



**Kongre Başkanı:**

Tuna Gümüş

**Organizasyon Komitesi:**

Tuna Gümüş  
Selin Gamze Sümen  
Ayşe Sena Yumbul Kardaş

**Bilimsel Komite:**

Akın Savaş Toklu  
Ayşe Sena Yumbul Kardaş  
Bengüsu Mirasoğlu  
Hakan Ay  
Kemal Şimşek  
Salih Aydın  
Selin Gamze Sümen  
Şamil Aktaş  
Tuna Gümüş

\*Bilimsel Komite isme göre alfabetik olarak sıralanmıştır

**10:50-11:30 X. Oturum: Dalıcı Muayenesi**

Oturum Başkanı: Bengüsu MİRASOĞLU

**10:50-11:30 Amatör/Profesyonel Dalıcı Muayenesi ve Seçim Kriterleri**

Selin Gamze SÜMEN

**11:30-12:10 XI. Oturum: Karbonmonoksit Zehirlenmesi**

Oturum Başkanı: Selin Gamze SÜMEN

**11:30-11:50 Karbonmonoksit Zehirlenmesi Patofizyolojisi**

Sezer YAKUPOĞLU

**11:50-12:10 Karbonmonoksit Zehirlenmelerinde HBO Tedavisi  
ve Medikolegal Hususlar**

Abdullah ARSLAN

**12:10-13:10 ÖĞLE YEMEĞİ**

**13:10-14:10 XII. Oturum: Acil HBO Tedavisi Endikasyonları**

Oturum Başkanı: Abdullah ARSLAN

**13:10-13:30 Güncel Rehberlere Göre Acil HBO Tedavisi  
Endikasyonları**

Aslıcan ÇAKKALKURT

**13:30-13:50 HBO Tedavisi İçin Hasta Seçim Kriterleri**

Ayşegül ERCENGİZ

**13:50-14:10 Güvenli HBO Tedavi Uygulamaları**

Serkan ERGÖZEN

**18 EKİM 2020, Pazar**

**10:00-11:30 XIII. Oturum: Serbest Bildiriler (III)**

Oturum Başkanı: Aslıcan ÇAKKALKURT

**10:00-10:10 Hiperbarik Oksijen Tedavisinin İşitme İşlevlerine Etkisi**

Bekir Selim BAĞLI

Bekir Selim BAĞLI, Hakkı Caner İNAN, Didem ŞAHİN CEYLAN, Ahmet ATAŞ, Ender İNCİ, Şamil AKTAŞ

**10:10-10:20 Merkezi Sinir Sistemi Oksijen Toksikitesi, Olgu Sunumları**

Nihal GÜNEŞ ÇEVİK

Nihal GÜNEŞ ÇEVİK, Hatice SELVAN

**10:20-10:30 Dalışa Bağlı Ölümelerde Karotis Sinüs Sendromu Bir Sebep Olabilir mi?**

Gülşen YETİŞ

Gülşen YETİŞ, Şamil AKTAŞ

**10:30-10:40 Hiperbarik Oksijen Tedavisi İç Yardımcılarının**

Bengüsu MİRASOĞLU

Eğitim Yeterliliğinin Değerlendirilmesi

**10:40-10:50 Diyabete Bağlı Ayak Ülserinde Plateletten Zengin Plazma**

Uğur Can AKYOL

(PRP) Uygulaması: Olgu Sunumu

Uğur Can AKYOL, Ertuğrul KERİMOĞLU, Ayşegül ERCENGİZ

**10:50-11:00 Motorlu Araç Isıtma Sistemi(WEBASTO) Kullanımına**

Abdullah ARSLAN

Bağlı Karbon Monoksit Zehirlenmesi

**11:00-11:10 Yıldırım Çarpması Sonucu Gelişen Ani İşitme Kaybı Olgusunda**

Kaan ÇAKIR

Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulaması: Olgu Sunumu

M. Kübra ÖZGÖK KANGAL, Kaan ÇAKIR, Taylan ZAMAN, Kübra CANARSLAN DEMİR

**11:10-11:20 Hiperbarik Oksijen Tedavisi Uygulanan Karbonmonoksit**

Özdiñç ACARLI

Zehirlenmesi Tanılı Hastaların Değerlendirilmesi

Özdiñç ACARLI, Akın Savaş TOKLU

**11:20-11:30 Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Uzmanlık Eğitimi Çekirdek**

Çağrı Can MAKAR

Müfredatının Retrospektif Olarak Değerlendirilmesi (2020)

## HİPERBARİK OKSİJEN TEDAVİSİNİN İŞİTME İŞLEVLERİNE ETKİSİ

Bekir Selim BAĞLI<sup>1</sup>, Hakkı Caner İNAN<sup>2</sup>, Didem ŞAHİN CEYLAN<sup>3</sup>, Ahmet ATAŞ<sup>4</sup>, Ender İNCİ<sup>5</sup>, Şamil AKTAŞ<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bursa SUAM, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp, Bursa

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz, İstanbul

<sup>3</sup> Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji, İstanbul

<sup>4</sup> İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Odyoloji, İstanbul

<sup>5</sup> İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz, İstanbul

<sup>6</sup> İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp, İstanbul

### GİRİŞ

Hiperbarik Oksijen (HBO) tedavisi kapalı bir basınç odası içinde 1 atmosfer absoluttan (1 ATA) daha fazla bir basınçta aralıklı %100 oksijen solunması ile yapılan medikal bir tedavi yöntemidir. HBO tedavisi birçok hastalıkta ana veya yardımcı tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır (1).

HBO tedavisinin bazı yan etkileri de bulunmaktadır. En sık görülen yan etki orta kulak barotravması (OKB) olup, kulak zarının iki yanındaki basınç farkı sonucu oluşur (1). Orta kulak içindeki basınç genellikle vücut dışındaki basınç ile eşittir. Ancak HBO tedavisi sırasında ortam basıncı yükselir ve kişi eğer östaki tüpü yoluyla orta kulak boşluğuna, basıncı eşitleyecek kadar hava gönderemez ise barotravma görülür.

HBO tedavisi sırasında OKB gelişme insidansı çalışmadan çalışmaya geçişle birlikte %0,4 ile %43,2 arasındadır (2-5). İnsidansların böyle değişken olması, tanı kriterlerinin ve hasta popülasyonlarının çalışmadan çalışmaya farklı olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, bugüne kadar yapılan çalışmalar OKB ile ilgili farklı risk faktörlerini bildirmiştir.

Bu çalışmada HBO tedavisinin işitme fonksiyonu üzerine etkilerini objektif yöntemler kullanarak ortaya koymak amaçlanmaktadır. Elde edilen veriler ışığında işitme fonksiyonunu bozan yan etkilerin görülme oranı ve risk faktörleri belirlenebilecek ve yüksek risk taşıyan hastalar için önleyici girişimler planlanabilecektir.

### GEREÇ VE YÖNTEM

İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'nın 10.04.2015 tarih ve 7 sayılı toplantısında onay alınan çalışma, İ.Ü. İstanbul Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı'nda ve İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Nisan 2015 – Ağustos 2015 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Çalışmada 17 hasta değerlendirmeye alındı. Tüm hastaların yaş, cinsiyet ve iletişim bilgileri kaydedildi. Hastalar HBO tedavisinin bazı yan etkilerinin ortaya çıkması için risk oluşturan durumlar için de sorgulandı.

18 yaş altı, 55 yaş üstü, bilinç kaybı olanlar, baş-boyun bölgesine cerrahi girişim geçirmiş veya baş-boyun bölgesine radyoterapi almış olanlar ile son 6 ay içinde HBO tedavisi uygulanmış olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmaya dahil edilen hastaların özellikleri ve tanıları **Tablo 1**'da gösterildi. 2,4 ATA'lık basınçta, her seansı 120 dakika, günde bir seans ve haftada beş gün olmak üzere Hiperbarik Oksijen tedavisine alınan hastalar, tedaviye yedi günden fazla ara vermeleri durumunda çalışma dışı bırakıldı. Tedavi iniş zamanı 15 dakika (İniş hızı: 8,96 kPa/dk), tedavi derinliği 45 ft ve çıkış zamanı 20 dakikadır (Çıkış hızı: 6,72 kPa/dk).

HBO tedavisi sırasında yutma, çene açma-kapama, Toynbee manevrası ve Valsalva manevrası dahil olmak üzere yapacakları kulak dengeleme manevraları ilk HBO tedavisinden önce hastalara tarif edildi. Hastaların bu manevralara uyumu bir hekim tarafından gözlemlendi. Hastaların manevra yapması sağlandıktan sonra tedaviye alındı.

HBO tedavisi komplikasyonları; özellikle kulak barotravması, sinüs barotravması, diş barotravması, akciğer barotravması, oksijen toksisitesi ve işitme kaybı kaydedildi.

Hastalara mikroskopik kulak muayenesi ve burun endoskopik muayenesi, timpanometrik, odyometrik ve otoakustik emisyon ölçümleri; HBO tedavisine başlamadan önce, 10. seanstan sonra, 20. seanstan sonra ve tedavinin sonunda yapıldı.

Demografik veriler ve ölçümlerden elde edilen veriler Microsoft Office Excel 2007 veri tabanı programına kaydedildi. Bu veriler daha sonra SPSS 17.0 istatistik programına aktarıldı. Değerler ortalama ve standart sapma olarak elde edildi. Ölçümlerin karşılaştırılmasında verilerin dağılımına bakılmaksızın hasta sayısı kısıtlı olduğundan, tekrarlayan ölçümlerde nonparametrik incelemeye olanak tanıyan "Friedman Testi" kullanıldı. Farklılıkların hangi gruplar arasında olduğunu saptamak için ise eşleşmiş gruplarda non parametrik test yöntemi olan "Wilcoxon Testi" kullanıldı. P değerinin 0,05'den küçük olması halinde farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu kabul edildi.

## **BULGULAR**

Toplam 17 hasta değerlendirmeye alındı. Çalışmaya başlayan 17 hastanın beşi, dört ölçümü tamamlayamadıkları için tekrarlanan ölçümlerin analizinden çıkarıldı. Hastaların özellikleri ve tanıları **Tablo 1**'de gösterildi. Sigara içen beş hastanın ikisinde komplikasyon (OKB) görüldü.

Burun boşluğu, konka ve nazofarenksin endoskopik muayenesi sonucunda üç hastada burun patolojisi saptandı. 1 no'lu hastada septum deviasyonu ve konka ödemi, 4 ve 8 no'lu hastalarda septum deviasyonu saptandı.

Hastaların sağ ve sol kulaklarının timpanometrik inceleme sonuçları **Tablo 2**'de gösterildi. 3 no'lu hastanın ilk ölçümünde sağ kulağında Tip C; 10 no'lu hastanın ilk ölçümünde her iki kulağında da Tip B ve 7 no'lu hastanın sol kulağında her dört ölçümde de Tip B timpanometrik yanıt alındı (**Tablo 3**). Diğer hastalarda ve diğer ölçümlerde Tip A timpanometrik yanıtlar elde edildi. Hastaların% 17.6'sında Teed evre 1 OKB saptandı.

Hava yolu işitme eşikleri, kemik yolu işitme eşikleri ve konuşma odyometrisinde tekrarlanan ölçüm sonuçlarındaki değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildi. Herhangi bir hastanın ölçümlerinde işitme eşiklerinde herhangi bir frekansta artış olmadı. Hastaların sağ ve sol kulaklarına ait *Transient Evoked Oto Akustik Emisyon* (TEOAE) ve *Distortion Product Oto Akustik Emisyon* (DPOAE) ölçüm ortalamalarında olan değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

#### **TARTIŞMA VE SONUÇ**

HBO tedavisi günümüzde pek çok hastalık için ana veya yardımcı tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Hemen her tedavi yönteminde olduğu gibi HBO tedavisinde de bazı yan etkiler bulunmaktadır. Bu yan etkiler aslında oldukça seyrekdir. Ancak HBO tedavisine ve yıllar içindeki gelişimine mesafeli durmayı tercih edenler, bu yan etkilerin sık görüldüğünü düşünmektedir.

Birçok çalışmada bu yan etkilerin görülme oranları araştırılmıştır. Tüm bu çalışmalarda en sık görülen yan etki OKB'dir (2,4,5). Basınç değişikliğinin işitme ile ilgili bir diğer yan etkisi daha seyrek olan iç kulak barotravmasıdır (29). Barotravma sonrası geçici veya

1. Tablo 1. Hasta Özellikleri

Hasta no	Hasta Yaşı	Cinsiyet	Tanı	Sigara	HBO öyküsü	tedavisiEndoskopik Muayene	Yan Etki	Toplam HBO seans sayısı
1	55	E	DA	Evet	Hayır	SD+KÖ	Evet	60
2	54	E	AVN	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	60
3	29	K	AVN	Evet	Hayır	Yok	Evet	30
4	49	E	AVN	Hayır	Hayır	SD	Hayır	45
5	34	E	KROM	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	40
6	46	E	AVN	Hayır	Evet	Yok	Hayır	60
7	51	K	AVN	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	60
8	38	K	AVN	Hayır	Evet	SD	Hayır	30
9	55	E	AVN	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	60
10	42	K	AVN	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	60
11	52	E	AVN	Evet	Hayır	Yok	Hayır	30
12	33	K	KROM	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	30
13	30	E	KROM	Hayır	Evet	Yok	Hayır	20
14	20	K	AVN	Hayır	Evet	Yok	Evet	15
15	59	K	AVN	Evet	Hayır	Yok	Hayır	13
16	46	E	DA	Evet	Hayır	Yok	Hayır	5
17	35	E	AVN	Hayır	Hayır	Yok	Hayır	7
	42.8±11.2	10 E/7 K		5(+)/12(-)	4(+)/13(-)	3(+)/14(-)	3(+)/14(-)	36.7±20.4

(DA: diyabetik ayak, AVN: avasküler nekroz, KROM: kronik osteomyelit, SD: septum deviasyonu, KÖ: konka ödemi)

2. Tablo 2. Tekrarlanan Östaki Tüpü Fonksiyonu Ölçüm Sonuçları

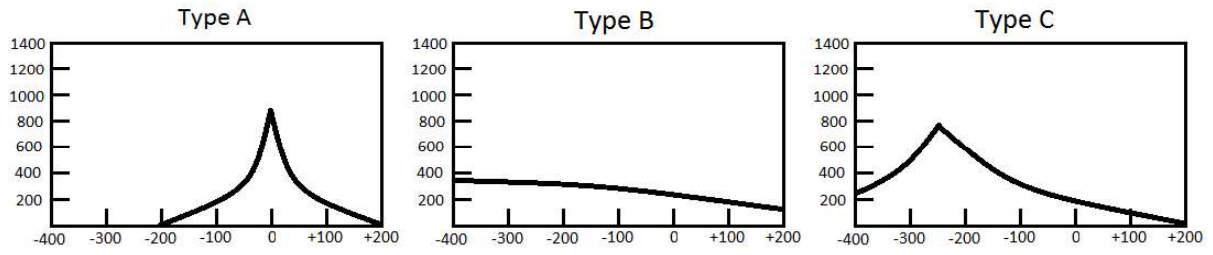
Hasta No	Östaki Tüpü Fonksiyonu		Timpanogram Tipi		Teed Evre	
	Sağ Kulak	Sol Kulak	Sağ Kulak	Sol Kulak	Sağ Kulak	Sol Kulak

1	N/N/N/N	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/1/0/0	0/0/0/0
2	N/N/N/N	<u>A</u> n/N/N/ <u>A</u> n	A/A/A/A	<u>A</u> n/N/N/ <u>A</u> n	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
3	<u>A</u> n/N/N/N	N/N/N/N	C/A/A/A	N/N/N/N	C/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/1/0
4	N/N/N/ <u>A</u> n	N/N/ <u>A</u> n/N	A/A/A/A	N/N/ <u>A</u> n/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
5	N/N/N/N	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
6	N/N/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
7	N/N/N/N	<u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n	A/A/A/A	<u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n	A/A/A/A	B/B/B/B	0/0/0/0	0/0/0/0
8	N/N/N/N	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
9	<u>A</u> n/N/N/N	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
10	<u>A</u> n/N/N/N	N/N/N/N	B/A/A/A	N/N/N/N	B/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
11	N/N/N/N	N/ <u>A</u> n/N/N	A/A/A/A	N/ <u>A</u> n/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
12	<u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n/ <u>A</u> n	N/N/N/N	A/A/A/A	N/N/N/N	A/A/A/A	A/A/A/A	0/0/0/0	0/0/0/0
13	N/N/N	N/N/N	A/A/A	N/N/N	A/A/A	A/A/A	0/0/0	0/0/0
14	N/N	N/N	A/A	N/N	A/A	A/A	0/1	0/0
15	<u>A</u> n/ <u>A</u> n	<u>A</u> n/ <u>A</u> n	A/A	<u>A</u> n/ <u>A</u> n	A/A	A/A	0/0	0/0
16	N	N	A	N	A	A	0	0
17	N	N	A	N	A	A	0	0

(N: Normal Östaki Tüpü Fonksiyonu, An: Anormal Östaki Tüpü Fonksiyonu)



### 3. Tablo 3. Timpanogram Tipleri



kalıcı işitme kaybı da bildirilmiştir (12-14, 29). 1.446 hastayla yapılan bir derleme çalışmasında OKB insidansı %2 saptanmıştı (1.446 hasta/31.599 tedavi) (15). Daha yakın tarihli bir başka çalışmada insidans %9.2 olarak bildirilmiştir (5). Çalışmalar, hem OKB görülme oranı hem de risk faktörlerinin ne olduğu hakkında farklı sonuçlar vermektedir.

OKB için risk faktörlerinden bazıları şunlardır: yapay hava yolu (16), bilinç kaybı (16), anormal östaki tüpü fonksiyonu (anamnez veya ölçüm) (17-19), baş ve boyun radyoterapisi (20), burun veya paranazal hastalık (21),  $\geq 55$  yaş ve kadın cinsiyeti (8). Uzman görüşüne dayanan olası risk faktörleri de şunlardır: orta kulak cerrahisi anamnezi, kulak enfeksiyonu ve sigara içme (22). Bu çalışmada literatürde risk faktörü olarak gösterilen ve ölçüm sonuçlarını etkilemesi beklenen durumlar dışlama ölçütü olarak kabul edilmiştir. 55 yaşın üzerindeki hastalar ile baş ve boyun bölgesine cerrahi veya radyoterapi uygulanan hastaların çalışmadan çıkarılması - ki bunlar HBOT uygulanan hastaların önemli bir yüzdesini temsil eder - nedeniyle bu çalışmanın hasta sayısı sınırlı kalmıştır.

Bu çalışmanın HBO tedavi protokolü ABD Donanması Tedavi Tablosu 9'a benzerdi. Bu ikisi arasındaki en belirgin fark kompresyon ve dekompresyon oranlarıdır. Bu çalışmanın tedavi protokolünde kompresyon süresi 15 dakika, kompresyon hızı 8.96 kPa / dakika, dekompresyon süresi 20 dakikadır ve dekompresyon hızı 6.72 kPa / dakikadır.

Bu çalışmada 17 hastanın üçünde (% 17.6) OKB saptandı. Heyboer ve arkadaşları tarafından yayınlanan çalışmada kompresyon hızı 13,78 kPa/dakika; orta kulak barotravması insidansı % 43.2 idi (4). Lima ve arkadaşlarının yayınladığı çalışmada, kompresyon hızı 18.75 kPa/dakika olup 41 hastanın 22'sinde (% 53.6) ilk tedaviden sonra orta kulak barotravması saptanmıştır (23). Bu veriler bize tedavi kompresyon hızının orta kulak barotravması üzerinde etkili olduğunu düşündürmüştür. Zira çalışmalarda uygulanan tedavi kompresyon hızı arttıkça OKB insidansı da artmaktadır. Bununla birlikte, bunu söylemek için, komplikasyonlarla ilgili kompresyon hızlarını karşılaştıran randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Lima ve arkadaşlarının çalışmasında ilk HBO tedavisinden sonra 22 hastada (% 53.6) OKB saptanmıştır (23). Bahsedilen çalışmada hasta yaşları 17 ile 88 arasındadır. Heyboer ve arkadaşları toplam OKB

insidansı % 43.2 olarak bildirmiştir (4). 55 yaş ve üstü olmanın OKB riskini arttırdığı düşünülürse, bu çalışmalarda görülen yüksek OKB oranı örneklemelerindeki yaşlı hastalara bağlı olabilir (6).

Hadanny ve ark. 2,334 hastalık retrospektif analizde, 406 hastanın (%17,4) HBO tedavi seansları sırasında komplikasyon (bir veya daha fazla) yaşadığını bildirmiş. En sık görülen komplikasyon OKB, hastaların %9.2'sinde ve seansların %0.04'ünde meydana gelmiştir. Bu analiz, kadınlarda ve 16 yaşından küçüklerde OKB riskinin yüksek olduğunu göstermiştir (5).

Hiperbarik ortamda, kulak eşitleme manevraları yapabilmek için sağlıklı bir kulak zarı ve orta kulak gereklidir. Blanshard ve arkadaşları tarafından 1996'da (20) yayınlanan 82 hasta ile yapılan prospektif bir çalışmada beş hastanın OKB'si otoskopik muayene bulguları ile doğrulanırken, sadece ikisinde tip B timpanogram ölçülmüştür. Benzer şekilde çalışma hastalarımızda, OKB ile timpanometri sonuçları arasında korelasyon saptanmadı ve sadece timpanometrinin barotravma riskini göstermek için yeterli olmadığı değerlendirildi.

Çalışmamızda 17 hastanın 10'unda tedavi öncesinde veya sırasında östaki tüpü disfonksiyonu vardı. Bununla birlikte, bu 10 hastadan sadece birinde OKB görüldü. Bu sonuç, OKB ile östaki tüpü disfonksiyonu arasında düşük bir korelasyon olduğunu gösterdi.

Shupak ve arkadaşlarının 1991 yılında yaptığı çalışmada 42 dalgıç değerlendirilmiştir. Bahsedilen çalışma, timpanometrinin sadece ölçümün yapıldığı an için uygun sonuç gösterdiğini, timpanometrinin normal ölçülmesinin hastanın basınç odası içinde kulak eşitleme yapacağı anlamına gelmediğini göstermiştir. Yazarlar östaki tüpü fonksiyon ölçümünün OKB'yi tahmin etmek için yetersiz olduğunu bildirmiştir (26). Bizim çalışmamız benzer şekilde östaki tüpü disfonksiyonunu bildiren hastaların hiperbarik ortamda beklenenden daha az OKB yaşadığını doğruladı. Timpanometrinin, sadece ölçümün yapıldığı an için değerli olduğu düşünüldü.

Çalışmamızda timpanometri tipi ile östaki tüpü fonksiyonu arasında bir korelasyon olduğu ve bu nedenle komplikasyon görülmesi için olası bir belirteç olduğu düşünüldü. Ancak ne östaki borusu fonksiyonu ile OKB arasında, ne de timpanometri tipi ile OKB arasında korelasyon saptanmadı.

Literatürde yüksek frekanslı odyometri olan HBO tedavi hastalarını değerlendiren sadece bir yayın bulundu. 1997 yılında HBO tedavisi alan 22 hasta, Beuerlein ve arkadaşları tarafından frekanslı odyometri ile incelenmiştir. Bu çalışmada HBO tedavisinden önce ve sonra değerler karşılaştırıldığında, hiçbir frekansta  $\geq 10$ dB azalma görülmemiştir (17).

İşitme fonksiyonlarını değerlendirmek için timpanometri ve OAE gibi ölçümler yapmak, yan etkileri tahmin etmek için yeterli olmayabilir. Dahası, pahalı ve zahmetli yöntemlerdir. Bu yöntemlerin etkisiz olduğunu söylemek için daha geniş hasta serilerinde çalışılması önerilir.

Uzun yıllar hiperbarik ortamın koklear ve vestibüler sistem üzerindeki olası etkileri tartışılmış ve bu olası etkiler ilk olarak Alt tarafından 1896'da gösterilmiştir (27). 1960 yılında Coles ve Knight

tarafından yayınlanan bir derlemede, çoğu olguda maruziyetten önce ve sonra ölçüm sonuçlarının olmamasının, sensorinöral işitme kaybı görüldüğü hakkında şüphelere yol açtığı bildirilmiştir (28).

Çalışmamızda üç hastada evre 1 OKB görüldü. Hiçbir hastada iç kulak barotravmasından şüphelenilmedi ve ölçüm sonuçları bunu doğruladı. Yamamoto ve arkadaşları tarafından yayınlanan çalışmada HBO tedavisi ile ilişkili otolojik komplikasyonlar değerlendirilmiştir (29). 1115 hastadan sadece birinde, baş dönmesi ve kemik yolu saf ses eşiklerinde bozulma olduğu ve bu hastanın iç kulak barotravması olabileceğini öne sürülmüştür. Bununla birlikte, hiperbarik ortam kaynaklı koklear dejenerasyon varlığı bugüne kadar yapılan herhangi bir klinik çalışmada kanıtlanamamıştır.

Zheng ve arkadaşları tarafından yayınlanan kobay çalışmasında, kokleada iç kulak barotravmasını düşündüren histopatolojik değişiklikler bulunmuştur. Bu değişiklikler 3-5 ATA basınçları arasında tekrarlanan kompresyon-dekompresyon döngülerinden sonra meydana gelmiştir (30). Zheng ve arkadaşları tarafından uygulanan protokol ile bizim çalışmamızda uygulanan tedavi protokolü arasında benzerlik yoktur. Çalışmamız HBO tedavisi sırasında değişen ortam basıncının insan kokleası üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını, buna bağlı geçici veya kalıcı işitme kaybı tespit edilmediği gösterdi.

Günümüz HBO tedavi kompresyon-dekompresyon ve takip protokolleri, uluslararası bilimsel topluluklar tarafından belirlenen özel ve güvenli sınırlar içindedir. HBO tedavisinin tarihinde işitme kaybı olgularının tartışılmasına rağmen, son yıllarda bu konuda bir bildirim bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Weaver LK. Hyperbaric Oxygen Therapy Indications, 13th Edition. Weaver LK (chair and editor) Undersea and Hyperbaric Medical Society: Durham, NC; Best publishing, 2014: 1-8, 247.
2. Sheffield PJ, Sheffield JC. Complication rates for hyperbaric oxygen therapy patients and their attendants: a 22-year analysis. Proceedings of the XIV International Congress on Hyperbaric Medicine. Flagstaff AZ: Best publishing, 2003: 312-318.
3. Wolf EG, Prye J, Michaelson R, Brower G, Profenna L, Boneta O. Hyperbaric side effects in a traumatic brain injury randomized clinical trial. *Undersea Hyperb Med* 2012; 39(6): 1075-1082. PubMed PMID: 23342764.
4. Heyboer M 3rd, Wojcik SM, Grant WD, Chambers P, Jennings S, Adcock P. Middle ear barotrauma in hyperbaric oxygen therapy. *Undersea Hyperb Med* 2014; 41(5): 393-7. PubMed PMID: 25558548.
5. Hadanny A, Meir O, Bechor Y, Fishlev G, Bergan J, Efrati S. The safety of hyperbaric oxygen treatment--retrospective analysis in 2,334 patients. *Undersea Hyperb Med* 2016; 43(2): 113-22. PubMed PMID: 27265988.

6. Lehm JP, Bennett MH. Predictors of middle ear barotrauma associated with hyperbaric oxygen therapy. *South Pacific Underwater Medicine Society (SPUMS) Journal* 2003; 33(3): 127-133.
7. Cumming CW, Flint PW, Harker LA et al. 5th ed. Vol. 1. Elsevier Mosby Publications; 2010. Cummings Otolaryngology: Head and Neck Surgery; 3466-3482.
8. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am* 1978; 64(5): 1386-1391. PubMed PMID: 744838.
9. Prieve BA, Fitzgerald TS. Otoacoustic emissions. In: Handbook of clinical audiology, (Katz J, ed), 5th edn. Philadelphia: Lippincott Williams, 2002: 440-466.
10. Kemp DT. Exploring cochlear status with otoacoustic emissions. Robinette MS, Glatte TJ (editors) Otoacoustic emissions. 2nd ed. New York: Thieme Medical Publishers 2002: 1- 47.
11. Balkany T, Telisch FF, Mc Joy MJ, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Otoacoustic emissions in otologic practice. *Am Jo Otol* 1994; 15: 29-38.
12. Eichel BS, Landes BS. Sensorineural hearing loss caused by skin diving. *Arch Otolaryngol* 1970; 92: 128.
13. Fee GA. Traumatic perilymphatic fistulas. *Arch Otolaryngol* 1968; 88:477.
14. MacFie DD. E.N.T. Problems of diving. *Med Serv J Can* 1964; 20: 845-61.
15. Stone JA, Loar H, Rudge FW: An eleven year review of hyperbaric oxygenation in a military clinical setting. Undersea and Hyperbaric Medical Society Annual Scientific Meeting held June 19-23, 1991 at San Diego Princess Resort, San Diego, CA.
16. Presswood G, Zamboni WA, Stephenson LL, Santos PM. Effect of artificial airway on ear complications from hyperbaric oxygen. *Laryngoscope* 1994;104:1383-1384. PubMed PMID: 7968168.
17. Beuerlein M, Nelson RN, Welling DB. Inner and middle ear hyperbaric oxygen-induced barotrauma. *Laryngoscope* 1997; 107(10): 1350-1356. PubMed PMID: 9331312.
18. Fernau JL, Hirsch BE, Derkay C, Ramasastry S, Schaefer SE. Hyperbaric oxygen therapy: effect on middle ear and eustachian tube function. *Laryngoscope* 1992; 102(1): 48-52. PubMed PMID: 1731157.
19. Miyazawa T, Ueda H, Yanagita N. Eustachian tube function and middle ear barotrauma associated with extremes in atmospheric pressure. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996; 105(11): 887-892. PubMed PMID: 8916865.
20. Blanshard J, Toma A, Bryson P, Williamson P. Middle ear barotrauma in patients undergoing hyperbaric oxygen therapy. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1996; 21(5): 400-403. PubMed PMID: 8932942.
21. Igarashi Y, Watanabe Y, Mizukoshi K. Middle ear barotrauma associated with hyperbaric oxygenation treatment. *Acta Otolaryngol Suppl* 1993; 504: 143-145. PubMed PMID: 8470522.

22. Farmer Jr JC. Otological and paranasal sinus problems in diving. Bennett P, Elliot D (editors). *The physiology of medicine and diving*. 4th edition. London: W.B. Saunders, 1993; 267-300.
23. Lima MA, Farage L, Cury MC, Bahmad F Jr. Middle ear barotrauma after hyperbaric oxygen therapy - the role of insufflation maneuvers. *Int Tinnitus J* 2012; 17(2): 180-185. doi: 10.5935/0946-5448.20120032. PubMed PMID: 24333892.
24. Carlson S, Jones J, Brown M, Hess C. Prevention of hyperbaric-associated middle ear barotrauma. *Ann Emerg Med* 1992; 21(12): 1468-1471. PubMed PMID: 1443845.
25. Ng AWA, Muller R, Orton J. Incidence of middle ear barotrauma in staged versus linear chamber compression during hyperbaric oxygen therapy: a double blinded, randomized controlled trial. *Undersea Hyperb Med* 2017; 44(2): 101-107. PubMed PMID: 28777900.
26. Shupak A, Sharoni Z, Ostfeld E, Doweck I. Pressure chamber tympanometry in diving candidates. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991; 100(8): 658-660. PubMed PMID: 1872517.
27. Alt, F. Über apoplectiforme Labyrinthkrankungen bei Caisson Arbeiters. *Ohren Nasen-Rachenkrankh* 1896; 30: 341.
28. Coles RRA, Knight JJ. Report on an aural and audiometric survey of qualified divers and submarine escape training tank instructors. *Med. Res. Council, Roy. Nav. Pers. Res. Comm., Rep. He.S.* 1960; 29
29. Yamamoto Y, Noguchi Y, Enomoto M, Yagishita K, Kitamura K. Otological complications associated with hyperbaric oxygen therapy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016; 273(9): 2487-93. doi: 10.1007/s00405-015-3845-9. PubMed PMID: 26650550.
30. Zheng XY, Gong JH. Cochlear degeneration in guinea pigs after repeated hyperbaric exposures. *Aviat Space Environ Med* 1992; 63(5): 360-363. PubMed PMID: 1599382.