

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖĞÜS HASTALIKLARI KLİNİĞİ

Şef: Prof. Dr. H. Canan HASANOĞLU

**EVDE OKSİJEN KONSANTRATÖRÜ İLE SÜREKLİ OKSİJEN
TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA UZUN KANÜL
KULLANIMININ GÜVENİLİRLİĞİ**

Dr. Elif TANRIVERDİO

UZMANLIK TEZİ

ANKARA-2010

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
ANKARA ATATÜRK EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
GÖĞÜS HASTALIKLARI KLİNİĞİ

Şef: Prof. Dr. H. Canan HASANOĞLU

**EVDE OKSİJEN KONSANTRATÖRÜ İLE SÜREKLİ OKSİJEN
TEDAVİSİ ALAN HASTALARDA UZUN KANÜL
KULLANIMININ GÜVENİLİRLİĞİ**

Dr. Elif TANRIVERDİO

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Canan HASANOĞLU

ANKARA-2010

TEŞEKKÜR

Hekimlik öğretisinin önemli basamaklarından biri olan asistanlık eğitiminin sonuna gelmiş bulunuyorum. Mesleğimin ayrıntılarını öğrenmek ve hastalarımaya faydalı olmak için önümde daha aşmam gereken engellerin olduğunun farkında olarak;

Uzmanlık eğitimim süresince engin deneyimlerini ve bilgi birikimini bizimle her zaman paylaşan, eğitimim için ilgi ve desteğini gördüğüm, yanında yetişmekten gurur duyduğum değerli hocam, Klinik Şefimiz Sayın **Prof.Dr.H.Canan HASANOĞLU**'na;

Rotasyonlarım sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Enfeksiyon Hastalıkları Klinik Şefi **Prof. Dr. Mehmet TAŞYARAN**'a, Radyoloji Klinik Şefi **Prof. Dr. Mustafa KARAOĞLANOĞLU**'na, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dahiliye Klinik Şefi **Doç. Dr. Rüştü SERTER**'e,

Uzmanlık eğitimim süresince geniş bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın **Uzm. Dr. Ayşegül KARALEZLİ**'ye sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Asistanlık dönemim boyunca beraber çalışmaktan mutluluk duyduğum uzmanlarıma;

Unutulmaz dostluklar kazandıran çok değerli asistan arkadaşlarıma, kliniğimizin bütün hemşire ve çalışanlarına;

Tezime olan katkılarından dolayı Yüksek Makine Mühendisi **Serdar Güryuva** ve Makine Mühendisi **Mehmet Sinan Hasanoğlu**'na;

Bana her zaman destek olan, bana olan sonsuz güvenini hiç kaybetmeyen, bugünlere gelmemi sağlayan **aileme**;

Yaptığı sayısız fedakarlık ve yaşattığı tüm güzellikler için hayat arkadaşım, meslektaşım, çok değerli eşim **Uzm. Dr. Cafer TANRIVERDİO**'ya; tüm kalbimle ve içtenlikle teşekkür ederim.

Saygılarımla

Dr. Elif TANRIVERDİO

Ankara, 2010

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
İNGİLİZCE ÖZET.....	v
KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. SOLUNUM YETMEZLİĞİ VE TANIMI	4
2.2. SINIFLAMA	5
2.2.1. Klinik Seyirlerine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri.....	5
2.2.2. Gaz Değişim Anormalliklerine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri	6
2.2.3. Oluşum Mekanizmalarına Göre Solunum Yetmezliği Tipleri...15	
2.3. KLİNİK	15
2.3.1. Hipokseminin Klinik Belirtileri.....	15
2.3.2. Hiperkapninin Klinik Belirtileri	16
2.4. TANI.....	17
2.5. TEDAVİ	17
2.5.1. Uzun Süreli Oksijen Tedavisi.....	18
2.5.2. Uzun Süreli Oksijen Temin Sistemleri	20
2.5.3. Oksijenin Hastaya Verilme Şekilleri	25
2.5.4. Evde Non-invaziv Mekanik Ventilasyon.....	31

2.6. BİR AKIŞKAN OLAN OKSİJENİN KANÜL İÇERİSİNDEKİ HAREKETİ VE AKIŞKANLAR MEKANİĞİ.....	32
2.6.1. Herhangi Bir Akışkanın Termodinamik Özellikleri	33
2.6.2. Gazlar İçin Durum İlişkileri.....	34
2.6.3. Akışkanların Viskozitesi.....	34
2.6.4. Reynolds Sayısı	35
2.6.5. Boru İçerisindeki Visköz Akış.....	36
2.6.6. Dairesel Borularda Laminar Akış	36
2.6.7. Akışkanın Sıkıştırılabilirliği ve Mach Sayısı.....	37
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	38
4. BULGULAR.....	41
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇLAR	61
7. KAYNAKLAR	63
8. EKLER.....	71
8.1. OKSİJEN KONSANTRATÖRÜ KULLANIM KILAVUZU	71
9. ÖZGEÇMİŞ	75

ÖZET

GİRİŞ: Solunum yetmezliği ile takip edilen hastalara uzun süreli oksijen tedavisi (USOT) gerekmektedir. USOT alması gereken hastaların kısa kanüller nedeniyle hareketleri kısıtlanmaktadır. Hastalar cihazın gürültüsü, etrafa ısı yayması, kokusu gibi nedenlerle tedavilerini etkin almamaktadır ve özellikle uykuda cihazın gürültüsü nedeniyle tedavisini gece boyu terketmektedir. Uzun kanüller ile hasta hem odası içinde daha rahat hareket edebilmekte hem de gerekli ihtiyaçlarını yine oksijen alırken giderebilmektedir. Çalışmamızda, USOT alan hastalarda uzun kanülün etkinliği araştırıldı.

GEREC VE YÖNTEM: Kliniğimizde solunum yetmezliğiyle takip edilen ve evde oksijen konsantratörü ile USOT alan 30 hasta çalışmaya alındı. Hastaların 1. gün oksijensiz pulse oksimetre ve Arter Kan Gazları (AKG) analizi ile oksijen saturasyonları değerlendirildi. Daha sonra 1 saat 2 m kanülle 2 lt/dk oksijen alan hastanın tekrar pulse oksimetre ve AKG ile O₂ saturasyonlarına bakıldı. Aynı uygulama 2. gün 7.6 m oksijen kanülü ile tekrarlandı.

BULGULAR: AKG ile 2m kanülle O₂ verilmeden önceki O₂ saturasyonları ortalama %76.33±11.22 iken 7.6m kanülle ortalama 76.94±10.7 idi. Aralarında anlamlı fark yoktu. Bir saat 2m kanülle 2 lt/dk O₂ aldıktan sonra AKG'ye göre O₂ saturasyonları ortalama %88.12±5.12 ve 7.6m kanülle %88±5.25 olup aralarındaki fark anlamsızdı. Benzer çalışma pulse oksimetre ile de eş zamanlı olarak yapıldı. Oksijen tedavisi alırken O₂ saturasyonu ortalaması 2 m kanülle %88.7±4.33 iken, 7.6 m kanülle %88.83±4.51 olarak bulundu.

SONUC: Oksijen verilen hastalarda 2 m kanül ile 7.6 m kanül arasında AKG ve pulse oksimetre takipleri ile belirlenen O₂ saturasyon değerleri arasında anlamlı fark olmadığı gösterildi. Uzun kanül kullanımının hastalara getirdiği hareket serbestliği ve hastaların cihazla ilgili şikayetlerinin çözümlenmesi de göz önüne alındığında gerekli hastalarda kullanımının uygun ve emniyetli olduğu düşünüldü.

Anahtar sözcükler: uzun süreli oksijen tedavisi, oksijen konsantratörü, nazal kanül, solunum yetmezliği

ABSTRACT

INTRODUCTION: Patients with chronic respiratory failure (CRF) need long-term oxygen therapy (LTOT). Due to the short cannulas, these patients have limited mobility during sessions. Patients don't use concentrator effectively because of the device's noise, temperature and smell. Especially, they do not want to take oxygen therapy during the night because of the noise of oxygen concentrator. On the contrary, with a long cannula, they can move more freely within the room and meet their own needs while taking O₂ therapy. In the present study, the effectiveness of long cannula among patients undergoing O₂ therapy was investigated.

MATERIALS and METHODS: Thirty patients who diagnosed as CRF and take LTOT by oxygen concentrator were enrolled to this study. On the 1st day, the O₂ saturation was evaluated via pulse oximeter and arterial blood gas (ABG) analysis prior to the oxygen therapy and after receiving O₂ therapy (2L/min) with 2m cannula for one hour. Same procedures were repeated with a 7.6 m cannula on the 2nd day.

RESULTS: By ABG analysis, the mean O₂ saturation prior to therapy with a 2 m cannula was found to be 76.33±11.22%, whereas it was 76.94±10.7% with a 7.6 m cannula (p >0.05). The mean O₂ saturations after therapy with a 2 m cannula for one hour (2 L/min) was 88.12±5.12% and it was 88±5.25% with a 7.6 m cannula (p >0.05). By pulse oximeter, the mean O₂ saturations were found to be 88.7±4.33% with a 2 m cannula and 88.83±4.51% with a 7.6 m cannula.

CONCLUSIONS: In this study it is demonstrated that there was no significant difference between the 2 m and the 7.6 m cannulas in terms of O₂ saturations measured by ABG and pulse oximeter. When considering the ease of patient movement provided and patients' complaints about concentrator resolved by the long cannula, we thought that it could be appropriate and reliable when necessary.

Keywords: long-term oxygen therapy, oxygen concentrator, nasal cannula, respiratory failure

KISALTMALAR

AKG	: Arter kan gazları
FiO ₂	: İnspire edilen havadaki oksijen fraksiyonu
PaCO ₂	: Arteriyel parsiyel karbondioksit basıncı
PaO ₂	: Arteriyel parsiyel oksijen basıncı
mmHg	: Milimetre-civa
kPa	: Kilopaskal
KOAH	: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
USOT	: Uzun süreli oksijen tedavisi
SY	: Solunum yetmezliği
ARDS	: Akut respiratuar distres sendromu
VT	: Tidal volüm
N	: Nervus
P(A-a)O ₂	: Alveoloarteryel oksijen gradienti
PTE	: Pulmoner tromboemboli
VA	: Alveoler ventilasyon
P	: Perfüzyon (kan akımı)
VA /P	: Alveoler ventilasyon- perfüzyon oranı
PAO ₂	: Alveoler oksijen basıncı
R	: Gaz değişim oranı (CO ₂ üretimi / O ₂ tüketimi)
BP	: Barometrik basınç
ASD	: Atrial septal defekt
O ₂	: Oksijen
İAH	: İnterstisyel akciğer hastalığı
VSD	: Ventriküler septal defekt

PDA	: Patent ductus arteriozus
KKY	: Konjestif kalp yetmezliği
SFT	: Solunum fonksiyon testi
L	: Litre
VE	: Dakika ventilasyonu (total ventilasyon)
f	: Frekans (dakika solunum sayısı)
VD	: Ölü boşluk ventilasyonu
SSS	: Santral sinir sistemi
OSAS	: Obstrüktif sleep apne sendromu
EKG	: Elektrokardiyografi
EMG	: Elektromiyografi
lt/dk	: Litre / dakika
psi	: Pound/inçkare
atm	: Atmosfer
kg	: Kilogram
lb	: Libre
I:E	: İspirasyon-ekspirasyon oranı
ml	: Mililitre
NIMV	: Noninvaziv mekanik ventilasyon
PPV	: Pozitif basınçlı ventilasyon
V	: Akışkan hızı
ρ	: Dansite
P	: Basınç
T	: Sıcaklık
R	: Gaz sabiti
Λ	: Evrensel sabit
M _{gas}	: Gazın moleküler ağırlığı
μ	: Viskozite katsayısı

Re	: Reynolds sayısı
D	: Boru apı
L	: Boru uzunluğu
Ma	: Mach sayısı
a_s	: Ses hızı
ATS	: American Thoracic Society
ERS	: European Respiratory Society
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu



ŞEKİLLER ve GRAFİKLER DİZİNİ

Sayfa No:

Resim 2.1. Solunum yetmezliği tipleri.....	6
Resim 2.2. Dikey konumda akciğerlerin üst, orta ve alt zonlarında ventilasyon-perfüzyon ilişkisi.....	9
Resim 2.3. Ventilasyon-perfüzyon dengesizliği nedenlerinin şematik görünümü	10
Resim 2.4. Solunumun pompa fonksiyonu	13
Resim 2.5 A ve 2.5B. Çelik ve alimünyumdan üretilmiş oksijen tüpleri	21
Resim 2.6. Sıvı oksijen sistemi (ana tank ve taşınabilir ünitesi).....	22
Resim 2.7. Oksijen konsantratörünün şematik görünümü	23
Resim 2.8. Oksijen konsantratörü	24
Resim 2.9. Total oksijen sistemi	25
Resim 2.10 A ve 2.10B. Burun kanülü ve doğru kullanım şekli	26
Resim 2.11. Basit oksijen maskesi.....	27
Resim 2.12. Ventüri maskesi	27
Resim 2.13. A ve 2.13B. Kısmi geri dönüşlü ve geri dönüşsüz maskelerin özellikleri	28
Resim 2.14. A ve 2.14B. Rezervuarlı kanüller (A. Oxymizer, B. Oxymizer Pendant)	29
Grafik 4.1. Olguların sigara kullanım süreleri (paket-yıl)	41
Grafik 4.2. Olgularda bulunan ek hastalıkların dağılımı.....	42
Grafik 4.3. AKG tetkiki ve eş zamanlı pulse oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyonları arasındaki benzerlik.....	47

- Grafik 4.4. Olguların 2 m ve 7.6 m kanül ile 2 lt/dk oksijen alırken PaO₂'lerinin karşılaştırılması.....48
- Grafik 4.5. Olguların 2 m ve 7.6 m kanül ile 2 lt/dk oksijen tedavisi alırken arter kan gazları tetkikinde oksijen satürasyonlarının karşılaştırılması.....48



TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 2.1.	Tip 1 solunum yetmezliğine en sık neden olan hastalıklar.....	8
Tablo 2.2.	Tip 2 solunum yetmezliği nedenleri	14
Tablo 2.3.	Oluşum mekanizmalarına göre solunum yetmezliği tipleri.....	15
Tablo 2.4.	Uzun süreli oksijen tedavisi endikasyonları.	20
Tablo 2.5.	Oksijen tedavisinin veriliş yolları ve akım hızlarında elde edilen FiO ₂ oranları.	30
Tablo 2.6.	Restriktif akciğer hastalıklarında evde noninvaziv mekanik ventilasyon.	31
Tablo 2.7.	KOAH'lı hastalarda evde noninvaziv mekanik ventilasyon.....	32
Tablo 4.1.	Hastaların özellikleri, solunum yetmezliği nedenleri ve konsantratör kullanım süreleri	42
Tablo 4.2.	KOAH tanısı ile takip edilen ve sigara kullanım hikayesi olan hastaların verileri	43
Tablo 4.3.	Hastaların solunum fonksiyon parametreleri ve arteriyel kan gazı değerleri	44
Tablo 4.4.	Daha önce USOT alan 22 hastanın cihaz kullanımını ile ilgili şikayetleri.....	45
Tablo 4.5.	Otuz hastanın 2 m ve 7,6 m kanül kullanarak aldıkları oksijen tedavisinden sonra AKG tetkik sonuçlarının karşılaştırılması	46
Tablo 4.6.	Otuz hastanın 2 m ve 7,6 m oksijen kanülü ile verilen oksijen tedavisi sonrası pulse oksimetre ile ölçülen sonuçlarının karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.7.	AKG tetkiki ve eş zamanlı pulse oksimetre ile ölçülen oksijen satürasyonu sonuçlarının karşılaştırılması	47

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Solunum sisteminin yeterli eksternal gaz değişimini sağlayamaması sonucu gelişen hipoksemi veya hipoksemi ile birlikte olan hiperkapni durumuna solunum yetmezliği denir. Değişik kaynaklarda farklı arter kan gazları (AKG) değerleri verilse de sıklıkla deniz seviyesinde oda havası solurken (%FiO₂: 0.21) parsiyel arteryel oksijen basıncının (PaO₂) <60 milimetre civa (mmHg) [<8 kilopascal(kPa)] veya PaO₂ düşüklüğüyle birlikte parsiyel arteryel karbondioksit basıncının (PaCO₂) >45 mmHg (>6 kPa) olmasıyla tanımlanır.¹⁻⁵

Solunum yetmezliği birçok hastalığın sonucunda gelişebilir. Solunumun ventilasyon kısmından sorumlu olan solunum pompasını veya gaz değişiminden sorumlu olan akciğer parankimini etkileyen hastalıklar solunum yetmezliği gelişimine neden olabilirler.⁶ Solunum yetmezliğine neden olan sık hastalıklar içerisinde kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), diffüz parankimal akciğer hastalıkları, göğüs duvarı hastalıkları, nöromüsküler hastalıklar, uyku apne sendromu ve obezite hipoventilasyon sendromu sayılabilir.

Tütün ürünlerinin kullanımı ve artan sağ kalım süreleriyle birlikte kronik solunum yetmezliği olan hasta sayısı da artmıştır. Hastaların yaşam kalitelerini artırmak ve sağlık harcamalarını azaltmak amaçlı yapılan çalışmalarla evde bakım hizmetleri gelişmiştir. Uzun süreli oksijen tedavisi (USOT) ve mekanik ventilasyon uygulamaları kronik solunum yetmezlikli hastalar için iki majör tedavi yöntemidir.⁷

USOT'da en sık kullanılan oksijen temin sistemi oksijen konsantratörleridir.^{8,9} Ancak bu cihazların etkin ve sürekli kullanımında sorunlarla karşılaşmaktadır. Türkiye'de yapılan iki çalışmada en sık karşılaşılan nedenler arasında cihazın gürültüsü, sürekli evde bulunmama, evde iş yapma gereksinimi ve hareket kısıtlılığı görülmektedir.^{10,11}

Oksijen (O₂) tedavisinde en sık tercih edilen O₂ verme yöntemi 2 metrelik burun kanülleridir. Bu kanüller hastaların hareketini kısıtlamaktadır. Ayrıca hastalar özellikle uykuda cihazın gürültüsü nedeniyle tedavisini gece boyu terk etmektedir. Uzun kanüllerin kullanımı ile hasta hem ev içerisinde daha rahat hareket edebilecek hem de gerekli ihtiyaçlarını yine oksijen alırken giderebilecektir. Gece de konsantratörünü uzun kanül yardımıyla oda dışında tutarak cihazın gürültüsünü azaltabilecektir. Uzun kanül kullanımının etkinliği ve güvenilirliği ile ilgili kliniğimiz tarafından bir çalışma yapılmış ve hastane ortamında uzun kanül kullanımı etkin ve güvenli bulunmuştur.¹² Hastanede oksijenin çıkış basıncı 4-4.5 bar iken konsantratörlerde ise yaklaşık 0.6 bardır. Kanül içerisinde oksijenin akışı boyunca basınç düşüşü göz önünde bulundurulduğunda aynı çalışmanın düşük basınçla çalışan konsantratörlerle değerlendirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu tez çalışmasında, O₂ konsantratörü kullanan kronik solunum yetmezliği olan hastalarda ev içi konforunu artırmak ve O₂ tedavisi alırken de rahat hareket edebilmelerini sağlamak amacıyla uzun nazal kanül kullanımının etkinliğinin ve güvenilirliğinin araştırılması amaçlandı.

****Bu çalışma SB Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesinde 07.07.2008 tarihinde yapılan EPK toplantısında alınan 2008/07/43-f nolu karar ve izin doğrultusunda yapılmıştır.*

2. GENEL BİLGİLER

Solunum atmosferdeki oksijenin akciğerlerden kan yoluyla hücreye gelip, mitokondride enerji oluşumunun sağlanması ve bu sırada açığa çıkan karbondioksite yine akciğerler aracılığıyla dışarı atılması işidir.

Solunum, birçok organın uyumlu bir şekilde çalışmasını gerektiren karmaşık bir olaydır ve bu sistemlerden herhangi birinde ortaya çıkan bir problem solunum yetmezliğine (SY) neden olabilir. Normal bir solunum için öncelikle beyinde medulla ve ponsdaki solunum merkezinin normal işlevini sürdürmesi gerekir. Buradan çıkan solunum uyarısı periferik sinirler aracılığı ile diyafram gibi efektör organlara iletilir. İnterkostal ve abdominal kasları innerve eden sinirler medulla spinalisten çıktığı için medulla spinalis lezyonları diyaframı ve dolayısıyla solunumu etkileyecektir. Nöromusküler kavşakta problem olması veya solunum kaslarında güçsüzlüğe neden olan hastalıkların bulunması durumunda diğer tüm sistemler normal olsa da SY gelişebilecektir. Buraya kadar sözü edilenler solunumun pompa fonksiyonunun yani ventilasyonun normal bir şekilde gerçekleşebilmesi için gerekli olan sistemlerdir. Bunlardan birinde ortaya çıkan problem hipoventilasyona ve daha çok hiperkapnik solunum yetmezliğine neden olur.^{1,2}

Solunumun ikinci önemli parçası akciğerdir ve temel fonksiyonu gaz değişimidir. Bu işlem iki temel bölümden oluşur:

- a. Terminal hava yolları ile atmosfer arasında gaz akımı
- b. Gazların terminal akciğer bölgeleri ve alveoller ile pulmoner kapiller damarlar arasında difüzyonu.

Bunlardan herhangi birinde meydana gelen bir problem yani hava akımında kısıtlılık (astım ve KOAH'ta olduğu gibi), gaz değişim ünitelerinin kollabe olması (atelektazi) veya sıvı ile dolu olması (pnömoni, sol kalp yetmezliği, akut solunum

sıkıntısı sendromu (ARDS) gibi) ise akciğer yetmezliği ve hipoksemik solunum yetmezliğine neden olur.²

Solunumun inspiryum fazı aktif, ekspiryum fazı ise normal koşullarda pasiftir. İspiryumun en önemli kası diyafram olup C3-5 düzeyinden çıkan nervus frenikus (N. frenikus) tarafından innerve edilir. İspiryumda tidal volümün (VT) %70'inden diyafram sorumludur. Ekspiryum sağlıklı kişilerde pasif olup inspiryum kaslarının gevşemesi ve akciğer parankiminin geriçekim gücü (elastic recoil) ile olur.²

Solunum işlevinin normal bir şekilde sürdürülebilmesi için bu bileşenler çok önemli olmakla beraber santral ve periferik kemoreseptörler ve baroreseptörler olmaksızın solunum normal bir şekilde gerçekleşemez. Bu reseptörler bir anlamda solunumun yolunda gidip gitmediğini monitörize eden algılayıcılarıdır. Kemoreseptörlerden medullada bulunanlar asidoza duyarlı olup solunum merkezini hiperkapniden ve asidozdan haberdar ederler. Karotik ve aortik kemoreseptörler ise daha çok hipoksemiye duyarlı olup aortik kemoreseptörler daha çok çocukluk çağında aktiftirler.^{2,3}

Sonuçta periferden, kemoreseptörler ve baroreseptörlerden gelen uyarılar N. vagus ve N. glossofaringeus aracılığı ile solunum merkezine ulaşır ve solunum merkezi bu uyarılara N. frenikus ve 1-12. torasik sinirler dolayısıyla diyafram ve interkostal kaslar aracılığı ile cevap verir.¹

2.1. SOLUNUM YETMEZLİĞİ VE TANIMI

SY gaz değişim fonksiyonlarından oksijenizasyonun sağlanması veya karbondioksit elimine edilmesi görevlerinden birinde veya ikisinde birden yetersizlik olması sonucu oluşur. Bu durumda normal kan gazları düzeyini sürdürmek mümkün değildir ve PaCO₂ yüksekliği ile birlikte veya PaCO₂ normalken PaO₂ düşüklüğü oluşur. Genellikle problem akciğer hastalığı olsa da her zaman akciğer hastalığı değildir.^{1,4,5}

SY'nin sınırları tarif edilirken AKG sınırları farklı kaynaklarda farklı aralıklarda kabul edilmektedir. Sıklıkla deniz seviyesinde oda havası solurken (%FiO₂: 0.21) PaO₂'nin <60 mmHg (<8 kPa) veya hipoksemiyle birlikte PaCO₂'nin >45 mmHg (>6 kPa) olmasıyla tanımlanır.^{5, 6}

SY tanısı labaratuvar tanıdır, ancak bu cut-off değerlerin rijit olmaması önemli bir noktadır. Hastanın hikayesi ve klinik bulguları AKG değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde doğru tanı konulabilmektedir.^{5, 13}

Gerek akciğerle ilişkili, gerekse sistemik etkili birçok hastalık SY' ye neden olabilir, bu nedenle SY bir hastalıktan daha çok AKG analizi ile tanı konulan bir sendrom olarak kabul edilmektedir.^{1, 3, 14}

2.2. SINIFLAMA

2.2.1.Klinik Seyirlerine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri

Klinik seyirlerine göre SY akut veya kronik olabilir. Akut ve kronik SY'nin ayırıcı tanısı AKG değerlerinden çok klinik ve labaratuvar bulgularla yapılabilir.^{1, 15}

Akut Solunum Yetmezliği

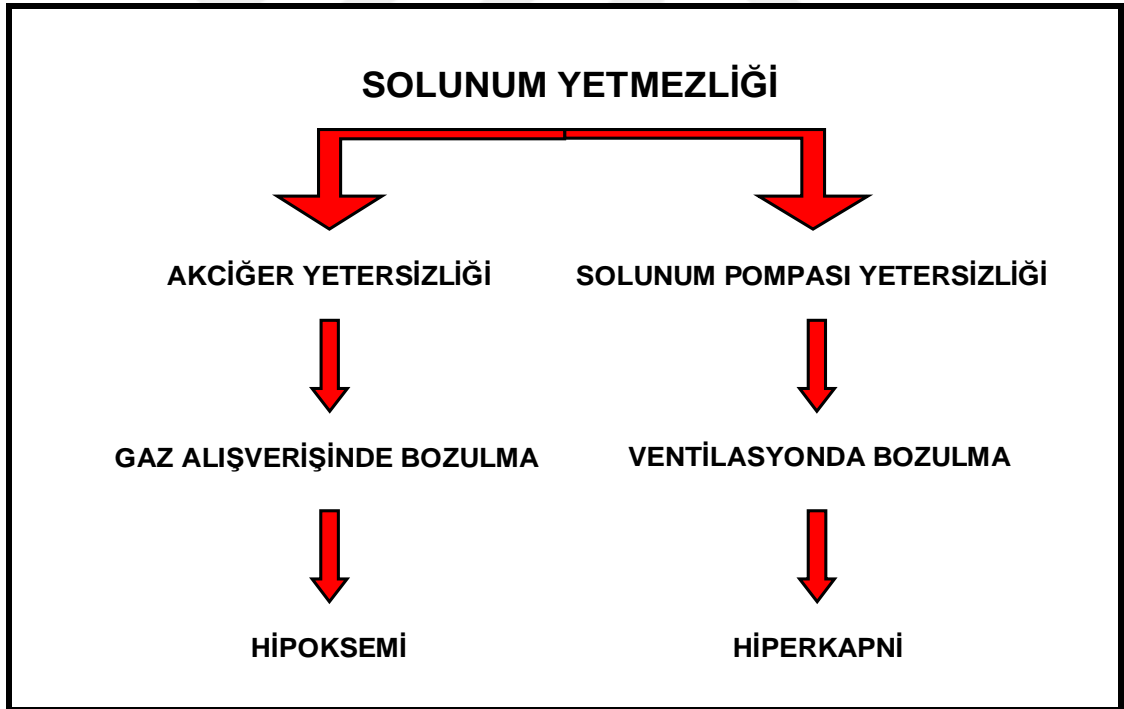
Akut SY, AKG ve asit-baz dengesinde hayatı tehdit eden düzensizlikle karakterizedir, dakikalar ya da saatler içinde gelişir. Klinik olarak ani mental durum değişikliği gözlenebilir. Genellikle eski bir solunum hastalığı olmadan kısa sürede ortaya çıkan tablodur (örn: pnömoni, pulmoner tromboemboli (PTE), astım krizi, akut akciğer ödemi, yağ embolisi sendromu, akut respiratuar distress sendromu, atelettazi, aspirasyon, toksik gaz inhalasyonları, septik şok, akut dağ hastalığı). Ancak kronik SY durumunda alevlenme şeklinde de (örn: KOAH alevlenmesinde) ortaya çıkabilir ve bu durum kronik solunum yetmezliği zemininde akut solunum yetmezliği olarak tanımlanır. Etiyolojiye göre hipoksemiyle ± hızlı karbondioksit birikimine eşlik eden respiratuar asidozla (pH<7.30) seyreder.

Kronik Solunum Yetmezliği

Normal gaz değişimini sürdürmede kalıcı yetersizlik sonucu oluşur. Altta yatan solunum problemi sonrası ortaya çıkar. Bu hastaların stabil dönemde AKG analizinde kronik hipoksemi ve/veya hiperkapni vardır. Kronik solunum yetersizliklerinde kronik hipokseminin bulguları olarak polisitemi ve korpulmonale görülebilir. Hiperkapni uzun süredir olduğundan renal mekanizmalarla kompanse edildiği için $\text{PaCO}_2 >45$ mmHg olmasına rağmen pH normaldir.

2.2.2.Gaz Değişim Anormalliklerine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri

Gaz değişim anormalliklerine göre SY hipoksemik ve hiperkapnik SY olarak ayrılır (Resim 2.1).



Resim 2.1. Solunum yetmezliği tipleri

Hipoksemik (Tip 1) Solunum Yetmezliği

Solunum yetmezliğinin en sık formudur. Tip 1 SY çoğunlukla interstisyum ve alveoler duvarın etkilenmesiyle ilişkilidir. Bu durum karbonmonoksit difüzyon kapasitesinde düşüklük ve ventilasyonun restriktif paterninde anormallikle sonuçlanır (örn: fibrozan alveolit ve pulmoner ödem). PTE ve pnömoni gibi diğer durumlarda, KOAH ve astım gibi obstrüktif akciğer hastalıklarında da görülebilir.⁴

Hipoksemi, oksijenin atmosferden kana geçişinde azalma olması sonucunda PaO₂'nin azalmasıdır. Hipoksi ise dokuların oksidatif gereksinimlerini karşılayacak yeterli oksijenizasyonun sağlanamamasıdır. Hipoksemi olmadan hipoksinin olabileceği ya da tam tersinin bulunabileceğinin bilinmesi önemlidir. Hipoksi üç ana katagoride incelenmektedir.

1. Arteriyel hipoksemi
2. Azalmış oksijen sunumu
3. Dokular tarafından aşırı ya da bozulmuş oksijen tüketimi.

Dokuların oksijenlenmesi, kardiyovasküler, hematolojik ve solunum sisteminin uyumlu olarak çalışması ve görevlerini yerine getirmeleri ile mümkündür.

Hipoksemi; oksijenin atmosferden kana geçişinde azalma olması sonucunda PaO₂'nin 80 mmHg'nın altına düşmesidir. PaO₂'nin 60 mmHg'nın altında olmasına ise "hipoksemik solunum yetmezliği" adı verilir.

PaO₂:

- 60-80 mmHg ise hafif dereceli
- 40-60 mmHg ise orta dereceli
- <40 mmHg ise ileri dereceli hipoksemiye gösterir.

Hipoksemik solunum yetmezliği, alveoloarteriyel oksijen gradienti [P(A-a)O₂]'nin artması ve PaCO₂'nin normal veya kompensasyon için artmış ventilasyon sonucu düşük olması ile karakterizedir. Problem esasen gaz değişim ünitelerinde

(asinüsler) olup pnömoni, ARDS, sol kalp yetmezliği, atelettazi akut hipoksemik SY için tipik örneklerdir.^{2,6} Hipoksemik SY'ye en sık sebep olan hastalıklar tablo 2.1'de özetlenmiştir.

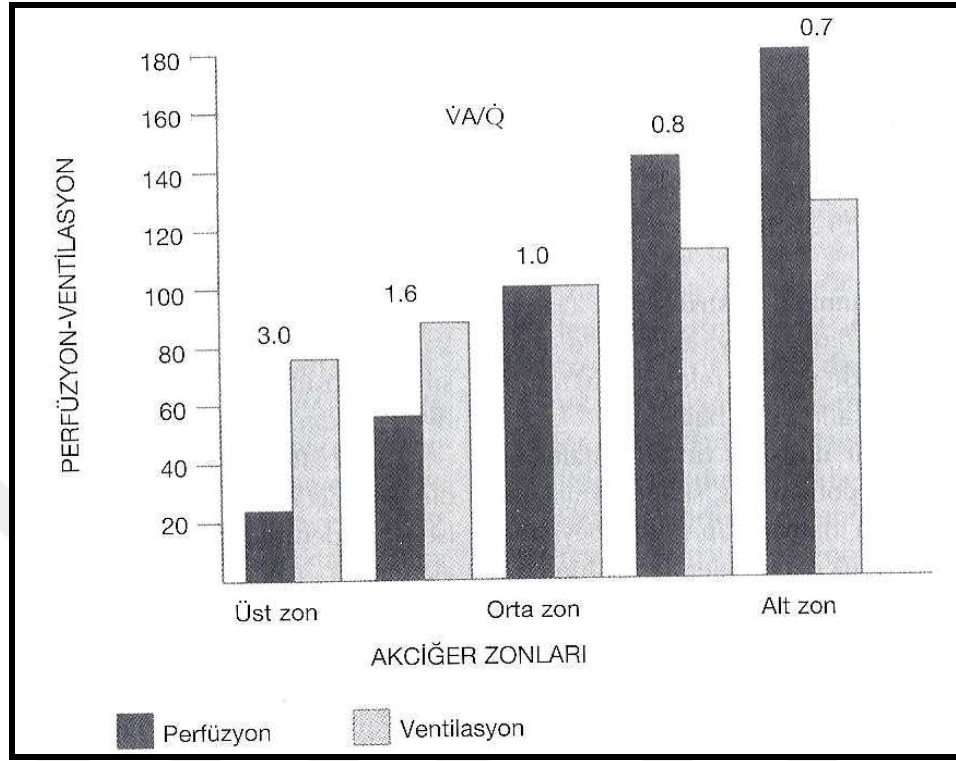
Tablo 2.1. Tip 1 solunum yetmezliğine en sık neden olan hastalıklar⁴

Tip 1 solunum yetmezliği nedenleri	
Kronik bronşit ve amfizem	Granüloamatöz akciğer hastalıkları
Pnömoni	Siyanotik konjenital kalp hastalıkları
Pulmoner ödem	Bronşektazi
Pulmoner fibrozis	Erişkinin solunum sıkıntısı sendromu
Astım	Yağ embolisi
Pnömotoraks	Göğüs travmaları
Pulmoner tromboemboli	Kifoskolyoz
Tromboembolik pulmoner hipertansiyon	Obezite
Lenfanjitis karsinomatozis	Pulmoner arteryovenöz fistül
Pnömokonyozlar	

Hipoksemide başlıca beş patofizyolojik mekanizma sayılabilir.¹³

1- Ventilasyon/perfüzyon dengesizliği: Hipoksemik solunum yetmezliğine en fazla yol açan mekanizmadır. Gaz alışverişinin yeterli olabilmesi için alveollerde devamlı kan akımı ve ventilasyon olmalıdır. Aynı zamanda akciğer parankimine ulaşan alveoler gaz volümü ve pulmoner kapiller kan volümleri de birbirine yakın olmalıdır. Normal bir kişide istirahat halinde alveoler ventilasyon (VA) ortalama 4.5-5 lt/dk ve kan akımı (P) 5 lt/dk'dır. VA /P oranı tek bir alveol içinde ventilasyonun kapiller kan akımına bölümüdür. Normal koşullarda VA /P oranı 0.9-1'dir. Normal kişilerde dahi bu oran tüm akciğer alanlarında eşit değildir ve VA /P dağılımı 0.6 ile 3 arasında değişebilir. Dik pozisyonda duran bir kişide ventilasyon üst zonlarda daha azdır, aynı şekilde perfüzyon da kan akımına yerçekiminin etkisiyle alt zonlarda daha

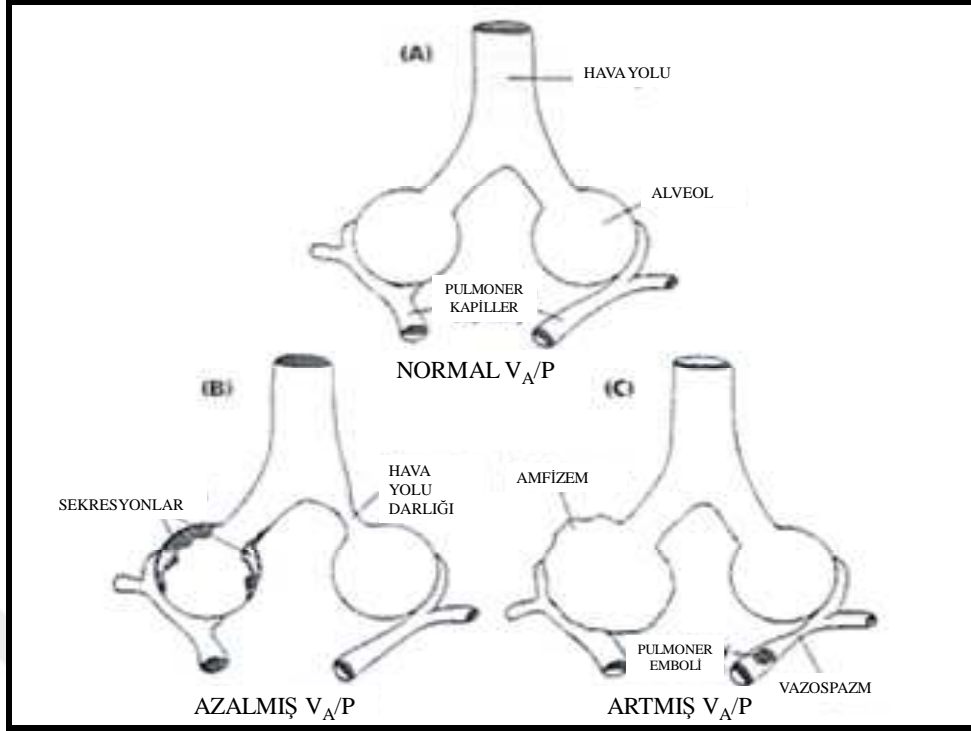
fazladır. Ancak perfüzyondaki değişimler daha belirgindir. Dikey konumda akciğerin değişik zonlarında VA/P ilişkisi Resim 2.2’de özetlenmiştir.¹⁶



Resim 2.2. Dikey konumda akciğerlerin üst, orta ve alt zonlarında ventilasyon-perfüzyon iliřkisi¹⁶

VA/P oranında düşüklük yaygın hava yolu obstrüksiyonunda ventilasyonun azalmasıyla ortaya çıkar. Bu durum aynı zamanda normal ventile olan ünitelerin aşırı perfüzyonuyla da olabilir. Tromboembolik akciğer hastalığında embolize ünitelerden diğerlerine doğru perfüzyonun yeniden dağılımı buna örnek olabilir.

VA/P oranında yükseklik olması, aşırı ventilasyon veya az perfüzyonla olabilir. Örneğin amfizemde destrüksiyon bölgelerinde hem ventilasyon hem perfüzyon azalır fakat perfüzyon daha kötüdür. Yine PTE’de embolinin distalinde perfüzyon azdır veya yoktur (Resim 2.3).



Resim 2.3. Ventilasyon-perfüzyon dengesizliği nedenlerinin şematik görünümü

VA/P dengesizliği en basit olarak $P(A-a)O_2$ 'nin hesaplanması ile değerlendirilebilir.

$$PAO_2 = FiO_2 - PaCO_2/R = [0.21 \times (BP-47)] - PaCO_2/0.8$$

$$P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

FiO_2 : inspire edilen havadaki oksijen fraksiyonu

R: gaz değişim oranı (CO_2 üretimi/ O_2 tüketimi), istirahatte ortalama 0.8 dir

0.21: oda havasında solurken inspire edilen oksijen fraksiyonu

BP: barometrik basınç

47: 37 derecede solunan havadaki su buharı parsiyel basıncı

Sağlıklı kişilerde gradient 5- 10 mmHg arasındadır. 30 yaş üzerinde her 10 yıl için 3 mmHg artar. VA/P dengesizliğinde, difüzyon bozukluğu ve şanta bağlı hipoksemilerde bu oran artarken, hipoventilasyon ve solunan havadaki oksijen konsantrasyonunun azalmasında normal düzeylerde kalır. Şant dışındaki etyolojilerde hipoksemi ve gradient inspire edilen oksijen yüzdesindeki artışla düzeltilebilir.^{2,17}

2- Alveoler hipoventilasyon: Alveoler ventilasyon dış ortam ile alveol arasındaki gaz değişimidir. Bir dakikada alveollere giren taze hava hacmi veya bir dakikada vücudu terk eden alveoler hava hacmi benzer şekilde VA olarak tanımlanmaktadır. Alveoler hipoventilasyon sıklıkla arteryel hipoksemiye neden olan diğer patofizyolojik durumlarla birlikte, nadiren izoledir. İzole alveoler hipoventilasyonda P(A-a)O₂ normaldir, hiperkapni (tip 2 SY) mevcuttur.^{2,4}

3- Sağ - sol şant (intrapulmoner / ekstrapulmoner): Mikst venöz kanın gaz alışverişinin yapıldığı akciğer bölümlerine uğramadan sistemik dolaşıma katılması durumudur. Intrapulmoner şantta ventile olmayan akciğer volümlerinden geçen venöz kan oksijenlenmeden sistemik dolaşıma katılır. Ventile olmayan akciğer volümü pnömonide exuda niteliğinde, kalp yetersizliği ve ARDS'de transuda niteliğinde, alveoler hemorajide ise kan niteliğinde olan içi sıvı dolu alveoller olabilir. Ekstrapulmoner şant ise konjenital olarak kalp ve büyük damarlardaki gelişim anomalilerine (ASD, VSD veya PDA) bağlı olarak oluşabilir. Bu hastalarda aynı zamanda sağ kalp basıncının yüksek olması şarttır; aksi takdirde şant soldan sağdır.^{17,18}

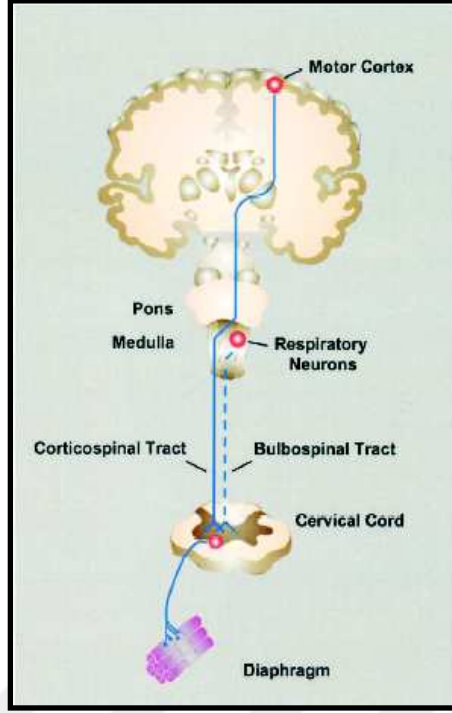
4- Difüzyon bozukluğu: İletici hava yollarından alveole ulaşan hava ile pulmoner kapillerden geçen kan arasında difüzyonla gaz değişimi gerçekleşir. Alveolokapiller membranın kalınlığı, yüzey alanı, kapiller kan volümü veya kapiller geçiş zamanı difüzyonun yürütülmesinde önemlidir. Gazların alveolokapiller membrandan geçişinde Fick Kanunu geçerlidir. Bu kanuna göre bir membrandan belirli bir zaman biriminde geçen gaz volümü difüzyona katılan yüzey alanı ve gazın solubilitesi ile doğru, membran kalınlığı ile ters orantılıdır. Ayrıca membranın iki tarafı arasında gazlarda basınç farkı olması gereklidir. Difüzyon bozukluğu

hipoksemiye sebep olur, ancak diğer sebeplere göre nisbeten daha nadirdir. Yüksek irtifada egzersiz yapan normal kişilerde de görülebilir. Fibrozan alveolit gibi interstisyel akciğer hastalığı olanlarda özellikle egzersiz sırasında ve nadiren karaciğer fibrozisi ile ilişkili kapiller şanti olan vakalarda meydana gelir.⁴ İnterstisyel fibroziste normalde çok ince olan alveol duvarları ileri derecede kalınlaşmıştır. İstirahat sırasında oluşan bir hipoksemi, egzersizde kanın temas süresinin azalmasıyla daha da şiddetlenir. Bu durum özellikle asbestoz, sarkoidoz, diffüz interstisyel fibrozis, kollajen doku hastalıklarının akciğer tutulumu (Skleroderma, Romatoid Artrit, Sistemik Lupus Eritomatozis, Wegener Granülomatozu, Good-Pasture sendromu), alveol hücreli karsinomda belirgindir. Çünkü bütün bu hastalıklarda difüzyon mesafesi artmıştır, bu durum oksijen geçiş zamanını etkiler. Egzersizde kanın temas süresinin daha da kısalması ile hipoksemi daha da belirginleşir.¹⁸

5- İnspiryum havasındaki parsiyel oksijen basıncının yetersiz olması: Nadir görülen bir hipoksemi nedenidir. FiO_2 düşüklüğü ya çevresel barometrik basıncın azalmasına (yüksek irtifa) ya da solunan havadaki yapay gaz karışımına bağlıdır.^{19, 20}

Hiperkapnik (Tip 2) Solunum Yetmezliği

$PaCO_2$ 'nin 45 mmHg'nin üstünde olmasıdır. Sağlıklı bir erişkinde metabolik fonksiyonların devamı için günde yaklaşık 360 litre (L) O_2 'ye ihtiyaç vardır. Enzimatik reaksiyonlar sonucu ise günde yaklaşık 290 L CO_2 açığa çıkmaktadır. Bu değişimin sağlıklı yapılabilmesi için öncelikle solunum sisteminin pompa görevini yapıyor olması gerekir. Göğüs kafesi, göğsü genişleten kaslar, kasların kasılmasını sağlayan santral solunum sistemi uyarıları ve bu uyarıları kaslara taşıyan sinir ağı solunum pompasını oluşturur (Resim 2.4).



Resim 2.4. Solunumun pompa fonksiyonu

Solunum pompasının akciğerlere dakikada pompaladığı hava miktarına “dakika ventilasyonu (total ventilasyon, VE)” adı verilir. Dakika ventilasyonu, tidal volüm ile dakika solunum sayısının çarpımına eşittir.²¹

$$VE = \text{tidal volüm} \times \text{dakika solunum sayısı} \quad (VE = VT \times f)$$

Alveollere kadar ulaşamayan dolayısı ile solunuma katılmayan hava miktarına ölü boşluk solunumu (VD) denir. “Anatomik ölü boşluk” adı verilen bu hacim sağlıklı kişilerde fizyolojik ölü boşluğa eşittir. Alveollere kadar ulaşır gaz değişimini yapan hava miktarına ise “alveoler ventilasyon (VA)” denir. Total ventilasyon, ölü boşluk solunumu ile alveoler ventilasyonun toplamına eşittir.²¹

$$VE = VD + VA$$

Hiperkapninin en önemli nedeni alveoler hipoventilasyondur. Aşağıdaki formülde görüldüğü gibi alveoler ventilasyonda azalma iki temel nedenle oluşur:

$$VA = VE - VD$$

Ya solunum pompa fonksiyonundaki bozulmalar sonucu VE azalır ya da ağır astım ve KOAH ataklarında olduğu gibi yaygın hava akımı kısıtlılığı nedeniyle VE normal veya artmış olmasına rağmen VD’de artış nedeni ile VA azalır.^{22, 23}

Solunum pompasının herhangi bir noktasında ortaya çıkacak bir hastalık nedeni ile total ventilasyonda azalma ya da ölü boşluk solunumunda artma sonucu alveoler ventilasyonda oluşacak azalmalar CO₂ atılımını karşılayamaz duruma gelirse Tip 2 SY oluşur.²³ Tip 2 SY’ye neden olan hastalıklar tablo 2.2’de özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Tip 2 solunum yetmezliği nedenleri^{5, 24}

Tip 2 solunum yetmezliği nedenleri	
Akut başlangıçlı hiperkapnik solunum yetmezliği nedenleri	Kronik başlangıçlı hiperkapnik solunum yetmezliği nedenleri
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Santral dürtüde azalma İlaçlar: Sedatifler Santral sinir sistemi hastalıkları (ensefalit, inme, travma) ▪ Nöral ve nöromusküler iletiyi etkileyen durumlar Medulla spinalis travması Tetanoz Amyotrofik lateral skleroz Poliomyelitis Guillain- Barre sendromu Myastenia gravis Organofosfat zehirlenmesi Botulizm ▪ Musküler patolojiler Musküler distrofi ▪ Göğüs duvarı ve plevra hastalıkları Akut hiperinflasyon Göğüs duvarı travması (yelken göğüs, diyafragma rüptürü) ▪ Akciğer ve havayolu hastalıkları Akut astım atağı KOAH atağı Kardiyojenik ve nonkardiyojenik pulmoner ödem Pnömoni Yukarı hava yolları obstrüksiyonu Bronşektazi ▪ Diğer Sepsis Şok 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akciğer ve hava yolu hastalıkları KOAH Bronşektazi ▪ Göğüs duvarı patolojileri Kifoskolyoz Torakoplasti Obezite Plevra kalınlaşması Nöromusküler hastalıklar ▪ Sistemik hastalıkların pulmoner tutulumları Skleroderma Polimiyozitis Sistemik lupus eritomatozis ▪ SSS patolojileri Primer alveoler hipoventilasyon sendromu (Ondine’ in laneti) ▪ Diğer Elektrolit bozuklukları (hipokalemi, hipomagnezemi) Malnütrisyon Endokrin hastalıklar (miksödem)

2.2.3. Oluşum Mekanizmalarına Göre Solunum Yetmezliği Tipleri

Solunum yetmezliği oluşum mekanizmalarına göre 4 ana başlıkta toplanır (Tablo 2.3).^{2, 17}

Tablo 2.3. Oluşum mekanizmalarına göre solunum yetmezliği tipleri^{2, 17}

TİP	I HİPOKSEMİK	II HİPERKAPNİK	III PERİOPERATİF	IV ŞOK
MEKANİZMA	•Şant ↑	•Ventilasyon ↓	•Atelektazi	•Hipoperfüzyon
ETYOLOJİ	•Hava yollarında sıvı	•Solunum merkezi ↓ •Nöromusküler ileti ↓ •Ölü boşluk solunumu ↑	•FRK ↓ •Kapanma volümü ↑	•Kardiyojenik •Hipovolemik •Septik
KLİNİK ÖRNEKLER	•Pnömoni •Pulmoner ödem Kardiyojenik ARDS •Pulmoner hemoraji •Göğüs travması	•İlaç / hasar •Miyastenya gravis, poliradikülit, ALS, botulizm, kürar •Astım, KOAH, kifoskolyoz, pulmoner fibrozis	•Obesite, asit, peritonit, üst abdomen cerrahisi, anestezi •İleri yaş, sigara, bronkospazm, sekresyon, sıvı yüklenmesi	•İnfarktüs •Kanama •Dehidrasyon •Tamponad •Endotoksemi
ARDS: Erişkinin sıkıntılı solunum sendromu, ALS: Amyotrofik lateral skleroz, KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, FRK: Fonksiyonel rezidüel kapasite				

2.3. KLİNİK

2.3.1. Hipokseminin Klinik Belirtileri

Hipoksemi en iyi oral mukoza membran muayenesi ile tesbit edilir. Siyanoz polisitemik hastalarda daha kolay gözlemlenir, anemik hastalarda ise daha silitir.⁴

Hipoksemi erken evrede santral sinir sistemini (SSS) etkiler. İrritabilite, bozulmuş entelektüel fonksiyon ve bilinç bulanıklığı gelişimine sebep olabilir. Bu konvülsiyon, koma ve ölüme kadar ilerleyebilir. Akut hipoksemi derecesi özellikle sağlıklı bireylerde daha öldürücü olabilir, çünkü kronik hipoksili hastalar bu durumu daha iyi tolere edebilirler. Hipoksemi karotid kemoreseptörler aracılığıyla ventilasyonu uyarır, kalp hızı ve kardiyak output artar, periferik damarlar dilate olur. Kardiyak disritmiler oluşabilir, bu durumu diüretik tedavinin sebep olduğu hipokalemi veya dijital tedavi artırabilir.⁴ Kronik hipoksinin pulmoner arter düz kasına direkt etkisiyle pulmoner vazokonstriksiyon oluşur. Ayrıca pulmoner düz kas hücrelerinden indirekt yolla bazı mediatörlerin salınımı ile pulmoner rezistans artar. Böylece pulmoner hipertansiyon gelişir. Kronik hipoksi böbreklerden ve kemik

iliğinden eritropoetin salınımını stimüle ederek sekonder polisitemiye neden olur. Kronik hipoksinin SSS'ye etkisiyle davranış bozuklukları, uyku hali, dikkatsizlik ileri dönemlerde konvülziyonlar, koma, ölüm görülebilir.³

2.3.2. Hiperkapninin Klinik Belirtileri

Hiperkapninin SSS üzerine etkileri hastadan hastaya farklıdır. PaCO₂ düzeyleri ile SSS etkilerinin gelişimi arasında zayıf bir korelasyon vardır. PaCO₂ düzeyinden çok PaCO₂'nin hızlı değişiklikleri daha önemlidir. Hiperkapninin SSS belirtileri iritabilite, konfüzyon, somnolans ve komadır. Bilinç değişikliğinin derecesi azalan kan pH'sı ile orantılı seyreden serebrospinal sıvı pH derecesiyle koreledir.⁴

Nöromuskuler hastalık veya OSAS gibi solunum pompası anormalliklerinin olduğu kronik hiperkapnik solunum yetmezliklerinde gece artan CO₂ retansiyonuyla uyku düzeninde bozulma, kabus görme, sabah baş ağrıları, gündüz uyku hali ön plandadır.^{3, 17}

Hiperkapni tremor, miyoklonik kasılmalar, asteriksis (flapping tremor) ve düzenli nöbetlere sebep olabilir. CO₂'nin vazodilatör özelliği artmış serebral kan akımı ile sonuçlanır ve intrakranial basınç artar, böylece baş ağrısı ve papil ödem gelişir.⁴ Yüksek CO₂ düzeylerinin sebep olduğu serebral vazodilatasyon, papil ödemi, kas fasikülasyonları, kaba miyoklonik sarsıntılı kas hareketleri gibi nörolojik bulgular beyin tümörü ayırıcı tanısını gerektirir.³

Hiperkapninin vasküler düz kas hücreleri üzerine direkt dilatatör etkisi ile periferel damarlar dilate olur, ancak aynı zamanda sempatik stimülasyonla vazokonstriksiyonu da sağlar. Vazodilatör etki ve beraberinde sempatik stimülasyon sıcak, kırmızı ciltle (flushing) sonuçlanır. Bu etki iki mekanizma arasındaki dengeye bağlıdır. Sempatik stimülasyon taşikardi ve terlemeden sorumlu olabilir veya vazodilatasyon hipotansiyon sebebi olabilir. Ciddi ve yerleşmiş (well-established) solunum yetmezliğinde gastrik dilatasyon ve paralitik ileus sıklıkla görülebilir.⁴

2.4. TANI

Solunum yetmezliği tanısı AKG analizine dayanır. Laboratuvarda veya yatak başında yapılan non invaziv ve invaziv yöntemlerle konur.³ Etyolojiye yönelik olarak solunum fonksiyon testleri (spirometre, maksimum inspiratuar ve maksimum ekspiratuar basınçları, maksimum volanter ventilasyon), görüntüleme yöntemleri (akciğer grafisi, toraks bilgisayarlı tomografisi, ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi, ultrasonografi), genel laboratuvar testleri (hemoglobun, hematokrit, elektrolitler, kan üre azotu, kreatinin), elektrokardiyografi (EKG), ekokardiyografi, sağ kalp kateterizasyonu, Swan-Ganz kateterizasyonu, elektromiyografi (EMG), polisomnografi gibi tanısal tetkikler yapılabilir.¹⁹

2.5. TEDAVİ

Teorik olarak kronik bir hastalıkta uygulanan tedavi yönteminin;

1. Yaşam kalitesini iyileştirmesi
2. Hastalığa bağlı mortaliteyi azaltması
3. Hastalığın morbiditesini azaltması
4. Hastaya ve sağlık sistemine olan maliyetinin en az olması istenir.¹⁷

Kronik SY'de tedavide esas olan altta yatan hastalığın tedavisi olmakla beraber persistan hipoksemisi ve hiperkapnisi için hastalar evde USOT ve /veya evde mekanik ventilasyon tedavisi açısından değerlendirilmelidir. Ayrıca bu hastalar pulmoner rehabilitasyon tedavisinden de yarar görebilirler. Kronik SY'li hastalarda evde oksijen tedavisi ve mekanik ventilasyon kararı vermeden önce hastaların stabil dönemde olmaları gereklidir.

Hipoksemik KOAH'lı hastalarda bugün için mortaliteyi azalttığı bilinen etkin iki yöntemden birincisi sigaranın bırakılması, ikincisi ise USOT'tur.^{17, 25}

USOT' un esas amacı kronik SY'li hastalarda yaşam süresini uzatmak, yaşam kalitesini iyileştirmek, akciğer fonksiyonlarını stabil halde tutmak ve hastaların

günlük aktivitelerini sürdürmelerini sağlayarak hastaneye yatış sıklığını azaltmak, ayrıca bu hastalardaki tedavi maliyetini azaltmaktır. Bu nedenle hastaların tedaviye uyumu ve takiplerinin düzenli yapılması gerekmektedir.^{26, 27}

2.5.1. Uzun Süreli Oksijen Tedavisi

Son zamanlarda kronik hastalarda USOT kullanımını artmaktadır. Amerika’ da 800000’den fazla hasta oksijen tedavisi almaktadır. Bu hastaların çoğunda arteriyel hipoksemi mevcuttur. Hastaların geniş bir grubunu KOAH’lı hastalar kapsamaktadır ve çalışmalar sonucu elde edilen verilerin çoğu bu hastalarda oksijen tedavisinin etkinliğini kabul etmektedir.²⁸

KOAH’lı hastalarda oksijen tedavisi ile ilgili erken çalışmalar 4 ila 8 hafta arasında uygulanan sürekli oksijenin hematokriti azalttığını, egzersiz toleransını iyileştirdiğini, pulmoner vasküler basıncı düşürdüğünü göstermiştir.²⁸

1980’lerde yapılan iki kontrollü çalışmada (Nocturnal oxygen therapy trial group (NOTT) ve Medical Research Council (MRC) çalışmaları) oksijen tedavisi almayan gruba göre alan grupta mortalitede anlamlı azalma gösterilmiştir.^{29, 30}

İngiltere’de yapılan MRC çalışmasında uykuda da olmak üzere 15 saat oksijen tedavisi verilen hasta grubu ile hiç oksijen tedavisi verilmeyen hasta grubu karşılaştırılmış, 3 yıl sonraki kontrolde oksijen tedavisi alan grupta mortalitenin anlamlı azaldığı görülmüştür. Amerika’da yapılan NOTT çalışmasında ise sürekli uzun süreli oksijen tedavisi alan (ortalama 19 saat) grup ile özellikle uykuda olmak üzere 12 saat oksijen tedavisi alan grup karşılaştırılmıştır. 26 ay sonunda sürekli oksijen tedavisi kullanan grupta mortalite ve morbiditede anlamlı düşüş saptanmıştır. Sonuç olarak, 15 saat/günden fazla nocturnal oksijen tedavisinin sonuçları oksijen tedavisi almayanlara göre daha iyidir. Devamlı oksijen tedavisi ise en iyi faydaya sahiptir.^{29, 30}

Özellikle KOAH’lı hipoksemik hastalarda uykuda ağır desatürasyon periyodları görülebilir. Desatürasyon hayatı tehdit eden aritmilere neden olabilir. USOT uykuda desatürasyon periyodlarını azaltır.³¹

USOT ile ayrıca dispne azalır, kas fonksiyonları düzelir, nöropsikiyatrik fonksiyonlar düzelir, egzersiz toleransı artar, seksüel performansta iyileşme görülür, hastaneye yatma gereksinimi azalır.³²

USOT'da en yüksek etkinlik polisitemi, pulmoner hipertansiyon veya hiperkapnisi olan hastalarda görülmüştür. Kronik hipoksemili diğer hasta gruplarında benzer çalışmalar elde olmasa da, çeşitli kardiyopulmoner hastalıklardan (restriktif akciğer hastalıkları, kistik fibrozis, kronik kalp hastalıkları vs) kaynaklanan istirahat hipoksemisinde USOT kavramının genişletilmesi klinik pratikte kabul görmeye başlamıştır.²⁸

USOT kararı verilmeden önce hastanın optimal tedavi altında en az 3-4 hafta stabil olması gerekir. Atak tedavisi yeni sonlanan hastalarda oksijen ihtiyacı devam etse de, bu hastaların bir kısmında 3-4 hafta sonra USOT'a ihtiyaç kalmadığı bilinmektedir. NOTT çalışmasında hastaların %20'sinde taburculuktan 3 hafta sonra USOT'a ihtiyacın ortadan kalktığı görülmüştür.^{20, 29} Bu nedenle USOT'a ihtiyacı olduğu belirlenen hastanın bu tedaviye olan gereksinimi ömür boyu sürebilse de, yine de hastaların yılda en az bir kez ihtiyacın ortadan kalkması olasılığıyla değerlendirilmesi önerilmektedir.³³

USOT için değerlendirme yapılırken hipoksemi oksimetre ile değil mutlaka AKG incelemesiyle saptanmalıdır. AKG istirahat halinde en az 30 dakika ortam havası solunduktan sonra alınmalıdır.^{20, 33} Kronik SY ve hipoksemisi olan hastalarda USOT endikasyonları tablo 2.4'de gösterilmiştir.^{19,28} Ülkemiz Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) da sağlık uygulama tebliğinde USOT için bu kriterleri kabul etmektedir.³⁴

Tablo 2.4. Uzun süreli oksijen tedavisi endikasyonları²⁸

Devamlı oksijen tedavisi
1. İstirahatte PaO ₂ <55 mmHg veya oksijen saturasyonu <%88
2. İstirahatte PaO ₂ 56-59 mmHg veya oksijen saturasyonu %89 ise korpulmonalenin herhangi bir bulgusunun varlığı
a. Konjestif kalp yetmezliğine bağlı ödem
b. Elektrokardiyogramda P pulmonale (P dalgasının DII, DIII veya aVF de >3 mm olması)
c. Polisitemi (hematokrit >%55 ise)
3. İstirahatte PaO ₂ >59 mmHg veya oksijen saturasyonu >%89 ise konservatif tedavinin yetersiz olduğunun kanıtlanması

Kesintili oksijen Tedavisi
1. Düşük egzersiz düzeylerinde PaO ₂ <55 mmHg veya SaO ₂ <%88 ise
2. Uyku esnasında PaO ₂ <55 mmHg veya SaO ₂ <%88 ve uyku ilişkili komplikasyonlar (pulmoner hipertansiyon, gündüz uyuklama, kardiyak aritmi) varsa

2.5.2.Uzun Süreli Oksijen Temin Sistemleri

Evde uzun süreli oksijen tedavisi için en sık kullanılan yöntemler sıkıştırılmış gaz silindirleri (oksijen tüpleri), sıvılaştırılmış oksijen sistemleri ve oksijen konsantratörleridir. Her bir sistemin avantajları ve dezavantajları vardır. Doğru seçim için hasta kliniği ve tercihi önemlidir. Oksijen sistemleri yakın zamanlarda kilo, fiyat, taşınabilirlik, tekrar doldurulma kolaylığı, kullanılabilirlik açısından karşılaştırılmıştır. İlk üç faktör özellikle debil ve yaşlı hastalar için önemli olabilir.

1-Oksijen Tüpleri: Evde uzun süreli kullanım için çok pratik sistemler değildir. Çünkü bu tüpler kullanım miktarı ve tüpün büyüklüğüne göre değişmekle birlikte genellikle 3 saat ile 2-3 gün [2 litre/dakika (lt/dk) oksijen akım hızı ile] içinde biterler. Sıkıştırılmış gaz farklı boyutlarda molibden çelik veya alüminyum silindirlerde depolanır. Alüminyum silindirlerin aynı boyutta çelik silindirlere göre ağırlığı %50 daha azdır (Resim 2.5A ve 2.5B). Oksijen silindirden dışarıya tüpün içindeki basınçla çıkar. Tüpün çıkışına yerleştirilen basınç regülatörü bu basıncı 50 psi'ye (3.4 atm) düşürür. Amerikan standartlarına göre en büyük gaz silindiri H tipi, en küçük gaz silindiri D tipidir. H tipi yaklaşık 90 kilogram (kg) olup 2 lt/dk oksijen inhalasyonu ile 2.4 günde biter. D tipi silindirler ise doluyken ortalama 4 kg'dır. 2

lt/dk sürekli oksijen inhalasyonu ile 2 saatte tüketirler. Ülkemizde imal edilen ve kullanılan gaz silindirlerinin özellikleri farklıdır. Büyük boy oksijen tüpleri boş iken 77 kg olup 10000 L sıkıştırılmış oksijen içerir. Orta boy tüpler 61 kg'dir ve 6000 L oksijeni depolarlar. Küçük tüpler ise 17.5 kg olup 2000 L oksijen depolarlar.²⁰



Resim 2.5A ve 2.5B. Çelik ve alüminyumdan üretilmiş oksijen tüpleri

Avantajları maliyetinin düşük olmasıdır. Ayrıca bu sistemde oksijen uçmaz veya boşalmaz, bu nedenle yıllarca saklanabilir. Dezavantajları ise küçük tüplerin hızlı tüketmesi, büyük tüplerin ise taşınabilirliğinin zor olmasıdır. Ayrıca regülatör valfte gaz silindirinden ani ayrılma potansiyel tehlikeli olabilir.³⁵

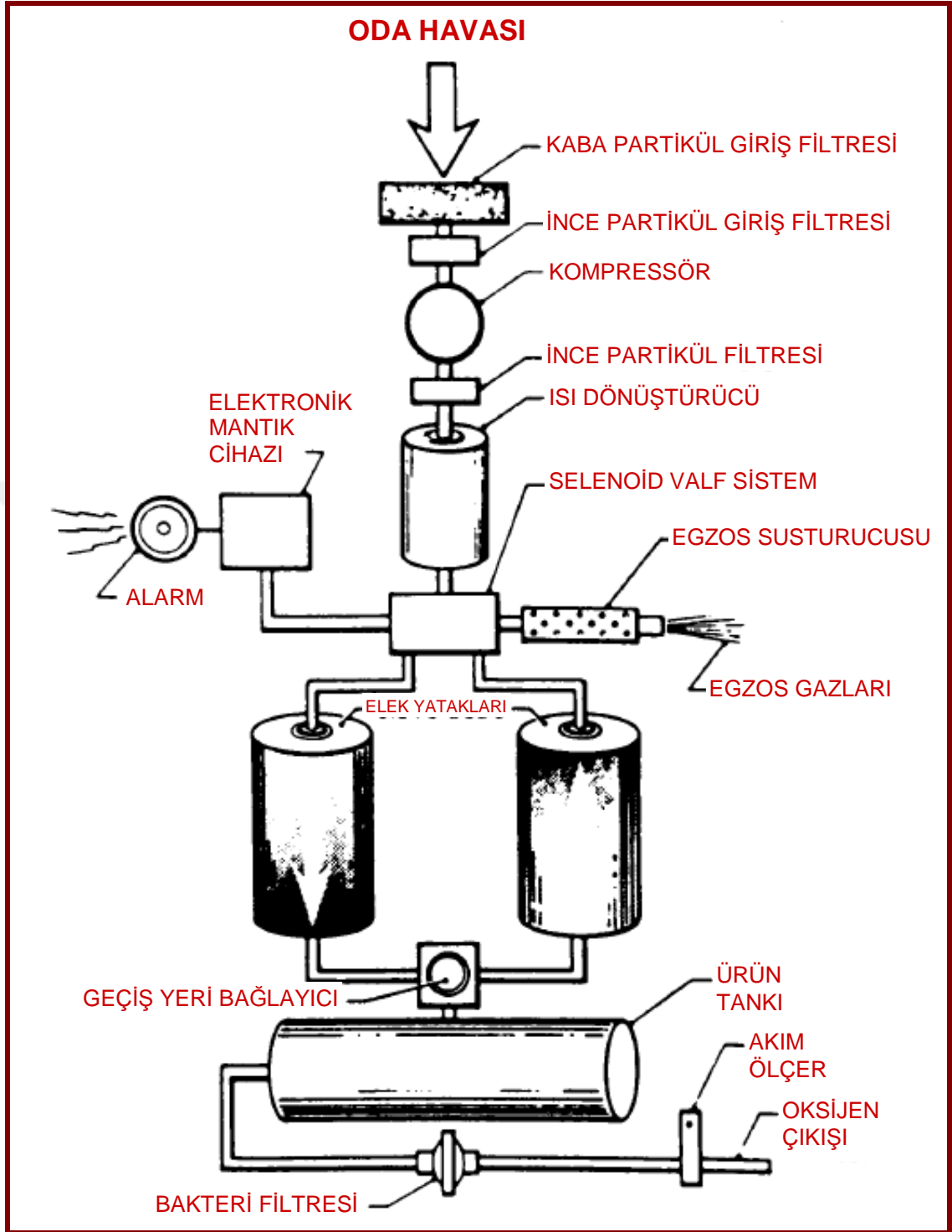
2- Sıvılaştırılmış Oksijen Sistemleri: Oksijen gazının çok düşük ısıda sıvılaştırılması ile elde edilirler (Resim 2.6). Böylece oda ısısındaki eşdeğerinin %1'inden az volume azaltılır. Portabl kaplar 10 libredir (lb) (1 lb ~ 0.45 kg) ve 2 lt/dk akımla 4-8 saatte biterler. Tekerlek monte edilmiş 140 lb (~ 63.5 kg) ağırlıkta sabit üniteler mevcuttur, 1 lt/dk akımla 7 günlük tedavi sağlar. Taşıma açısından pratik olmasına rağmen, doldurmak için özel sistem gerektirmesi ve dolun güçlükleri gibi nedenlerle yaygın kullanılmamaktadır. Ayrıca bu sistemler kullanılsa da düzenli olarak bir miktar gaz oksijenin atmosfere kaçmasına imkan verecek şekilde tasarlanmıştır, çünkü sıvı oksijen sürekli olarak gaz durumuna geçer. Bu nedenle hasta kullanılsa bile sıvı oksijen bitebilir.³⁵



Resim 2.6. Sıvı oksijen sistemi (Ana tank ve taşınabilir ünitesi)

3-Oksijen Konsantratörleri: En pratik ve yaygın kullanılan yöntemdir. Moleküler elek sistemi ile havadan oksijeni ayıran, elektrik enerjisiyle çalışan cihazlardır.

Tipik konsantratör şeması resim 2.7’de gösterilmiştir. Oda havası partikül filtre serisi arasından hava sıkıştırıcı içine yönelir. Sonrasında tekrar ilave partiküler filtreden geçer. Hava sıkıştırıcının ısısını dağıtmak için ısı dönüştürücüden geçen gaz selenoid denetleyici ile moleküler elek yatağı serisine yöneltilir. Moleküler elek içinde oda havası oksijen, nitrojen ve ek olarak eser gazlara ayrılır. Bu ayırma işlemi ortalama çapı 5 angström (0.5 nanometre) olan granüler kristal zeolit ile gerçekleşir. Zeolit boyut ve polaritesini baz alarak gazları ayırabilir. Konsantre oksijen akım ölçere verilmek üzere küçük bir silindirde depolanır. Elek yatağı dolduğu zaman nitrojen ve diğer gazlar atmosfer havasına boşaltılırken oda havası diğer elek yatağına yönlendirilir.³⁶



Resim 2.7. Oksijen konsantratörünün şematik görünümü³⁶

Oksijen konsantratörleri yüksek konsantrasyonda oksijen verirler, fakat %100 oksijen vermezler. İnspire edilen oksijen fraksiyonu akım hızına bağlıdır. Akım hızı $\leq 2\text{lt/dk}$ olduğu zaman en elverişlidir.³⁶ Oksijen konsantratörleri düşük basınçlı

sistemlerdir. 0.41-0.6 atm basınçla çalışırlar (sıvı oksijen 1.36 atm, dolu oksijen tüpü 136 atm). Ağırlıkları 13-15 kg'dır (Resim 2.8).³⁷



Resim 2.8. Oksijen konsantratörü

Oksijen konsantratörleri araba veya oda gibi sabit bir yerde kullanılabilir, gaz ve sıvı oksijen silindirleri ise taşınabilirlerdir. Avantajı maliyet etkin olmasıdır. Dezavantajları elektrik kaynağına ve düzenli servise gereksinim olması, sesli çalışması ve taşınma güçlükleridir.³⁵

Küçük, taşınabilir, hafif, pille veya araba aküsüyle çalışan konsantratörler geliştirilse de pahalı olmaları nedeniyle kullanımları yaygın değildir.²⁵

Son zamanlarda sabit ve portabl oksijen sistemlerinin bir arada bulunduğu yeni cihazlar (total oksijen sistemi) geliştirilmiştir (Resim 2.9). Portabl tüpleri hasta konsantratörde bulunan dolun mekanizması ile doldurabilmektedir. Maliyetleri diğer konsantratörlere göre yüksek olan bu cihazlar aktif çalışan ve eve bağımlı olmayan hastalarda tercih edilmektedir.²⁰ Bu cihazların bedelleri hastaların AKG tetkikinde istirahat halinde PaO_2 (Parsiyel Oksijen Basıncı) > 55 mmHg veya SaO_2 (Oksijen Saturasyonu) > 88 olmasına karşın egzersiz durumunda veya iş sırasında desatüre ($PaO_2 \leq 55$ mmHg veya $SaO_2 \leq 88$) olması halinde SGK tarafından karşılanmaktadır.³⁴



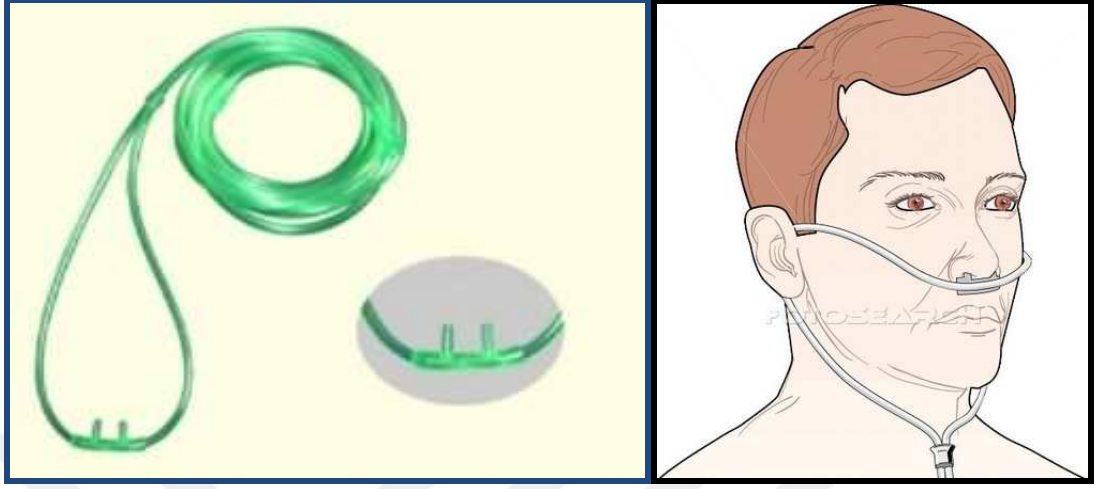
Resim 2.9. Total oksijen sistemi

2.5.3.Oksijenin Hastaya Verilme Şekilleri

1-Burun Kanülü: Kronik akciğer hastalıklarında evde ve hastanede en sık ve en kolay kullanılan oksijen verme şeklidir. Küçük ve kullanışlıdır, çoğu hasta tarafından kolay tolere edilir. Hastaların yeme, içme, konuşma, öksürme gibi fonksiyonlarını engellemez. İki tane burun deliği çıkıntısı olan ince bir hortum şeklindedir (Resim 2.10A). Bu çıkıntılar burun kanallarına yerleştirildikten sonra hortum kısımları kulak arkasından geçirilerek çene altında birleştirilir (Resim 2.10B).^{38,39} Nazal kanülle oksijen tedavisi saf oksijenin düşük akımla ve atmosferik hava akımından (%20.9 oksijen) daha yüksek verilmesinden ibarettir.³⁹ Burun kanülü kullanımında FiO_2 ; oksijen akımı, inspiratuar akım ve dakika ventilasyonuna göre değişkenlik gösterir.³⁸ Burun kanülü ile oksijen uygulandığında her 1 lt/dk'lık akım hızı, atmosferik oksijen fraksiyonunu %3-4 oranında artırır. Yani oksijen 1 lt/dk ile verildiğinde FiO_2 %24, 2 lt/dk verildiğinde ise yaklaşık %28 olur.³⁹

Burun kanülüyle oksijen tedavisi verildiğinde oksijen ekspirasyon sırasında solunmaz. Bir solunum siklusunda yaklaşık inspiryumda alınan hava ile ekspiryumda verilen hava birbirine eşittir. Ancak akım hızları farklıdır, inspiryum (I) ekspiryumdan (E) daha kısa sürelidir ve I:E oranı 1/2 dir. KOAH ve amfizem hastalarında ekspiryum daha uzundur ve bu sürede verilen oksijen boşa gitmiş olur.³⁷

Diğer bir dezavantajı yüksek akım hızlarında lokal irritasyon, mukoz membranlarda kuruluk ve dermatite sebep olabilmesidir.³⁸



Resim 2.10A ve 2.10B. Burun kanülü ve doğru kullanım şekli

2- Oksijen Maskeleri: Oksijen maskeleri hastalar tarafından pek rahat kullanılamamakla birlikte solunumunun yüzeysel olduğu durumlarda burun kanüllerinden daha yararlı olabilir.³⁷

Yüksek akım ve düşük akım maskeleri olarak iki temel tipi vardır. Yüksek akım sistemlerinde total respiratuar ihtiyacı karşılayacak uygun maske aracılığıyla yaklaşık 40 lt/dk gaz sağlanabilir. Bu durumda FiO_2 hastanın solunum paterninden etkilenmemektedir. Bu maskeler jet karıştırma prensibini kullanan ventüri valfleri içerir (Bernoulli etkisi).³⁸

Basit Maske: Yumuşak, şeffaf ve plastik bir maskedir (Resim 2.11). Orta akım hızıyla (6-10 lt/dk) %35-60 oranında FiO_2 sağlar. Bu maskeler sıklıkla tip 1 SY'nde kullanılır (örn: pulmoner ödem, PTE). Basit oksijen maskesinin yaklaşık 100-300 mililitre (ml) ölü mesafesi mevcuttur. Bu nedenle 1-2 lt/dk gibi düşük akımlarda oksijen verildiğinde maskede karbondioksit birikmesi ve hastanın oda havasından bile daha az oksijen alması riski taşır. Ancak oksijen 5 lt/dk yüksek akımla verilirse bu risk azalabilir. Bu maskeler genellikle tip 2 solunum yetmezliği olan hastalar için kullanışlı değildir.^{37,38}



Resim 2.11. Basit oksijen maskesi

Venturi Maskesi: Düşük yoğunlukta (%24-50) oksijen vermek üzere özel olarak geliştirilmiştir. Basit maske ve değişik oranlarda oksijen geçişine izin veren, değişik renklerde adaptörlerden oluşur (Resim 2.12). Adaptörler hastanın ekshalasyon havasının bir kısmının dışarı çıkmasına olanak sağlarken, bir kısmının da tüpten gelen oksijenle karışarak hastaya verilmesini sağlar. Böylece hastaya sürekli ve aynı yoğunlukta oksijen verilmiş olur. Ventüri maskesi özellikle hafif solunum sıkıntısı olan KOAH hastalarında kullanılır.^{38, 40, 41}

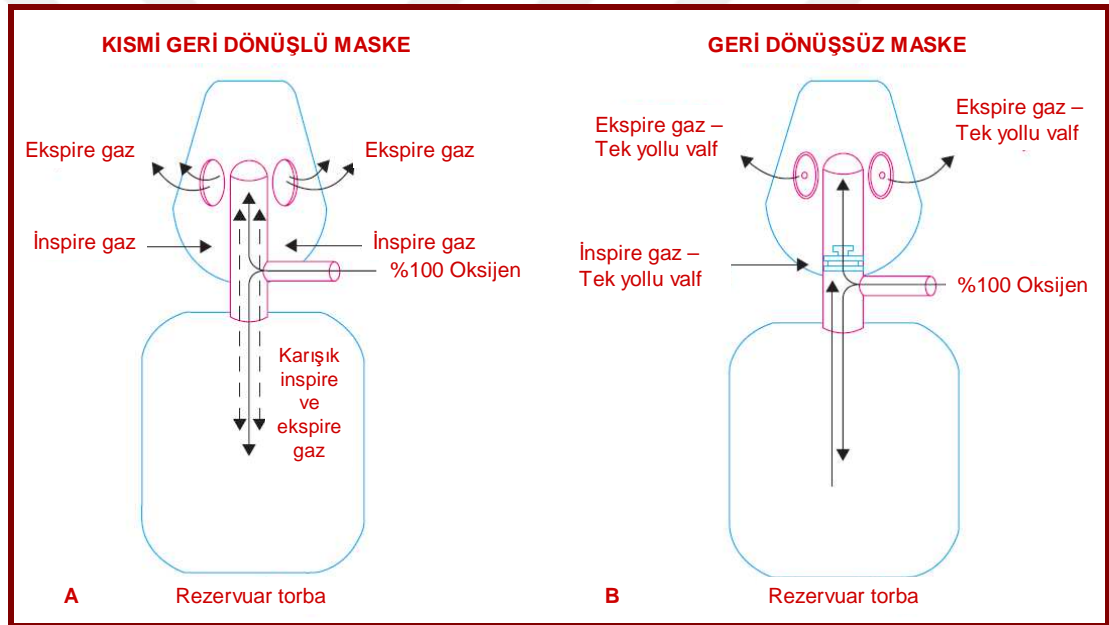


Resim 2.12. Ventüri Maskesi

Kısmi Geri Dönümlü Maske (Partial Rebreather Mask): Basit bir maske ve ona bağlı şeffaf bir torbadan (rezervuar) oluşmaktadır. Maske ile torba arasında iki

yönlü hava akımına geçiş sağlayan bağlantı tüpü vardır (Resim 2.13A). Torbada hasta soluduğunda içerisinde üçte ikisi dolu kalacak şekilde oksijen miktarı olmalıdır. Çünkü hastanın ekshale ettiği hava torbaya dolacak ve torbadaki oksijen ile karışacaktır. Bu maskelerle 6-10 lt/dk oksijen akım hızıyla %35-60 arasında FiO_2 sağlanabilmektedir.^{28, 41}

Geri Dönüşsüz Maske (Nonbreather Mask): Bu maskeler %80-85 konsantrasyonda oksijen verebilen maskelerdir (Resim 2.13B). Geri dönüşlü maskeden farkı, maske ile torba arasında tek yönlü akıma izin veren valf olmasıdır. Sadece rezervuar torbadan hastaya hava geçişi vardır. Hastanın verdiği soluk maske kısmında bulunan deliklerden dışarı atılır.^{28, 41}



Resim 2.13A ve 2.13B. Kısmi geri dönüşlü ve geri dönüşsüz maskelerin özellikleri²⁸

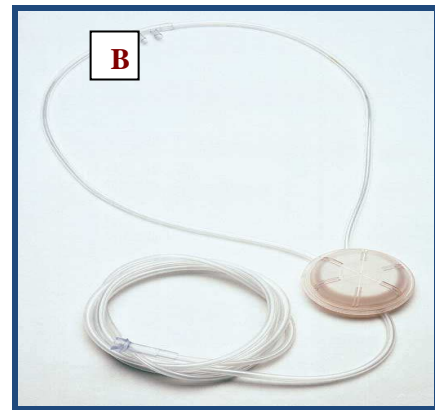
3-Transtrakeal Kateter: Estetik nedenlerle hasta isteği ile veya aktif hastalarda uygulanabilir. İnce perkütan kateter 2 veya 3. trakea aralığından girilerek karinaya doğru yerleştirilir ve oksijen uygulanır. Bu yöntemle nazal oksijen sistemine göre daha az oksijen tüketilmektedir ve az dozda oksijen ile istenilen PaO_2 düzeyine ulaşılır. Çünkü inhalasyon sırasında alt trakeaya oksijen akımı burun, farenks ve üst trakeanın oluşturduğu ölü boşlukları atlayarak geçer. Oksijen solunum boyunca sürekli akar, ekshalasyon sonunda anatomik ölü boşlukta oksijen birikir ve

izleyen inhalasyonda depolanan oksijen alveollere hızlı bir şekilde akar. Böylece üst hava yolları oksijen depolayarak ölü boşluk ventilasyonunu azaltır ve rezervuar kanüle benzer fonksiyon görür. Çeşitli çalışmalarda transtrakeal kateterin etkin ve güvenli olduğu gösterilmiştir.^{39, 42, 43}

Ancak kateterin mukusla tıkanması, kateterin kıvrılması ve yer değiştirmesi, lokal enfeksiyon (bakteriyel selülit), keloid formasyon oluşumu, alt solunum yolları enfeksiyonu, cilt altı amfizem gibi komplikasyonlarla karşılaşılabilir.⁴³

4- Rezervuarlı Kanüller: Tedavi esnasında oksijen sarfını azaltmak için geliştirilmiştir. Rezervuar kanüller oksijeni hasta soluk verirken depolar ve bunu izleyen inspirasyonun erken döneminde bolus olarak hastaya verir.⁴⁴

Mustache (Oxymizer®) ve Pendant (Oxymizer Pendant®) adında iki tipi vardır (Resim 2.14A ve 2.14B). İkisi birbirinden farklıdır ve farklı mekanizmalarla çalışır. Oxymizer kanülde her iki yanda bulunan esnek membran mevcuttur. Ekshalasyon sırasında membran ileri itilir ve bu sırada 18-20 ml zenginleşmiş oksijen depo haznesinde düzenlenir. Takip eden inhalasyonda hasta haznedeki oksijene havayı inhale eder. Pendant oxymizer ise akışkan teknolojisini kapsar. Rezervuar hazne hastanın göğüs ön duvarına karşı kurulmuştur. Oksijen ilk depo haznesine girer, buradan hastaya inhalasyonla geçer. Ekshalasyon sırasında oksijen hazneye geri döner ve birikir. İnhalasyon sırasında devam eden oksijen akımıyla haznedeki tekrar oksijen akar. Her iki sistemle de orijinal devamlı akım setlerinden 1/2-1/4 oranında daha az oksijenle eş değer arteryel oksijenizasyon sağlanabilir.³⁹



Resim 2.14A ve 2.14B. Rezervuarlı kanüller (A: Oxymizer, B: Oxymizer Pendant)

5- Solunumla Tetiklenen Akım Aygıtları: Ventilasyonun başlamasına duyarlı bir sistemle inspirasyonun erken fazında oksijen verir. Böylece ekspirasyon sırasında gereksiz oksijen tüketimi engellenmiş olur. Akış volümü, sayısı ve süresinin ayarlandığı formları vardır. Ayrıca likit oksijen sistemlerinde apne alarmı, tüpteki oksijen oranı gibi ek uyarıları da vardır. Kısa süreli çalışmalarda %50-80 oranında oksijen tasarrufu sağlayabileceği gösterilmiştir. Uzun süreli kullanımda tasarruf hakkında bilgi edinmek için kullanımın artması gerekmektedir. Bazı hastalar cihazın gürültülü olmasından şikayetçidir.⁴⁵

Oksijen uygulama gereçleri ile hastalara çeşitli akım hızlarında verilebilen FiO₂ miktarları Tablo 2.5’de gösterilmiştir.⁴¹

Tablo 2.5. Oksijen tedavisinin veriliş yolları ve akım hızlarında elde edilen FiO₂ oranları⁴¹

Veriliş Yolu	Akım hızı (lt/dk)	Yüzde (%)	
Nazal Kanül	1	24	
	2	28	
	3	32	
	4	36	
	5	40	
	6	44	
Basit Maske	5-6	40	
	6-7	40	
	7-8	60	
Ventüri Maskesi	Mavi	4	24
	Sarı	4	28
	Beyaz	6	31
	Yeşil	8	35
	Kırmızı	8	40
	Turuncu	8	50
Kısmi Geri Dönümlü Maske (Partial rebreather mask)	6	35	
	8	45-50	
	10-15	60	
Geri dönüşsüz maske (Nonrebreather mask)	6	60	
	7	70	
	8	80	
	9	90	
	10-15	99+	

2.5.4.Evde Noninvaziv Mekanik Ventilasyon

Kronik SY'ye neden olan restriktif patolojilerde ve ciddi stabil KOAH'lı olgularda noninvaziv mekanik ventilasyon (NIMV) kullanılmaktadır. Pozitif basınçlı ventilasyon (PPV) ile 6-8 saatlik gece uygulanması ile gün içi kan gazı değerlerinde düzelmenin sağlandığı saptanmıştır. Kronik SY tablosundaki stabil KOAH'lı olgular arasında özellikle gün içi PaCO₂'si çok yüksek olan olgular ve uyku sırasında ciddi desatürasyon atakları geçiren olgular NIMV'den fayda görmektedir.⁴⁶

Evde Noninvaziv Mekanik Ventilasyon Endikasyonları

Restriktif akciğer hastalığı ve KOAH tanısı olan hastalarda hasta seçimi ile ilgili öneriler ve NIMV endikasyonları 'American College of Chest Physicians' tarafından 1999'da yayınlanan konsensus konferans bildirisinde belirlenmiştir (Tablo 2.6 ve 2.7).^{47, 48}

Tablo 2.6. Restriktif akciğer hastalıklarında evde non invaziv mekanik ventilasyon⁴⁷

Restriktif akciğer hastalıklarında evde noninvaziv mekanik ventilasyon endikasyonları ve hasta seçimi
<p>1.Hastalığın tanımlanması</p> <p>*Restriktif akciğer hastalığı olan bir hastada NIMV kararından önce hastalığın, NIMV konusunda tecrübeli bir doktor tarafından öykü, fizik muayene ve tanısal testlerle NIMV için uygun bir hastalık olduğu belirlenmeli ve altta yatan diğer hastalıkların optimal tedavisi sağlanmış olmalıdır (örn: klinik şüphe varlığında uyku apnesinin saptanması için uyku testi).</p> <p>**En sık hastalıklar: Polio sekeli, spinal kord hasarı, nöropatiler, miyopatiler ve distrofiler, amyotrofik lateral skleroz, göğüs duvarı deformiteleri ve kifoskolyoz)</p> <p>2.Endikasyonları</p> <p>*Semptomlar (yorgunluk, nefes darlığı, sabah baş ağrısı gibi) ve</p> <p>**Aşağıdaki fizyolojik kriterlerden birisinin varlığı</p> <p>a.PaCO₂ >45 mmHg</p> <p>b.Pulse oksimetre ile aralıksız beş dakika nokturnal desatürasyon (SaO₂ <%88)</p> <p>c.Progressif nöromusküler hastalıklar için MİP <60 cmH₂O ya da FVC beklenenin <%50'si ise verilebilir.</p>
<p>NIMV: Noninvaziv mekanik ventilasyon, FVC: Zorlu vital kapasite, SaO₂: Oksijen satürasyonu, MİP: Maksimum inspiryum basıncı, PaCO₂: Parsiyel karbondioksit basıncı</p>

Tablo 2.7. KOAH'lı hastalarda evde noninvaziv mekanik ventilasyon⁴⁷

KOAH'lı hastalarda evde noninvaziv mekanik ventilasyon endikasyonları ve hasta seçimi
1.Hastalığın tanımlanması *KOAH'lı bir hastada NIMV kararından önce hastalığın, NIMV konusunda tecrübeli bir doktor tarafından öykü, fizik muayene ve tanısal testlerle NIMV için uygun bir hastalık olduğu belgelenmeli ve KOAH'ın optimal tedavisi (bronkodilatör, oksijen tedavisi gibi) ve altta yatan diğer hastalıkların optimal tedavisi sağlanmış olmalıdır.
2.Endikasyonları *Semptomlar (yorgunluk, nefes darlığı, sabah baş ağrısı gibi) ve **Aşağıdaki fizyolojik kriterlerden en az birisinin varlığı a.PaCO ₂ >55 mmHg b.PaCO ₂ 50-54 mmHg ve gece desatürasyonu (≥ 2lt/dk oksijen tedavisi alınırken oksijen saturasyonunun aralıksız 5 dk süreyle %88'in altında olması) c.PaCO ₂ 50-54 mmHg ve 12 aylık periyotta ≥ 2 kez hiperkapnik solunum yetersizliği nedeniyle hastaneye yatış öyküsü olması halinde verilebilir.
KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, NIMV: Noninvaziv mekanik ventilasyon, PaCO ₂ : Parsiyel karbondioksit basıncı

2.6. OKSİJENİN KANÜL İÇERİSİNDEKİ HAREKETİ VE AKIŞKANLAR MEKANIĞI

Oksijen gazının kanül içindeki hareketi ve bu sürede meydana gelen fiziksel dinamikler basit akışkanlar mekaniğiyle açıklanır. Oksijenin iki ucu açık kanül boyunca hareketi sırasında çıkış ucunda ihmal edilebilir de olsa küçük bir basınç düşüşü meydana gelmektedir. Akışkanın kanül içerisinde sıkıştırılabilir olup olmadığı, akışın laminar veya türbülant oluşu basınç düşüşünü hesaplayacak formülasyonun seçiminde önemlidir. Bir akışkanın sıkıştırılabilirliğine karar vermek amacıyla Mach sayısı, akışın kanül boyunca laminar veya türbülant olup olmadığını öğrenebilmek için Reynold sayısı hesaplanır. Mach sayısı ve Reynold sayısı sonuçları doğrultusunda akış sıkıştırılamaz ve laminar bulunursa akış esnasında kanül boyunca oluşan basınç düşüşü Darcy-Weisbach formülasyonu kullanılarak hesaplanır. Mevcut formülasyonlarla ilgili konuyu daha iyi anlamak için akışkanlar mekaniğini ele almak gerekmektedir.

Akışkanlar mekaniği, hareket halindeki (akışkan dinamiği) veya durgun haldeki (akışkan statik) akışkan olarak adlandırılan maddeleri inceleyen bilim dalıdır. Ayrıca solid yüzeyler ile veya diğer akışkanların ara yüzeyleri ile oluşan sınırlar üzerine akışkanın etkilerini de inceler. Akışkanlar gazlar ve sıvılar olarak

sınıflandırılır. Mühendislik uygulamalarında akışkanların sayısı oldukça fazladır. Solunum, kan akımı, yüzme, pompalar (kompresörler), vantilatörler, türbinler, uçaklar, yelkenler, nehirler, yel değirmenleri, boru ve çubuklar vs. akışkanlar mekaniğinin uğraşı alanına girer.

Akışkanların akışı ile ilgili problemler için mevcut teori vardır, fakat tüm olaylarda bu teori deneysel çalışma ve teorik yaklaşımlar ile desteklenmelidir.

Akışkanlar mekaniği açısından ele alındığında tüm maddeler katı ve akışkan olmak üzere yalnızca iki halde bulunurlar. Herhangi bir katı kayma gerilmesine maruz kaldığında dirençlidir. Şekil değişimine uğrasa da bu katının elastik şekil değişimi ile sınırlıdır ve durağan deformasyon oluşabilir. Akışkanlar ise deformasyona karşı direnç göstermezler. Kayma gerilmesine uğradığı süre boyunca şekil değişimine ve hareketine devam ederler.

2.6.1. Herhangi Bir Akışkanın Termodinamik Özellikleri

Akışkan hızı (V) en önemli akışkan özelliğidir ve hız akışkanın termodinamik özelliklerinden yakından etkilenir. Akışkanların en önemli üç özellikleri şunlardır:

1. Basınç (P): Basınç (kompresyon) duran bir akışkanın herhangi bir noktasında oluşan gerilmedir. Hızdan sonra basınç akışkanlar mekaniğindeki en dinamik değişkendir. Basınçlarda farklılıklar veya gradyenler, özellikle borularda ve kanallarda, sıklıkla akışkanın akışını oluşturan en temel etkidir.

2. Dansite (ρ): Akışkanın dansitesi, ' ρ ' simgesiyle gösterilir. Birim volüm başına akışkanın kütle miktarıdır. Dansite gazlarda yüksek oranda değişkendir ve basınç düzeyine göre neredeyse bir oran dahilinde artar.

3. Sıcaklık (T): Herhangi bir akışkanın iç enerji düzeyinin ölçümüdür. Mühendislikte kolaylık amacıyla Celcius veya Fahrenheit ölçekleri kullanılırsa da bir çok uygulama mutlak sıcaklık ölçeğinin (Kelvin ya da Rankine) kullanılmasını gerektirir.

$$K = ^\circ C + 273.16 \text{ (K: Kelvin, } ^\circ C: \text{ santigrad)}$$

2.6.2. Gazların Hal Denklemleri

Termodinamik özellikler arasında hal denklemi denen bir ilişki olduğu ve bunun maddeden maddeye değiştiği teorik ve deneysel olarak bulunmuştur. Tüm gazlar yüksek sıcaklık ve düşük basınçlarda (gazların kritik noktaları ile ilgili olarak) ideal gaz kanunları ile iyi uyumludurlar, ideal gaz gibi davranmaya çalışırlar.

$$P = \rho \cdot R \cdot T$$

P = basınç

ρ = dansite

R = gaz sabiti

T = sıcaklık

Her bir gaz kendine ait gaz sabitine 'R' sahiptir. R (gaz sabiti), evrensel sabitinin (Λ) gazın moleküler ağırlığına (M_{gaz}) bölümü ile elde edilir. Bu bağıntıda $\Lambda = 8314 \text{ m}^2/(\text{s}^2 \cdot \text{K})$ değerine eşittir.

$$R_{\text{gaz}} = \frac{\Lambda}{M_{\text{gaz}}}$$

2.6.3. Akışkanların Viskozitesi

Bir akışkan kayma gerilmesine maruz kaldığı zaman, viskozitesinin katsayısı (μ) ile ters orantılı gerilim hızıyla hareket etmeye başlar.

Lineer (paralel ve düz çizgiler halinde) akışkanlar, direnç kanunlarını 1687'de ilk kez ifade eden Sir Isaac Newton'un anısına Newton tipi (Newtonian) akışkanlar olarak adlandırılmıştır. Newtonian akışkanların viskozitesi gerçek bir termodinamik özelliğidir ve sıcaklık ve basınç ile değişir.

Genel olarak, akışkanın viskozitesi basınçla sadece zayıf olarak artar. Buna karşılık sıcaklık ne ölçüde olursa olsun güçlü bir etkidir. Basınç değişikliklerini ihmal etmek çoğu mühendislik çalışmalarında alışılmış bir durumdur.⁴⁹

Oda sıcaklığındaki oksijenin yoğunluğu (ρ) 1.429 kg/m³, viskozitesi (μ) 20.3·10⁻⁶ Pa·s'dir.

2.6.4. Reynolds Sayısı

Tüm newtonian akışların visköz davranışı ile ilişkili primer parametre Reynolds sayısıdır. Boru içindeki laminar akış için formül şu şekildedir:

$$RE = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Re: Reynolds sayısı

ρ : Gaz yoğunluğu [kg/m³]

V: Akış hızı [m/s]

D: Boru çapı [m]

μ : Viskozite katsayısı [Pa.s]

Çok düşük Re sayısı atalet etkilerinin önemli olmadığı sürtünmeli akışın sürünme hareketi yaptığını gösterir. Orta Re sayısı değişken laminar akışı belirtir. Yüksek Re sayısı muhtemelen zaman içinde yavaşça değişen fakat ekstra güçlü rastgele yüksek-frekanslı dalgalanmalara sahip türbülant akışı ifade eder. Düşük, orta ve yüksek Re sayıları için kesin rakamsal değerler akış geometrisi ile bağlıdır.⁴⁹

2.6.5. Boru İçerisinde Visköz Akış

Orta Reynolds sayılarında akışkan davranışında büyük değişim meydana gelir. Akış düzgün ve kararlı (laminar) olmayı durdurur ve dalgalanan, çalkantılı (türbülant) hale döner. Bu değişim türbülansa geçiş olarak adlandırılır. Geçiş borunun duvar pürüzlülüğü veya giriş akımındaki dalgalanmalar gibi birçok etkiye bağlıdır. Fakat primer parametre Reynolds sayısıdır. Dairesel kesitli boru içerisindeki akışlarda laminar akıştan türbülant akışa geçiş için sınır Re sayısı yaklaşık 2300'dür. $Re < 2300$ ise akışlar laminardır.

Re sayısı ile akış hesaplamalarında aşağıdaki yaklaşık aralıklar meydana gelir⁵⁰:

$0 < Re < 1$: Yüksek derecede visköz, laminar, yavaş ilerleyen hareket

$1 < Re < 100$: Laminar, güçlü Reynolds sayısı bağımlı

$100 < Re < 103$: Laminar, sınır tabaka teorisi faydalı

$103 < Re < 104$: Türbülansa geçiş

$104 < Re < 106$: Türbülant, orta derecede Reynolds sayısı bağımlı

$106 < Re < \infty$: Türbülant, zayıf derecede Reynolds sayısı bağımlı

2.6.6. Dairesel Borularda Laminar Akış

Dairesel borularda laminar akış esnasında oluşan basınç düşüşü Darcy-Weisbach formülasyonu hesaplanabilir.⁵⁰

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot L}{2 \cdot D} \cdot \frac{64}{Re}$$

Δp : Basınç düşüşü

L : Borunun uzunluğu

ρ : Gaz yoğunluğu [kg/m³]

D : Boru çapı [m]

V : Akış hızı [m/s]

Re : Reynolds sayısı

2.6.7. Akışkanın sıkıştırılabilirliği ve Mach Sayısı

Gaz hızının aynı ortam içinde ilerleyebilen ses dalgasının hızına oranı Mach sayısı (Ma) olarak adlandırılır.⁵¹

$$Ma = \frac{V}{a_s}$$

Ma : Mach sayısı

V : Akışkan hızı

a_s : Ses hızı

Mach sayısı, büyüklüğüne bağlı olarak farklı etkileri ile, sıkıştırılabilir akış analizinde hakim parametredir. Aerodinamikçiler, Mach sayısının çeşitli aralıkları arasında özellikle bir ayırım yaparlar ve kaba olarak aşağıdaki sınıflandırma kullanılır.

Ma < 0.3: Sıkıştırılamaz akış; yoğunluk değişimleri ihmal edilebilir.

0.3 < Ma < 0.8: Sesaltı akış; yoğunluk etkileri önemli fakat şok dalgaları oluşmaz.

0.8 < Ma < 1.2: Transonik akış; akışın ses altı ve ses üstü bölgeleri arası geçiş zonudur, şok dalgaları ilk defa görünür. Akış alanının karışık karakterinden dolayı transonik bölgede güç harcamalı uçuş zordur.

1.2 < Ma < 3: Sesüstü akış; şok dalgaları mevcuttur fakat sesaltı bölgeler yoktur.

3.0 < Ma: Hipersonik akış; şok dalgaları ve diğer akış değişimleri oldukça kuvvetlidir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya Haziran 2008-Mart 2010 tarihleri arasında S.B. Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Göğüs Hastalıkları Kliniği'nde yatarak tedavi gören, klinik ve labaratuvar bulguları (AKG analizi) ile kronik solunum yetmezliği tanısı alan 35-85 yaş aralığında 30 hasta alındı. Hastalardan 8'ine USOT kararı kliniğimizde yatışında, optimal tedavi altında en az 15 günlük takip sonrasında, stabil dönemde verilmişti. Diğer 22 hastanın ise evde kullandıkları oksijen konsantratörleri vardı. Tüm hastaların yaşları, cinsiyetleri, sosyal güvenceleri, konsantratör verilmesine neden olan hastalık tanıları ve hastalığın süresi, ek hastalıkları, sigara öyküleri, konsantratör kullanım süreleri ve cihazın üzerinde mevcut olan kullanım süresi, solunum fonksiyon testleri (SFT) sonuçları kaydedildi. Konsantratörünün 6 ay içerisinde bakımı yapılmamış hastaların öncelikle konsantratör bakımları daha önceden takip eden firmaları tarafından yaptırıldı. Akut atak tedavisi tamamlanan ve stabil dönemde olan hastalara iki günlük çalışma protokolü uygulandı. Hastalara 2 lt/dk oksijen inhalasyonu konsantratörlerinden kolay bükülmeyen, hasta başına göre rahat ayarlanabilen binazal oksijen kanülü aracılığıyla verildi. Birinci gün iç çapı 0.3 cm olan 2 m oksijen kanülü, ikinci gün ise 0.4 cm iç çapında 7.6 m oksijen kanülü kullanıldı.

Hastaların 1. gün oksijen tedavisi öncesi pulse oksimetre ve AKG ile oksijen satürasyonları değerlendirildi. Daha sonra 1 saat 2 m kanülle oksijen tedavisi alan hastanın pulse oksimetre ve AKG ile tekrar oksijen satürasyonları değerlendirildi. Aynı hastalara 2.gün sırasıyla aynı işlemler 7.6 m oksijen kanülüyle tedavi alırken uygulandı. Hastalardan bu uygulamalar öncesi onam alındı.

Hastaların arter ponksiyonları ile eş zamanlı periferik oksijen satürasyonları GMMC KTPS-01 (Korea) pulse oksimetre cihazı ile el parmaklarından ölçüldü. Arter ponksiyonu için hasta yarı oturur pozisyona getirildi. Mümkün oldukça dominant olmayan koldaki radial arterden ponksiyon yapıldı. Ponksiyon öncesi her hastaya Allen's Testi uygulandı. Seçilen kol bir yastıkla desteklendi ve 20-30 derece

ekstansiyona getirilerek arterin daha fazla yüzeyleşmesi sağlandı. Cilt temizliği povidone iyodine ile yapıldıktan sonra heparinize edilmiş enjektörle ponksiyon yapıldı. Kan örnekleri yaklaşık 2-3 dakika içerisinde, acil biyokimya laboratuvarında Radiometer ABL 555 (Kopenhagen, Denmark) cihazında analiz edildi. Hastaların kaydedilen SFT'leri polikliniğimizde kullanılan ZAN 300 (ZAN Messgerate GmbH, Oberthulba, Germany) cihazı ile yapıldı. Ölçümler hastalar istirahat halinde, burun kapalı ve oturur pozisyonda iken, en az üç kez yapıldı (değerler arasında %5'ten az değişim olmasına dikkat edildi). 'American Thoracic Society (ATS) – European Respiratory Society (ERS) kriterlerine uyan testler kabul edildi.⁵²

Kısa ve uzun kanül kullanımında kanül boyunca oksijenin akış hızı, oksijenin hastaya çıkışı sırasında oluşabilecek basınç farklılıkları basit akışkanlar mekaniği yöntemleriyle hesaplandı.

Oda sıcaklığındaki oksijenin yoğunluğu (ρ) 1.429 kg/m³, viskozitesi (μ) 20.3·10⁻⁶ Pa·s ve ses hızı 317 m/s dir.

Belirli bir akış hızında ($V_{giriş}$) kanül içerisine verilen oksijen gazının kanül boyunca olan akış hızı (V_{in}) aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$V_{in} = \frac{V_{giriş}}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

Oksijenin kanül içerisindeki akışında oluşacak basınç düşüşünü hesaplayacağımız formülün seçimi için akışının sıkıştırılabilir veya sıkıştırılamaz olması; ayrıca laminar veya türbülant olmasının bilinmesi önemlidir. Akışkanın sıkıştırılabilirliğine karar vermek amacıyla Mach sayısı ve akış şekline (laminar veya türbülant) karar vermek için Reynolds sayısı hesaplandı.

Mach sayısı aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$Ma = \frac{V_{in}}{a_s}$$

Reynolds sayısı aşağıdaki formülle hesaplandı.

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Sıkıřtırılmaz laminar akıřlar için boru içindeki basınç dűřűőü Darcy–Weisbach forműlasyonu kullanılarak ařađıdaki forműl ile hesaplandı.

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot L}{2 \cdot D} \cdot \frac{64}{Re}$$

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS for Windows version 13 istatistik paket programı kullanıldı. Verilerin normal dağılımını Shapiro – Wick testi ile değerlendirildi. İstatistiksel analiz olarak bağımlı-T testi ve Spearman korelasyon testi kullanıldı. $P \leq 0.05$ olan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

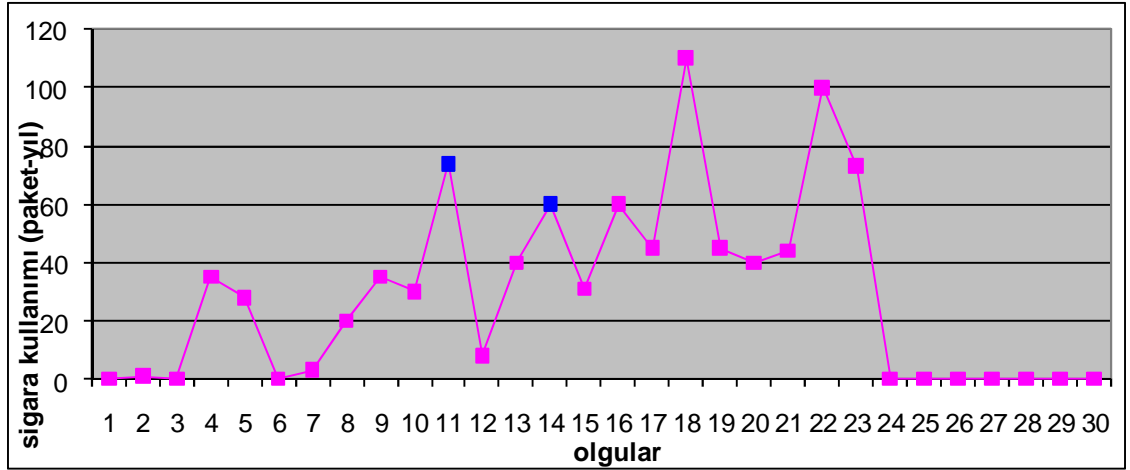
4. BULGULAR

Bu çalışmada 35-85 yaş aralığında, klinik ve AKG analizi bulguları ile kronik solunum yetmezliği tanılı 30 hasta incelendi. Hastaların 19'u (%63) erkek, 11'i (%37) bayandı. Yaş ortalamaları 65.5 ± 12.6 idi.

19 (%63.33) hasta KOAH, 6 (%20) hasta bronşektazi, 3 (%10) hasta intersitisyel akciğer hastalığı, 1 (%3.33) hasta bronkoalveoler akciğer kanseri, 1 (%3.33) hasta KKY nedeniyle oksijen konsantratörü kullanmaktaydı. Hastaların mevcut solunum yetmezliği tablolarının süresi 12.8 ± 11.03 yılıdır.

Hastaların klinik özelliklerinin dağılımı tablo 4.1'de özetlenmiştir.

Hastaların 20'sinde (%66.6) sigara içimi mevcuttu. Sigara içenler arasında içme süresi 44.1 ± 28.9 paket-yıl idi. 20 hastadan 18'i sigarayı bırakmıştı, 2 hasta ise sigara içmeye devam etmekteydi (Grafik 4.1). Sigara içmeyen hastaların 4'ü bronşektazi, 1'i KKY, 1'i İAH tanıları nedeniyle konsantratör kullanmaktaydı. Diğer 4 hastanın ise pasif içiciliği, biomass maruziyeti veya eşlik eden birden fazla sistemik hastalığı mevcuttu.



Grafik 4.1. Olguların sigara kullanım süreleri (paket-yıl)

Grafikte mavi kare (■) ile gösterilen 2 hasta hala sigara içmektedir, diğer hastalar (■) sigarayı bırakmıştır.

Tablo 4.1. Hastaların özellikleri, solunum yetmezliği nedenleri ve konsantratör kullanım süreleri

No	Yaş	Cinsiyet		Sigara		Hastalık					Ek hastalık	Hastalık süresi (yıl)	Konsantratör kullanım süresi (ay)	Konsantratör sayaç saati	Günlük konsantratör kullanımı	
		K	E	İçen	İçmeyen	KOAH	Bronşektazi	İAH	AC CA	KKY						
1	79	+			+						+	HT	6	Yeni	5	
2	77	+		+			+					HT, DM	30	36	4556	4.22
3	80	+			+	+						HT, DM, KAH	2	Yeni	8	
4	66		+	+		+							3	12	5160	14.33
5	52		+	+		+						HT, KKY	10	Yeni	12	
6	71	+			+	+						HT, DM, KAH	5	4	2192	18.22
7	35		+	+			+						28	Yeni	3	
8	53		+	+		+							20	Yeni	6	
9	75		+	+		+						HT, DM	15	24	7338	10.19
10	71		+	+		+						HT, DM	15	48	9093	6.31
11	55		+	+		+						HT, KAH	12	3	15	0.16
12	77		+	+		+							10	60	4657	2.58
13	52		+	+		+							3	12	318	0.88
14	46		+	+					+				2	4	1060	8.86
15	47		+	+		+						HT, DM, KAH	3	24	6468	8.98
16	63		+	+		+							15	60	11741	6.52
17	56		+	+		+						HT, KKY	7	Yeni	7	
18	71		+	+				+				HT, KAH	7	3	1319	10.99
19	63		+	+				+					4	36	8009	7.41
20	74		+	+		+						HT	10	120	18016	5
21	72		+	+		+						HT, DM, KAH	20	60	12720	7.06
22	85		+	+		+						HT, KKY	6	24	11000	15.27
23	69		+	+		+							4	3	1191	13.23
24	80	+			+	+						HT, KKY	15	24	356	0.49
25	69	+			+	+						HT	3	36	8315	7.69
26	78	+			+			+				HT, KKY	1	Yeni	251	
27	66	+			+		+					HT, KAH	20	4	1770	14.75
28	70	+			+		+					HT	30	24	7460	10.36
29	70	+			+		+						40	36	8650	8
30	44	+			+		+						38	Yeni	9	
T		11	19	20	10	19	6	3	1	1						

KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, İAH: İnterstisyel akciğer hastalığı, AC CA: Akciğer kanseri, KKY: Konjestif kalp yetmezliği, HT: hipertansiyon, KAH: Koroner arter hastalığı, DM: Diabetes mellitus, T: Toplam

KOAH tanısı ile takip edilen 19 hastanın 15'inde sigara kullanım öyküsü mevcuttu. Sigara öyküsü olmayan 4 hastadan 2'sinde pasif içicilik öyküsü, 1'inde biomass maruziyeti öyküsü ve 1'inde pasif içicilik öyküsüyle birlikte biomass maruziyeti öyküsü vardı. Sigara kullanım öyküsü olan 15 hastadan 1'i hala sigara içiyordu. Hastaların hastalık süreleri, sigaraya başlama yaşı, sigara kullanım süresi ve ne kadar süredir sigarayı terk ettikleri tablo 4.2'de gösterilmiştir.

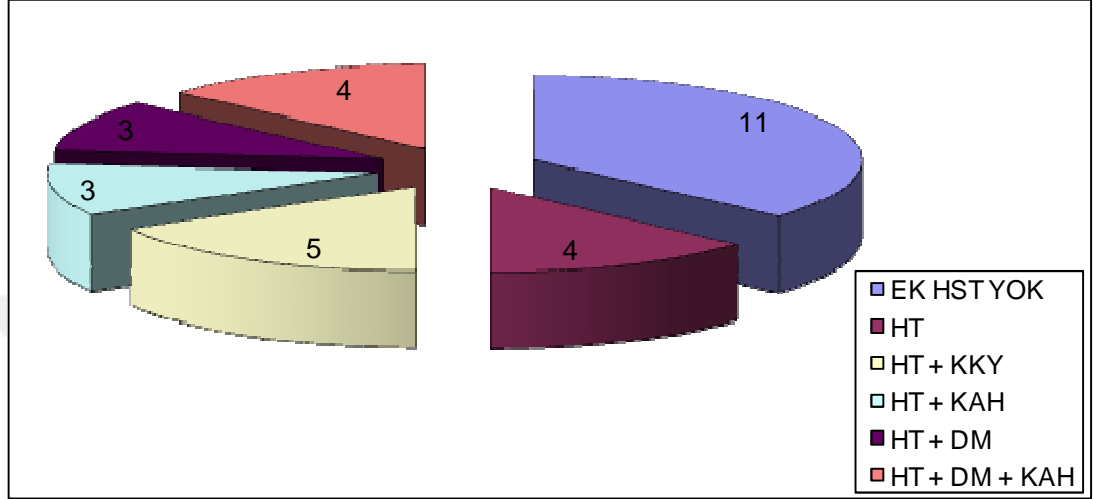
Tablo 4.2. KOAH tanısı ile takip edilen ve sigara kullanım hikayesi olan hastaların verileri

No	Yaş	Hastalık süresi	Sigara başlama yaşı	Sigara kullanımı (paket/gün)	Kullanım Süresi (yıl)	Sigara terk süresi	Sigara paket yılı	Ek hastalık
1	66	3	21	1	35	10	35	
2	52	10	10	1	28	14	28	HT, KKY
3	53	20	24	1	20	9	20	
4	75	15	30	1	35	10	35	HT, DM
5	71	15	21	1	30	20	30	HT, DM
6	55	12	18	2	37	0	74	HT, KAH
7	77	10	30	0.5	27	20	13.5	
8	52	3	10	1.5	37	5	55.5	
9	47	3	15	1	31	1	31	HT, DM, KAH
10	63	15	15	2	35	13	70	
11	56	7	7	1.5	45	4	67.5	HT, KKY
12	74	10	20	1	39	15	39	HT
13	72	20	17	1	44	11	44	HT, DM, KAH
14	85	6	15	2	50	20	100	HT, KKY
15	69	4	20	1.5	48.5	0.5	72.75	

HT: Hipertansiyon, DM: Diabetes mellitus, KAH: Koroner arter hastalığı, KKY: Konjestif kalp yetmezliği

Hastaların hastalık süreleri ile sigaraya başlama yaşları, günlük içilen paket sayıları, sigara kullanım süreleri (yıl), terk süreleri ve sigara paket yılları arasında istatistiksel bir korelasyon saptanmadı ($p > 0.05$).

Hastalardan 11'inde (%36.66) ek sistemik hastalık yokken diğer 19 (%63.33) hastada HT, KAH, KKY, DM hastalıklarından bir veya birkaçı mevcuttu. En sık eşlik eden iki hastalık sırasıyla HT ve KKY idi. Hastaların solunum yetmezliği tablosuna eşlik eden sistemik hastalıklarının verileri grafik 4.2'de gösterilmiştir.



Grafik 4.2. Olgularda bulunan ek hastalıkların dağılımı

Tip 1 SY olan 10 (%33.33) hasta ve tip 2 SY olan 20 (%66.66) hasta mevcuttu. Hastaların ortalama FEV1, FVC, FEV1/FVC, PaO₂, PaCO₂ ve SaO₂ sonuçları tablo 4.3'de özetlenmiştir.

Tablo 4.3. Hastaların solunum fonksiyon parametreleri ve arteriyel kan gazı değerleri

PARAMETRELER	ORTALAMA ± SD (minimum-maximum)
Yaş (yıl)	65.5 ± 12.6 (35-85)
Hastalık süresi (yıl)	12.8 ± 11.03 (1-40)
FEV1 (ml)	821 ± 455 (310-2440)
FEV1 (beklenenin %'si)	32.93 ± 13.74 (15-69)
FVC (ml)	1350 ± 592 (370-2870)
FVC (beklenenin %'si)	42.33 ± 11.09 (18-67)
FEV1/FVC (%)	62.73 ± 18.57 (32-98)
PaO ₂ (mmHg) (1.gün AKG değeri)	42.81 ± 8.7 (28.2 - 60.8)
PaCO ₂ (mmHg) (1.gün AKG değeri)	50.62 ± 9.85 (34 - 68.5)
SaO ₂ (%) (1.gün AKG değeri)	76.33 ± 11.22 (50.8 - 90.3)

FEV1: Birinci saniye zorlu ekspiratuar volum, FVC: Zorlu vital kapasite, PaO₂: Parsiyel oksijen basıncı, PaCO₂: Parsiyel karbondioksit basıncı, SaO₂: Oksijen saturasyonu

Hastalardan 8'inin (%26.67) oksijen konsantratörü cihazı kliniğimizde düzenlenen sağlık kurulu raporu ile yatışı sırasında verilmişti ve bu hastalar ilk kez evde USOT alacaklardı. Diğer 22 (%73.33) hastanın ise daha önce evde kullandıkları oksijen konsantratörleri kontrol için servisimizde yatış süreleri içerisinde getirtilmişti. Daha önce USOT tedavisi alan hastaların ortalama konsantratör kullanım süreleri 29.86 ± 27.86 aydı.

Daha önce evde USOT alan 22 hastanın konsantratör kullanımını sırasındaki şikayetleri sorgulandığında 6 (%27.27) hastanın hiç bir şikayeti olmadığı, 16 (%72.72) hastanın ise çeşitli şikayetlerinin olduğu öğrenildi. Hastaların çoğunun cihaz kullanımıyla ilgili birden fazla şikayeti mevcuttu. Cihaza bağlı hareket kısıtlılığı ve cihazın gürültülü çalışması en sık karşılaşılan şikayetlerdi. 12 hasta (%54.54) cihaza bağlı hareket kısıtlılığından, 10 hasta (%45.45) cihazın gürültülü çalışmasından, 1 (%4.54) hasta cihazın çalışırken koku yapmasından, 1 (%4.54) hasta az oksijen gelmesinden şikayetçiydi. 3 hastanın (%13.63) kendini iyi hissettiği için konsantratörünü nadiren kullandığı öğrenildi. 1 hasta (%4.54) oksijen bitecek korkusuyla cihazı kullanmadığını ve cihaz kullanımı konusunda yeterince bilgisi olmadığını ifade etti. Ayrıca cihazın gürültüsünden ve hareket kısıtlanmasından yakınan 10 hastadan 2'si cihaz nedeniyle çok fazla gelen elektrik faturasından, 1'i cihazın etrafına sıcaklık vermesinden, 1 hasta cihazın baş ağrısı yapmasından şikayetçiydi. Mevcut veriler tablo 4.4'de özetlenmiştir.

Tablo 4.4. Daha önce USOT alan 22 hastanın cihaz kullanımı ile ilgili şikayetleri

Şikayet	Hasta sayısı	%
Şikayeti olmayan	6	27.27
Gürültü + hareket kısıtlanması	6	27.27
Gürültü + hareket kısıtlanması + cihaz ısınması	1	4.55
Gürültü + hareket kısıtlanması + baş ağrısı	1	4.55
Gürültü + hareket kısıtlanması + elektrik tüketimi	2	9.08
Gereksinim duymama	3	13.63
Cihazdaki oksijen tükenecek korkusu	1	4.55
Az oksijen gelmesi + hareket kısıtlanması	1	4.55
Cihazın koku yapması + hareket kısıtlanması	1	4.55
Toplam	22	100

Hastaların şikayetlerine rağmen oksijen tedavisini tamamen terk etmedikleri görüldü. Sadece 1 hasta yetersiz bilgisi olması ve buna bağlı olarak cihazındaki oksijen bitecek korkusu ile tedavisini bırakmıştı. İhtiyaç hissetmeyen 3 hasta ise nadiren de olsa tedaviye devam ediyorlardı. Daha önce USOT alan 22 hastanın oksijen konsantratörü kullanım süreleri ve konsantratör sayacında mevcut konsantratör kullanım süreleri tablo 4.1’de verilmiştir. Bu iki veri ışığında günlük cihaz kullanım süreleri 8.25 ± 4.96 saat idi. 22 hastadan sadece 2 hasta (%9.09) günde 15 saat ve üzeri USOT alıyordu. Cihazını 1 saat/günden az kullanan 3 hasta (%13.63) vardı.

Hastaların 2 m kanülle oksijen tedavisi öncesi AKG tetkiki ile oksijen saturasyonları ortalama 76.33 ± 11.22 iken; 7.6 m kanülle O₂ tedavisi öncesi ortalama 76.94 ± 10.7 olarak bulundu. Aralarında istatistiksel anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$). Oksijen konsantratörü ile bir saat 2 lt/dk O₂ tedavisi aldıktan sonra O₂ alırken AKG tetkiki ile oksijen saturasyonları ortalaması 2 m kanülle 88.12 ± 5.12 ve 7.6 m kanülle 88 ± 5.25 olup, aralarındaki fark anlamsızdı ($p > 0.05$) (Tablo 4.5).

Benzer çalışma pulse oksimetre ile de eş zamanlı olarak yapıldı. Oksijen tedavisi öncesi saturasyonları sırasıyla 2 m kanülle 76 ± 10.7 ve 7.6 m kanülle 76.23 ± 10.49 olarak bulundu. İki metre kanülle 1 saat 2 lt/dk O₂ tedavisi sonrası oksijen saturasyonları ortalaması 88.7 ± 4.33 iken 7.6 m kanülle 88.83 ± 4.51 bulundu. Bu durumda da anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.5. Otuz hastanın 2 m ve 7,6 m kanül kullanarak aldıkları oksijen tedavisinden sonra AKG tetkik sonuçlarının karşılaştırılması

	2 m kanül ortalama \pm standart sapma	7.6 m kanül ortalama \pm standart sapma	P
Oksijen tedavisinden önce Saturasyon %	76.33 ± 11.22	76.94 ± 10.7	>0.05
2 lt/dk O ₂ tedavisinden sonra Saturasyon %	88.12 ± 5.12	88 ± 5.25	>0.05
Oksijen tedavisinden önce PaO ₂ (mmHg)	42.81 ± 8.7	43.32 ± 8.95	>0.05
2 lt/dk O ₂ tedavisinden sonra PaO ₂ (mmHg)	57.61 ± 10.47	56.53 ± 8.87	>0.05

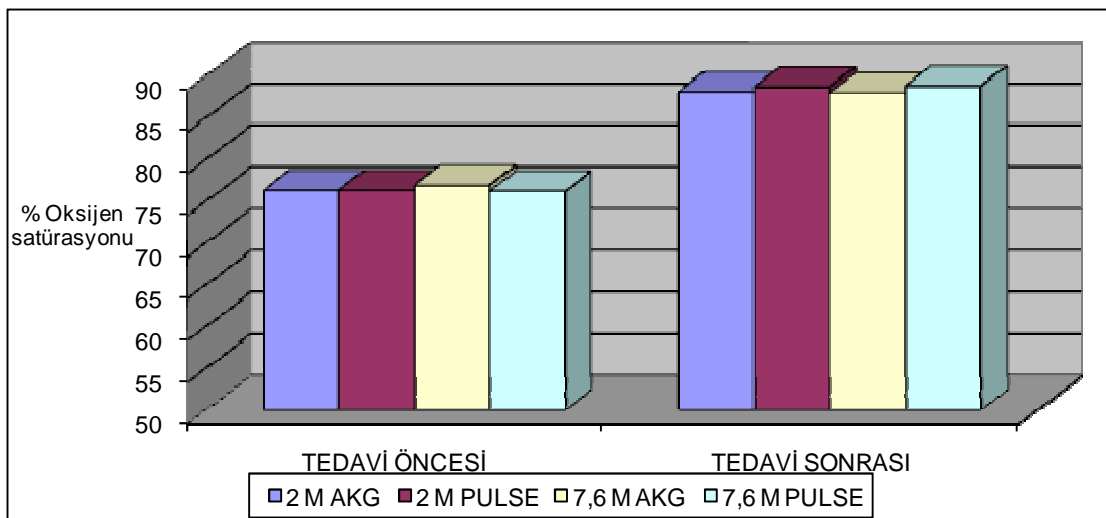
Tablo 4.6. Otuz hastanın 2 m ve 7,6 m oksijen kanülü ile verilen oksijen tedavisi sonrası pulse oksimetre ile ölçülen sonuçlarının karşılaştırılması

	2m kanül ortalama±standart sapma	7.6 m kanül ortalama±standart sapma	P
Oksijen tedavisinden önce Satürasyon %	76.33 ± 10.78	76.23 ± 10.49	>0.05
2 lt/dk O ₂ tedavisinden sonra Satürasyon %	88.7 ± 4.33	88.83 ± 4.51	>0.05

Hastaların AKG tetkiki ile ölçülen oksijen satürasyonu değerleri ile eş zamanlı pulse oksimetre cihazı ile ölçülen oksijen satürasyonları değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (Tablo 4.7). İki ölçüm arasındaki benzerlik grafik 4.3'te görülmektedir.

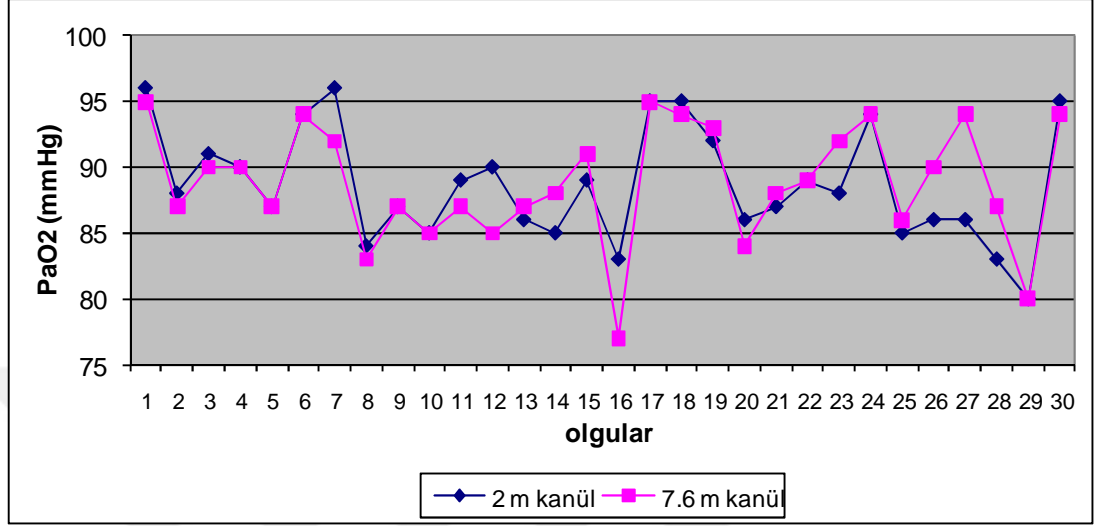
Tablo 4.7. AKG tetkiki ve eş zamanlı pulse oksimetre ile ölçülen oksijen satürasyonu sonuçlarının karşılaştırılması

		AKG tetkiki	pulse oksimetre	P
Oksijen tedavisinden önce satürasyon %	2m kanül Ort±SS	76.33 ± 11.22	76.33 ± 10.78	>0.05
	7.6 m kanül Ort±SS	76.94 ±10.7	76.23 ± 10.49	>0.05
2 lt/dk O ₂ tedavisinden sonra satürasyon %	2m kanül Ort±SS	88.12 ± 5.12	88.7 ± 4.33	>0.05
	7.6 m kanül Ort±SS	88 ± 5.25	88.83 ± 4.51	>0.05

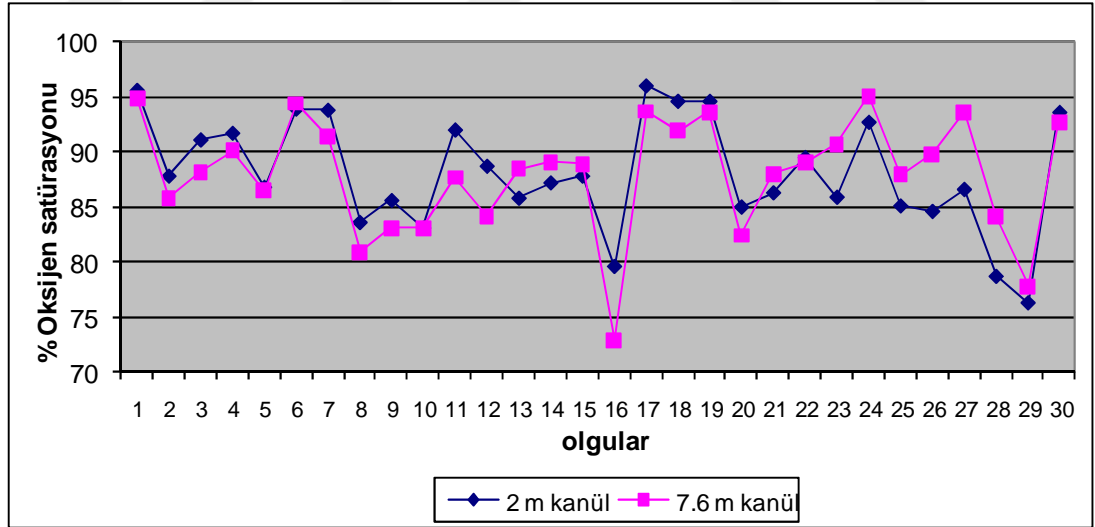


Grafik 4.3. AKG tetkiki ve eş zamanlı pulse oksimetre ile ölçülen oksijen satürasyonları arasındaki benzerlik

Grafik 4.4 ve 4.5'te 2 m ve 7.6 m kanül ile 2 lt/dk oksijen tedavisi sonrası AKG tetkiki sonucunda elde edilen PaO₂ ve oksijen satürasyonu değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülmektedir.



Grafik 4.4. Olguların 2 m ve 7.6 m kanül ile 2 lt/dk oksijen alırken PaO₂'lerinin karşılaştırılması



Grafik 4.5. Olguların 2 m ve 7.6 m kanül ile 2 lt/dk oksijen tedavisi alırken arter kan gazları tetkikinde oksijen satürasyonlarının karşılaştırılması

Kısa ve uzun kanül kullanımında kanül boyunca oksijenin akış hızı, oksijenin hastaya çıkışı sırasında oluşabilecek basınç farklılıkları basit akışkanlar mekaniği yöntemleriyle hesaplandı.

Oda sıcaklığındaki oksijenin yoğunluğu (ρ) 1.429 kg/m^3 , viskozitesi (μ) $20.3 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ve ses hızı 317 m/s dir.

Belirli bir akış hızında ($V_{\text{giriş}}$) kanül içerisine verilen oksijen gazının kanül boyunca olan akış hızı (V_{in}) aşağıdaki formülle hesaplandı

$$V_{\text{in}} = \frac{V_{\text{giriş}}}{\pi \frac{D^2}{4}}$$

Oksijenin kanüle giriş hızı 2 lt/dk iken 0.3 cm iç çapında ve 2 m boyundaki kanül içerisinde oksijenin akış hızı 4.716 m/s ; 0.4 cm iç çapında ve 7.6 m boyundaki kanül içerisinde oksijenin akış hızı ise 2.653 m/s olarak hesaplandı.

2 m kanül içinden geçen oksijen için Mach sayısı;

$$\text{Ma} = \frac{V_{\text{in}}}{a_s} = \frac{4.716}{317} = 0.015$$

7.6 m kanül içinden geçen oksijen için Mach sayısı;

$$\text{Ma} = \frac{V_{\text{in}}}{a_s} = \frac{2.653}{317} = 0.0083$$

Mach sayısı her iki kanül boyunca geçen oksijen için < 0.3 olduğu için akışkan sıkıştırılmaz kabul edildi.

Kanülün içindeki sıkıştırılmaz kabul edilen akışın karakteristiği Reynolds sayısı hesaplanarak bulundu.

$$\text{Re} = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{1.429 \times 4.716 \times 0.3}{20.3 \times 10^{-6}} = 995.873 \text{ (2 m kanül için)}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu} = \frac{1.429 \times 2.653 \times 0.004}{20.3 \times 10^{-6}} = 746.904 \text{ (7.6 m kanül için)}$$

Reynolds sayısı 2 m boyunda ve 0.3 cm çapındaki kanülün içinden akan oksijen için 995.873 ve 7.6m boyunda ve 0.4 cm çapındaki kanülün içinden akan oksijen için ise 746.904 olarak bulundu. Reynolds sayısı <2300 olduğu için kanül boyunca olan oksijen akışı laminar kabul edildi.

Sıkıştırılmaz laminar akışlar için boru içindeki basınç düşüşü Darcy–Weisbach formülasyonu kullanılarak aşağıda görüldüğü gibi hesaplandı.

$$\Delta P = \frac{\rho \cdot V^2 \cdot L}{2 \cdot D} \cdot \frac{64}{Re}$$

2 m kanül için basınç düşüşü;

$$\Delta P = \frac{1.429 \times 4.716^2 \times 2}{2 \times 0.003} \cdot \frac{64}{995.873} = 0.681 \text{ kPa} = 6.807 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$$

7.6 m kanül için basınç düşüşü;

$$\Delta P = \frac{1.429 \times 2.653^2 \times 7.6}{2 \times 0.004} \cdot \frac{64}{746.904} = 0.818 \text{ kPa} = 8.185 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$$

Basınç düşüşü 2 m kanül için $\Delta p = 0.681 \text{ kPa}$ ($6.807 \times 10^{-3} \text{ bar} = 6.72 \times 10^{-3} \text{ atm}$), 7.6 m kanül için $\Delta p = 0.818 \text{ kPa}$ ($8.185 \times 10^{-3} \text{ bar} = 8.08 \times 10^{-3} \text{ atm}$) olarak hesaplandı. Oksijen konsantratörlerinin çıkış basıncının yani oksijen kanülüne oksijenin giriş basıncı yaklaşık olarak 58.6 kPa ($0.58 \text{ bar} = 0.57 \text{ atm}$) olduğuna göre uzun kanül boyunca oluşan basınç düşüşü ihmal edilebilecek düzeyde görülmektedir. Teorik olarak varsayılan ihmal edilebilir basınç düşüklüğü klinikte konsantratör kullanan hastalarımızda gerek pulse oksimetre gerekse AKG analizlerinde hem 2 m kanül ve hem de 7.6 m kanül kullanımıyla benzer sonuçlar bulunarak gösterilmiştir.

5.TARTIŞMA

Uzun süreli oksijen tedavisi, solunum yetmezliği olan hastalarda yaşam süresini uzatan az sayıda tedaviden birisidir. Dünyada iki milyondan fazla kişi bu tedavi yönteminden fayda görmektedir.⁵³ USOT uygulaması hastaların yaşam kalitesini, egzersiz kapasitesini, nöropsikolojik fonksiyonlarını iyileştirir. USOT'un sekonder polisitemi, ve pulmoner hemodinami üzerine de olumlu etkileri vardır.^{54,55} Timms ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada sürekli oksijen tedavisi ile pulmoner damar direncinde, pulmoner arter basıncında ve stroke volum indeksinde düzelme olduğu gösterilmiştir.⁵⁶ USOT hastaların hastanede yatış süresini ve hastaneye başvuru sayılarını da düşürmektedir.^{11,27,57} USOT'un asıl amacı PaO₂'yi 60 mmHg veya SO₂'yi %90 olarak devam ettirmektir.⁵⁸

USOT en sık KOAH hastalarında uygulanmaktadır. Yaşam süresi üzerine USOT'un etkisi KOAH hastalarında gösterilmiş olsa da klinik pratikte başka sebeplerle gelişen solunum yetmezliklerinde de sık kullanılmaktadır. İAH, posttüberküloz fibrozis, bronşektazi, kanser, kifoskolyoz, konjestif kalp yetmezliği, OSAS ve nöromuskuler hastalıklar USOT uygulanan diğer hasta gruplarıdır.^{59, 60}

Bu hasta gruplarında USOT endikasyonu ülkelerarasında çeşitlilik göstermektedir. Örneğin; Polonya'da KKY ve malignite hastalarına USOT endikasyonu verilmemiştir, Polonya USOT'u sadece akciğer hastalıkları için tercih eden tek ülkedir.^{7, 11} Hollanda'da Kampelmacher ve ark.'nın yaptığı çalışmada USOT alan hastalar %70 KOAH, %32 pnömokonyoz, %4 küme tipi baş ağrısı, %2'si kardiyovasküler hastalıklar, %2'i pulmoner fibrozis, %1'i akciğer kanseri, %1'i dispne, %1'i pulmoner emboli, %1'i kistik fibrozis, %1'i toraks deformitesi, %1'i skleroderma, %7'si diğer nedenler ve %4'ü raporlanmamış bir tanı nedeniyle şeklinde dağılım göstermekteydi. Akciğer dışı sebeplere yönelik tedavi alan hastaların sayısının az olmasının cihaz raporlarının Göğüs Hastalıkları hekimleri (%80), göğüs hastalıkları dışı branş hekimleri (%9) ve genel pratisyen hekimler(%11) tarafından verilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.⁶¹

Almanya’da USOT kararı verme yetkisi sadece göğüs hastalıkları uzmanlarına aittir.⁶² Ülkemizde ise USOT, sağlık kurulu kararı ile hastaya reçete edilmektedir. SGK tarafından cihazın karşılanması için, sağlık kurulu raporlarının Göğüs Hastalıkları, Nöroloji, Anestezi ve Reanimasyon ile yoğun bakım sorumlu uzman tabiplerinden; hastanın çocuk olması halinde ise Çocuk Göğüs Hastalıkları veya Çocuk Nöroloji uzmanlarından birinin yer aldığı sağlık kurullarınca düzenlenmesi gerekmektedir.³⁴

Düzenli ve ark’nın çalışmasında %52 KOAH, %28.2 KOAH+korpulmonale, %2.8 İAH, %1.4 bronşektazi, %9.9 KOAH+İAH, %2.8 tip 2 SY, %2.8 astım tanımlı USOT alan hasta mevcuttu. Restrict ve ark.nın çalışmasında ise hasta dağılımı sırasıyla KOAH (%84), pulmoner fibrozis (%5), bronşektazi (%3), uykuda hipoventilasyon/apne (%3), kalp hastalıkları (%1), lenfoma (%1), lenfanjiomyomatozis (%1) şeklindeydi.⁹ Bizim çalışmamızda evde USOT alan hastaların çoğunluğunu KOAH hastaları oluşturmaktaydı. Bununla beraber bronşektazi, İAH, akciğer kanseri ve KKY nedeniyle konsantratör kullanan hastalarımız da mevcuttu. Hastaların dağılımı literatür bulgularına benzerdi. Çalışmamızdaki hastaların çoğunun akciğer hastalığına bağlı solunum yetmezliği tanımlı olmalarının nedeni çalışmanın kliniğimizde yatan hastalarda yapılmasıdır. Oysa USOT pulmoner hastalıklar dışında nöromusküler hastalıklar (MS, muskuler distrofi, ALS), kardiyak hastalıklar ve efor kapasitesini sınırlayan terminal dönem (kansere ve diğer sistemik hastalıklara bağlı) hastalıklarda da kullanılmaktadır.³⁴

USOT’un yaşam süresi üzerine etkisini araştıran çalışmalarda farklı sonuçlar mevcuttur. Bunun nedeni olgu seçimindeki farklılıklara bağlanmıştır. Hastaların hipoksemi düzeyi, beden kitle indeksi, hastalığın şiddeti, eşlik eden hastalıklar, sigara içimi gibi faktörler yaşam süresini etkilemektedir.²⁷ Bizim hastalarımızın beklenen FEV1 yüzdeleri 32.93 ± 13.74 , FEV1 değerleri 821 ± 455 ml, PaO₂ değerleri 42.81 ± 8.7 , SaO₂ değerleri $\%76.33 \pm 11.22$ idi. Bu denli düşük değerlerin görüldüğü bir hasta grubunda şüphesiz USOT’ un yaşam süresi üzerine olumlu etkisi olsa da bahsettiğimiz ek faktörler bir araya geldiğinde sonuçları olumsuz etkileyecektir.

Solunum yetmezliği olan hastaların çoğunun ek sistemik hastalıkları da mevcuttur. Solunum yetmezliği olan hastaların çoğunda ek sistemik hastalıkları nedeniyle de hastanede kalış süresi uzundur ve bu hastaların yaşam sürelerini ek sistemik hastalıkları da etkiler. Kurtar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada USOT alan KOAH' lı hastalarda KKY %5 olguda ikinci, %9 olguda 3. eşlik eden tanı olarak gözlenmiştir.¹¹ Bizim hastalarımızda ise %63.33 oranında HT mevcuttu, HT'den sonra solunum yetmezliğine en sık eşlik eden hastalık KKY (%16.66) idi.

Solunum yetmezliğinin en sık sebebinin KOAH ve KOAH etyolojisinde de en büyük etkenin sigara olduğu kesindir. Çalışmamızda 30 solunum yetmezliği tanılı hastanın 20 (%66.66)'sinde sigara kullanımı öyküsü mevcuttu. 18 hasta sigarayı bırakmıştı, 2 hasta ise içmeye devam etmekteydi. Bizim alışmamızda da solunum yetmezliğinin en sık nedeni KOAH'dı. KOAH nedeniyle USOT alan 19 (%63.33) hasta mevcuttu ve bu hastalardan 15'inde sigara kullanımı öyküsü mevcuttu, 1 hastamız USOT'a devam ederken hala sigara içiyordu, diğer 14 hastamız ise sigarayı bırakmıştı.

USOT tedavisi alan hastalarda bile sigara içme oranları az değildir. Oysa, hem USOT etkinliğini olumsuz etkilememesi hem de sigara ile birlikte tedavinin yaratacağı yanıcı kazalardan korunmak için bu hastalar mutlaka sigarayı terk etmelidir. Kurtar ve ark.'nın çalışmasında ilk kez konsantratör kullanmaya başlayan hastalarda sigara içme oranı %20, USOT tedavisine devam ederken hala sigara içen hasta oranı ise %11 idi. Katsenos ve ark.'nın yaptığı çalışmada konsantratör kullanan hastaların %16'sı, likit oksijen tedavisi alan hastaların %20'si hala sigara içmekteydi. Onlar bu sıkıntılı durum için ülkelerinde sigara bırakma kampanyalarının desteklenmesi gerektiğinin üzerinde durmaktadırlar.⁶¹ Bizim ülkemizde de sigara bırakma ve halk sağlığı konusunda yeni gelişmeler mevcut olup 2008-2012 Ulusal Tütün Kontrol Programı eylem planı hazırlanmıştır. 19 Ocak 2008 tarihli 26761 sayılı resmi gazetede 5727 no.lu kanun tasarısı ile tütün mamullerinin zararlarına dair kanunda değişiklik yapılmıştır. Yeni kanun içeriğinde kapsamlı reklam yasakları, sigara yasağını uyulması gereken kapalı alanların olumlu yönde artırılmış sayısı, pasif içicilik önlemleri, tütün zararlarından bahseden ayda en az 90 dakika yayın programları ve yasağı ihlal edenlere ceza hükümleri mevcuttur. Ayrıca sayıları her

geçen gün artan sigara bırakma polikliniklerinde en sık Göğüs Hastalıkları uzmanları olmak üzere halk sağlığı uzmanları, psikiyatristler ve pratisyen hekimler hizmet vermektedirler. Bu yeni gelişmelerin KOAH ve solunum yetmezliği üzerine olumlu etkileri olacağını umut ediyoruz. Bizim çalışmamızda hala sigara içen 2 (%6.66) hasta bulunmaktaydı, bu oran literatürlerdeki oranlarla kıyaslandığında yüz güldürücüydü. USOT önerilen hastaların mutlaka sigarayı bırakmaları sağlanmalıdır ve her hastaya sigara ile ilgili hasta eğitimi verilmelidir.¹¹ Kliniğimizde USOT tedavisi alan ve konsantratör kullanan tüm hastalara cihaz ve kullanımıyla ilgili eğitim yapılmakta ve kliniğimizde düzenlenmiş olan cihazın çalışma prensibini, kullanım talimatını ve kullanım sırasında alınması gereken güvenlik önlemlerini, bakım ve temizliğini ayrıntılı olarak anlatan bilgilendirme formu verilmektedir. Form ek'te gösterilmiştir.

USOT tedavisinde en sık kullanılan sistem oksijen konsantratörleridir.^{53, 62} Çoğu Avrupa ülkelerinde likit oksijen sistemlerinin yeni başlangıçları olsa da oksijen konsantratörleri USOT için esas cihazlar olarak yerini almıştır.⁶³ Fransa, Polonya, İsveç ve İsviçre'de çoğu hasta oksijen konsantratörü kullanmaktadır. Ülkemizde ise her yıl 1500-2000 konsantratör reçete edildiği ve USOT alan hasta sayısının 10000-15000 olduğu tahmin edilmektedir.^{11, 64} Oksijen konsantratörlerinin ilk maliyeti pahalı olmasına rağmen, kullanım süresi göz önüne alındığında oksijen tüpü ve likit oksijen sistemlerinden daha ucuz olduğu kesindir.^{62, 65}

USOT hastaların günlük aktivitelerini sınırlayan, yaşam standartlarını değiştiren, sıkıntı verici bir tedavidir ve bu nedenle hastaların tedaviye uyumu düşüktür.^{11, 55, 66}

Yapılan birçok çalışma ile oksijen konsantratörü kullanımına düşük uyum olduğu ve hastaların çeşitli sebeplerle USOT kullanımını terk ettikleri gösterilmiştir. Hastalar ev içerisinde yürürken, yemek yerken, banyo yaparken ve ev dışına çıkarken oksijen kullanmayı zor olarak görmektedir. Bu durum hastaların tedaviden utanmalarına ve hareketlerinde kısıtlanma sebeplerine bağlanmıştır.⁶¹ Çünkü özellikle aktif iş hayatı olanlarda bu durum iş statülerini ve çevrelerindeki kişilerin bakış açılarını değiştirebilmektedir. Özellikle genç hastalar cihaz kullanımı ile

çevreleri tarafından hastalıklarının ağır olduğu fikrine kapılmalarından rahatsızlık duymaktadırlar.

Hastalarda hareket kısıtlılığı oksijen konsantratörlerinin en büyük eksikliğidir. Bu soruna yönelik hastaların bir kısmının ev dışına çıkarken tedavilerine devam etmek için konsantratöre ilave portabl oksijen sistemi bulduklarını gözlemlenmiştir.^{11,67} Çalışmamızda bu konuda dökümantasyon mevcut değildi. Yakın zamanda aktif hastalar için portabl oksijen konsantratörleri (total oksijen sistemi) önerilmektedir. Bu sistemlerde oksijen konsantratörlerinden yeniden doldurulabilen yedek oksijen silindiri mevcuttur. İlk portabl oksijen konsantratörü 2002 yılında tanıtılmış ve ardından çeşitli modelleri de kullanıma girmiştir.⁵³ Ancak bu sistemlerin maliyetleri rutin kullanımda olan oksijen konsantratörlerinin maliyetinden oldukça yüksektir. Bu nedenle total oksijen sistemine ihtiyacı olan aktif hastaların seçiminde maliyet etkinliği açısından dikkatli davranmak gerekmektedir.

Evde dışarı çıkarken kullanmak için yedek oksijen tüpü bulundurmak veya aktif hastalara total oksijen sistemlerinin kullanımı hastaların ev dışına çıkışında faydalı olsa da, ev içerisindeki hareket kısıtlılığı için ve diğer problemler için yeterince yol gösterici görünmemektedir. Solunum yetmezliği hastalarında ev içerisinde yapılan aktivite sırasında oluşan arter hipoksemisi ile birlikte olan dispne egzersize karşı isteksizliğe ve kondisyonsuzluğa neden olabilir, bu durum yaşam kalitesini azaltabilir. Sayılabilecek diğer problemler ise cihazın gürültüsü, konsantratörün bulunduğu ortamda yaydığı ısıya bağlı sıcaklık artışı ve bazı cihazların koku yapmasıdır. Ayrıca nazal kanüle bağlı rahatsızlık hissi, düşük gelirli ülkelerde elektrik tüketimindeki artışa bağlı yüksek gelen faturalar da kullanım kısıtlılığına sebep olmaktadır.⁶⁸

Akçay ve ark.'nın çalışmasında USOT'un sadece nefes darlığı olduğunda kullanıldığı belirtilmiş, gürültü, uyku düzeninde bozulma, elektrik tüketiminin artışı, nazal kanüle bağlı rahatsızlıklar, hareket kısıtlılığı, baş ağrısı ve tedavinin bağımlılık yaratacağı endişesi uyumu etkileyen nedenler olarak bildirilmiştir.¹⁰ Atış ve ark.'nın çalışmasında %9 hastada tedavi ile ilgili sorun yaşanmış, cihazı kullanmama nedenleri olarak %3.1 baş ağrısı ve %4 cihazın koku yapması olarak bildirilmiştir.⁶⁴

Kurtar ve ark. ise tedavi sırasında sorun yaşanma oranını %39 olarak bulmuşlardır. Sorunlar sırasıyla konsantratörün bozulması, bakım pahalılığı ve bakımın yapılmaması, oksijenin az gelmesi, gürültü, elektrik kesintisi veya tüketimi, tedavi ile ilgili eğitim verilmemesi olarak saptanmıştır. Ayrıca çalışmalarında gereksinim duymadığı için ve yararı olmadığını düşündüğü için cihazını kullanmadığını belirten hastalar da mevcuttur.¹¹ Çalışmamızda daha önceden konsantratör kullanan 22 hastadan 16 (%72.72)'sı cihazın kullanımı sırasında sorun yaşadığını belirtmişti. Hiç sorun yaşamayan 6 (%27.27) hasta vardı. En sık saptanan ve kullanımı kısıtlayan iki sorun cihaz kullanımına bağlı hareket kısıtlanması ve cihazın gürültüsüydü. Gereksinim duymama, elektrik tüketimi, cihazın ısınması, baş ağrısı, cihazdaki oksijen tükenme korkusu (eğitim eksikliği), cihazdan burun kanülüne az oksijen gelmesi ve cihazın koku yapması kullanımı kısıtlayan ve hastaların şikayetçi olduğu diğer durumlardı.

Konsantratör kullanımı ile ilgili bu kadar çok sorun yaşanmasına rağmen hastalara cihazlarını kullanıp kullanmadıkları sorulduğunda çoğunluğu düzenli kullandığını ifade etmektedir. Çalışmamızda cihaz kullanımına bağlı şikayeti olan hasta oranları yüksek olmasına rağmen şikayete bağlı USOT tedavisini bırakan hasta sayısı oldukça azdı. 3(%13.63) hasta kendini iyi hissettiği ve tedaviye ihtiyaç duymadığı için; 1 (%4.54) hasta ise tedavi hakkında yeterince bilgisi olmadığı için cihazını etkin kullanmamaktaydı. Ülkemizden yapılan çalışmalar göstermektedir ki USOT'u etkin kullanan hasta oranları %26.1-42 arasında; ortalama günlük oksijen kullanım süresi ise 9.93 ± 7.28 ile 11.51 ± 6.5 saat arasında olmak üzere düşüktür.^{10, 62, 64} Ülkemizde Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından hastalara bazen kullanılmış cihazlar verilmektedir. Ancak bu cihazlar genellikle çok az süreli kullanılan cihazlardır. Cihazı SGK tarafından yeni karşılanan 8 hastamızın 7'sinin cihazı 10 saatten az kullanılmıştı, sadece 1 cihaz 251 saat kullanılmıştı. Daha önceden konsantratörü var olan 22 hastanın oksijen cihazı kullanım süreleri (ay) ve konsantratördeki sayacıdan oksijen kullanım süreleri kaydedilmişti (saat). Savaş göstergelerindeki kullanım saatleri hastalara SGK tarafından verilen cihazların çok az süreli kullanılmış olmasından dolayı güvenli görülmektedir. Çalışmamızda bu iki veri ile günlük konsantratör kullanım süreleri 8.25 ± 4.96 saat olarak bulundu. USOT'u 15 saat/gün ve üzeri kullanan sadece 2 hasta (%9.09) mevcuttu. Hastalar

her ne kadar cihazlarını düzenli kullandıklarını ifade etseler de mevcut çalışma sonuçları etkin kullanımın çok az sayıda olduğunu göstermektedir. Hastalara USOT'un önemi iyi anlatılmalı ve cihazı günlük kullanım saatleri her başvurularında cihazlarındaki sayaçlarından değerlendirilerek hastaları etkin kullanıma yönlendirecek objektif takipler yapılmalıdır.

Yüz maskesi ve binazal kanül kullanımını karşılaştıran bir çalışmada tedavi ile sağlanan oksijen saturasyon düzeylerinin iki uygulamada da istatistiksel olarak anlamlı fark içermediği raporlanmıştır. Ancak hedef oksijen düzeylerine binazal kanülle yüz maskesine göre daha hızlı ulaşıldığı görülmüştür. Hastalara sorulduğunda binazal kanül daha konforlu bulunmuş ve dispnenin, sıkıntı hissini binazal kanül kullanımında daha az hissedildiği saptanmıştır.⁶⁹

Nolan ve arkadaşları postoperatif hastalarında gece oksijen tedavisinde nazal kanül ile yüz maskesini karşılaştırdıklarında nazal kanülün pozisyon açısından daha uygun olduğunu ve çoğu hastada yeterli oksijen saturasyonuna ulaşıldığını göstermişlerdir.⁷⁰

Stausholm ve arkadaşları postoperatif hipoksisi olan hastalarında Hudson yüz maskesi, nazal prong ve binazal kateter ile oksijen tedavisini karşılaştırmış, sonuç olarak her üç yöntemin benzer düzeylerde oksijen saturasyonlarını artırdığını ancak hastalara sorulduğunda binazal kateterin daha konforlu olduğunu bildirmişlerdir.⁷¹

Kampelmacher ve arkadaşlarının Hollanda'da USOT kullanan hastaların özellikleri ve şikayetlerinden bahseden çalışmalarında hastaların %82'si nazal kanül, %12'si nazal kateter, %3'ü yüz maskesi, %1'i transtrakeal kateter, %1'i ise sayılan oksijen alım şekillerini kombine kullanıyordu.⁶¹

Retrick ve ark.'nın çalışmasında ise hastaların çoğu nazal kanül, az bir kısmı yüz maskesi veya nazal kanül ve yüz maskesinin ikisini de kullanıyordu.⁹ Bizim çalışmamızda ise hastalarımızın hepsi evde nazal kanül kullanmaktaydı. Bu nedenle çalışma protokolümüzde de nazal kanül kullanımı tercih edilmiştir.

Nazal kanül hipoallerjenik, tıbbi Polivinil klorür veya benzeri bir yumuşak plastikten yapılmış olmalıdır. Kanül içerisinde oluşabilecek herhangi bir tıkanıklığın kolay fark edilebilmesi için şeffaf olmalıdır. Hastanın başına göre yukardan kolay ayarlanabilmeli, kendiliğinden açılmamalı ve gevşememelidir. Kanülün özellikle burun kanallarına hava verilmesini sağlayan parçası yumuşak ve insan burun ergonomisine uygun olmalıdır. Burun kanalına giren uçlar yuvarlatılmış ve pürüzsüz olmalı, keskin uçlu olmamalı, böylece burun deliklerini tahriş etmemelidir. Ana hortum ise uygun yumuşaklıkta olup kolay kırılabilir olmamalıdır. Ana hortum ucundaki bağlantı konektörünün oksijen verme cihazlarındaki O₂ flowmetrelere uyumlu olmasına ve kolay takılabilen ancak flowmetreden kendiğilinden ayrılmayan nitelikte olmasına dikkat edilmelidir. Özellikle uzun kanül kullanımı sırasında oluşabilecek kanülün kıvrılması, tıkanması veya konsantratörden hasta farkında olmadan ayrılması gibi olumsuz durumların önlenmesi için kanül kalitesi önemlidir. Kliniğimizde USOT alan hastalarımıza verilen kılavuzda (ek'te gösterilmiştir) burun kanülü alırken dikkat etmeleri gereken özellikler anlatılmaktadır.

Hem hastane ortamında hem de evde oksijen tedavisinde rutin olarak 2 metre nazal oksijen kanülleri kullanılmaktadır. Hastaların USOT ile ilgili gürültü ve hareket kısıtlılığı gibi şikayetlerini çözebilmek için uzun kanülleri tercih ettikleri görülmektedir. Uzun kanüller yıllardır mevcut olup medikallerde sıkça satılmaktadır. Konsantratör kullanım kılavuzlarında da bu kanüllerin kullanım önerileri mevcuttur. Biz de uzun kanül kullanımı ile hastaların ev içerisinde yaşadıkları problemleri oksijen tedavisini kesmeden giderebildiklerini ve solunum yetmezliğindeki bu hastalar için efor sayılabilecek tuvalete gitme, yemek yeme gibi aktiviteleri oksijen saturasyonları düşmeden yapabildiklerini gözlemledik. Ayrıca hastalar gece de konsantratörünü uzun kanül yardımıyla oda dışında tutarak cihazın gürültüsünü azaltabilirler. Fakat literatürleri taradığımızda ne tıbbi ne de tıp dışı hasta bazlı bir çalışmaya rastlamadık. Uzun kanül kullanımı ile ilgili şüphelerimizin ve kullanışlı olduğu yönünde olan gözlemimizin bilimsel verilere dayanmasının aynı zorlukları yaşayan meslektaşlarımıza da yol gösterici olacağını düşündük.

Uzun kanül kullanımının etkinliği ve güvenilirliği kliniğimiz tarafından yürütülen bir çalışma ile değerlendirilmiş ve hastane ortamında uzun kanül kullanımı

etkin ve güvenli bulunmuştur.¹² Ancak hastanede oksijenin çıkış basıncı 4-4.5 bar iken konsantratörlerde ise yaklaşık 0.6 bardır. Kanül içerisinde oksijenin akışı boyunca basınç düşüşü göz önünde bulundurulduğunda düşük basınçla çalışan konsantratörlerle aynı etkinlik ve güvenilirliğin sağlanıp sağlanamayacağını değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle hastanemizde solunum yetmezliği nedeniyle yatarak tedavi gören ve oksijen konsantratörü olan hastaların katıldığı çalışmamız planlandı. İngilizce literatürleri taradığımızda tedavi etkinliği açısından uzun kanül ve kısa kanülü karşılaştıran başka araştırmalara rastlanmamıştır.

Çalışmamızda hastaların tedavi öncesi ve tedavi sırasındaki oksijen saturasyonları hem AKG tetkiki hem de pulse oksimetre cihazı ile kaydedilmişti. İki ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Yıldırım ve ark. kliniklerinde kullanılan İsveç marka (S&W Athena) pulse oksimetre cihazı ile yaptıkları çalışmada özellikle SaO₂'nin >%90 olduğu hastalarda AKG sonuçları ile karşılaştırıldığında pulse oksimetrenin doğru SaO₂ sonuçları verdiğini göstermişlerdir.⁷² Biz de kliniğimizde kullandığımız pulse oksimetre cihazının AKG değerlerine benzer SaO₂ sonuçları verdiğini ve doğru ölçümler yaptığını çalışmamız esnasında belirledik.

Hastaların 2 metre ve 7.6 metre kanülle oksijen tedavisi almadan önceki PaO₂ ve saturasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Aynı hastalarda oksijen tedavisi altında 2 metre ve 7.6 metre kanülle PaO₂ ve SaO₂ değerlerinde benzer yükselmeler olmuştu. Sonuç olarak, 30 solunum yetmezliği hastasının değerlendirildiği çalışmamızda hastaların 2 metre ve 7.6 metre oksijen kanülü kullanımları arasında AKG ve pulse oksimetre değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Mühendislik alanında gazların boru içerisindeki hareketi akışkanlar mekaniği başlığı altında değerlendirilir. Bir akışkanın boru içerisindeki sıkıştırılabilirliğini öğrenmek için Mach Sayısı hesaplanır. Oksijenin kanül içerisindeki akışı için Mach sayısı 0.015 idi ve <0.3 olduğu için sıkıştırılmaz akışkan olarak kabul edildi. Basit akışkanlar mekaniğine göre kanül içindeki sıkıştırılmaz akışkanın hareketi laminar veya türbülandır. Hareketin şekli akışkan için Reynolds sayısı hesaplanarak bulunur. Bizim çalışmamızda Reynold sayısı 995.873 idi ve Re <2300 olduğu için oksijenin

kanül içindeki akışı laminar akış olarak karakterize edildi. Uzun kanül kullanımı sonucu kanül boyunca oluşacak basınç düşüşleri Darcy-Weisbach formülasyonu ile hesaplandığında basınç düşüşü yaklaşık olarak, 2 m kanül için $\Delta p = 0.681 \text{ kPa}$ ($6.807 \times 10^{-3} \text{ bar} = 6.72 \times 10^{-3} \text{ atm}$), 7.6 m kanül için $\Delta p = 0.818 \text{ kPa}$ ($8.185 \times 10^{-3} \text{ bar} = 8.08 \times 10^{-3} \text{ atm}$) olarak bulunmuştur. Konsantratör basıncının yaklaşık $0.58 \text{ bar} = 0.57 \text{ atm}$ olduğu düşünülürse, bulunan basınç düşüşlerinin akış miktarını etkileyemeyecek kadar az olduğu söylenebilir.

Çalışma sonuçları ile kanül uzunluğunun oksijen alımında çok önemli basınç farkı oluşturmayacağı ve dolayısıyla O_2 kullanımında da fark oluşturmayacağı hipotezini, 30 solunum yetmezliği hastası üzerinde 2 m ve 7.6 m kanüller kullanarak 2 lt/dk oksijen tedavisi verdikten sonra yaptığımız ölçümlerle PaO_2 ve oksijen satürasyonları arasında anlamlı fark olmadığını belirleyerek gösterdik.

6. SONUÇLAR

Uzun süreli oksijen tedavisi solunum yetmezliği olan hastalarda yaşam süresini uzatan az sayıda tedaviden birisidir. Dünyada iki milyondan fazla kişi USOT'dan fayda görmektedir. Ancak yapılan çalışmalar hastaların günlük USOT alım sürelerinin düşük olduğunu ve USOT alan hastalar içerisinde aktif sigara içiciliğinin devam ettiğini göstermektedir. Bu sonuçlar hastaların tedavi ile ilgili yeterince bilgi sahibi olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle USOT önerilen her hasta cihaz ve kullanımı ile ilgili eğitilmelidir. Özellikle USOT alırken sigara içmeye devam etmenin yaratacağı zarar hastaya anlatılmalıdır. Her hastaya cihazın çalışma prensibini, kullanımı sırasında dikkat edilmesi gereken güvenlik önlemlerini, bakım ve temizliğini ayrıntılı olarak anlatan bilgilendirme formu verilmelidir. USOT alan hastalar hem cihaz kullanımına uyum hem de sigarayı terk açısından takip edilmelidir.

USOT'da uzun kanüller sıkça kullanılmaktadır. Hem konsantratör kullanım kılavuzlarında hem de medikallerde USOT alan hastaların uzun kanül kullanabileceklerine dair öneriler mevcuttur. Ancak tıbbi ve tıp dışı bu konu ile ilgili literatürler tarandığında istatistiksel veriler bulunamamıştır. Uzun kanül kullanımı solunum yetmezliği nedeniyle konsantratör kullanan hastalarda ev içinde rahat hareket edebilmek ve ev içi aktivitelerini (yemek yeme, tuvalete gitme, duş alma v.b.) daha konforlu yapabilmek için, hastaların cihazın gürültüsü, ısı ve kokusundan rahatsızlık yakınması ile tedaviye uyumsuzluğunu azaltılabilmek için oldukça pratiktir. Bir akışkan olan oksijenin burun kanülü boyunca akışı sırasında basınç düşüklüğü oluşmaktadır ancak oluşan basınç düşüşü akışkanlar mekaniği kurallarıyla hesaplandığında hastanın tedavisini etkilemeyecek ve kanüle giriş basıncı göz önünde bulundurulduğunda ihmal edilebilecek kadar azdır. Hastaların oksijen tedavisi sırasında PaO₂ ve SaO₂ değerlerinde düzelme açısından kısa kanül ve uzun kanül kullanımı arasında fark olup olmadığı çalışmamızda gösterildi.

Hastaların hem kısa kanül hem de uzun kanülle oksijen tedavisi alırken PaO_2 ve SaO_2 değerleri birbirine benzerdi. Böylece oluşan basınç düşüşünün tedaviyi etkilemediğini klinik olarak da desteklemiş olduk. USOT tedavisinde uzun kanül kullanımını kısa kanül kullanımına kadar hastaya oksijen ulaştırmada yeterlidir ve güvenli bir şekilde kullanılabilir.



7. KAYNAKLAR

- 1 - Grippi MA. Respiratory Failure: An overview. In: Fishman AP, Elios JA, Fishman JA, Kaiser KR, Grippi MA, Senior RM, Pack AI (eds). Pulmonary Diseases and Disorders: New York, McGraw-Hill, 4rd Ed, 2008; vol 2: 2509-21.
- 2 - Kaya A. Solunum Yetmezliği. Ed: Kaya A, Karakurt S. Noninvasive Mekanik Ventilasyon, Poyraz Tıbbi Yayıncılık, Ankara, Aralık -2006: 25-37.
- 3 - Karabıyıkolu G. Solunum Yetmezliği. Ed: Numanoğlu N. Solunum Sistemi ve Hastalıkları, Antıp AŞ Ankara 2001; 442-453.
- 4 - Macnee W. Respiratory failure. In: Seaton A, Seaton D, Leitch AG (eds). Crofton and Douglas's Respiratory Diseases. 5th edition, 2000 :vol 1; 696-717.
- 5 - Roussos C, Koutsoukou A. Respiratory failure. Eur Respir J 2003; 22: 3-14
- 6 - Budweiser S. Jörres RA, Pfeifer M. Treatment of respiratory failure in COPD. International Journal of COPD 2008; 3(4); 605-618.
- 7 - Fauroux B, Howard P, Muir JF. Home treatment for chronic respiratory insufficiency: the situation in Europe in 1992. Eur Respir J. 1994; 7; 1721-1726.
- 8 - Alpar S, Ulubas B. Appropriateness of domiciliary oxygen delivery. T Klin J Med Res 2002; 20: 28-31.
- 9 - Restrıck LJ, Paul EA, Braid GM, Cullinan P, Moore-Gillon J, Wedzicha JA. Assessment and follow up of patients prescribed long term oxygen treatment. Thorax 1993; 48: 708-713.
- 10 - Akçay Ş, Öner Eyüpoğlu F, Çelik N, Aydın G. Kronik solunum yetmezliği olan hastalarda uzun süreli oksijen tedavisi uyumu ve etkileyen faktörler. Tüberküloz ve Toraks Dergisi 2001; 49: 13-20.

- 11 - Pekçalışkan Kurtar N, Uçan ES, Şahbaz S, Ellidokuz H, Çımırın AH, Kurtar E ve ark. Uzun süreli oksijen tedavisinin etkinliği ve hasta uyumu. *Toraks Dergisi* 2007; 8: 163-169.
- 12 - Hasanoğlu HC, Yavuz E. Hastanede oksijen tedavisi alan hastalarda uzun kanül kullanımının güvenilirliği. *Turkish Medical Journal* 2008; 2: 136-140.
- 13 - Yarkın T. Solunum Yetmezliği: Fizyopatoloji ve Klinik Yaklaşım. *Türk Toraks Dergisi* 2000; 2; 76-84.
- 14 - Ece T. Solunum Yetmezliği. Ed: Arseven O. *Akciğer Hastalıkları, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul* 2002; 201-216.
- 15 - Demir T. Solunum yetmezliği tanımı ve sınıflanması. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci* 2006, 2(14); 1-3.
- 16 - Saryal SB. Gaz Alışverişi. Ed: Yıldırım N. *Akciğer Fonksiyon Testleri. Turgut Yayıncılık, İstanbul* 2004. 127-145.
- 17 - Karakurt S. Solunum Yetersizliği. Ed: Özlü T, Metintaş M, Ardiç S. *Akciğer Hastalıkları. Poyraz Yayıncılık Ankara* 2008: 369-382.
- 18 - West JB. Gas Exchange. In: West JB. *Pulmonary pathophysiology- The Essentials. 7th edi. Baltimore: Lippincott Williams&Wilkins; 2005: 17-37.*
- 19 - Şen E, Akkoca Yıldız Ö. Solunum yetmezliği. Ed: Kaya A, Poyraz BM. *Göğüs Hastalıkları. Poyraz Yayıncılık Ankara, Mart* 2009: 401-408
- 20 - Hezer H, Hasanoğlu HC. Oksijen tedavisi: Derleme. *Turkish Medical Journal* 2009; 3(1): 53-64.
- 21 - Türктаş H. Akut Solunum Yetmezliği. Ed: Ekim N, Türктаş H. *Göğüs Hastalıkları Acilleri, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara* 2000; 175-184.
- 22 - Yıldırım N. Kronik Solunum Yetmezliğinin Fizyopatolojisi. Ed: Umut S. *KOAH Seminer Notları-3, İstanbul, Ağustos* 2001: 22-25.

- 23 - Kelsen SG, Marchetti N. Pump Failure: The pathogenesis of hypercapnic respiratory failure in patients with lung and chest wall disease, In: Fishman AP, Elios JA, Fishman JA, Kaiser KR, Grippi MA, Senior RM, Pack AI (eds). Pulmonary Diseases and Disorders: New York, McGraw-Hill, 4rd Ed, 2008; vol 2:2591-2612.
- 24 - Bartu Saryal S. Solunum Yetmezliği Fizyopatolojisi. Türkiye Klinikleri J Int Med Sci 2006, 2(14); 8-14.
- 25 - Uçgun İ. KOAH'da uzun süreli oksijen tedavisi ve mekanik ventilasyon. Çöplü L, (Editör). KOAH Tedavisi. 1. baskı Ankara: Poyraz Tıbbi Yayıncılık; 2007. 95-130.
- 26 - Dunn PJ. The demographics and economics of long-term oxygen therapy. Respir Care 2000; 45: 223-228.
- 27 - Düzenli H, Doğan ÖT, Berk S, Özşahin SL, Akkurt İ. Kronik solunum yetmezliği olan olgularda uzun süreli oksijen tedavisinin yaşam süresi üzerine etkisi. Tüberküloz ve toraks Dergisi 2008; 56(2): 179-186.
- 28 - Beers MF. Oxygen therapy and pulmonary oxygen toxicity. In: Fishman AP, Elias JA, Fishman JA, Kaiser KR, Grippi MA, Senior RM, Pack AI (eds). Pulmonary Diseases and Disorders. 4th Ed. New York: McGraw-Hill Co; 2008. vol 2: 2613-30.
- 29 - Nocturnal oxygen therapy trial group: continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease. A clinical trial. Ann Intern Med 1980; 93; 391-398.
- 30 - Medical research council working party: long-term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxia cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. Lancet 1981; 1; 681-686.
- 31 - Chaouat A, Weitzenblum E, Kessler R. A randomized trial of nocturnal oxygen therapy in chronic obstructive pulmonary disease patients. Eur Respir J 1999; 14: 997-999.

- 32 - Umut S. Tanımdan tedaviye kronik obstrüktif akciğer hastalığı. Sayı 6. Galenos Yayıncılık, Haziran 2008: 177-184.
- 33 - Gökırmak M. KOAH'da oksijen tedavisi. Bartu Saryal S, Acıcan T(editörler). Güncel Bilgiler Işığında Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı. Bilimsel Tıp Yayınevi. Ankara 2003. 179-189.
- 34 - 2010 Yılı Sosyal Güvenlik Kurumu Sağlık Uygulama Tebliği. Resmi Gazete 25/03/2010; 27532.
- 35 - Celli BR. Clinical aspects of chronic obstructive pulmonary diseases. In: Baum GL, Glassroth J, Crapo JD, Karlinsky J, King TE (eds). Baum's Textbook of Pulmonary Diseases. Lipincott Williams & Wilkins Publishers. 6th edition, 2004.
- 36 - Kacmarek RM. Delivery systems for long-term oxygen therapy. Respir Care 2000; 45(1): 84-92.
- 37 - Erk M. Oksijen tedavisi. Ed.: Umut S, Yıldırım N. Göğüs hastalıkları seminer notları. Turgut Yayıncılık, İstanbul 2006: 127-134
- 38- Bateman NT, Leach RM. ABC of oxygen: Acute oxygen Therapy. BMJ 1998; 317: 798-801.
- 39 - Tjep B, Carter R. Review article: Oxygen conserving devices and methodologies. Chronic Respiratory Disease 2008; 5: 109-114.
- 40- Weitzenblum E and Canuet M. Long Term Oxygen Therapy For The Patient With COPD. In: Renard SI, Rodriguez-Roisin R, Huchon G and Roche N eds. Clinical Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. 2nd edition. 2008. Informa Healthcare USA:397-417.
- 41 - Yıldız T, Akyıldız L. KOAH alevlenmesinde oksijen tedavisi. Solunum 2009; KOAH Alevlenmesi Ek Sayısı: 18-21.

- 42 - Hoffman LA, Wesmiller SW, Sciurba FC, Johnson JT, Ferson PF, Zullo TG, Dauber JH. Nasal cannula and transtracheal oxygen delivery: comparison of patient response after six months use of each technique. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145: 827-831.
- 43 - Kampelmacher MJ, Deenstra M, Van Kesteren RG, Melissant CF, Douze JMC, Lammers J-WJ. Transtracheal oxygen therapy: an effective and safe alternative to nasal oxygen administration. *Eur Respir J* 1997; 10: 828-833.
- 44 - Soffer M, Tashkin DP, Shapiro BJ, Littner M, Harvey E, Farr S. Conservation of oxygen supply using a reservoir nasal cannula in hypoxemic patients at rest and during exercise. *Chest* 1985;88: 663.
- 45 - Gülmez İ. Kronik obstrüktif akciğer hastalığında uzun süreli oksijen tedavisi. *Pulmoner Rehabilitasyon. Toraks Kitapları Sayı 8.* Ed: Bilgiç H, Karadağ M. Aves Yayıncılık. Eylül 2009. 255-262.
- 46 - Deveci F, Deveci S.E, Noninvaziv Pozitif Basıncılı Mekanik Ventilasyon: *Solunum Hastalıkları* 2002; 13:56-61.
- 47 - Çiledağ A, Kaya A. Evde uzun süreli noninvaziv mekanik ventailasyon uygulaması. Ed: Bilgiç H, Karadağ M. *Pulmoner Rehabilitasyon.* Aves Yayıncılık. Eylül 2009: 263-274.
- 48 - A Consensus Conference Report: Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. *Chest* 1999;116: 521-534.
- 49 - Frank M. White. *Fluid Mechanics* , Fourth Edition, McGraw-Hill, Chapter 1, Page 3-56.
- 50 - Frank M. White. *Fluid Mechanics* , Fourth Edition, McGraw-Hill, Chapter 6, page 325-424.
- 51 - Peker S, Helvacı ŞŞ. *Akışkanlar Mekaniği: Kavramlar, Problemler, Uygulamalar.* 1.baskı. Literatür Yayıncılık. Sayfa 457-503.

- 52 - Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A et al. Standardisation of Spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26: 319- 338.
- 53 - Nasilowski J, Przybylowski T, Zielinski J, Chazan R. Comparing supplementary oxygen benefits from a portable oxygen concentrator and a liquid oxygen portable device during a walk test in COPD patients on long-term oxygen therapy. *Respiratory Medicine* 2008; 102: 1021-1025.
- 54 - Weitzenblum E. Long-term oxygen therapy in chronic respiratory insufficiency. Usefulness, indications, modes of administration. *Presse Med.* 1992; 21: 424-431.
- 55 - Nasilowski J, Przybylowski T, Klimiuk J, Leskow A, Orska K, Chazan R. The effects of frequent nurse visits on patient's compliance with long-term oxygen therapy (LTOT). A 14-month follow up. *Pneumonol Alergol Pol* 2009; 77: 363-370.
- 56 - Timms RM, Khaja FU, Williams GW. Hemodynamic response to oxygen therapy in chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med.* 1985; 102: 29-36.
- 57 - Ringbaek TJ, Viskum K, Lange P. Does long-term oxygen therapy reduce hospitalisation in hypoxaemic chronic obstructive pulmonary disease?. *Eur Respir J* 2002; 20: 38-42.
- 58 - Wijkstra PJ, Guyatt GH, Amsbrosino N, Celli BR, Güell R, Muir JF et al. International approaches to the prescription of long-term oxygen therapy. *Eur Respir J* 2001; 18: 909-913.
- 59 - Neri M, Melani AS, Miorelli M, Zanchetta D, Bertocco E, Cinti C et al. Long-term oxygen therapy in chronic respiratory failure: A Multicenter Italian Study on Oxygen Therapy Adherence (MISOTA). *Respiratory Medicine* 2006; 100: 795-806.
- 60 - Conference Report: New problems in supply, reimbursement and certification of medical necessity for long term oxygen therapy. *Am Rev Respir Dis* 1990; 142: 721-724.

- 61 - Kampelmacher MJ, Van Kesteren RG, Alsbach GPJ, Melissant CF, Wynne HJ, Douze JMC et al. Characteristics and complaints of patients prescribed long-term oxygen therapy in the Netherlands. *Respir Med* 1998; 92: 70-75.
- 62 - Türker G, Kızkın Ö, Hacıevliyagil SS, Günen H. Oksijen konsantratörü reçete edilmesi ve kullanımındaki hatalar. *Solunum Hastalıkları* 2002; 13: 7-11
- 63 - Katsenos S, Charisis A, Daskalopoulos G, Constantopoulos SH, Vassiliou MP. Long-Term oxygen therapy in chronic obstructive pulmonary disease: The use of concentrators and liquid oxygen systems in North-Western Greece. *Respiration* 2006; 73: 777-782
- 64 - Atış S, Tutluoğlu B, Buğdaycı R. Characteristics and compliance of patients receiving long-term oxygen therapy in Turkey. *Monaldi Arch Chest Dis* 2001; 56: 105-109
- 65 - Andersson A, Ström K, Brodin H, Alton M, Boman G, Jakobsson P et al. Domiciliary liquid oxygen versus concentrator treatment in chronic hypoxaemia: a cost-utility analysis. *Eur Respir J* 1998; 12: 1284-1289.
- 66 - Weitzenblum E. Observance of long-term oxygen therapy at home. *Chest* 1996; 109: 1135-1136.
- 67 - Silverman BG, Gross TP, Babish JD. Home oxygen therapy in medicare beneficiaries, 1991 and 1992. *Chest* 1997; 112: 380-386.
- 68 - Tanni SE, Vale SA, Lopes PS, Guiotoko MM, Godoy I, Godoy I. Influence of the oxygen delivery system on the quality of life of patients with chronic hypoxemia. *J Bras Pneumol.* 2007; 33: 161-167.
- 69 - Baser S, Kiter G, Kavas M, Moray A, Özkurt S, Akdağ B et al. Binasal cannula versus face mask for oxygen therapy in patients with kronik pulmonar disease. *Adv Ther.* 2006; 23: 1068-1074.
- 70 - Nolan KM, Winyard JA, Goldhill DR. Comparison of nasal cannulae with face mask for oxygen administration to postoperative patients. *British Journal of Anaesthesia*, 1993; 70: 440-442.

- 71 - Stausholm K, Rosenberg-Adamsen S, Skriver M, Kehlet H, Rosenberg J. Comparison of three devices for oxygen administration in the late postoperative period. Br J Anaesth. 1995; 74: 607-609.
- 72 - Yıldırım Z, Tuncer C, Gökırmak M, Hasanoğlu HC, Barutçu İ, Pekdemir H. Pulse oksimetre ve ko-oksimetre ile ölçülen oksijen saturasyon değerlerinin karşılaştırılması. Tuberk toraks 2000; 48: 111-114.



8.EKLER

8.1.OKSİJEN KONSANTRATÖRÜ KULLANIM KILAVUZU

Bu kullanım kılavuzu sizin oksijen konsantratorünüzün kullanımı hakkında bilgi sahibi olmanızı sağlayacaktır.

1. GENEL BİLGİLER

Oksijen konsantratorünü odanızda size en uygun kullanabileceğiniz bir yere yerleştirin. Konsantratorünüz tekerlekleri sayesinde odadan odaya kolayca hareket edebilme özelliğine sahiptir. Oksijen konsantratorünün üzerini herhangi bir örtüyle örtmeyiniz. Üzerine hiçbirşey koymayınız. Cihazı mobilyalardan kumaş parçalarından ve duvardan en az 10 cm uzakta tutunuz. Oksijen konsantratorünü ısı, alev ve nemden uzak tutunuz.

2. GÜVENLİK ÖNLEMLERİ

Oksijen konsantratör cihazı kesinlikle hekim tavsiyesiyle kullanılmalıdır. Evde ferdi kullanım için tasarlanmıştır. Odadaki havadan oksijenin ayrışımını sağlayan bir cihazdır. Buruna takılan kanul sayesinde hastanın oksijeni doğrudan almasını sağlar. Oksijen tedavisi yangın risklerini azaltacak özel önlemler gerektirir. Kullanıcı bu cihazı kullanırken **KESİNLİKLE SİGARA İÇMEMELİDİR**. Bu cihazın yerleştirildiği odada çakmak, kibrit gibi şeyler bulundurulmamalıdır. Bu önlemler alınmadığı takdirde veya bu uyarılar gözardı edildiğinde istenmeyen yangın, fiziksel yaralanmalar veya ölümlerle sonuçlanabilecek istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir.

Cihazın verimli kullanımı için konsantratorü sık sık açıp kapatmayınız. Kısa aralıklarla sık sık açma kapama cihazın ömrünü ve maximum verimi azaltabilir.

Cihazı banyo yaparken kullanmayınız; ancak hastanın sürekli kullanması gerekiyorsa konsantratör banyodan en az 2.5 metre uzakta başka bir odada olmalıdır. Kişi ıslakken veya ıslak şeylerle konsantratore dokunmamalıdır. Konsantratorün fişi prizde takılı olarak asla bırakılmamalı, kullandıktan sonra mutlaka fişi prizden çekilmelidir.

3. ÇALIŞMA TALİMATI

Nemlendiricinin kapağını açınız. Maksimum ve minimum seviye arasında nemlendirici kaba kaynatılıp soğutulmuş temiz su veya distile su koyunuz. Nemlendiricinin kapağını kapatınız. Nemlendirici çıkışını burun kanülüne takınız. Elektrik fişini prize takınız. Konsantratorün aç kapa anahtarını aşağı basarak açınız

Hekiminizin tarif ettiği gibi flowmetre üzerindeki çizginin üzerine önerilen akış oranı gelecek şekilde topu getiriniz. Oksijen kanülünü buruna yerleştiriniz. Burun kanülü iki tane burun deliği çıkıntısı olan ince bir hortum şeklindedir. Bu çıkıntılar buruna yerleştirildikten sonra hortum kulak arkasından geçirilerek çene altında birleştirilir (Bakınız: örnek 1,2). Cihaz ilk açıldığında filtreleme esnasında nemlendirici kabından hava kabarcıkları çıkacak,daha sonra ise nemlendirici çıkışından oksijen gelecektir.

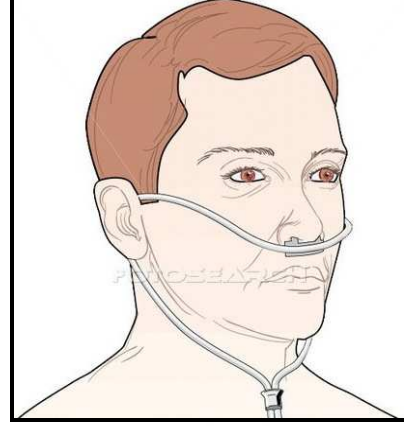
2.5, 7.5 ve 10 metre uzunlukta burun kanülleri mevcuttur. Cihazın gürültüsünden rahatsız olan kişiler için cihazı farklı odaya yerleştirip uzun kanül kullanılarak gürültü en aza indirilebilir. Ayrıca uzun kanül ev içinde hastaya hareket kolaylığı sağlamaktadır. Kanülün seçiminde şeffaf olmasına, burun kanalına yerleştirilecek kısmının burnunuza uyumlu olmasına ve yumuşak olmasına, uzun hortum kısmının kıvrımlara izin vermeyecek sertlikte olmasına, cihazla bağlantıyı sağlayacak kısmın siz fark etmeden cihazınızdan ayrılmayacak sağlamlıkta olmasına dikkat ediniz. Böylece kanülünüzün tıkanması, kıvrılması, kırılması, ezilmesi veya cihazdan siz farkında olmadan ayrılması gibi olumsuz durumları engelleyebilirsiniz. Kanülünüzde ezilmelere neden olup size oksijen gelişini azaltacağı için kanülün üzerine sehpa, sandalye veya koltuk gibi eşyaların gelmemesine, evde bulunan kişilerin de kanülünüz üzerine basmamasına dikkat ediniz. Kanülünüzü örnek 2’de gösterildiği gibi kulak arkanızdan geçiripçene altında birleştirerek kullanınız. Burun kanülü çene altından değil de baş arkasından sabitlenirse özellikle sırt üstü yatıldığı zaman kanülde bükülme ve ezilmeye neden olur, bu durumda burnunuza oksijen gelişi kesilmiş olur ve tedavinizi alamamış olursunuz.

Burun kanülünü haftada bir değiştirmeniz önerilir.

Örnek 1. Cihazın kullanımı



Örnek 2. Burun kanülünün kullanımı



4. BAKIM ve TEMİZLİK

Oksijen konsantratörüne yılda bir kez bakım yapılması gerekir. Oksijen konsantratorünün bakım ve ayarlarının yapılması; sadece eğitimini almış teknik elemanlar tarafından yapılabilir.

Kabin temizliği: En az ayda bir kez kabini temizleyiniz. İlk olarak elektiriği kesiniz, sonra yumuşak bir bezle temizleyiniz. Aşındırıcı kumaş veya sünger kullanmayınız. Kabin aralıklarından cihaz içerisine sıvı girmemesine dikkat ediniz

Filtre temizliği: Oksijen konsantratoründe hava ve bakteri filtresi olmak üzere 2 adet filtre vardır. Lütfen komprösörü korumak ve konsantratorün ömrünü uzatmak için en az 15 günde bir kez hava filtresini temizleyip yerine takınız. Bakteri filtresi temizlenemez, en az yılda bir kez değiştirilmesi gerekir. Eğer filtreler kararmış ise ne kadar süre kullanıldığına bakılmaksızın değiştiriniz.

Filtre temizliğinin yapılışı: Cihaz üzerindeki hava filtresini çıkarınız .Filtreyi ılık ve bol su ile temizleyiniz. Sabun, deterjan gibi temizlik malzemeleri kullanmayınız. Filtreyi iyice kuruttuktan sonra yerine takınız. Yıpranmış filtreyi yenisi ile değiştiriniz.

Nemlendirici kabın temizliği: Hergün nemlendiricideki suyu değiştiriniz. Nemlendirici kabın temizliğini haftada bir kez sabun ve bol su ile yapınız.

5. UYARILAR

Oksijen konsantratör cihazını özellikle geceleri olmak üzere günde en az 16 saat süreyle veya doktorunuzun tavsiye ettiği sürede kullanınız. Doktorunuzun önerdiği akış oranında (genellikle önerilen 2 lt/dk'dır) cihazınızı kullanınız. Doktorun bilgisi olmadan akış oranını değiştirmeyiniz.

Cihazın arızalanma ihtimalini dikkate alarak hasta için mutlaka yedek oksijen kaynağı bulundurunuz (oksijen tüpü). Cihazın arızalanması durumunda satıcı veya üretici ile irtibata geçiniz. Herhangi bir zamanda hasta yetersiz oksijen aldığını hissederse derhal başka oksijen kaynağına bağlanmalı (oksijen tüpü) ve hekime haber vermelidir.

Cihazı kullanırken nefes darlığınızda artış, dudaklarda morarma, normalde olduğundan daha hızlı soluk alıp verme, bilinç bulanıklığı, sürekli olarak uykuya eğilim olması, baş ağrısı, tedavi öncesinde olmayan ellerde titreme ve istem dışı hareketler olması durumunda oksijen tedavinizin yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Bu durumlardan herhangi birinin olması durumunda hemen takip edildiğiniz merkez veya en yakın sağlık kuruluşuna başvurunuz.

9. ÖZGEÇMİŞ

1. KİMLİĞİ

Adı, soyadı :Elif TANRIVERDİO

Doğum yeri ve tarihi :Ankara, 1980 Mart

İş adresi :Göğüs Hastalıkları Kliniği, Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara 06800

Telefon :(312) 2912525

E-posta :dr.elif06@mynet.com

dr_elif06@yahoo.com

2. MEDENİ HALİ

Evli

3. EĞİTİM ÖYKÜSÜ

Lise :1994 – 1998 Ankara Başkent Lisesi

Lisans :1998 – 2004 Tıp Doktoru, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Samsun

4. YABANCI DİL

İngilizce

5. MESLEKİ DENEYİMLERİ

2005 - 2010 :Asistan Doktor, Göğüs Hastalıkları Kliniği Ankara Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara

6. ÜYELİKLERİ

2005 :Türk Toraks Derneği

2005 :Türkiye Solunum Araştırmaları Derneği