanacağını düşünmektedirler. Çalışmamızda elde edilen DON prevalans değerinin yüksek olması (%25) rehber ve eğitmen balıkadamlarda DON kontrollerinin periyodik olarak yapılması gerektiğini düşündürmektedir (46).

DON tedavisi diğer aseptik nekroz nedenlerinden farklılık göstermez. Hastalık tanımlandıktan sonra uygulanan tedavi yöntemleri de tatminkar değildir. Tüm bu nedenlerle DON da temel yaklaşım koruyucu hekimlik olmalıdır.

Aseptik kemik nekrozlarının tedavisinde hiperbarik oksijen tedavisi son yıllarda üzerinde çalışılan bir konudur. Özellikle femur başı aseptik nekrozunda hiperbarik oksijen tedavisiyle ilgili çok sayıda çalışma düzenlenmiştir. Elde edilen sonuçlar erken evre aseptik nekrozda HBO tedavisinin anlamlı olduğudur. HBO tedavisi diğer tedavi yöntemleriyle beraber uygulanabilen kemik dokudaki hipoksiyi gidererek kemiğin rejenerasyonuna kolaylık sağlayan bir yöntemdir. Kliniğimizde de biri amatör dalgıç olan iki femur başı aseptik nekroz olgusunda HBO tedavisi uygulanmış ve sonuçlar yüz güldürücü olmuştur (77,78).

6 SONUÇ

Çalışmamızda 56 rehber ve eğitimci balıkadından elde edilen veriler değerlendirilmiştir. İncelenen 448 direkt grafi ve 2 MRG incelenmesinde 14 dalgıca ait toplam 18 DON lezyonu tespit edildi. Elde edilen DON prevalansı % 25 dir.

Lezyonlardan 1 tanesi A tipi geriye kalan 17 tanesi B tipi lezyondur. Lezyonlar humerus, femur ve tibiada dengeli olarak dağılmışlardır. A tipi lezyonların tüm lezyonlara oranı (% 5,55) diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlardan çok düşük bulunmuştur. A tipi lezyonlar eklemleri tutması ve sakatlığa yol açmaları nedeniyle B tipi lezyonlardan çok daha önemlidir.

Yapılan istatistiksel değerlendirmede DON prevalansı ile yaş, dalgıçlıkta geçen süre, maksimum dalış derinliği, ortalama dalış derinliği, geçirilmiş dekompresyon hastalığı, daha önce DON taramasından geçmiş olma gibi faktörler arasında ilişki arandı. İstatistiksel olarak sadece DON ile dalgıç yaşı arasında anlamlı ilişki bulundu ($p<0,05$). Dalgıçlar yaşlarına göre 45 yaş altı ve üstü olanlar olarak iki gruba ayrıldığında DON lezyonları ile dalgıç yaşı arasındaki ilişkinin anlamlılığı daha da arttı ($p<0.001$).

Dalgıçlarda alkol kullanımı yüksek bulundu (%87,5). Yüksek miktarda alkol kullanan dalgıç sayısı 8 (%14,2), hiç alkol kullanmayan dalgıç sayısı 7 (% 12,5)dir. Bu bulgular dalgıçlar arasındaki yüksek alkol kullanım oranları ile uyumludur.

Dalgıçların tamamı dalışlarda dekompresyon tablolarına uyduklarını ifade etmektedirler. 54 dalgıç Buhlmann dekompresyon tablolarına göre çalışan dalış bilgisayarları ile dalış yapmaktadır (%96,4). 2 dalgıç US Navy dekompresyon tablosunu kullanmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen DON prevalans değerleri, rehber ve eğitmen balıkadamların dalış eğitimi almış oldukları ve dekompresyon kurallarına uyduklarını söylemeleri dikkate alınacak olursa, beklenenin üzerindedir. Sonuç rehber ve eğitmen balıkadamların sık, 30 m den derine ve yıllardır dalış yapmaları ile açıklanabilir. Bu grupları da profesyonel dalgıçlar gibi DON açısından periyodik kontrole tabi tutmakta yarar olduğu anlaşılmaktadır. Periyodik taramalar ile lezyonlar erken dönemde saptanarak morbite azaltılacaktır.

7 ÖZET

Disbarik osteonekroz dalıcı ve basınçlı tünel işçilerinde görülen, özellikle uzun kemikleri tutan, dalıcı ve basınçlı tünel işçilerini etkilemesi nedeniyle bir meslek hastalığı olarak tanımlanan bir aseptik kemik nekrozudur. Radyografik olarak lezyonlar eklem yüzeyini tutanlar (A tipi) ve kemiğin baş, boyun ve/veya shaftını tutanlar (B tipi) olmak üzere ikiye ayrılırlar. B tipi lezyonlar herhangi bir klinik bulgu vermezler, radyografik olarak tanınabilirler. A tipi lezyonlar sakatlığa kadar giden ciddi sağlık problemlerine yol açabilirler. DON lezyonlarında klinik belirti ortaya çıktıktan sonra tedaviye yanıt verme olasılığı azalmaktadır. Risk altındaki popülasyonda erken tanı için radyografik kontroller şarttır.

Ülkemizde profesyonel dalgıçlar DON riski ile karşı karşıya kabul edilerek DON kontrollerine tabi tutulurlar. Rehber ve eğitmen balıkadamların DON riski ile ne ölçüde karşı karşıya oldukları bilinmemektedir.

Çalışmamızda I.Ü. İstanbul Tıp Fakültesine başvuran rehber ve eğitmen balıkadamlardan 56 tanesi kabul edildi. Her dalgıca Medical Research Council Decompression Sickness Panel'in önerilerine uygun olarak omuz eklemine humerus, kalça ve 1/3 proksimal femur, 2/3 distal femur ve 1/3 tibia eklemi grafileri çekildi. 448 radyografik ölçüm yapıldı. Her bir grafi birbirinden bağımsız 3 ayrı incelemeye tabi tutuldu. Değerlendirme sonucunda 14 dalgıçta 18 DON lezyonu saptandı. İki dalgıçtaki şüpheli lezyonlar için MRG incellenmesi yapıldı. MRG incelemesi sonucunda şüpheli görüntüler normal kemik dokunun bir varyantı olarak değerlendirildi. DON prevalansı % 25 olarak hesaplandı. 18 lezyonun 17 tanesi B tipi, 1 tanesi A tipi olarak değerlendirildi.

DON ile yaş, dalgıçlık süresi, maksimum dalış derinliği, ortalama dalış derinliği, geçirilmiş dekompresyon hastalığı, daha DON taramasından geçmiş olma arasında ilişki arandı. DON ile dalış yaşı arasında anlamlı ilişki saptandı ($p<0,05$). Dalgıçlar 45 yaş altı ve üstü olarak iki gruba ayrıldıklarında DON ile dalgıç yaşı arasındaki ilişkinin anlamlılığının arttığı görüldü ($p<0.001$). Diğer parametreler ile DON arasında bir ilişki saptanmadı.

Rehber ve eğitimci balıkadamlarında profesyonel dalgıçlar gibi DON riski altında olduğu elde edilen sonuçlardan çıkarılmaktadır. Bu grup dalgıçlarda da DON kontrolleri periyodik olarak yapılmalıdır.

8 KAYNAKÇA

1. Çimşit, M., Babuna, C., Karaçallık, A., Varan, G., Karagülle, Z., Acunaş, B., Yüzbaşıoğlu, N.: A survey of bone necrosis in Turkish sponge divers, interim report. In: Proceedings of XIth Annual Meeting of EUBS on Diving and Hyperbaric Medicine, Ed: H. Örnhaben, ISSN:0347-7665, p:147 - 157, 1985
2. Çimşit, M., Aydın, S., Aktaş, Ş., Varan, G.: Aseptic bone necrosis in Turkish sponge divers. In: Proceedings of XVIth Annual Meeting of EUBS on Diving and Hyperbaric Medicine, Ed: W. Sterk, ISSN:90-9003550-8, p:47, 1990
3. Toklu, A.S., Çimşit M.: Dysbaric osteonecrosis in Turkish sponge divers. In: Undersea and Hyperbaric Medicine Summer 28, p:83-8, 2001
4. Lowry, C.: Dysbaric Osteonecrosis. In: Diving and Subaquatic Medicine, Eds: Edmonds, C., Lowry, C., Pennefather, J., Walker, R. Arnold Ltd. 4th Edition p:167-182, 2002
5. Assouline-Dayana, Y., Chang, C., Greenspan, A., Shoenfeld, Y., Gershwin, M.E.: Pathogenesis and natural history of osteonecrosis. In: Seminars in Arthritis and Rheumatism October 32(2) p:94-124, 2002
6. Bassoe, P.: Compressed air disease. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:10, 1983
7. Bornstein, Plate.: Chronic joint changes due to compressed-air sickness. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:19, 1983
8. Grutzmacher, K.T.: Changes of the shoulder as a result of compressed-air sickness. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:63-64, 1983
9. James, C.C.M.: Late bone lesions in caisson disease: 3 cases in submarine personnel. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:81-82, 1983
10. McCallum, R.I., Harrison, J.A.B.: Dysbaric Osteonecrosis: Aseptic Necrosis of Bone. In: The Physiology and Medicine of diving, Eds: Bennet, P.B., Elliot, D.H., W.B. Saunders Company Ltd., 4th Edition p:563-584, 1993
11. Decompression Sickness Central Registry and Radiological Panel.: Aseptic bone necrosis in commercial divers. In: Lancet, Aug 22;2(8243): 384-388, 1981
12. Wilmshurst, P., Ross, K.: Dysbaric osteonecrosis of the shoulder in a scuba diver. British Journal of Sports Medicine 32 p:344-345, 1998
13. Ohta, Y., Matsunaga, H., Shigeto, O.: Divers in Japon and their bone lesions. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:115, 1983
14. McCallum, R.I., Walder, D.N., Barnes, R., Catto, M.E., Davidson, J.K., Fryer, D.I., Golding, F.C., Paton, W.D.M.: Bone lesions in compressed air workers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:102, 1983
15. Barnes, R.: Caisson disease of bones. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:10, 1983
16. Asahi, S., Ohiwa, H., Nashimoto, I.: Avascular bone necrosis in Japanese diving fisherman. A result of mass medical examinations of Kozu Island. Abstract in:

- Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:7, 1983
17. Decompression Sickness Panel, Medical Research Council.: Decompression sickness and aseptic necrosis of bone. Investigations carried out during and after the construction of the Road Tunnel (1962-1966). Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:40-41, 1983
 18. Elliot, D.H.: Aseptic bone necrosis in naval divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:47, 1983
 19. Elliot, D.H.: The role decompression inadequacy in aseptic bone necrosis of naval divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:47, 1983
 20. Davidson, J.K.: Radiology of dysbaric osteonecrosis. In: Journal of Clinical Pathology, 25: 1005-1006, November 1972
 21. Fagan, C., Beckman, E.L.: Gulf coast commercial dysbaric osteonecrosis study. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:50, 1983
 22. Schaefer, K.E.: Present status of underwater medicine. Reivew of some challenging problems. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:130-131, 1983
 23. Fagan, C., Beckman, E.L., Galletti, J.B.: Sample survey of osteonecrosis in Gulf of Mexico commercial divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:50, 1983
 24. Kindwall, E.P.: Aseptic necrosis due to occupational exposure to compressed air: experience with 62 cases. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:63-64, 1983
 25. Amako, T., Kawashima, M., Torisu, T., Hayashi, K.: Bone and joint lessions in decompression sickness. Abstract in: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:3, 1983
 26. McCallum, R.I., Walder, D.N., Thickett, V.B.: Bone necrosis in commercial divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:105, 1983
 27. Xue, H.L.: Dysbaric osteonecrosis and its radiographic classification in China. In: Undersea Biomedical Research, 15(5):389-395, September 1988
 28. Walder, D.N.: Aseptic necrosis of bone. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:157, 1983
 29. Sphar, R.L., Hunter, W.L., Biersner, R.J., Harvey, C.A.: Aseptic bone necrosis in U.S. Navy divers: prevalance and associated factors. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:140, 1983

30. Thickett, V.B., Evans, A.: Bone necrosis in British commercial divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:148-149, 1983
31. Evans, A.: Computer storage. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:49, 1983
32. Wade, C.E., Hayashi, E.M., Cashman, Jr., Beckman, E.L.: Incidence of dysbaric osteonecrosis in Hawaii's diving fishermen. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:154, 1983
33. Tamura, H., Kawashima, M.: Radiological review of osteonecrosis in divers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:146, 1983
34. Boey, H.K.: Dysbaric Osteonecrosis. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:18, 1983
35. Yangsheng, T., Anquan, L., Weimin, L., Jingxi, Q.: Investigation and Analysis of Dysbaric Osteonecrosis in 171 Divers. In: Journal of Hyperbaric Medicine. 7(2):123-126, 1992
36. Zachariades, B.P., Plessas, S.I., Paibanes, K., Karadimas, J.E.: Dysbaric osteonecrosis with professional air divers. In: Proceedings XVI. Annual Meeting of the European Undersea Biomedical Society, Eds.: Sterk, W., Geeraedts, L., p:293, Amsterdam, 1990
37. Tetzlaff, K., Koch, A., Reuter, M., Bettinghausen, E.: Bone lesions in military compressed air divers. In: Undersea and Hyperbaric Medicine 27 supplement, p:25, 2000
38. Sipinen, S.A., Ahovuuo, J.: Screening of aseptic bone necrosis in naval divers with MRI. In: Undersea and Hyperbaric Medicine 27 supplement, p:26, 2000
39. Yıldız, Ş., Çimşit, Ç., Toklu, A.S., Çimşit, M.: Dysbaric osteonecrosis screening in Turkish submarine escape instructors. Yayınlanmamış çalışma.
40. Heard, J.L., Schneider, M.D.: Radiographic findings in commercial divers. In: Clinical Orthopaedics and Related Research, 130:129-138, January-February, 1978
41. Walder, D.N.: Osteonecrosis In: The Physician's guide to Diving Medicine, Eds: Shilling, C.W., Carlston, C.B., Mathias, R.A., Best Publishing Co., p: 397-405, 1984
42. Davidson. J.K.: Imaging methods in dysbaric osteonecrosis. In: Proceedings of XIVth Annual Meeting of EUBS on Diving and Hyperbaric Medicine, p:15, 1988
43. Davidson. J.K.: Dysbaric disorders: aseptic bone necrosis in tunnel workers and divers. In: Balliers-Clin-Rheumatol., April; 1-23, ISSN:0950-3579, 1989
44. Beckman, E.L., Adams, D.E.: A preliminary report on the use of Tc99m MDP bone scans in the study of Type-I (bone/joint pain) DCS. In: Proceedings of the Eighth International Congress on Hyperbaric Medicine, Ed: Kindwall, E.P., A Best Publication, p:234-239, 1984
45. Walder, D.N.: Aseptic necrosis of bone. In: Diving Medicine. Eds: Bowe, A.A., Davis, J.C., W.B. Saunders Company, 2nd edition, p:192-199, ISBN: 0-7216-2934-2, USA, 1990
46. Shinodo, S., Hasegawa, Y., Kawasaki, S., Iwata, H.: Magnetic resonance imaging of osteonecrosis in divers: comparison with plain radiographs In: Skeletal Radiology 26, p:354-359, 1997
47. Zhang, L.D., Kang, J.F., Li, L.Q., Ni, W.M., Zehng, Y.D., Dang, W.L., Xue, H.L.: Use of ultrasonography in the diagnosis of dysbaric osteonecrosis. In: Undersea Biomedical Research, 17(6):535-541, 1990

48. Ficat, P.: Progress in diagnosis in osteoarticular pathology. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:178, 1983
49. Baret, A., Elizagaray, A., Hugny, D., Morcellet, L., Brouselle, B.: Modification of serum ferritin in a hyperbaric environment. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:9, 1983
50. Baret, A., Elizagaray, A., Hugny, D., Morcellet, L., Brouselle, B.: Variations of ferritinemia during a simulated dive of 450 meters. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:9, 1983
51. Elizagaray, A., Baret, A., Morcellet, L., Brouselle, B.: Modification of bone metabolism in man after deep diving. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:46-47, 1983
52. Decompression Sickness Panel, Medical Research Council: Radiological skeletal survey for aseptic necrosis of bone in divers and compressed air workers. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:42, 1983
53. Poppel, M.H., Robinson, W.T.: The roentgen manifestations of caisson disease. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:121, 1983
54. Chryssanthos, P.C.: Dysbaric osteonecrosis; etiological and pathogenetic concepts. In: Clinical Orthopaedics and Related Research, (130):94-106 Jan/Feb 1978
55. Lieberman, J.R., Berry, D.J., Mont, M.A., Aaron, R.K., Callaghan, J.J., Rayadhyaksha, A., Urbaniak, J.R.: Osteonecrosis of the hip: Management in the twenty-first century. In: The Journal of Bone and Joint Surgery 84-A(5), p:834-853, May 2002
56. Kahlstrom, S.C., Burton, C.C., Phemister, D.B.: Aseptic necrosis of bone. I. Infarction of bones in caisson disease resulting in encapsulated and calcified areas in diaphyses and arthritis deformans. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:86-87, 1983
57. Rozsahegyi, I: Chronic osteoarthropathie of the caisson worker. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:128, 1983
58. Rose, R.J.: Survey of work in compressed air. Auckland Harbor Bridge. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:126, 1983
59. Kawashima, M., Torisu, T., Hayashi, K., Kitano, M.: Pathological Review of Osteonecrosis in Divers: Clinical Orthopaedics and Related Research, (130):107-117. Jan-Feb., 1978
60. Gersh, I: Gas bubbles in bone and associated structures of guinea pigs decompressed rapidly from high-pressure atmosphere. Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:55-56, 1983
61. Colonna, P.C.: Aeroembolism of bone marrow: experimental study. . Abstract In: Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:29-30, 1983

62. Antapol, W., Kalberer, J., Kooperstein, S., Sugaar, S., Chrissanthou, C.: Studies on dysbarism, I. Development of decompression syndrome in genetically obese mice. Abstract in: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:6, 1983
63. Antapol, W., Chrissanthou, C.P.: Experimental production of aseptic bone necrosis in mice. Abstract in: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:7, 1983
64. Cox, P.T.: Simulated caisson disease of bone. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:33, 1983
65. Reeves, E., McKee, A.E., Stunkard, J.A., Schilling, P.W.: Radiographic and pathologic studies for aseptic bone necrosis in dogs incurring decompression sickness. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:123, 1983
66. Smith, K.H., Stegal, P.J.: Experimentally induced osteonecrosis in miniature swine. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:137, 1983
67. Smith, K.H., D'Aoust, B.G.: The etiology and course of decompression sickness. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:138, 1983
68. Weatherley, C.R., Gregg, P.J., Walder, D.N.: Dysbaric osteonecrosis-experimental studies with the mini pig. In: *British Journal of Society*. 63(2):161; February 1976
69. Lehner, C.E., Adams, W.M., Dubielzig, R.R., Palta, M., Lanphier, E.H.: Dysbaric osteonecrosis in divers and caisson workers. An animal model.: Abstract, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 344, p:320-332, 1997
70. Pimlott, J., Ormsby, P.L., Cross, M.R.: The effect cells on blood filterability at pressure. In: *Proceedings XIII. Annual Meeting of the EUBS*, Eds.: Marroni, A., Oriani, p:301-306, Palermo, Italy 1987
71. Pimlott, J.K., Cross, M.R.: The effect of pressure on blood filterability. In: *Proceedings XV. Annual Meeting of the EUBS*, Eds.: Bitterman, N., Lincoln, R., p:61-65, Eilat, Israel 1989
72. Pimlott, J., Deacon, D., Bernard, S., Cross, M.: Increases in white cell stiffness in divers pathophysiological correlates. In: *Proceedings XVIII. Annual Meeting of the EUBS*, Eds.: Schmutz, J., Wendling, J., p:119, Basel, Switzerland 1992
73. Harrelson, J.M., Hills, B.A.: Changes in bone marrow pressure in response to hyperbaric exposure. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:65, 1983
74. Hills, B.A.: Gas-induced osmosis as a factor influencing the distribution of body water. Abstract In: *Dysbaric Osteonecrosis, A bibliography with Informative Abstracts*. Ed: Shiling, C. V., Undersea Medical Society, Inc., Bethesda, Maryland, USA, p:72-73, 1983
75. Hutter, C.D.D.: Dysbaric osteonecrosis: a reassessment and hypothesis. Abstract In: *Medical Hypotheses* 54 (4), p:585-590, April 2000

76. Richmond, V., Miller, J.L., Phyllis, J., Steagall, B.A., Smith, K.H.: Bone collagen in dysbaric osteonecrosis. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 126:292-301, July-August, 1977
77. Neubauer, R.A., Kagan, R.L., Gottleib, S.F.: Hyperbaric oxygen therapy of aseptic necrosis: A case study. XIV. Annual Meeting of the EUBS, Aberdeen, 1988
78. Vezzani, G., Pizzola, A., Mordacci, M., Cantadori, L., Nicolopoulou, A., Adorni, A., Povosi, G.: 35 cases of femoral head necrosis treated with hyperbaric oxygen. In: *Undersea and Hyperbaric Medicine* 27 supplement, p:64, 2000
79. Çimşit, M.: Dysbaric osteonecrosis in Turkish sponge and shellfish divers. In: *Empirical Diving Techniques of Commercial Sea Harvesters. Fiftieth workshop of the Undersea and Hyperbaric Medical Society*, Eds.: Lepawsky, M., Wong, R., p:99-102, Kengsington, USA, 2001
80. Huang, K.L., Lee, H.C., Huang, G.B., Lin, T.F., Niu, K.C., Liou, S.H., Lin, Y.C.: Diving pattern and work schedule of construction well divers in Taiwan. *Undersea Hyperbaric Medicine* 25 (2), p:99-109, 1998
81. Kang, J.F., Zhang, L.D., Zhang, H.: Delayed occurrence of dysbaric osteonecrosis. In: *Undersea Biomedical Research.*, 19(2):143-145. March 1992
82. Kültürsay, H.: Giriş ve Epidemiyoloji. In: *Koroner Kalp Hastalığı Primer ve Sekonder Koruma*. Ed.: Kültürsay, H., Argos İletişim, İstanbul, p:1-29, 2001
83. MacLeod, M.A., McEvan, A.j., Pearson, R.R., Houston, E.S.: Functional imaging in the early of the dysbaric osteonecrosis. In: *Br.J.Radiol.*, 55(655): 497-500, July 1982
84. Van Blarcom, S.T., Czarnecki, D.J., Fueredi, G.A., Wenzel, M.Z.: Does dysbaric osteonecrosis progress in the absence of further hyperbaric exposure? A 10- year radiologic fallox-up of 15 patients. In: *American Journal of Radiology* 155, p:95-97, 1990
85. Davidson, J.K., Harrison, J.A., Jacobs, P., Hilditch, T.E., Catto, M., Hendry, W.T.: The significance of bone islands, cystic areas and sclerotic areas in dysbaric osteonecrosis. In: *Clin. Radiol.*, 28(4): 381-93, July 1977
86. Toklu, A.S., İstanbul Tıp Fakültesi Sualtı ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı Arşivi

**Ek: EĞİTMEN VE REHBER BALIKADAMLARDA
DİSBARİK OSTEONEKROZ TARAMA FORMU**

Adı, Soyadı:
Adresi:

Yaşı:

Mesleği:

- Daha önce DO tetkiki oldunuz mu? :Evet () Hayır ()
- Dalışa devam ediyor musunuz? :
- Dalış sebebiniz?
- Dalış şekliniz? :Nargile () SCUBA ()
- Serbest dalış yaptınız mı? :
- Ne kadar zamandır dalıyorsunuz/ daldınız? :
- Dalmaya nasıl başladınız, dalış sertifikanız? :Donanmada ()
Scuba eğitimi alarak ()
Diğer (arkadaşından vs. öğrenerek) ()
- Dalmayı bıraktıysanız nedeni? :
- Ortalama dalış sayınız? (gün/hafta, ay/yıl) :
- Daldığınız maksimum derinlik? :
- En sık daldığınız derinlik? :
- Dalışlarda uyguladığınız dekompresyon şekli :
- Hiç DH (vurgun) geçirdiniz mi? :Evet () Hayır ()
- DH geçirdinizse tipi ve kaç kez geçirdiniz? :Tip I ()...kez Tip II ()...kez
- Basınç odası tedavisi gördünüzse yeri :Bodrum () İstanbul () Diğer ()
- Çıkış esnasında hiç karıncalanma hissettiniz mi? :Evet () Hayır ()
- Dalış sonrası hiç anormal yorgunluk hissettiniz mi? :Evet () Hayır ()
- Alkol kullanır mısınız, kullanıyorsanız sıklığı, miktarı, cinsi? :
- Herhangi bir hastalık geçirdiniz mi? (tedavi, hastaneye yatma, travma, kaza):
- Hiç steroid kullandınız mı? :
- Vücudunuzda sürekli ağrıyan yer var mı? :
- Su içi rekompresyonu hiç denediniz mi?
- Evet ise sonuç ne oldu? :