

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR
ANA BİLİM DALI

**TEK YILDIZ BALIKADAM EĞİTİM ÇALIŞMALARINDA SU BASINCININ
ORTA KULAK FONKSİYONUNA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öncü Erinç KUZUCU

Danışman: Prof.Dr. Atilla TEKAT

**Samsun
Ocak - 2007**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Atilla TEKAT (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Ferhan CANTÜRK (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

Üye: Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU (Ondokuz Mayıs Üniversitesi)

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurul'unca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof.Dr. Süleyman ÇELİK
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Akademisyenlik dünyasına adım attığım ilk günden bu yana desteğini ve bilgilerini benden hiç bir zaman esirgemeyen, her zaman genç beyinlere ve idealizme ışık tutan danışmanım ve yüksekokul müdürüm, Ondokuz Mayıs Üniversitesi KBB ABD Öğretim Üyesi Prof.Dr. Atilla TEKAT'a

Çalışmalarım süresince bana sürekli destek olan, sualtı dünyası ve bilime olan hayranlığıyla beni etkileyen değerli hocam Deniz ÖZYURT'a

Çalışmalarım sırasında teknik bilgisiyle bana destek olan Funda ERKİLET'e

Araştırmalarım sırasında genç ve dinamik fikirleriyle her zaman bana yardımcı olan değerli arkadaşım Özgür ÖZKAYA'ya

Bilim yolunu tercih ettiğimden beri beni her zaman destekleyen ve ayakta tutan aileme **TEŞEKKÜR EDERİM.**

ÖZET**TEK YILDIZ BALIKADAM EĞİTİM ÇALIŞMALARINDA SU BASINCININ
ORTAKULAK FONKSİYONUNA ETKİSİ****Öncü Erinç KUZUCU, Yüksek Lisans Tezi****Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Ocak 2007**

Bu çalışma 5m derinliğindeki havuzda tüplü dalış sırasında oluşan su basıncının orta kulak bulguları üzerine etkilerini saptamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışma başlangıç düzeyi bir Scuba (tüplü dalış) kursunda, KBB muayeneleri yapılmış, normal odyometre ve timpanometre test sonuçlarına sahip, yaş ortalamaları 28,8 ($\pm 10,14$) olan 14 gönüllü katılımcı (10 erkek ve 4 bayan) ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Olimpik Yüzme Havuzu'nda yapılmıştır. Tüm katılımcılara ayak üstü pozisyonda dalış sırasında valsalva manevrası yaparak kulak eşitleme tekniği öğretilmiştir. Tüm katılımcıların östaki disfonksiyonu, septum deviasyonu, nasal patolojiler ya da alerjik rinit gibi problemler ile ilgili geçmişlerinin saptanması amacıyla anket uygulanmış ve hiç bir problemi olmayan adaylar çalışmaya dahil edilmiştir.

Deneklerin dalış öncesi ve dalış sonrası timpanometrik ölçümleri alınmış ve ortaya çıkan dalış öncesi ve sonrası değerler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda veriler Statistical Package for Social Science 12.00 (SPSS) de değerlendirilerek Wilcoxon Testiyle analiz edilmiştir.

Sonuç olarak, 3 dalcının 5 kulağında hiperemi gözlenmiştir. 8 dalcının 11 kulağında (+) ya da (-) basınç değişikliği saptanmıştır. 3 dalcının 4 kulağında kompiyans değişmezken kalan kulaklarda kompiyans artışı saptanmıştır. Otolojik muayenenin ($p < 0.05$), orta kulak basınç değişimlerinin ($p < 0.01$) ve kompiyans değişimlerinin ($p < 0.01$) dalış öncesi ve dalış sonrası sonuçları arasında istatistiksel olarak fark bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlara göre, 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışları sırasında oluşan su basıncının orta kulak fonksiyonunu etkilediği görülmektedir.

ABSTRACT**THE EFFECTS OF WATER PRESSURE ON MIDDLE EAR FUNCTIONS IN A 1*
SCUBA DIVING COURSE****Öncü Erinç KUZUCU, Master Thesis****Ondokuz Mayıs University, Samsun, January 2007**

This study was actualized to find the effects of water pressure that occurs at the scuba diving in 5m depth pool on middle ear parameters. The study was accomplished on subjects whose mean age is 28.8 (± 10.14) of both sex (10 men and 4 women) volunteers with normal autolaryngological history at The Olympic Swimming Complex of The Ondokuz Mayıs University Physical Education and Sports Department. All subjects were thought to dive in feet on position with an ear clearing techniques of valsalva manœuvre. At the beginning of the study, the rhinolaryngeal inspections and the questionnaires for eustachi dysfunction, septum deviation, allergic rhinitis or nasal pathologies were taken from all subjects and the subjects who don't have any of these ear problems are included to study.

Pre and post-dive tympanometric measurements of the subjects were taken and the pre and post dive values were compared to each other. At the end of the study; the data were interpreted with Statistical Package for Social Science 12.00 (SPSS) and analyzed with Wilcoxon Test.

Consequently; hyperemia in 5 ears of 3 divers, either positive or negative middle ear pressure changes in 11 ears of 8 divers were observed and in 4 ears of 3 divers no compliance changes while in the rest of ears compliance increases were determined. Differences between pre and post dive values of autologic inspections ($p < 0.05$), middle ear pressure changes ($p < 0.01$) and compliance changes ($p < 0.01$) were statistically significant.

The results showed that water pressure that occurs at the 1* scuba diving course in a 5m depth pool affected the middle ear functions.

TABLolar LİSTESİ

Tablo-1: Derinliklere bağlı olarak su basıncının artması ve gaz hacminin azalması.....	6
Tablo-2: Derinliğe bağlı olarak Azot (N ₂) ve Oksijen (O ₂) parsiyel basınç değişiklikleri ve tüpteki minimal Karbon Monoksit'in (CO) derinliğe bağlı olarak etkisinin artması.....	7
Tablo-3: Sportif Scuba dalıcılarında görülen kulak burun boğaz sorunları.....	9
Tablo 4: Dalışın KBB muayene bulguları üzerine etkisi.....	18
Tablo 5: Dalışın timpanometrik basınç değişimleri üzerine etkisi.....	19
Tablo 6: Dalışın timpanometrik kompliyans değişimleri üzerine etkisi.....	20

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil-1: Kulağın şematik yapısı.....	10
Şekil-2: Dış kulak yolunda tıkaç varken oluşan basınç değişiklikleri.....	11
Şekil-3: Tuba Eustachi açık ve kapalı durumlarda zorlu eşitleme manevrasının (Valsalva) etkileri.....	11
Şekil 4 : Impedance Audiometer AZ ₇	17

VIII

KISALTMALAR

CMAS (Confédération Mondiale des Activité Subaquatiques) World Under Water Federation- Dünya Dalış Federasyonu

Scuba (Self-contained underwater breathing apparatus) tüplü dalış

TSSF Türkiye Sualtı Sporları Federasyonu

KBB Kulak Burun Boğaz

İÇİNDEKİLER**İÇ KAPAK****ONAY SAYFASI**

TEŞEKKÜR.....	III
ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VII
KISATMALAR.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Cümlesi.....	3
1.2. Çalışmanın Önemi.....	3
1.3. Çalışmanın Amacı.....	3
1.4. Hipotez.....	3
1.5. Terimlerin Açıklanması.....	3
1.6. Çalışmanın Sayıtları.....	5
1.7. Çalışmanın Sınırlılığı.....	5
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.a. İlgili Fizik, Anatomi ve Fizyoloji.....	6
2.b. Orta Kulak Basıncı ve Kompliyanla İlgili Geçmiş Çalışmalar.....	14
3. MATERYAL VE METOD.....	17
4. BULGULAR.....	18
5. TARTIŞMA.....	21
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	23
7. REFERANSLAR.....	24

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tüplü dalış 1943'te Jacques Cousteau ve Emile Gagnon tarafından geliştirildiğinden beri dalgıç sayısı giderek artmaktadır. Bugün dünya da on milyonun üstünde dalgıç olduğu ve her yıl yaklaşık beş yüz bin kişiye dalış eğitimi verildiği bilinmektedir (Basut, 2005). Bu durum maalesef dalışa bağlı kazalarda özellikle de sinüs ve kulak barotravmalarında artışa neden olmaktadır (Roydhouse, 1980). Barotravmalar Boyle yasası uyarınca vücudun hava boşluklarında iç basınçla dalış derinliğindeki su basıncının eşitlenememesi nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Brlyske, 1997).

İlk olarak 1820'de Almour dalışa bağlı kulak ağrısından ve 1873'de Smith basınçlı hava kullanan dalgıçlarda kulak hasarlarından bahsetmiştir. 1913'de Boot "çan işçileri sağırlığı"ndan, 1971'de Goodhill iç kulakta hasarlardan (yuvarlak pencere yırtıklarından ve ani işitme kayıplarından), 1972'de Freeman ve Edmonds "iç kulak barotravması"ndan bahsetmişlerdir.

Nörolojik açıdan oluşabilecek problemler ve Merkezi Sinir Sistemi hasarları 1941'de Thorne tarafından "Çan Hastalığı" olarak tarif edilmiş, 1955'de Behnke ve Lanphier tarafından derinde ya da yükselirken oluşabilecek genel ve nörolojik problemler açıklanmış, yine 1965'de Gillen tarafından konu etraflıca ele alınmıştır.

Dalışla ilgili tıbbi sorunlar en sık karşılaşıldığı şekliyle Kulak-Burun-Boğaz alanına ait olabileceği gibi, Solunum Sistemi, Kalp ve Dolaşım Sistemi, Merkezi Sinir Sistemi, Lokomotor Sistem ve daha az olarak da diğer sistemleri de ilgilendirebilir. Bunların dışında, basınç altında nitrojen solumanın, ısı ve basınç değişikliklerine maruz kalmanın etkileri de fizyolojiye yansımaktadır.

1992'de toplanan Sualtı ve Hiperbarik Tıp Cemiyeti dalış kazaları istatistiklerine bakarak, sportif dalışlarda kaza riskini bin dalışta bir olarak bildirmiştir. Bu oran, yeryüzünde gerçekleştirilen dalış sayısı ele alınarak hesaplandığında ve kayıtlara yansımayan problemler de ele alındığında, bir spor türü için oldukça yüksektir (Basut, 2005).

En yüksek oranda görülen dalış kazaları kulaklar ile ilgilidir (Divers Alert Network, 2000). Orta kulak basınç ve kompliyans değişimleri dalışın kulak üzerindeki etkilerini gösterir şayet eşitleme de bir problem yoksa orta kulak basıncı çevre basıncına denk demektir (Shupak, 1991). Hava boşluklarındaki basınç farkı nedeniyle oluşan doku hasarı barotravma olarak adlandırılır. Tüplü dalışa bağlı KBB sorunları barotravmaya bağlı sorunlar (dış kulak barotravması, orta kulak barotravması, iç kulak barotravması, para nasal sinus barotravması, alternobarik vertigo, facial baroparesis) ve barotravma kaynaklı olmayan diğer sorunlar (otitis externa iç kulak dekompresyon hastalığı) olarak ikiye ayrılır. Alternobarik vertigo dışındaki barotravmalar genellikle iniş sırasında ortaya çıkmaktadır (Melamed, 1992).

Daha sığ dalışlar yapmak maalesef koruyucu değildir çünkü yüzeye yakın basınç değişiklikleri daha fazladır, şayet basınç eşitlemesi yapılmazsa, 1.2m de bile kulak zarı yırtılabilir (Becker, 2001).

Dalış sırasındaki basınç eşitleme hataları hem orta kulak hem de iç kulak barotravmalarına neden olabilir. Basınç eşitleme yöntemleri Valsalva, Frenzel, Toynbee, Lowry, Edmonds ve BTV (béance tubaire volontaire) manevraları olarak sıralanabilir (Clenney, 1996).

Dış kulak barotravmaları (Vascular congestion, hemorrhagic vesiculation, ya da kulak zarı yırtılması) çoğunlukla kulak tıkacı, buşon yada fazla sıkı başlık nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Divers Alert Network).

Orta kulak barotravması çoğunlukla iniş sırasında östaki tüpünün açılmaması dolayısıyla görülür. Hasar orta kulak mukozasında minimal ödemden, kanamaya ya da orta kulak zarının yırtılmasına kadar gidebilir (Farmer, 1993). Semptomlar akut ağrı, baş dönmesi ve hasar gören tarafta konduktif işitme kaybı olarak sayılabilir, ciddi durumlarda artan basınç geri dönebilen fascial sinir zayıflığına ve facial baroparesise yol açabilir (Molvaer, 1987).

Yuvarlak ve oval pencerelerden kokleaya iletilen basınç değişiklikleri kalıcı işitme kaybı gibi semptomlara yol açan iç kulak barotravmasına neden olur (Parell, 1985). Güçlü bir valsalva manevrasıyla aniden açılan östaki borusu yüksek basıncı stapes tabanının hareketiyle oval pencere zarına iletir.

1.1 Problem Cümlesi

Tek yıldız balıkadam kurslarında, 5m derinliğindeki havuz dalışlarında oluşan su basıncının orta kulak basıncı ve kompliyansı üzerine etkisi var mıdır?

1.2 Çalışmanın önemi

Bu çalışma 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışlarında oluşan su basıncının orta kulak basıncı ve kompliyansı üzerine etkilerini görmek açısından önemlidir.

1.3 Çalışmanın amacı

Bu çalışmanın amacı deneyimsiz kursiyerlerde 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışlarında oluşan su basıncının orta kulak basıncı ve kompliyansı üzerine etkilerini görmektir.

1.4 Hipotezler

Hipotez I: 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışlarında oluşan su basıncının kulak zarı üzerine etkisi vardır.

Hipotez II: 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışlarında oluşan su basıncının ortakulakta (-) ya da (+) basınç değişikliğine sebep olur.

Hipotez III: 5m derinlikteki havuzda tek yıldız balıkadam kursu dalışlarında oluşan su basıncının kulak zarının kompliyansı üzerine etkisi vardır.

1.5 Terimlerin açıklanması

Atmosferik Basınç: Havanın deniz seviyesindeki ağırlığı 1 atmosfer (atm) olarak tarif edilir, bu da 14,7 pound per square inch (psi) ya da 760 mmHg/cm² (torr) basıncı ifade etmektedir. Bu, deniz seviyesinde, insan vücudu yüzeyine binen doğal bir basınçtır ve insan yaşamı için ideal basıncı oluşturmaktadır.

Barometrik Basınç: Çevre şartlarına bağlı olarak, atmosferik basınçtaki oynamaları ifade eder (örnek: alçak ve yüksek basınç alanlarındaki basınç değişiklikleri).

Gösterge Basıncı: Atmosferik basıncı 14,7 psi (760 mmHg) yerine 0 olarak tarif eden basınç ifadesidir. Böylece ölçülen basınç ile atmosferik basınç arasındaki farkı verir. Dalgıçların konsollarındaki basınç saati bu türdendir, tüpe bağlanmadığı sürece 0'ı göstermektedir. Halbuki deniz seviyesindeki basınç 0 değil 14,7 psi (760 mmHg) dir. Bu cins ölçümlerde okunulan basınç “psi” yerine “psig” cinsinden ifade edilmelidir.

Mutlak (Absolut) Basınç: Gösterge basıncına 14,7 psi olan atmosferik basıncın eklenmesi ile elde edilen mutlak değerdir ve “psia” olarak ifade edilir. Örneğin dalış tüpünün basıncı 100 psig okunduğunda absolut basınç $100 \text{ psig} + 14,7 \text{ psi} = 114,7 \text{ psia}$ ’dır.

Su sıkıştırılmaz olduğu için, derinlikle ilgili olarak, basınç değişikliğine bağlı hacim değişikliği oluşmaz. İnsan vücut dokuları da esas olarak su ’dan oluştuğuna göre, basınç bütün yönlere eşit olarak yayılır ve direkt bir etki hissedilmez. Her 33 feet (=10 m) derinlikte 1 atm. basınç eklenir (14,7 psig). Havacılıkta durum çok farklıdır. Deniz yüzeyinden havaya yükselmelerde basınç çok az değişir. Örneğin 18.000 feet (= 6000 m) yükseklikte, basınç sadece yarım atm. azalmaktadır (5 m sudaki basınç değişikliği kadar).

Buna karşın insan vücudunun hava dolu boşlukları olan orta kulak ve sinüslerdeki gazlar sıkıştırılabilir nitelikte olduklarından barometrik değişikliklerden çok etkilenirler (Barotravma). Dalış sırasında oluşabilecek basınç travmalarının ve muhtelif sıkışmaları (kulak, sinüs, yüz, diş, akciğer, mide, giysi .. vs) BOYLE YASASI ile açıklayabiliriz (Basut, 2005).

Timpanik membran kompliyansı: Kulak zarının basınç değişikliğine gösterdiği esneklik ya da uyumdur.

Timpanometri: Orta kulak basıncı dış kulağa yerleştirilen bir prob ile ölçülür. Bu prob ses kaynağı, mikrofon ve manometreye bağlı bir pompa içerir. Ses kulağa geldiğinde kısmen orta kulak sistemi tarafından emilir kısmen de timpanik zar tarafından yansıtılır. Dış ve orta kulak basınçlarının birbirine eşit olduğu durumlarda emilim ve kompliyans dolayısıyla da işitme maksimize olurken impedans minimize olur. Probun pompası ile dış kulak basıncı değiştirilerek timpanik membrandan yansıyan ses mikrofonla ölçülür. Sonuçların grafiklerle gösterilmesine ise Timpanogram denir.

Vertigo baş dönmesi, duyu ve denge kaybı.

1.6 Çalışmanın Sayıltıları

- i. Katılımcıların dalış öncesi ortakulak fonksiyonlarının normal olduğu varsayılmıştır.
- ii. Katılımcıların ilk kez 5m derinliğe daldıkları varsayılmıştır.
- iii. Katılımcıların güvenli dalış kurallarını doğru uyguladıkları varsayılmıştır.
- iv. Katılımcıların dekonjestan kullanmadıkları varsayılmıştır.

1.7 Çalışmanın Sınırlılığı

- i. Çalışma 14 katılımcı ile sınırlıdır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Bölüm 2 : a) ilgili fizik, anatomi ve fizyoloji alt bölümü ile b) dalışa bağlı orta kulak basıncı ve kompliyans değişimleri ile ilgili önceki çalışmalarını incelemektedir.

2.a. İlgili Fizik, Anatomi ve Fizyoloji

BOYLE YASASI 'na göre “*sabit ısıda bir gazın hacmi onu etkileyen basınçla ters orantılı olarak değişir*” .

Gaz hacmi değişikliklerinin en çok etkili olduğu derinlikler yüzeye yakın olan derinliklerdir. Dalgıç 10 m.ye indiğinde gösterge basıncı 14,7 psig, mutlak basınç da 29,4 psia (=2 atm)dir. Basınç iki misli arttığından gazların hacmi yarıya iner. Örnek olarak 100 cc. bir gaz hacmi alacak olursak ilk 10 m. de gaz hacmi azalması 50 cc (=100-50 cc) olacaktır. Sonraki 10 m. de ise basınç 2 atm.den 3 atm.e yükselecek ve hacim üçte bire inecektir. Bu seviyede örneğimizdeki hacim değişikliği 17 cc (=50-33 cc) olacaktır (Tablo-1). Yükselirken bu olayların tersi yaşanacaktır.

Tablo-1: Derinliklere bağlı olarak su basıncının artması ve gaz hacminin azalması

	Derinlik m	Mutlak Basınç		Gaz Hacmi		Her 10 m. de değişen gaz hacmi
		Atm	Psi			
Hava	0	1	14,7	1	100 cc	100 cc
Deniz	10	2	29,4	½	50 cc	50 cc
	20	3	44,1	1/3	33 cc	17 cc
	30	4	58,8	¼	25 cc	8 cc
	40	5	73,5	1/5	20 cc	5 cc

Görüldüğü gibi, dalışta, basınçla ilgili problemler ilk metrelerde en fazladır.

SCUBA DALIŞI:

Hava tüpünden akciğerlere, evre basıncına ayarlı serbest hava geçişi sağlayan bu dalış türünde Boyle Yasası'nın değişik bir uygulaması söz konusudur. Basıncı altında nefes alarak 10 m.ye inen dalgıcnın akciğer hacmi değişmemekte, evre basıncı iki misli artmaktadır. 20 m.ye inildiğinde basıncı üç misli, 30 m.ye inildiğinde dört misli artmakta fakat akciğerlerin hacmi hiç değişmemektedir. Buna karşın, derinlik arttıka, hava molekülleri sıkıştığından, her solunumda regülatörden ve üst solunum yollarından geçen havada daha fazla molekül bulunmakta, yani solunum havası yoğunlaşmaktadır, bu da solunumu güçleştirmektedir. Bu güçlük, akciğerlerdeki ve Scuba tüpündeki havanın basıncının artan evre basıncına uygun olarak artmasındandır. DALTON YASASI gazların parsiyel basınçları ile ilgilidir ve "bir gaz karışımında, karışımdaki her gazın basıncı, hacimde yalnız bulunduğu zamanki basıncına eşittir. Toplam basıncı, karışımı oluşturan gazların parsiyel basınçlarının toplamına eşittir" şeklinde ifade edilebilir. Diğer bir deyişle, evre basıncı arttığında, karışımdaki gazların yüzdeleri aynı kalmakla beraber toplam basıncı artar.

Tablo-2: Derinliğe bağlı olarak Azot (N₂) ve Oksijen (O₂) parsiyel basıncı değişiklikleri ve tüpteki minimal Karbon Monoksit'in (CO) derinliğe bağlı olarak etkisinin artması

Derinlik (m)	Atm	Total Basıncı	Parsiyel Basıncı		
			N ₂ (%80)	O ₂ (%20)	CO (%0.5)
0	1	15 psi	12 psi	3 psi	% 0.5
10	2	30 psi	24 psi	6 psi	% 1.0
20	3	45 psi	36 psi	9 psi	% 1.5
30	4	60 psi	48 psi	12 psi	% 2.0
40	5	75 psi	60 psi	15 psi	% 2.5

Scuba tüpünden soluduğumuz hava (yeryüzünde soluduğumuz hava gibi) takriben %78 Azot, %21 Oksijen ve %1 diğer gazların karışımından oluşmaktadır. Dalton Yasasına göre hesaplar, basıncılı hava kullanan ve derin dalış yapan dalgıçlarda Oksijen zehirlenme

tehlikesini açıklamaktadır. Deniz yüzeyinden 40 m. derinde Scuba tüpündeki oksijenin parsiyel basıncı (15 psi), deniz yüzeyinde %100 saf oksijen solumaya eşdeğer olmaktadır (15 psi). Oksijenin normal parsiyel basıncı 3 psi olduğundan, bu derinlikteki oksijen konsantrasyonu vücut için, özellikle akciğerler için toksik olmakta ve dramatik sonuçlar doğurabilmektedir.

Derin dalışlarda “derinlik sarhoşluğu” denen azot narkozu oluşmaktadır. Azotun basınç altında narkotik etkisi Kaptan Albert Behnke tarafından fark edilmiş, her 15 m. derinlik için aç karnına bir Martini içilmek şeklinde ifade edilmiş ve “Martini Yasası” adı verilmiştir. Azot narkozu, azotun parsiyel basıncının artmasına bağlıdır. Derinlik arttıkça, Henry Yasasına göre, azotun vücut sıvılarına iten basınçla beraber, derinlik sarhoşluğu da artmaktadır. Bu nedenle derin dalış yapan profesyonel dalgıçlar azot yerine narkotik etkisi daha az olan helium (Heliox) gazı kullanmaktadırlar. Yine benzer şekilde, Scuba tüpü doldurulurken %0,5 oranında tüpe giren ve zararsız olan karbonmonoksit gazı (CO), 40 m. derinliğe inildiğinde (5 atm.), yüzeyde %2,5 CO solumaya eşdeğer etki yapmakta ve bu da zehirleyici seviyeyi ifade etmektedir. Bu örneklerde, tüpün içindeki havanın kompozisyonu hiç değişmemiştir, etki sadece derinliğe bağlı olarak artan basınç altında hava karışımı solumanın sonucudur. Görüldüğü gibi, sportif amaçlı dalışlarda derinlik kısıtlanmalıdır (Basut, 2005).

HENRY YASASI gazların eriyik hale geçmesi ile ilgilidir ve belli bir ısıda, “belli bir hacim sıvıda çözülen gaz miktarı, gazın parsiyel basıncı ile orantılıdır” şeklinde ifade edilebilir.

Bu yasanın scuba dalışına uygulanışı, alçalış sırasında artan gaz basıncına bağlı olarak giderek artan miktarlarda vücut sıvılarında ve vücut dokularında çözünen azotun yükseliş sırasında azalan gaz basıncına bağlı olarak birden açığa çıkmasıdır. 10 m.ye inen bir dalgıcın vücut sıvılarında eriyik hale geçen gaz miktarını 2 hacim (2V) olarak düşünürsek, dalgıç 20 m.ye indiğinde, artan basınç altında gazın daha fazlası eriyik hale geçecek (3V), derinlik ve dolayısıyla basınç arttıkça, eriyik haline geçen gaz miktarı da artacaktır (40 m.de 5V). Vücuttaki azot eriyik halde kaldığı sürece zararsızdır, fakat ani yükselişte çevre basıncı birden çok azalacağından, eriyik haldeki azot, içinde bulunduğu sıvıdan birden açığa çıkacak, kanda ve vücut dokularında küçük hava kabarcıkları oluşturarak bu bölgelerde tıkanmalara ve klinik sonuçları birbirinden çok farklı ve ağır olabilecek hasarlara yol açabilecektir;

Dekompresyon Hastalığı.

Görüldüğü gibi, sualtındaki yükselişlerde yükseliş hızı kısıtlanmalıdır.

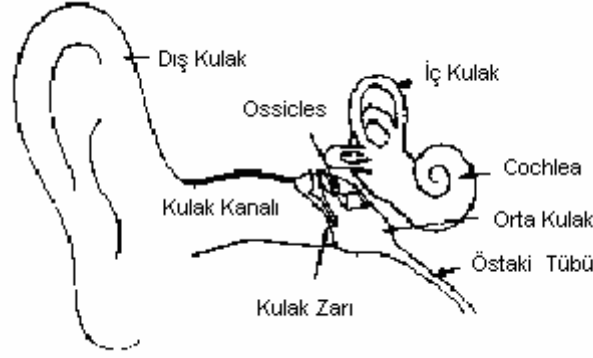
KBB AÇISINDAN SUALTI

Dalış sırasında görülen sorunların büyük kısmı kulak burun boğaz (KBB) sahasında olmaktadır. Sualtı fizyolojisinde Boyle yasası önemli yer tutmaktadır. Bu kanuna göre, sabit sıcaklık altında, gaz hacmi ile basınç arasında ters bir orantı vardır her ne kadar Scuba dalıcılar regülatör aracılığıyla tüpten çevre basıncına eşit basınçta hava alıyorsa da, orta kulak ve sinüsler gibi kapalı boşluklar için BOYLE YASASI geçerliliğini korumaktadır. Dalış sırasındaki basınç değişikliğine bağlı olarak, hava içeren boşluklarda oluşan doku hasarı; barotravma, dalıcıların en sık görülen sağlık problemidir. Özellikle orta kulak barotravması çok sık görülür. Dalışa bağlı görülen KBB sorunları Tablo-3’de gösterilmiştir. Barotravma ile ilgili KBB sorunları, genellikle dalışın iniş fazında oluşurken alternobarik vertigo dalışın çıkış fazında oluşur. Barotravmaya bağlı olmayan KBB sorunlarından iç kulak dekompresyon hastalığı ve gürültüye bağlı işitme kaybı genellikle derin sularda çalışan profesyonel dalgıçlarda görülmektedir.

Tablo-3: Sportif Scuba dalıcılarda görülen kulak burun boğaz sorunları

A) Barotravma ile ilgili olanlar	Orta kulak barotravması
	Paranasal sinüs barotravması
	Alternobarik vertigo (baş dönmesi)
	Dış kulak barotravması
	İç kulak barotravması
	Eşit olmayan kalorik uyarı sonucu olan vertigo
	Dış barotravması
	Fasiyal (maske) barotravması
	Fasiyal sinir barotravması
B) Barotravmaya bağlı olmayanlar	Otitis eksterna (dış kulak yolu iltihabı)
	Temporomandibüler eklem (çene eklemi) sorunu
	Gürültüye bağlı işitme kaybı
	İç kulak dekompresyon hastalığı

Normal bir kulakta çevre basıncına eşit bir basınç vardır. Dalgıcın alçalma ve yükselmesinde kulaktaki basıncı eşitlemenin tek yolu Östaki Tüpüdür.



Şekil-1: Kulağın şematik yapısı

Östaki tüpünün nazofarenks ağzı normalde kapalıdır.

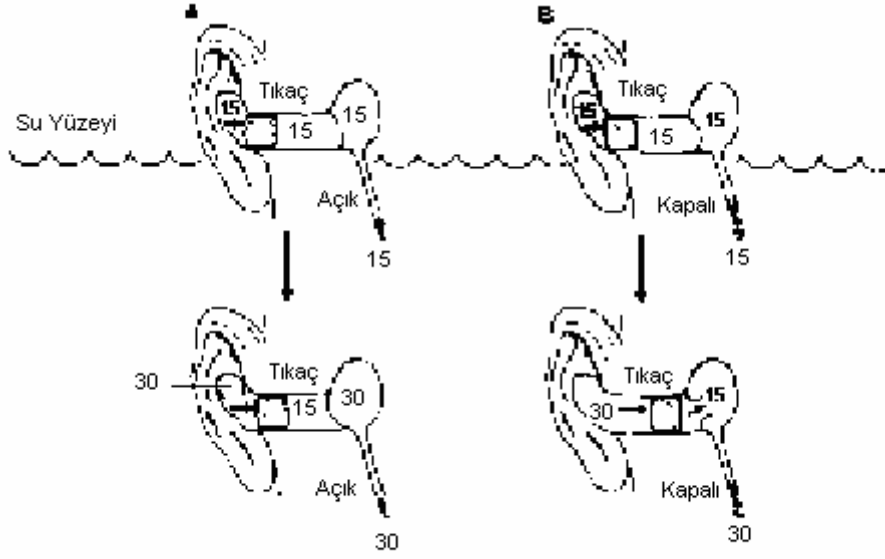
1- Nazofarenksde pozitif basınç olursa,

2- O bölgedeki kasların kasılması ile (m.tensor veli palatini)

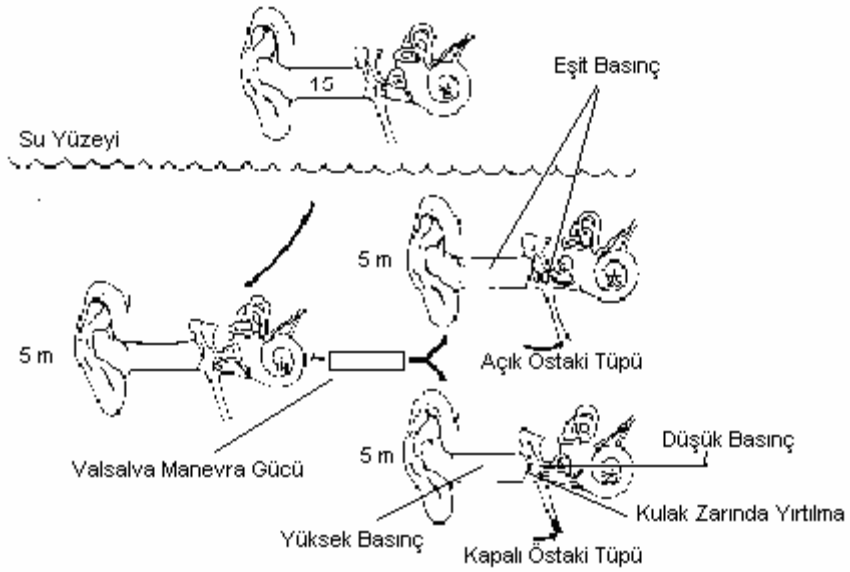
(m.levator veli palatini)

(m.salpingopharyngeus) açılır.

Alçalma sırasında; Östaki tüpü valf şeklinde çalışır ve basınç arttıkça kapalı kalır. Orta kulak basıncı ile çevre basıncı farkı $>80-120$ cm.H₂O ise “Trapdoor” etkisi ortaya çıkar ve Östaki Tüpü açılmaz, tekrar yükselip eşitleme yapmak gerekir. Yükselme sırasında; orta kulak hava hacmi arttığından, Östaki tüpü kolaylıkla açılır ve hava tahliye olur. Kulak tıkaçı ile dalındığında; kulak zarı ile tıkaç arasındaki hapis kalmış havanın basıncı değişmeyeceği için sorunlar ortaya çıkar. Eğer bu durumda Östaki tüpü açık ise basınç eşitleme manevrası (Valsalva) sırasında kulak zarı dışa doğru zorlanacak, belki de yırtılacaktır. Eustachi tüpü tıkalı ise bu defa zar içeri doğru çökecek ve yine zarın perfore olması söz konusu olacaktır. Normal dalış sırasında eşitleme manevrasında aşırı efor sarf edilmesi yani çok zorlu yapılması sırasında Östaki tüpü açıksa yuvarlak pencereye aşırı bir basınç uygulanır ve bu membranın iç kulağa doğru yırtılmasına sebep olabilir. Östaki tüpü tıkalı ise bu defa manevra sırasında ortaya çıkan intrakraniyal basınç artışı ve bu basınç artışının iç kulağa yansması sonucunda yuvarlak pencerenin dışa doğru yırtılması söz konusu olabilir.



Şekil-2: Dış kulak yolunda tıkaç varken oluşan basınç değişiklikleri



Şekil-3: Tuba Eustachi açık ve kapalı durumlarda zorlu eşitleme manevrasının (Valsalva) etkileri

Dış ve Orta Kulağın Genel Özellikleri

Dış Kulak Yolu (DKY)' nun Özellikleri

- Dış kulak yolunun dışta kıkırdak, içte kemik iskeleti vardır. Cilt tümünü örter. Boyu yaklaşık 3 cm uzunluğunda olup, kemik ile kıkırdak iskelet arasında açığı vardır.
- Otoskopi yaparken DKK (dış kulak kepçesi) 'sini arkaya yukarı çekmek gerekir. Çocuklarda spekulumsuz da zarı görmek mümkündür.
- Kıkırdak kısımda cilt altı dokusu daha zengin olup içinde kıl follikülleri ve serumen bezleri bulunur. Kemik kısımda deri oldukça atrofiktir.
- pH asittir (6.8 - 5.0)
- Kıkırdak dokusunda Santorini yarıkları bulunur. Enfeksiyonlar komşu organlara buralardan kolaylıkla geçer.
- Dış kulak yolunun (DKY) duysal innervasyonu n.trigeminus, n.vagus, n.fasialistir.
- Timpan zarından dışarıya doğru hücre migrasyonu vardır. Epidermisin rejenerasyonuna yönelik migrasyon DKY'nun spontan temizliğine de yarar.

Orta Kulağın Özellikleri

Orta kulak (OK) timpan kavitesi, Temporal kemiği, pnömatik sistemi ve östaki borusu olmak üzere 3 kısımdan oluşur. Östaki borusu içte 1/3, dışta kemik iskeleti 2/3'te kıkırdak iskeleti vardır. Kıkırdak iskeletinin bitiminde torus tubarius denen ağızlaşması ile nazofarenksin her iki yanına açılır. Bu bölgede kıkırdak iskelet tam bir boru biçiminde olmayıp laminal bir forma sahiptir. Bu nedenle istirahat halinde açıklığını muhafaza edemez ve duvarları kollebe durumdadır. Açılması ancak pasif olarak komşu kasların kasılması ile olur. Yutma anında kasılan tensor veli palatini adalesi östaki borusunun farenks ucunun açılmasında en önemli rolü oynar. Orta kulaktan farenkse doğru basınç kolayca geçer, tersi ancak yutkunma ve esneme esnasında kasların kasılması ve alt ucun açılması ile gerçekleşir. Temporal kemik oluşumları birbiri ile ilişkili ve tamamı mukoperiost ile örtülü pnömatik bir sistemdir. Antrum bu sistemin en büyük boşluğu olup orta kulak ile ilişkiyi sağlar.

Orta kulak kemikçik zinciri ve kulak zarı gerilimini sağlayan iki adet kas vardır. M. Stapedius kası motor dalını fasiyal sinirden alır. Şiddetli seslere karşı iç kulağın korunmasını

sağlar. M. Tensor timpani kası 5. sinirden motor dalını alır, kulak zarı ve ona bağlı kemikçik zincirinin gerekli gerilimini sağlar.

Yapılan deneyler göstermiştir ki; kulak zarı fizyolojik konumunda ise gelen seslerin iç kulağa iletilmesi maksimum yüzeye çıkmaktadır. Bunun içinde şart olan timpan kavitesindeki basıncın, dış çevre basıncına eşit olmasıdır. Pnömatik kemik sistem içindeki mukoza örtüsü havanın oksijenini kullanır. Bu nedenle kulak boşluğunda negatif basınç alanı oluşur. Bu negatif basınç yutkunma sırasında tuba östakiden giren hava ile dengelenir. Tubal disfonksiyonlarda negatif artış gittikçe çoğalarak zarın konumunu ve dolayısıyla ses iletimini kısıtlar.

Östaki tüpünü içi tipik üst solunum yolu mukozası ile örtülüdür, yani titrete tüyleri, sekretuar elemanlar mevcuttur. Tuba östaki orta kulağa açılan ağızına kadar gelen bu örtü dokusu, titrete tüylerini, sekretuar elemanlarını, submukozal yapısını büyük ölçüde kaybeder ve mukoperiost adı altında orta kulağın tüm pnömatik sistemini kaplar. Şartlar değiştiği zaman mukoperiost örtüsü metaplazik bir değişme göstererek titrete tüyle sekretuar epitele dönüşür. Özellikle kulağın uzun süreli patolojilerinde orta kulağın klirensini yani temizlik işleminin teminini üstlenir.

Orta kulak kavitesinde malleus, incus, stapes isimli kemikçiklerden oluşan bir zincir vardır. Bu zincir timpan zarından oval pencereye kadar olan mesafede ses iletişimini sağlar, ayrıca fiziksel kaldırma teorilerine göre iletilen sesleri arttırma görevi yapar. Esas artış geniş timpan zarında toplanan ses enerjisinin oval pencereye iletimidir. Zira geniş yüzeyli timpan zarı, küçük yüzeyli oval pencere arasında 1/20 oranı vardır. Kulağa gelen ses enerjisi 3 şekle dönüşür. 1. Zardan yansır, 2. Ortam değiştirirken zarda absorbe olur, 3. Kemikçikler yolu ile geçer. Zar dokusunda absorbe olan enerji sabit bir rakam olduğu için hesaba katılmaz. Eğer gelen enerji (verilen enerji) bilinirse yansıyan enerjiyi ölçmek suretiyle geçen enerjiyi hesap etmek kolaydır.

Gelen Enerji= Yansıyan Enerji + Absorbe Enerji + Geçen Enerji

Bugün kullandığımız timpanogramların esası budur. İşitme fizyolojisinde yuvarlak pencere ve içini örten bir elastik membranın önemi büyüktür. Oval pencereye gelen ses titreşimlerinin, iç kulak sıvılarına geçebilmesi için, kapalı kaplar içindeki sıvıların

titreşemediği gerçeğine uygun olarak esnek bir membran gerekmektedir. Dışarıdan gelen ses dalgalarının eğer aynı fazda hem oval, hem de yuvarlak pencereye aynı zamanda gelmemesi gerekir. Zira o takdirde iç kulakta iletim gerçekleşemez. Özellikle Timpanoplasti operasyonlarında tubanın açık olması ve yuvarlak pencerenin ses dalgalarından bir zar ile korunması şarttır.

Timpan Zarının (TZ) Özellikleri

1. TZ pars tensa ve pars flaccida olmak üzere iki bölümden oluşur.
2. Pars tensa anulus fibrozis denen bir çerçeve içine gerilmiş olup, bu çerçeve üstte açıktır (Rivinus çentiği).
3. Rivinus çentiği üstünde pars flaccida bulunur.
4. TZ dışta dış kulak cildi içte orta kulak mukozası ile örtülüdür.
5. Pars tensa bağ dokusu ara tabakası dayanıklı liflerle desteklenmiştir ve gergindir.
6. Pars flaccida da fibriler lifler yoktur.
7. Dıştaki cilt tabakası anulus fibrozis komşuluğunda, aktif proliferasyon gösteren stratum germinativum papiller invaginasyonlarına sahiptir. Bu kolesteatom oluşumu açısından önemlidir.
8. TZ malleusun manibriumu, ile pars tensa'yı ortasından içe doğru gerer. Bu gerilme Tensor Tympani Kası ile sağlanır. Kas N. Trigemini'nden sinir alır.

2.b. Orta kulak basıncı ve kompliyansla ilgili geçmiş çalışmalar

Green ve Rothrock (1993) iki deneyimli dalgıcin tekrarlayan dalışlarda günlük timpanometrik ve otoskopik gelişimlerini kaydetmiş ve orta kulak basıncının dalış sıklığına göre düştüğünü ortaya koymuştur.

Taylor (2003) Avustralya ve ABD de yaptığı uluslararası bir araştırma da 709 tüplü dalıcıda hafif barotravmaların sık görüldüğünü 369 (%52.1) dalgıçta kulak sıkışması, 38 dalgıçta kulak zarı yırtılması, 13 dalgıçta yuvarlak ya da oval pencere yırtığı saptamıştır.

Paaske(1991) 21 daha önce eğitim almamış kursiyerde 2-12m arası 104 dalışta timpanometri uygulayarak derinliklerdeki geçici kompliyans artışlarını kaydetmiştir.

Uzun (2005) 31 dalgıcın toplam 774 dalışında östaki disfonksiyonuna dayalı dalış öncesi parametreleri incelemiş, were19 kulaktaki ortakulak barotravmalarını dalış öncesi sigara içme, septal deviasyon, otitis media hikayesi, rhinosinüzit hikayesi, Valsalva, Toynbee, ve nine-step inflation/deflation tympanometrik test sonuçları ile mastoid pnömatizasyon derecesine göre incelemiş ve barotravma görülen dalgıçlarda östaki disfonksiyonunun daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Uzun ve ark. (2000) 24 dalgıçta mastoid pnömatizasyon büyüklüğü ile orta kulak barotravma riski arasında ters orantı olduğunu ortaya koymuştur.

Korıwchak ve Werkhaven (1991) 51 deneyimsiz ve 46 deneyimli dalgıçta yaptığı çalışmada orta kulak barotravmasının en sık rastlanan dalış hasarı olduğunu ve barotravmanın yaşa cinsiyete, deneyime ya da otolaringolojik hikâyeye bağlı olmadığını ancak düşük görüş alanı ve inişte basınç eşitleyememe ile ilgili olduğunu ileri sürmüştür.

Zulkaflay (1996) donanma dalgıçlarında işitme kaybını incelemiş ve sensorinöral işitme kaybının dalışa bağlı olabileceğini ileri sürmüştür.

Shupak , Sharoni , Ostfeld ve Doweck (1991) 42 dalgıçta yüzeydeki kulak basıncı eşitlemenin dalış sırasındaki kulak basıncı eşitleyebilme kapasitesini ortaya koymadığını göstermiştir.

Öktem, Karakullukçu, Cansız ve Aktaş (2000) farklı deneyimlerdeki 36 dalgıcın 123 dalışında dalış derinlikleri ve deneyime göre kulak zarındaki elastikiyet değişimlerini incelemiş ve kulak kanalı yada orta kulak basıncında değişiklik olmasa bile sığ dalışlarda bile kompliyansın arttığını ortaya koymuştur.

Özyurt (2006) dalış öncesi normal odyometri, timpanometri ve KBB değerine sahip 22 yeni dalıcıda dalışa bağlı orta kulak basıncı ve kompliyans değişimlerini deneyim durumuna (serbest dalış yapan ve yapmayanlar) ve dalış derinliğine (3m ve 12m) göre ortaya koymak amacıyla dalış öncesi otolojik muayene ile dalış öncesi ve sonrasında timpanogram değerlendirmeleri yapmış, Deneyime göre orta kulak basınç değişimleri ya da kompliyans açısından istatistiksel anlamlı korelasyon bulamamıştır. Ancak hemotimpani ya da hiperemi gibi otolojik bulgular yalnızca deneyimsiz grupta ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde .571

korelasyon 3m dalışlarında 12m dalışlarına göre daha yüksek oranda basınç değişimi olduğunu göstermektedir. Benzeri şekilde .516 kompliyans korelasyonu da 3m dalışlarında 12m dalışlarına göre daha yüksek oranda kompliyans değişimi olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar 3m dalışının ilk açık deniz dalışı oluşu ve 12m dalışının hemen ertesi gün yapılması nedeniyle yeni dalıcıların açık deniz şartlarına alışabileceği göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Çalışma başlangıç düzeyi bir Scuba (tüplü dalış) kursunda, KBB muayeneleri yapılmış, normal odyometre ve timpanometre test sonuçlarına sahip, yaş ortalamaları 28,8 ($\pm 10,14$) olan 14 gönüllü katılımcı (10 erkek ve 4 bayan) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara östaki disfonksiyonu, septum deviasyonu, nasal patolojiler ya da alerjik rinit gibi problem geçmişlerinin saptanması amacıyla anket uygulanmış ve hiç bir problemi olmayan adaylar çalışmaya dahil edilmiştir.

Tüm katılımcılara ayak üstü pozisyonda dalış sırasında valsalva manevrası yaparak kulak eşitleme tekniği öğretilmiştir.

Dalış öncesi ve sonrası tüm otolojik muayeneler ve timpanometrik ölçümler uzman teknisyenler tarafından gerçekleştirilmiştir.

Timpanometri ; Impedance Audiometer AZ₇ ve XYT Recorder model AG₃ Interacoustics electro acoustic impedance cihazıyla ölçülmüştür. Uygun bir prob dış kulak kanalına yerleştirilerek dış kulak basıncı önce +200mm H₂O'ye yükseltildi sonra da -400 mm H₂O'ye düşürülerek orta kulak basıncı ve kompliyans eğrilerinin timpanogram da gösterilmesi sağlanmıştır.



Şekil 4 : Impedance Audiometer AZ₇

Deneklerin dalış öncesi ve dalış sonrası timpanometrik ölçümleri alınmış ve ortaya çıkan dalış öncesi ve sonrası değerler birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonunda veriler Statistical Package for Social Science 12.00 (SPSS) de değerlendirilerek Wilcoxon Testiyle analiz edilmiştir.

BÖLÜM 4

BULGULAR

Çalışmaya katılan deneklerin dalış sonrası elde edilen otolojik muayene, timpanometrik basınç değişimleri ve timpanometrik kompliyans değişiklikleri aşağıda verilmiştir.

3 dalıcının 5 kulağında hiperemi gözlenmiştir (%21.4). 8 dalıcının 11 kulağında (+) ya da (-) basınç değişikliği saptanmıştır (%57.1). 11 dalıcının 24 kulağında kompliyans artışı saptanmıştır (%21.4).

Tablo 4: Dalışın KBB Muayene Bulguları Üzerine Etkisi

Katılımcı	Dalış Öncesi Muayene Sonuçları	Dalış sonrası otolojik muayene	
		Sol Kulak Değerleri	Sağ Kulak Değerleri
1	Normal Bulunmuştur	N	N
2	Normal Bulunmuştur	Hiperemik	N
3	Normal Bulunmuştur	Hiperemik	Hiperemik
4	Normal Bulunmuştur	Hiperemik	Hiperemik
5	Normal Bulunmuştur	N	N
6	Normal Bulunmuştur	N	N
7	Normal Bulunmuştur	N	N
8	Normal Bulunmuştur	N	N
9	Normal Bulunmuştur	N	N
10	Normal Bulunmuştur	N	N
11	Normal Bulunmuştur	N	N
12	Normal Bulunmuştur	N	N
13	Normal Bulunmuştur	N	N
14	Normal Bulunmuştur	N	N

Deneklerin dalış öncesinde yapılan KBB muayenesinden elde edilen değerler ile dalış sonrası yapılan muayene değerlerinin karşılaştırılması sonucunda 3 dalıcının 5 kulağında hiperemi gözlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-1.732$, $p=0,0415$ / $p<0.05$). Hipotez I kabul edilmiştir.

Tablo 5: Dalışın Timpanometrik Basınç Değişimleri Üzerine Etkisi

Katılımcı	Dalış Öncesi Timpanometrik Basınç Değişimleri	Dalış sonrası Timpanometrik Basınç Değişimleri	
		Sol Kulak Değerleri	Sağ Kulak Değerleri
1	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Var (+)
2	Normal Bulunmuştur	Değişim Var (+)	Değişim Var (+)
3	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Var (-)
4	Normal Bulunmuştur	Değişim Var (+)	Değişim Yok
5	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
6	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
7	Normal Bulunmuştur	Değişim Var (+)	Değişim Var (+)
8	Normal Bulunmuştur	Değişim Var (-)	Değişim Var (-)
9	Normal Bulunmuştur	Değişim Var (-)	Değişim Yok
10	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Var (+)
11	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
12	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
13	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
14	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok

Dalicıların dalış sonrası yapılan timpanometrik basınç değişimleri bulgularına göre 8 dalicının 11 kulağında pozitif (+) ya da negatif (-) basınç değişimi saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-2.828$, $p=0.0025$ / $p<0.01$). Hipotez II kabul edilmiştir.

Tablo 6: Dalışın Timpanometrik Kompliyans Değişimleri Üzerine Etkisi

Katılımcı	Dalış Öncesi Kompliyans Değişimleri	Dalış Sonrası Kompliyans Değişimleri	
		Sol Kulak Değerleri	Sağ Kulak Değerleri
1	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
2	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
3	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Yok
4	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
5	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Yok
6	Normal Bulunmuştur	Değişim Yok	Değişim Var
7	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
8	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
9	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
10	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
11	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
12	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
13	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var
14	Normal Bulunmuştur	Değişim Var	Değişim Var

Dalıcıların dalış sonrası yapılan timpanometrik kompliyans değişimleri bulgularına göre 11 dalıcının 24 kulağında kompliyans artışı gözlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-3.606$, $p=0.000$ / $p<0.01$). Hipotez III kabul edilmiştir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMA

Elde edilen sonuçlara göre, otolojik muayene sonrası 3 dalıcının 5 kulağında barotravmaya bağlı hiperemi gözlenmesi dalıcıların, dalış öncesi verilen basınç eşitleme tekniklerinden biri olan valsalva manevrasını başarılı bir şekilde uygulamış olmaları anlamına gelebilir. Bunun dışında orta kulak fonksiyonunu etkileyen parametrelerden olan orta kulak basınç değişimleri ve kompliyans değişimleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Paaske (1991) daha önce eğitim almamış 21 kursiyerde 2-12m arası 104 dalışta timpanometri uygulayarak derinliklerdeki geçici kompliyans artışlarını kaydetmiştir. Çalışmamızın sonuçları Paaske'nin bulgularını desteklemektedir.

Öktem, Karakullukçu, Cansız ve Aktaş (2000) farklı deneyimlerdeki 36 dalgıcın 123 dalışında dalış derinlikleri ve deneyime göre kulak zarındaki elastikiyet değişimlerini incelemiştir. Kulak kanalı yada orta kulak basıncında değişiklik olmasa bile sık dalışlarda da kompliyansın arttığı ortaya koymuştur. Bu çalışma sonuçları kompliyans artışına ek olarak orta kulak basıncındaki değişiklikleri de ortaya koymaktadır.

Özyurt (2006) dalış öncesi normal odyometri, timpanometri ve KBB değerine sahip 22 yeni dalıcıda dalışa bağlı orta kulak basıncı ve kompliyans değişimlerini deneyim durumuna (serbest dalış yapan ve yapmayanlar) ve dalış derinliğine (3m ve 12m) göre ortaya koymak amacıyla dalış öncesi ve sonrasında otolojik muayene ve timpanogram değerlendirmeleri yapmış, deneyime göre orta kulak basınç değişimleri ya da kompliyans açısından istatistiksel olarak anlamlı korelasyon bulamamıştır. Ancak hemotimpani ya da hiperemi gibi otolojik bulgular yalnızca deneyimsiz grupta ortaya çıkmıştır. Aynı şekilde .571 korelasyon, 3m dalışlarında 12m dalışlarına göre daha yüksek oranda basınç değişimi olduğunu göstermektedir. Benzeri şekilde .516 kompliyans korelasyonu da 3m dalışlarında 12m dalışlarına göre daha yüksek oranda kompliyans değişimi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın değerleri de özellikle 3m dalışlarının değerlendirilmesine uyumlu görülmektedir. Ayrıca Özyurt'un çalışmasında hipereminin sadece deneyimsiz grupta gözlemlenmesi, ilk defa tüplü dalış yapan katılımcılar üzerinde yapılan bu çalışmada gözlemlenen hiperemilerde deneyimsizliğin önemli bir faktör olduğu kabul edilebilir.

Otolojik muayene sonucunda dalıŖa bağlı ortaya çıkan dalıŖ öncesi ve sonrası hiperemi bulguları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmasına rağmen sonuç önem düzeyi sınırına yakındır. Bu alıŖmanın imkanlar dahilinde daha fazla katılımcıyla gerekleŖtirilmesi durumunda otolojik muayene sonuçları istatistiksel olarak önem düzeyi daha belirgin olacaktır.

alıŖma sırasında ölçülen diğer parametreler olan dalıŖ öncesi ve sonrası orta kulak basınç ve kompliyans deėiŖim değerleri arasında yüksek oranda fark görülmektedir. Daha önce bu alanda yapılmıŖ olan alıŖmalar doğrultusunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, alıŖmaların sonuçları arasındaki iliŖki önemli düzeyde uyumludur. Daha önce deneyimli ve deneyimsiz kiŖiler üzerinde yapılan alıŖmaların genelinde sonuçlar istatistiksel olarak anlamsız bulunmuŖtur. Ancak bu alıŖmaya katılan kiŖilerin ilk defa tüplü dalıŖ yapıyor olmaları, özellikle dalıŖ öncesi ve dalıŖ sonrası kompliyans deėiŖim verileri arasındaki yüksek farkın nedenlerinden biri olabilir. Ayrıca 3 dalıcının 5 kulağında gzlemlenmiŖ olan hipereminin nedenlerinden biride katılımcıların ilk defa tüplü dalıŖ yapıyor olmaları olabilir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneklerin dalış öncesinde yapılan KBB muayenesinden elde edilen değerler ile dalış sonrası yapılan muayene değerlerinin karşılaştırılması sonucunda 3 dalıcının 5 kulağında hiperemi gözlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-1.732$, $p=0,0415$ / $p<0.05$). Dalıcıların dalış sonrası yapılan timpanometrik basınç değişimleri bulgularına göre 8 dalıcının 11 kulağında pozitif (+) ya da negatif (-) basınç değişimi saptanmıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-2.828$, $p=0.0025$ / $p<0.01$). Dalıcıların dalış sonrası yapılan timpanometrik kompliyans değişimleri bulgularına göre 11 dalıcının 24 kulağında kompliyans artışı gözlenmiştir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ($Z=-3.606$, $p=0.000$ / $p<0.01$).

Ortaya çıkan bulgular doğrultusunda tüplü dalış sporunun daha güvenli olması için öncelikle dalışa katılacak kişilerin dalış öncesi sağlık kontrollerine verilen önemin artırılması gerekmektedir.

Dalış eğitmenlerinin sahip oldukları sağlık bilgileri doğrultusunda basınca dayalı olarak ortaya çıkabilecek rahatsızlıkların oluşmasına imkan vermeyecek güvenli dalış ortamını oluşturmaları gerekmektedir.

Dalış eğitimi alan kişilerin 5m derinlikteki havuz dalışına geçmeden önce kulakta basınç eşitleme manevraları hakkında bilgi sahibi olduklarından ve güvenilir bir şekilde uygulayabildiklerinden emin olunmalıdır.

Dalışa yeni başlayan dalıcıların deniz dalışlarında istenmeyen herhangi bir sorunla karşılaşmamaları için, tek yıldız balıkadam kurslarında havuz eğitimi basamağı atlanmamalıdır.

REFERANSLAR

Basut O. (2005), Uludağ Üniversitesi “Kulak Burun Boğaz Açısından Sualtı Fizyolojisi” Ders Notları

Becker GD,& Parell GJ. (2001) Barotrauma of the ears and sinuses after scuba diving. Eur Arch Otorhinolaryngol. May; 258(4):159-63.

Brylske A. The gas laws. A guide for the mathematically challenged. Dive Training 1997;September:26-34

Clenney TL,& Lassen LF.(1996) Recreational scuba diving injuries: Review Am Fam Physician. Apr;53(5):1761-74.

Divers Alert Network. (1998) Report on decompression illness and diving fatalities: DAN’s annual review of recreational scuba diving injuries and fatalities

Green SM, Rothrock SG,& Green EA. (1993) Tympanometric evaluation of middle ear barotrauma during recreational scuba diving. Int J Sports Med. Oct;14(7):411-5.

Melamed Y, Shupak A,& Bitterman H. Medical problems associated with underwater diving. N Engl J Med;326:30-5 1992

Molvaer OI, Eidsvik S. (1987) Facial baroparesis: a review, Undersea Biomed Res. May; 14(3) : 277-95.

Öktem N, Karakullukçu B, Cansız H,& Aktaş Ş (2000) SCUBA Dalışın Orta Kulak Kompliyansında Yaptığı Değişiklikler. Türk Otolaringoloji Arşivi, 38 (2): 104-108.

Özyurt, D. (2006). SCUBA Dalışının Orta Kulak Basıncı ve Kompliyansı Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi ODTÜ Bed.Eğt. ve Spor Y.O.

Paaske PB, Staunstrup HN, Malling B,& Knudsen L.(1991) Impedance measurement in divers during a scuba-diving training programme. Clin Otolaryngol Allied Sci. Apr;16(2):145-8.

Parell GJ, Becker GD. (1985) Conservative management of inner ear barotrauma resulting from scuba diving. *Otolaryngol Head Neck Surg.* Jun;93(3):393-7

Roydhouse N. (1985) 1001 disorders of the ear, nose and sinuses in scuba divers. *Can J Appl Sport Sci.* Jun;10(2):99-103.

Shupak A, Doweck I, Greenberg E, Gordon CR, Spitzer O, Melamed Y, & Meyer WS. (1991) Diving-related inner ear injuries. *Laryngoscope.* Feb;101(2):173-9.

Shupak A, Sharoni Z, Ostfeld E, Doweck I (1991). Pressure Chamber Tympanometry in Diving Candidates. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* Aug; 100 (8): 658-60.

Taylor DM, O'Toole KS, & Ryan CM (2003) Experienced scuba divers in Australia and the United States suffer considerable injury and morbidity. *Wilderness Environ Med.* Summer;14(2):83-8.

Uzun C, Adali MK, Tas A, Koten M, Karasalioglu AR, & Devren M. (2000) Use of the nine-step inflation/deflation test as a predictor of middle ear barotrauma in sports scuba divers. *Br J Audiol.* Jun;34(3):153-63

Uzun C. (2005) Evaluation of predictive parameters related to eustachian tube dysfunction for symptomatic middle ear barotrauma in divers. *Otol Neurotol.* Jan;26(1):59-64.

Zulkaflay AR, Saim L, Said H, Mukari SZ, Esa R. (1996). Hearing Loss in Diving; a Study Amongst Navy Divers. *Med J Malaysia.* Mar; 51 (1) : 103-8.

ÖZGEÇMİŞ

26/11/1979 yılında Diyarbakır'da doğdu. İlkokul ve ortaokul eğitimlerini Manisa'da tamamladı. Lise eğitimini İzmir'de tamamladı. 2002 yılında Ege Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Beden Eğitimi Öğretmenliği Bölümünü bitirdi. Eğitim süresi sırasında kule ve trampelen atlama Milli Takımı'nda sporcu olarak yarıştı. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Y.D.Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu'nda Öğretim Görevlisi olarak görev yapmaktadır.