T.C.
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı

ACİL SERVİSE NEFES DARLIĞI İLE BAŞVURAN HİPOKSİK SOLUNUM YETMEZLİĞİ OLAN HASTALARDA YÜKSEK AKIMLI NAZAL OKSİJEN İLE NAZAL KANÜL TEDAVİLERİNİN KAN GAZI DEĞERLERİ ÜZERİNE ETKİNLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Arş. Gör. Dr. Abdulselam AYDEMİR

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Osman KOÇAK

ERZURUM 2020

ONAY

Çalışmamız Acil Tıp Anabilim Dalı'nın 13.03.2020 tarihli kararı ile yapılması uygun görülmüş ve Dahili Tıp Bilimleri Bölüm Kurulu'nun 04.05.2020 tarih 2000082569 sayılı kararı ile Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Osman KOÇAK denetiminde Arş.Gör.Dr Abdulselam AYDEMİR tarafından tez olarak çalışılması uygun görülmüştür. Çalışmamız Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 28.05.2020 tarih ve 6 nolu toplantısında etik kurallara uygun olduğu kabul edilmiştir.

İÇİNDEKİLER

ONAY ..... **i**
İÇİNDEKİLER ..... **ii**
TEŞEKKÜR ..... **v**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **vi**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **ix**
ÖZET ..... **xi**
ABSTRACT ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BiLGiLER **3**
2.1. Havayolu Anatomisi 3
2.1.1. Üst Solunum Yolları 3
2.1.2. Alt Solunum Yolları 3
2.2. Hava Yolu Fizyolojisi 4
2.2.1. Solunumda Yardımcı Kaslar 5
2.2.2. Pulmoner Dolaşım 6
2.3. Solunum Mekaniği 7
2.4. Akciğer Hacim Değişikliklerinin Kaydedilmesi 9
2.5. Akciğer Hacimleri ve Kapasiteleri 10
2.5.1. Akciğer Hacimleri 10
2.5.2 Akciğer Kapasiteleri 11
2.6. Akciğerlerin ve Göğüs Kafesinin Kompliyansı 12
2.7. Solunum İşi 13
2.8. Alveolar Ventilasyon 14
2.9. Solunum Yollarının Ventilasyonda Rolü 14
2.10. Akciğer Dolaşımı 16
2.11. Akciğerlerde Kapiller Sıvı Değişimi ve Pulmoner İnterstisyel Sıvı Dinamiği 19
2.12. Pulmoner Ödem 21
2.14. Plevral Efüzyon 22
2.15. Gaz Değişiminin Temel İlkeleri 22

2.16. Ventilasyon-Perfüzyon Oranının gaz değişimleri üzerine etkisi..... 26
2.17. Solunumun Nörolojik Kontrolü 27
2.18. Solunum Merkezi Aktivitesinin Kimyasal Kontrolü 28
3. SOLUNUM YETMEZLİĞİ 31
3.1. Patofizyolojisine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri..... 32
3.1.1. Hipoksemik (Tip I) Solunum Yetmezliği..... 32
3.1.2. Hiperkapnik (Tip II) Solunum Yetmezliği 34
3.1.3 Perioperatif Solunum Yetmezliği..... 35
3.1.4. Şoka Bağlı Solunum Yetmezliği 35
3.2. Solunum Yetmezliği Olan Hastaya Yaklaşım..... 35
3.3. Solunum Yetmezliği Tanı Yöntemleri 36
3.4. Solunum Yetmezliği Tedavisi 38
3.4.3. Basit Oksijen Maskesi 42
3.4.4. Rezervuarlı Yüz Maskeleri (Parsiyel Rebreathing/Kısmi Geri Solunumlu Maske, Nonrebreathing/Geri Solunumsuz Maske): 43
3.4.5. Difüzör Maske..... 44
3.4.6.Transtrakeal Katater 45
3.4.7. Ventüri Maske 46
3.4.8. Yüksek Akımlı Nazal Kanül (YANK): 47
3.4.8.1. YANK Uygulaması 50
3.4.9. Solunum Yetmezliğinde Noninvaziv Mekanik Ventilasyon..... 51
3.4.9.1. Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı(CPAP)..... 52
3.4.9.2. Bilevel Pozitif Basınçlı Ventilasyon (BPAP)..... 52
3.4.10. Akut Solunum Yetmezliğinde İnvaziv Mekanik Ventilasyon..... 52
4. GEREÇ VE YÖNTEM..... 54
4.1. Araştırmanın Türü ve Etik Yönü..... 54
4.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer..... 54
4.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi 55
4.3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:..... 55
4.3.2. Dışlama Kriterleri..... 55
4.4. Verilerin Toplanması..... 56
4.5. Veri Toplama Araçları 56

4.6. Verilerin Analizi 56
4.7. Araştırmanın Uygulanması 57
5. BULGULAR 59
6. TARTIŞMA 66
7. SONUÇ 73
KAYNAKÇA 74
EKLER 81
EK 1. ETİK KURUL ONAYI 81

TEŞEKKÜR

Acil Tıp Anabilim Dalımızın bugününe gelmesini sağlayan, uzmanlık eğitimim süresince her konuda desteğini esirgemeyen Prof.Dr Zeynep Gökcan ÇAKIR hocama, engin bilgi ve deneyimlerinden çok şey öğrendiğimiz insani yaklaşımı ve hoşgörüsü ile desteğini hep yanımızda hissettiğimiz değerli hocamız Doç.Dr Atıf BAYRAMOĞLU hocama, Uzmanlık eğitimi ve tez yazım sürecinde bana olan katkıları ve desteklerinden ötürü danışman hocam Dr.Öğr. Üyesi Abdullah Osman KOÇAK başta olmak üzere asistanlık eğitimimde emeği olan tüm bölüm hocalarıma,

Acili çekilir kılan, beraber çalışmaktan her zaman zevk aldığım, sadece çalışma arkadaşı değil aynı zamanda benim için iyi birer dost olan ve her zaman da öyle kalacak olan asistan arkadaşlarıma ,

Her konuda her koşulda bana her zaman destek olan, kendilerinden çok büyük fedakarlıklar yaparak bugün uzman doktor olarak hayata devam etmemi borçlu olduğum annem,babama ve kardeşlerime,

Varlıklarıyla hayatıma huzur ve inanç katan, her zaman yanımda olan, asistanlık eğitimim boynca bana katlanan,bana inanan, İyi ki dediğim, canım eşim Sevil'e ve bu süre zarfında belki de çoğu zaman ihmal ettiğim canım oğlum Ahmet Mirza'ya

Kliniğimizde görevli tüm hemşire ve personel arkadaşlarıma, bana her konuda destek olan dostlarıma teşekkür ederim.

Arş. Gör. Dr. Abdulselam AYDEMİR

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AC : Asist Kontrol Mod
Akg : Arteryel Kan Gazı
Ards : Akut Respiratar Distress Sendromu
Asy : Akut Solunum Yetmezliği
Be : Baz Açığı
Bpap : Bilevel Pozitif Havayolu Basıncı
C6 Vertebra : Servikal 6.Vertebra
Cm : Santimetre
CO2 : Karbondioksit
Cohb : Karboksihemoglobin
Cpap : Sürekli Pozitif Havayolu Basıncı
Dm : Diyabetes Mellitus
Dppc : Dipalmiyotil Fosfotidilkolin
Epap : Ekspiratuar Pozitif Havayolu Basıncı
Erv : Ekspiratuar Rezerv Volüm
F : Frekans
Fev1 : 1.Saniyedeki Zorlu Ekspirasyon Hacmi
Fio2 : Alınan Havanın Oksijen Yüzdesi
Frc : Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
Fvc : Zorlu Vital Kapasite
Gks : Glaskow Koma Skalası
H2o : Su
Hg : Civa
Imv : İnvaziv Mekanik Ventilasyon
Ipap : İnspiratuar Pozitif Havayolu Basıncı
Irv : İnspiratuar Rezerv Volüm
Ivc : İnspiratuar Vital Kapasite
Kah : Koroner Arter Hastalığı
Kky : Konjestif Kalp Yetmezliği

Koah	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
Kry	: Kronik Renal Yetmezliği
L	: Litre
L/Dk	: Litre/Dakika
Ml	: Mililitre
Mm	: Milimetre
Mss	: Merkezi Sinir Sistemi
Mv	: Mekanik Ventilasyon
Mvv	: Maksimum İstemli Ventilasyon
Nımv	: Noninvaziv Mekanik Ventilasyon
P	: Basınç
P(A-A)O2	: Alveoloarteryel Basınç Gradiyenti
Pa	: Posterior Anterior
Paco2	: Parsiyel Arteryel Karbondioksit Basıncı
Pao2	: Parsiyel Arteryel Oksijen Basıncı
Peep	: Pozitif End Ekspiratuar Basınç
Ph	: Kanın Hidrojen İyonu Durumu
Psv	: Basınç Destekli Ventilasyon
Q	: Perfüzyon/Kan Akımı
R	: Yarıçap
Rmv	: Solunum Dakika Hacmi
Rv	: Rezidüel Volüm
Sımv	: Senkronize İntermittan Zorunlu Ventilasyon
So2	: Oksijen Saturasyonu
Ss	: Solunum Sayısı
Svo	: Serebrovasküler Olay
Sy	: Solunum Yetmezliği
T	: Gerilim
T4 Vertebra	: Torakal 4.Vertebra
Tlc	: Total Akciğer Kapasitesi
Tv	: Tidal Volüm
Va	: Alveolar Ventilasyon

Vc	: Vital Kapasite
Vd	: Ölü Boşluk Hacmi
Yank	: Yüksek Akım Nazal Kanül
Yb	: Yoğun Bakım

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Akciğerlere giren ve çıkan solunum gazlarının parsiyel basınçları(deniz seviyesinde) 23
Tablo 2. Solunum yetmezliği tipleri 32
Tablo 3. Hipoksemik Solunum Yetmezliğinin Mekanizmaları 33
Tablo 4. Hiperkapnik Solunum Yetmezliği Nedenleri 34
Tablo 5. NIMV Endikasyonları ve Kontrendikasyonları 39
Tablo 6. Düşük akımda oksijen veren cihazlarla uygulanan tahmini FiO2 değerleri 41
Tablo 7. YANK etkileri 50
Tablo 8. Hiperkarbik Solunum Yetmezliğinde NIMV Endikasyonları 51
Tablo 9. NIMV Kontrendikasyonları 51
Tablo 10. İnvaziv Mekanik Ventilasyon Endikasyonları 53
Tablo 11. Çalışmaya Alınan Hastaların Yaş Ortalamaları 59
Tablo 12. Çalışmaya Alınan Hastaların Cinsiyet Dağılımı 59
Tablo 13. Çalışmaya Alınan Hastaların Biomass Maruziyeti 60
Tablo 14. Çalışmaya Alınan Hastalarda Evde Oksijen Cihazı Bulunma 60
Tablo 15. Çalışmaya Alınan Hastaların İlk Değerlerin Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması 61
Tablo 16. Hastaların Komorbid Hastalıkları 61
Tablo 17. Tedavi Sonrası Taburculuk Durumu 63
Tablo 18. Çalışmaya Alınan Hastaların Tedavi Öncesi Değerlerin Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması 63
Tablo 19. Tedavi Sonrası Gruplar Arası Değerlerin Ortalamalarının Karşılaştırılması 64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İnspirasyon ve Ekspirayonda Kas Hareketleri....6
Şekil 2. İnspirasyon Ve Ekspirasyonda Akciğer Basınçları....8
Şekil 3. Spirometri Cihazı....9
Şekil 4. Akciğer Hacimleri....10
Şekil 5. Pulmoner Arter Ve Kapillller Ortalama Basınçları....17
Şekil 6. Pulmoner Lenfatik Sistem....20
Şekil 7. Plevral Boşluktaki Sıvı Değişiminin Dinamiği....22
Şekil 8. Solunum Ünitesinin Bölümleri....24
Şekil 9. Alveol Solunum Zarının Yapısının Enine Kesiti....25
Şekil 10. Solunum Merkezi Nöronları....28
Şekil 11. Solunum Merkezinin Kimyasal Kontrolü....29
Şekil 12. Periferik Kemoreseptör Sistemi....30
Şekil 13. Nazal Oksijen Kanülü....41
Şekil 14. Nazal Katater....42
Şekil 15. Basit Oksijen Maskesi....43
Şekil 16. Geri Solumasız Maske....44
Şekil 17. Difüzör Maske....45
Şekil 18. Transtrakeal Katater....46
Şekil 19. Venturi Maskesi Ve Adaptör Rengine Göre Fio2 Değeri....47
Şekil 20. Akut Solunum Yetersizliğinde Hasar Oluşumu Kısır Döngüsü....47
Şekil 21. Yüksek Akımlı Nazal Kanül Sistemi....48

ÖZET

Acil Servise Nefes Darlığı İle Başvuran Hipoksik Solunum Yetmezliği Olan Hastalarda Yüksek Akımlı Nazal Oksijen İle Nazal Kanül Tedavilerinin Kan Gazı Değerleri Üzerine Etkinliklerinin Karşılaştırılması

Amaç: Yüksek akımlı nazal oksijen cihazı günümüzde oksijen desteği gereken hastalarda etkinliği olduğu bilinen, invaziv mekanik ventilator ihtiyacını azalttığı düşünülen bir yöntemdir. Çalışmamız nefes darlığı ile başvuran hipoksik solunum yetmezlikli hastalarda Yüksek akımlı nazal oksijen cihazı ile nazal kanül tedavilerinin kan gazı parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması amaçlanmaktadır.

Gereç ve Yöntem: Araştırmamız; Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Acil Servisinde yapılmış prospektif bir çalışmadır. Çalışmamıza nefes darlığı ile acil servise başvuran hastalar arasından dışlama kriterleri uygulandıktan sonra geriye kalan hastalar dahil edildi. Hastaların gelişinde anamnezleri alınıp fizik muayeneleri yapıldıktan sonra vital bulguları kaydedilip uygun olan ve onam veren hastalardan kan gazı alındı. Hastayı değerlendiren hekimin klinik yaklaşımı doğrultusunda tedavi planlanacaktır. Tedavi olarak hastalara bronkodilatör tedavisi başlanacak olup atak tedavisi sonrasında nazal kanal veya yüksek akım nazal kanül tedavileri hekimin tercihine göre kullanıldı. Bronkodilatör tedavi esnasında çıkan ilk kan gazı değerine göre eğer $PaCO2 \geq 45$ ise hasta çalışma dışında tutuldu. Hastalar 30 dk nazal kanül veya yüksek akım nazal kanülle oksijen tedavisi aldıktan sonra tekrar kan gazları alındı. Hastalardan başvuru ve tedavi sonrası arteryel kan gazı örnekleri karşılaştırıldı. Kan gazı parametreleri arasından pH, So2, PaO2, PaCO2, COHB, laktat, SBE değerleri değerlendirmeye tabi tutuldu. Elde edilen veriler SPSS.20 programı ile analiz edildi. Veriler yüzde ve sayı olarak verildi. Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığını değerlendirmek için Shapiro-Wilk ve Kolmogorov - Smirnov testleri kullanıldı. İki bağımsız grup arasında normal olarak dağılmış verileri karşılaştırmak için bağımsız örnekler t-testi ve veriler normal olarak dağıtılmamışsa Mann-Whitney U testi kullanılacak. Kategorik değişkenler Ki-kare ve Fisher testleri kullanılarak karşılaştırılacak. $P < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Yüksek akım nazal kanül oksijen tedavisi PaCO2, PaO2 ve Ph'ı düzeltmede nazal kanül oksijen tedavisinden daha etkin bulunmuştur. Basit nazal kanül ile tedavi verilen grupta pCO2'de düşüş olmasına rağmen anlamlı bulunmadı. Diğer kan gazı parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Sonuçlar: Yüksek akım oksijen cihazı; Ph, PaCO2 ve PaO2' ilerleyen zamanlarda özellikle solunum yetmezliğinde öneminin daha da artacağını düşünmekteyiz. Çok katılımlı merkezde ve daha fazla hasta sayısının olduğu çalışmalarla tedavisinin nasıl düzenleneceğinin belirlenmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Nefes darlığı, Solunum yetmezliği, Yüksek akım oksijen kanül, Hipoksi, Nazal kanül, oksijen.

ABSTRACT

Comparison of the Efficiency of High Flow Nasal Oxygen and Nasal Cannula Therapies on Blood Gas Values in Patients with Hypoxic Respiratory Failure Applying to the Emergency Department with Shortness of Breath

Objective: High-flow nasal oxygen device is a method that is known to be effective in patients requiring oxygen support and is thought to reduce the need for invasive mechanical ventilation. Our study aims to compare the effects of high flow nasal oxygen device and nasal cannula treatments on blood gas parameters in patients with hypoxic respiratory failure who present with shortness of breath.

Materials and Methods: Our research; This is a prospective study conducted in Atatürk University Medical Faculty Hospital Emergency Service. After the exclusion criteria were applied among the patients who presented to the emergency department with shortness of breath, the remaining patients were included in our study. After the anamnesis and physical examinations of the patients were taken upon arrival, blood gas was obtained from the patients whose vital signs were recorded and suitable and gave informed consent. Treatment will be planned in line with the clinical approach of the physician evaluating the patient. As treatment, bronchodilator therapy will be initiated in the patients, and after the attack treatment, nasal canal or high flow nasal cannula treatments were used according to the physician's preference.The patient was excluded from the study if PaCO2 was 45 based on the initial blood gas value during bronchodilator therapy. After 30 minutes of oxygen therapy with nasal cannula or high flow nasal cannula, blood gases were taken again. Arterial blood gas samples were compared from patients at admission and after treatment. Among the blood gas parameters, pH, So2, PaO2, PaCO2, COHB, lactate, SBE values were evaluated. The data obtained were analyzed with the SPSS.20 program. Data are given as percentages and numbers. Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests were used to evaluate whether the data were suitable for normal distribution. Independent samples t-test will be used to compare data normally distributed between two independent groups, and the Mann-Whitney U test will be used if the data are not normally distributed. Categorical variables will be

compared using Chi-square and Fisher tests. A p value of <0.05 was considered statistically significant.

Findings: High flow nasal cannula oxygen therapy was found to be more effective than nasal cannula oxygen therapy in correcting PaCO2, PaO2 and Ph. Although there was a decrease in pCO2 in the group treated with simple nasal cannula, it was not found significant. There was no statistically significant difference in other blood gas parameters.

Results: High flow oxygen device; We think that the importance of Ph, PaCO2 and PaO2 will increase in the future, especially in respiratory failure. It is necessary to determine how the treatment will be regulated with studies in a multi-participant center and with a higher number of patients.

Keywords: Shortness of breath, Respiratory failure, High flow oxygen cannula, Hypoxia, Nasal cannula, oxygen.

1. GİRİŞ

Solunum Yetmezliği; solunum sisteminin oksijenizasyon ve/veya karbondioksit eliminasyon işlevlerinde meydana gelen bozukluğa bağlı olarak PaO2 in 60 mmHg nın altında PaCO2 in 45 mmHg'nın üzerinde olmasıdır(1). Normal bir solunum için beyinde medulla ve ponsdaki solunum merkezinin, akciğerlerin, bronşların, toraks duvarının, interkostal kasların ve diyafragmanın normal işlev görüyor olması gerekir(2).

Hipoksemik solunum yetmezliğinin en sık görülen nedenleri atelektazi, diffüz veya yamalı, unilateral parankimal infiltrasyon ve hidrostatik ödemdir. Akut hiperkapnik solunum yetmezliğinin en sık nedenleri ise santral sinir sistemindeki defektler, nöromüsküler iletim yetersizliği, göğüs kafesindeki mekanik defekt ve solunum kaslarındaki aşırı yorgunluktur(3). Akut solunum yetmezliği ile acil servislere başvuran hastaların tanısının koyulup, tedavisinin erken dönemde başlanması meydana gelebilecek komplikasyonların önlenmesinde, hastanede yatış sürelerinin kısaltılmasında, mortalite ve morbiditenin azaltılmasında önem arz eder(4).

Akut solunum yetmezliği tedavisinde basit nazal kanül oksijen tedavisi, maske ile oksijen tedavisi, non-invaziv mekanik ventilasyon ve invaziv mekanik ventilasyon tedavi seçenekleridir. Basit nazal kanül oksijen tedavisi kolay uygulanabilir bir yöntemdir ancak yüksek akım ve pozitif basınç uygulayamaz. Akımın 6 L/dk' nın üzerinde olması solunum yolları mukozasında kurumaya ve KOAH'ı olanlarda hiperkarbiye neden olabilir. Non-invaziv mekanik ventilasyon yöntemlerinden CPAP ve BPAP tedavilerini hastaların tolere etmekte zorlanması, sekresyonların aspire edilememesi, hastalarda oral alımın ve konuşmanın kısıtlanması tedavilerin dezavantajlarındandır. Endotrakeal entübasyonun invaziv işlem olması, işleme bağlı komplikasyonlar, ventilatöre bağlı kompikasyonlar, sedasyona bağlı komplikasyonların gelişebilecek olması dezavantajlarındandır.

Yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi nefes darlığı ile gelen hastalarda kullanımı artan yeni ve alternatif noninvaziv mekanik ventilasyon yöntemlerinden

biridir. Yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi, yüksek akış hızlarında tek devre ile buruna ısıtılmış ve nemlendirilmiş oksijenin verildiği bir tekniktir. Pozitif basınç oluşturması, sabit FiO2 sağlayabilmesi, anatomik ölü boşluğu azaltması, yüksek akımla verilebilmesi, hastanın konuşabilmesine, sekresyonlarını atabilmesine ve oral alımına izin vermesi üstünlükleridir. Acil servise başvuran nefes darlığı hastaları sayısındaki artış, birçok sebepten dolayı hastaların acil serviste kalma sürelerinin uzamasına neden olmaktadır. Bu durum entübasyon ihtiyacı ve yoğun bakım yatışı sayısını azaltacak alternatif tedavilerin önemini artırmaktadır.

Bu çalışmada nefes darlığı ile acil servise başvuran hipoksik solunum yetmezliği olan ve tedavide yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi alan hastalarla, standart basit nazal kanül oksijen tedavisi alan hastaların kan gazı parametrelerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BiLGiLER

2.1. Havayolu Anatomisi

Havayolu anatomisinin toraks duvarı içerisinde kalan kısmına alt solunum yolu, toraks duvarı dışında kalan kısmına ise üst solunum yolu denir. Üst solunum yollarında burun,larinks; alt solunum yollarında ise trakea,bronşlar ve akciğer içi hava ileten yollar bulunur.

2.1.1. Üst Solunum Yolları

Burun; önde nares denilen burun delikleri ile dış ortama, arkada choana denile iki açıklıkla nazofarinkse bağlanır. Burun boşluğu septum nasi denilen bir bölme ile ikiye ayrılır(5). Burun boşluklarının çatısında ve dış duvarında bulunan sarı renkli, yaklaşık 2,5 cm2lik bir alan olan olfaktor bölge bulunur. Bu bölgede koku duyusunun reseptörleri ve dışarıdan alınan havanın ısıtılmasına yardımcı olan bipolar nöronlar, destek hücreler, bowman bezleri ve bazal hücreler bulunur.

Larinks; ses ve solunuma yardımcı olmaktadır. Üçü çift, üçü tek olmak üzere toplam 9 kıkrdağı vardır. Genelde konuşma ile ilgilidir. İletici yoldur. Trakea ile devam eder.

2.1.2. Alt Solunum Yolları

Trakea; yaklaşık 10-12 cm uzunluğunda kıkırdak ve kastan oluşan organdır. Yukarısında larinks, aşağıda bronşlar ve arkasında özefagus bulunan organdır. C6 vertebra seviyesinden başlar, T4 vertebra seviyesinde iki ana bronşa ayrılır.

Hava iletiminin trakea ile asinüs arasında kalan bölümü bronşlardır. Sağ ve sol ana bronş olmak üzere iki bronş vardır. Bu ana bronşlar sağda üç, solda iki lober dallara ayrılır. Sağ ana bronş, sola göre daha geniş, daha kısa ve daha dik seyirlidir

Akciğerler; diyafragmadan klavikulanın biraz üzerine kadar uzanıp göğüs boşluğu içinde bulunur. Etrafı plevral kese ile çevrilidir. Akciğerlerin birbirlerine bakan yüzlerini örten içinde kalbin de bulunduğu plevralar arasındaki bölgeye mediyastinum denir. Akciğerlerin mediastinal yüzeyinde hilum pulmonalis denilen damarlar, sinirler ve bronşların bulunduğu anatomik yapı bulunur.

Plevra; çift katlı seröz bir zardır. Akciğerin yüzeyini örten plevra yaprağına visseral plevra denir. Toraks duvarının iç yüzü ve diyafragmanın büyük bölümünü örten kısmına ise pariyetal plevra denir. Plevral yaprakları arasında sıvı bulunur. Bu sıvı yaklaşık 15-20 ml'dir ve soluk alıp verme sırasında zarların sürtünmesini önler.

Pulmoner alveoller, akciğerlerin gaz değişiminin meydana geldiği fonksiyonel birimleridir(6). Alveollerin duvarlarında tip I alveolar hücreler ile tip II alveolar hücreler bulunur. Tip II alveolar hücreler, akciğer surfaktanı olarak bilinen ve alveollerın yüzey gerilimini azaltan fosfolipid salgılarlar.

2.2. Hava Yolu Fizyolojisi

Solunumun temel amacı, dokulara oksijen sağlamak ve karbondioksiti uzaklaştırmaktır. Bu amacı gerçekleştirirken solunum, dört ana işlev yürütür; (1) havanın atmosfer ve akciğer alveolleri arasında içe ve dışa aktarımı, akciğer ventilasyonu ; (2) alveoller ile kan arasında oksijen ve karbondioksitin difüzyonu; (3) gerekli oksijeni hücrelere taşımak ve oluşan karbondioksidi hücrelerden uzaklaştırmak üzere kanda ve vücut sıvılarında oksijen ve karbondioksit taşınması ve (4) ventilasyonun ve solunumun diğer yönlerinin regülasyonu(7).

Akciğerler %80'i hava olan büyük boşluktur. Bu durum gaz alışverişi için gerekli olan geniş yüzey açısından gerekli olsa da akciğerin şeklinin korunması için güçlü bir bağ doku desteğine ihtiyaç duymaktadır. Bağ doku visseral plevra ile birlikte akciğeri destekleyen üç katmana sahiptir. Mezotelyumu kaplayan elastik iplikler sağ akciğerin üç ve sol akciğerin iki lobunu sararlar. Alveollerin dış yüzeyini kaplayan derin bir ince iplik katman her bir hava kesesine destek sağlar. Bu iki

katmanın arasında tek tek hücreler halinde serpilmiş bulunan bağ doku akciğerin korunması ve fonksiyonuna destek sağlar(2).

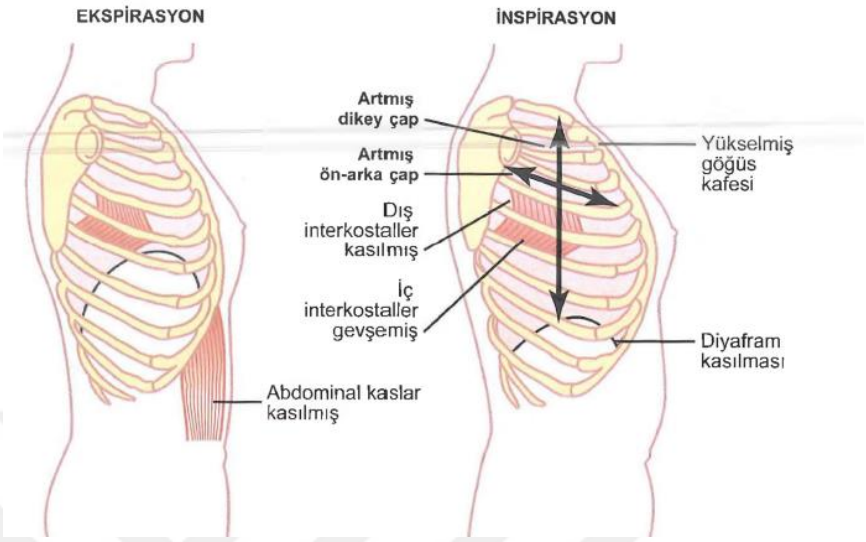
2.2.1. Solunumda Yardımcı Kaslar

Akciğerler, göğüs boşluğunu dikine olarak uzatan veya kısaltan diyaframın aşağı ve yukarı hareketiyle ve göğüs boşluğunun ön-arka çapını artıran ve azaltan kaburgaların yukarı ve aşağı hareketi ile olmak üzere iki yolla genişleyebilir ve daralabilirler(8). Normal solunum diyaframın hareketi ile gerçekleşmektedir. İnspiryum esnasında, diyaframın kasılması ile akciğerin alt kısımları aşağı çekilir. Devamında ekspiryumda ise diyaframın gevşemesi ile elastik olan göğüs duvarı akciğeri sıkıştırır. Şiddetli solunum sırasında elastik güçler gerekli yeterli hızda eksiprasyon gerçekleştiremez. Bu durumda yardımcı güç olarak, karın kaslarının kasılmasıyla karın organlarının diyaframı alttan yukarıya doğru itmesiyle gerçekleşir.

Akciğerleri genişleten bir başka mekanizma ise kostaların yukarı doğru kaldırılmasıdır. Kostalar dinlenme durumunda sternumu geriye yaklaştıracak şekilde aşağı doğru eğilimlidirler. Göğüs kafesi yükseldiği zaman kostalar sternumu omurgadan uzaklaştırarak düzleşirler. Böylece göğüs ön arka çapı ekspiryumdaki çapına göre %20 artar. Bu yüzden göğüs kafesini yükselten kaslar inspirasyon kasları; aşağı çeken kaslar da ekspirasyon kasları adını almaktadır. Göğüs kafesini yükselten başlıca inspirasyon kası; eksternal interkostal kaslardır. Aynı zamanda sternumun yukarı çıkmasına yardımcı olan sternokleidomastoid kaslar, kaburgaların yukarı çıkmasına yardımcı olan serratus anterior kaslar ve skaleni kaslar da inspirasyona yardımcı olmaktadır.

Ekspirasyon sırasında başlıca kullanılan kaslar ise rectus abdominalis ile iç interkostal kaslardır. Ekspirasyonda, kaburgalar, arkadan öne aşağı doğru bir açı yapar ve dış interkostal kaslar öne ve aşağı doğru uzanırlar. Bu kaslar kasıldıklarında, üst kaburgaları,alt kaburgalara göre öne doğru çekerler. Bu hareket, kaburgaları bir kaldıraç gibi yukarı doğru yükselterek inspirasyona neden olur. İç interkostal kasların kaburgalar arasındaki açısı zıt yöndedir. Bu nedenle

inspirasyondakinin tersine kaldıraç gibi kaburgaları aşağı çekmek suretiyle ekspirasyon kasları olarak görev yaparlar(7)(Şekil 1).



Şekil 1. İnspirasyon ve Ekspirayonda Kas Hareketleri (11)

2.2.2. Pulmoner Dolaşım

Pulmoner dolaşım içerisinde akciğer ve bronşiyal damarlardaki kan etkilidir. Akciğer dolaşımı, oksijenden fakir kanı kalpten akciğerlere, sistemik dolaşıma dağıtılmadan önce oksijenle yeniden zenginleştirmek üzere yönlendiren taşıma sistemidir. Vücudun alt yarısından oksijeni az kan inferior vena kavadan kalbe girerken, üst vücuttan oksijeni giderilmiş kan superior vena kava yoluyla kalbe iletilir. Hem superior vena kava hem de inferior vena kava, sağ atriyuma kan boşaltır. Kan, triküspit kapaktan sağ ventriküle akar. Daha sonra akciğerlere verilmeden önce pulmoner kapaktan pulmoner artere akar. Akciğerlerdeyken kan, karbondioksit saldığı ve oksijenle doldurulduğu sayısız pulmoner kılcal damara doğru ilerler. Oksijene tamamen doyduğunda, kan, pulmoner ven yoluyla, kanı mitral kapaktan ve sol ventriküle pompalayan sol atriyuma taşınır. Güçlü bir kasılma ile sol ventrikül, oksijenden zengin kanı aort kapakçığından aorta atar: Bu, sistemik dolaşımın başlangıcıdır(8).

Pulmoner venler bronşların arasında bulunur. Akciğer dolaşımına göre daha küçük olan bronşiyal dolaşım sistemik arterlerden gelen bronşiyal arterleri içerir.

Bronşiyal arterler ya bronşiyal venlere açılan kapillerleri oluşturur ya da venlerle anastomoz yaparlar. Bronşial venlerdeki kan vena azigosta toplanır. Terminal bronşiyollere kadar trakeayı, plevra ve hiler lenf düğümlerini bronşiyal dolaşım besler.

Drenaj sistemi olarak kabul edilen lenfatik sistem ile doku ve hücreler arasında bulunan sıvı lenf kapillerleri, lenf nodları ve lenf damarlarıyla venöz sisteme aktarılır. Lenfatik sistem dokular arası sıvının uzaklaştırılmasında kardiyovasküler sisteme yardımcı olur. Akciğer diğer organlara göre çok daha gelişmiş lenfatik sistem vardır. Akciğerde bulunan lenf damarları, terminal bronşiyollerdeki bağ dokusu içerisinde başlar, akciğer hilusuna doğru yönlenir oradan da doctus torasicusta toplanır. Alveollere giren parçacıklar bu lenfatik kanallarla temizlenir ve akciğer kapillerlerden sızan plazma proteinleri de, dokulardan aynı şekilde uzaklaştırılır. Akciğer ödemi böylece engellenmiş olur.

2.3. Solunum Mekaniği

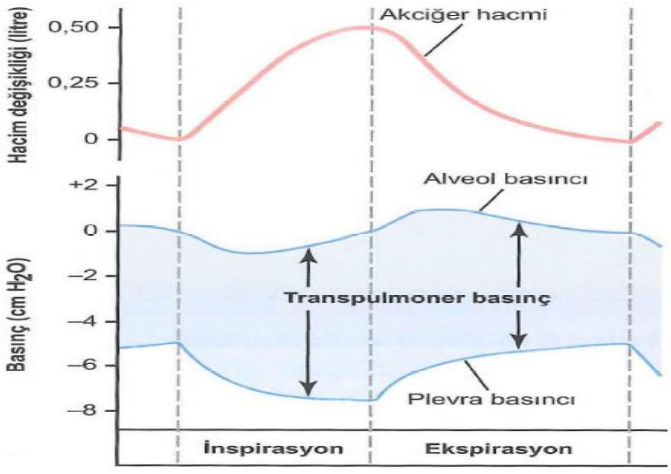
Solunum mekaniği akciğer ve göğüs duvarının mekanik özelliklerini yansıtır. Solunum sisteminin en önemli fonksiyonu gaz alışverişidir ve yeterli düzeyde gaz alışverişinin olabilmesi de ventilatuar pompanın mekanik özellikleriyle yakından ilgilidir. Ventilatuar pompanın fonksiyonları akciğerler ile göğüs duvarını oluşturan kostalar, interkostal kaslar, diyafragma ve abdominal duvar arasındaki etkileşimle sağlanır.

Akciğerler, şişmiş durumda kalmasını sağlayacak bir kuvvet olmadığı sürece, bir balon gibi kollabe olacak ve içindeki havayı tamamen trakea yoluyla dışarı boşaltacak elastik yapıdadır(7). Akciğerler göğüs boşluğunda hareketlerini kolaylaştıran ince bir plevra sıvısıyla çevrelenmiş halde, tam anlamıyla göğüs boşluğunda yüzmektedirler(7). Plevral sıvının sürekli lenfatik sistem tarafından emilmesi visceral ve pariyetal plevra arasında emme basıncı oluşturmaktadır.

Plevral basınç, akciğer plevrası ve göğüs çeperi plevrası arasındaki dar alanda bulunan sıvı basıncıdır. Bu basınç normalde hafif negatif bir basınçtır. İnspirasyon

başlangıcında normal plevra basıncı -5 cm su civarındadır ve bu basınç akciğerlerin istirahat durumunda açık kalması için gerekli emme basıncını oluşturur. İnspirasyon sırasnda göğüs kafesinin genişlemesi, ortalama -7,5 cm su'ya kadar düşen daha negatif bir basınç oluşturur ve gittikçe artan bir kuvvet ile akciğerlerin yüzeyini çeker(7). Böylece akciğerler daha da genişlemiş olur. Havayollarındaki basıncın negatifleşmesiyle hava akciğerlere dolar. İnspirasyon sonunda akciğerler balon gibi kollabe olma eğilimindedirler. Buna bağlı olarak akciğerlerin ve göğüs kafesinin geri çekilme basınçları dengelenir. Havayollarında basınç pozitifleşir ve hava dışarı çıkar. İnspirasyon aktif bir olay olmasına karşın ekspirasyon pasif bir olaydır.

Alveolar basınç, akciğer alveollerinin içindeki basınçtır. Akciğerlerde içeri veya dışarı hava akımının olmadığı durumlarda, solunum ağının tüm bölgelerinde ve alveollere giden tüm yollardaki basınçlar, atmosfer basıncına eşittir ve 0 cm H2O basıncı olarak değerlendirilir. İnspirasyonda havanın içe doğru akışını sağlamak üzere, alveollerdeki basınç atmosfer basıncndan daha düşük bir düzeye inmelidir. İnspiryumda basınç yaklaşık -1 cm su basıncına düşerken, ekspiryumda tam tersi olaylar gerçekleşir. Ekspiryumda alveolar basınç +1cm su değerine kadar yükselebilmektedir(7)(Şekil 2).



Şekil 2. İnspirasyon Ve Ekspirasyonda Akciğer Basınçları(11)

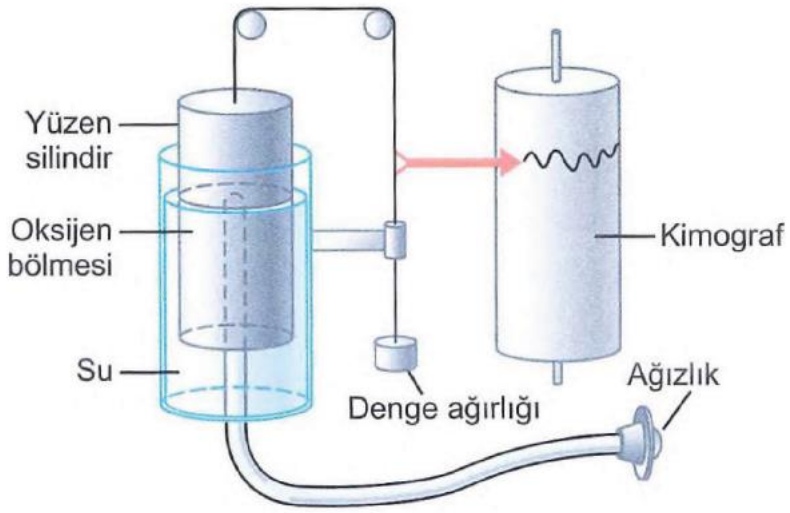
Alveoler ve plevral basınçlar arasındaki basınç farkına transpulmoner basınç denmektedir. Alveoller ve akciğerlerin dış yüzeyindeki basınç farklıdır. Bundan

dolayı transpulmoner basınç akciğeri kollapsa yönlendiren elastik kuvvetlerin ölçüsü sayılmaktadır.

Solunum sistemi inspiratuar ve ekspiratuar kasların yarattığı basıncın etkisiyle volüm değişiklikleri gösterebilen, elastik özelliklere sahip bir yapıdır. Solunum sisteminin bu elastik özellikleri komplians ile belirlenir. Kompliyans basınçtaki herbir ünite değişmeye karşılık oluşan volüm değişiklikleri olarak tanımlanır(9).

2.4. Akciğer Hacim Değişikliklerinin Kaydedilmesi

Akciğer hacim incelenmesinde, akciğerlere giren ve çıkan hava hacimlerini kaydeden spirometri adı verilen cihaz kullanılır(şekil 3). Bu cihaz; bir su kabının üzerinde ağırlık ile dengelenmiş içinde oksijen veya hava bulunan yüzen bir silindirden oluşur. Silinder ayrıca boru ve boruya bağlı ağızlık kısmından oluşur. Kişinin soluk vermesine göre silindir yükselir ve alçalır. Uygun hareketler kimograf üzerine kaydedilir. Farklı solunum koşullarında akciğer hacim değişiklikleri spirogram üzerine düşer.

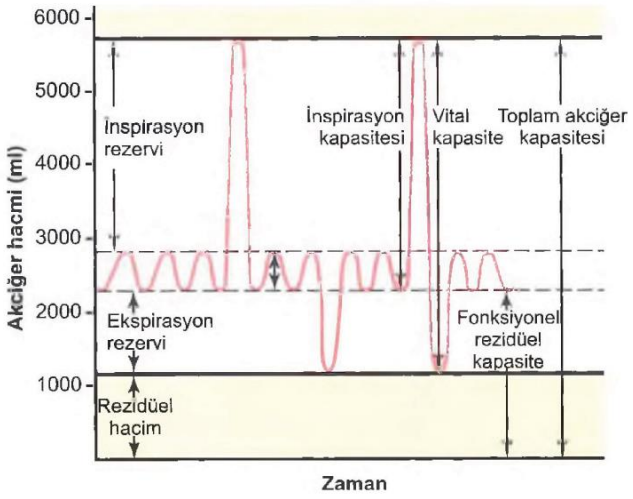


Şekil 3. Spirometri Cihazı(11)

2.5. Akciğer Hacimleri ve Kapasiteleri

Akciğer fonksiyonları inspiryum ve ekspiryumda yer değiştiren havanın ölçülmesiyle hesaplanır. Bu amaçla kullanılan spirometreler hem tanı kısmında hem de aynı hastanın önceki yapılan ölçümleriyle olan farkını değerlendirmede kullanılabilir.

Akciğerdeki hava ortalama olarak belirtileceği şekilde dört hacim ve dört kapasiteye ayrılmıştır. Bu dört akciğer hacimlerinin toplamı genişleyebilen akciğerlerin toplam hacmine eşit olmaktadır. İki veya daha fazla akciğer hacmine kapasite denmektedir(şekil 4).



Şekil 4. Akciğer Hacimleri(11)

2.5.1. Akciğer Hacimleri

- Tidal volüm (TV): Normal solukla beraber akciğerlere alınan veya verilen hava hacmidir. Farklı fiziksel koşullarda değişkenlik gösterir. Belirlenirken en az 6 soluğun ortalaması kullanılmaktadır. Ortalama 500 ml kadardır.
- İnspiratuar rezerv volüm (IRV): Normal inspirasyondan sonra kişi tüm gücüyle bir inspirasyon yaptığında, normal soluk hacminin üzerine alınabilen fazladan soluk hacmidir. Ortalama 3000 ml kabul edilir.

- Ekspiratuar rezerv volüm (ERV): normal ekspirasyon sonrasında, zorlu bir ekspirasyonla çıkarılabilen en fazla hava hacmidir. Ortalama 1000 ml kabul edilir.
- Rezidüel volüm (RV): En zorlu ekspiryum sonrasında bile akciğerde kalan havadır. Ortalama 1200 ml kabul edilir.

2.5.2 Akciğer Kapasiteleri

- İnspiratuar vital kapasite (IVC): tidal volüm ile beraber inspiratuar rezerv volüm toplamıdır. Derin ekspirasyon sonrasında derin inspiryumla alınan hava miktarıdır. Ortalama 3500 ml kadardır.
- Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC): normal ekspirasyon sonrasında akciğerlerde kalan hava miktarıdır. Ortalama 2500 ml kadardır. Ekspirasyon rezervi ve rezidüel hacmin toplamı kadardır.
- Vital kapasite (VC): inspirasyon rezervi, tidal volüm ve ekspiratuar rezerv volümün toplamıdır. Kişinin akciğerlerini en üst düzeyine kadar doldurduktan sonra, zorlu bir ekspirasyonla akciğerlerden çıkarabildiği en fazla hava miktarıdır. Yaklaşık olarak 4600 ml kadardır(7).
- Total akciğer kapasitesi (TLC): akciğerlerde en geniş inspirasyon sonrasında bulunan hava miktarıdır. Vital kapasite ve rezidüel hacmin toplamı kadardır. Yaklaşık olarak 5800 ml kadardır.

İletici hava yolları olarak sayılan burun, farinks, trakeada gaz değişimi meydana gelmediğinden bu bölümde kalan hava hacmine anatomik ölü boşluk denir. bazen pulmoner kapillerlerde kan akımının hiç olmaması nedeniyle alveollerin bir kısmı hiç fonksiyon görmez. Alveolar ölü boşluğu da kapsayan bu boşluğun hacmine fizyolojik ölü boşluk denir. Normal bir kişide bütün alveoller fonksiyonel durumda olduğundan anatomik ölü boşluk ve fizyolojik ölü boşluk eşit kabul edilir.

Akciğer hacim ve kapasitelerinin dinamik ölçümleri akciğer fonksiyon kayıplarını belirlemek için yapılır. Zorlu bir inspiryum sonrası zorlu bir ekspiryum ile çıkarılabilen havanın toplamı olan zorlu vital kapasite (FVC), klinikte sıklıkla akciğer işlevinin bir göstergesi olarak ölçülür. FEV 1 (1. saniyedeki zorlu

ekspirasyon hacmi) zorlu soluk vermenin ilk bir saniyesinde dışarıya atılan vital kapasite miktarına denir. FEV1 'in FVC' ye oranı (FEV1/ FVC) havayolları hastalıklarının teşhisinde yararlı bir ölçümdür. Diğer dinamik ölçümler solunum dakika hacmi (RMV) ile maksimum istemli ventilasyondur (MVV). Normal şartlarda RMV yaklaşık olarak 6 L dir (500ml/soluk x 12 soluk / dakika). MVV istemli bir çaba ile 1 dakikada akciğerlerden hareket ettirilebilen en büyük gaz hacmidir. Yetişkin sağlıklı bir erkek için ortalama 140-180 L/dakikadır(9).

2.6. Akciğerlerin ve Göğüs Kafesinin Kompliyansı

Transpulmoner basınçtaki her bir artışa akciğerlerin genişleme derecesine kompliyans denir. Basınçtaki her bir birim değişmeye karşılık oluşan volüm değişikliğidir. Kompliyansı yüksek olan akciğer aynı basıncın etkisiyle daha fazla ekspanse olur. Sağlıklı erişkin bir insanda ortalama akciğer kompliyansı yaklaşık 200 ml/cm su basıncıdır. Yani transpulmoner basıncın 1 cm su artmasıyla akciğerler 10-20 saniyede 200 ml genişler.

Akciğerin basınç ve volüm ilişkisi lineer değildir. Akciğer volümü arttıkça elastik yapılar gerilme gücünün sınırına yaklaşır ve bu düzeyde belirli bir transpulmoner basınç akciğer volümünde giderek azalan artışlar sağlayabilir. Dolayısıyla akciğer kompliyansı yüksek volümlerde en düşük, rezidüel volüm seviyesinde ise en yüksek noktasındadır(9).

Akciğer kompliyansı akciğer dokusunun elastik özellikleri ve terminal respiratuar ünitelerde yüzeyi döşeyen surfaktan ile ilgilidir. Bu güçler alveoler hava boşluklarının ve periferik hava yollarının açık kalmasının sağlanmasında ve ventilasyonun distribüsyonunda önemli rol oynar(9). Elastik kuvvetler esas olarak parankim içerisindeki elastin ve kollajen lifleriyle sağlanır. Akciğer hava ile doldup genişlediğinde yumak halinde bulunan bu lifler uzar, açılır ve genişlerler.

Akciğerlerin sıvı-hava yüzey gerim elastik kuvvetleri sürfaktan denilen maddenin alveoler sıvıda bulunmaması durumunda artar. Akciğer surfaktanları alveoler tip ll hücrelerince (granüler pnömosit) sentezlanerek salgılanmakta ve alveol

yüzey sıvısının önemli bir komponentini oluşturmaktadır. Surfaktanlar; yuzey aktif maddeleri (surface active agent) anlamına gelmekte olup, akciğer fonksiyonu için gereklidirler(10). Sürfaktan birfosfolipit, protein ve iyonlar içeren bir karışımdır. En önemli içerikleri fosfolipid, dipalmitoyil fosfotidilkolin (DPPC), sürfaktan apoproteinleri ve kalsiyum iyonlarıdır(11)

Alveollerin iç yüzeyi sıvı bir film tabakasıyla örtülü olup, bu sıvı alveollerin kollabe olmasına yetecek düzeyde bir yüzey gerilimine sahiptir. Zaten Laplace yasasına göre de alveoller küçüldükçe intraalveoler basınç artmaktadır (P = 2T/r, P=içi boş gerilebilen bir cismin içindeki germe basıncı, T = sıvının yüzey gerilimi, r = alveol yarı çapı). Bununla birlikte surfaktan ·molekülleri ekspirasyonda alveoller küçüldükçe birbirine yaklaşmakta, inspirasyonda uzaklaşmakta ve böylece respirasyon esnasında alveoler yüzey gerilimini düzenleyerek kollapsı önlemektedir(12).

Akciğer hastalıklarının tamamına yakın bir bölümünde genellikle surfaktan sistemi de etkilenmekte ve gerek pnömosit ll hücrelerinde gerekse bu hücrelerin sentezleyip salgıladıkları surfaktanın miktar veya kimyasal bileşiminde değişiklikler olmaktadır(13).

2.7. Solunum İşi

Sakin solunumda inspirasyonda kas kasılmasına bağlı olarak aktif, ekspirasyonda ise göğüs kafesi yapılarının elastik kapanma durumundan dolayı pasif olarak gerçekleşir. İnspirasyon için gereken kuvvet; akciğer ve göğüsün elastik kuvvetlerine karşı, doku direnci ve akciğerlere hava akışı sırasında oluşan hava yolu direncini aşmak için kullanılır.

Normal sakin solunum sırasında, vücut tarafından harcanan toplam enerjinin sadece %3-5'i akciğerlerde solunum olayları için kullanılmaktadır. Ağır egzersizde artmış havayolu direnci veya düşük akciğer kompliyansına bağlı olarak 50 kat artabilir(7).

2.8. Alveolar Ventilasyon

Alveollerde, oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarını belirleyen başlıca faktör alveolar ventilasyondur(7). Ventilasyonun esas önemi, havanın pulmoner gaz değişim bölgelerinde yenilenmesidir. Solunum sisteminin sadece son kısımlarında gaz değişimi yapılaktadır. Pulmoner gaz değişim bölgeleri; alveoller, alveol keseleri, alveol kanalları ve bronşiyolleri kapsamaktadır. Diğer bölgelerde gaz değişimi yapılmamaktadır.

Dakikada gerçekleşen alveolar ventilasyon(VA) , gaz değişim bölgelerine bir dakikada giren havanın hacmidir. Soluk frekansı ve her solukta giren yeni hava miktarının çarpımı ile elde edilir. Yani Tidal volüm (VT) ile ölü boşluk hacmi (VD) arasındaki farkın dakikadaki solunum frekansıyla (F) çarpımı alveolar ventilsyonu gösterir

$$VA= F \times (VT-VD)$$

Buna bağlı olarak normal soluk hacmini 500 ml, ölü boşluk hacmini 150ml ve soluk frekansını da 12 kabul edince 12x(500-150) dakikada alveolar ventilasyon 4200 ml olarak ortaya çıkar.

2.9. Solunum Yollarının Ventilasyonda Rolü

Hava, burundan geçerken septumun geniş yüzeyi tarafından ısıtılır, nemlendirilir ve kısmen filtre edilir. Eğer trakeostomi gibi burnun devre dışı bırakılacak olursa burun bu özelliklerinden faydalanılmadan hava akciğere iner. Buna bağlı olarak havanın soğutucu ve kurutucu etkisiyle akciğer enfeksiyonlara açık hale gelir.

Hava, akciğere trakea, bronş ve bronşioller yoluyla ulaşmaktadır. Alveollere havanın ulaşmasında en önemli problem solunum yollarının açık tutulmasıdır. Solunum yollarının açık kalmasını sağlamak için kollabe olması engellenmelidir. Bunun için solunum yolları etrafında kıkırdak ve kaslar bulunur. Trakeanın erafında

kıkırdak halka bulunur. Bronş çeperinde daha kısa kıkırdak plaklar bulunur. Bronşların sonlarında bu plaklar daha da seyrekleşir ve daha distalde kaybolurlar. Bronşiollerin etrafında kollapsı engelleyecek sert yapı yoktur. Bunlar esas olarak transpulmoner basınçlarla genişlemiş halde bulunur.

Normal solunum koşullarında, hava akımı çok kolaydır. Normal solunumda hava akımına en büyük direnç, küçük hava yollarından ziyade büyük bronşiollerin bazılarında ve trakeaya yakın bronşlardadır. Ancak hastalık koşullarında durum değişir. Küçük çaplı olmaları ve duvarlarında ödem oluşması veya bronşiollerin lümeninde mukus birikmesi sonucu kolayca tıkanmaları nedenleriyle, küçük bronşioller, hava akımına karşı direnci belirlemede çok daha büyük rol oynar(7).

Akciğerlerin merkezi kısımlarına birkaç sempatik sinir lifi ulaşır. Ama bronşiollerin sempatik sinir kontrolü daha çok epinefrin ve nöroepinefrin salgılayan adrenal bezin kontrolündedir. Bu hormonlar beta adrenerjik resepetörleri uyarması nedeniyle bronşiyal dilatasyon yapar. Epinefrin, nöroepinefrine göre beta resepetörleri daha çok uyarmaktadır.

Bronşiollerin parasempatik kontrolü ise vagustan köken sinirlerle olur. Bu sinirlerin asetilkolin salgılar ve bronşiollerde daralma yapar. Obstrüktif hastalığı olup zaten bronşiolleri bir miktar daralmış olanlarda ilave parasempatik uyarı durumu daha da kötüleştirir. Bu durumda atropin kullanılabilir. Atropin bu etkisini asetilkolini bloke ederek gösterir.

Bronşiollerin daralmasında ayrıca lokal sekresyonlar da etkilidir. Özellikle akciğerlerde meydana gelen histamin ve anafilaksinin yavaş reaksiyon veren maddesi bronşiollerde bronkokonstrüksiyon yapar(7) .

Kuru havanın bileşimi %20.98 oksijen , %0.04 karbondioksit, %78.06 azot, %0.92 diğer gazlardan oluşur. Deniz seviyesindeki barometrik basınç (PB) 760 mmHg' dır (1 atmosfer). Deniz seviyesindeki kuru havada 760 x 0.21= 160 mmHg dır. Gazlar yüksek basınçlı alandan düşük basınca doğru difüze olurlar ve difüzyon hızı, iki alan arasındaki konsantrasyon farkına ve bu iki alan arasındaki bariyerin

doğasına bağlıdır. Gazın parsiyel basıncı sıvı içinde bulunan gaz moleküllerinin konsantrasyonunu belirleyecek olan gazın fazına ait basınçtır.

Alveol içindeki gazdan kana sürekli oksijen diffüze olurken, karbondioksitte sürekli kandan alveollere diffüze olur. Kararlı durumda inspirasyon havasının alveollerdeki gazla karışması kana geçmiş olan oksijeni yenileyip kandan alveollere gelen karbondioksiti seyreltir. Gazlar akciğer epiteli, kapiller endoteli ve bunların birbirleriyle kaynaşmış bazal zarlarından oluşan ince alveolokapiller zardan sızar. Herhangi bir gaz için akciğerin difüzyon kapasitesi alveolo-kapiller zarın yüzey alanı ile doğru, kalınlığı ile ters orantılıdır. Venöz kanın PCO2 si 46 mmHg iken alveol havasında bu değer 40 mmHg olduğu için C02 kandan alveol içine bu gradiyen boyunca diffüze olur. Akciğerleri terk eden kandaki PaCO2 40 mmHg'dır. CO2 bütün biyolojik zarları kolaylıkla geçer ve CO2' nin akciğer difüzyon kapasitesi O2' ye ait olan değerden çok fazladır(2).

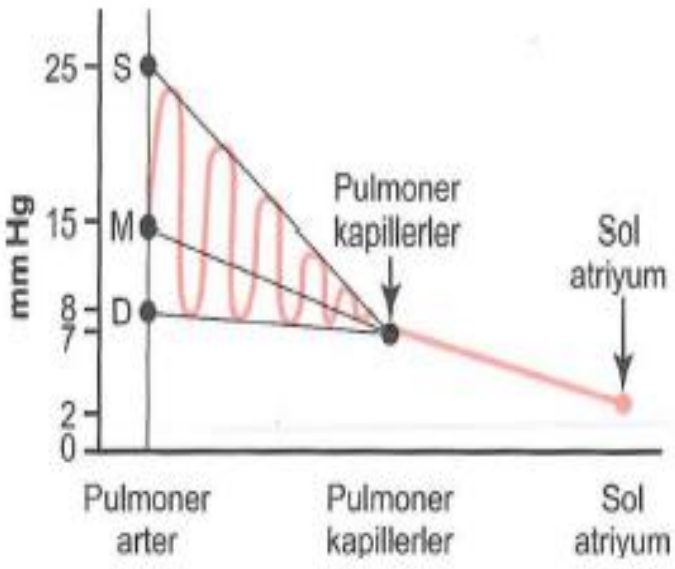
2.10. Akciğer Dolaşımı

Pulmoner arter sağ ventrikül arkasına uzanır ve akciğerlere kanı götüren sol-sağ ana dallarına ayrılır. Pulmoner arter damar duvarı aortun yaklaşık üçte biri kadardır. Damarların çok ince ve genişleyebilir olması, pulmoner arteryel sisteme sistemik arteryel sistemdeki gibi ortalama 7 mmHg' lık bir esneklik (kompliyans) sağlar. Pulmoner arterlerin sağ ventrikül vurum hacminin neredeyse üçte ikisine uyum göstermesi bu kompliyans sayesindedir. Ağır egzersiz sırasında akciğerlerdeki kan akımı artar. Sağlıklı kişilerde bu akım açık kapiller sayısında artış ve kapiller genişleme ile tolere edilir. Böylece pulmoner arter basınç artışı ve pulmoner ödem gelişimi önlenir(2).

Toplam kalp debisinin yaklaşık %1-2'si kadar kan, akciğerlere sistemik dolaşımdan kaynaklanan küçük bronşiyal arterler yoluyla ulaşmaktadır. Pulmoner arterlerin aksine oksijenden zengin kan ile akciğerlerin bağ dokusu, septa ve küçük bronşiolları içeren destek dokularını beslerler. Bu bronşiyal arteryel kan, destek dokularını besledikten sonra, pulmoner venlere oradan da sol atriyuma boşalır. Bu yüzden sol atriyuma gelen kan akımı ve sol ventrikül debisi daha fazladır.

Lenfatikler tüm akciğer destek dokusundan akciğer hilumuna gelir ve duktus lenfatikusa gider. Alveol çevresindeki küçük partiküllerin ve kapillerden sızan plazma proteinlerinin uzaklaştırılmasında rol oynarlar(2).

Sağlıklı bir insanda sağ ventriküldeki sistolik basınç ortalama 25 mm Hg ve diyastolik basınç ise yaklaşık 1 mm Hg kadardır. Bu değerler sol ventrikül basıncına göre daha düşüktür. Sistol esnasında pulmoner arter ve sağ ventrikül basıncı eşittir. Ancak sistol sonunda pulmoner kapak kapanınca ventrikül basıncı hızla azalırken, kanın pulmoner kapillerlerde ilerlemesi devam ettiği için pulmoner arter basıncı daha yavaş düşer. Sağlıklı bir insanda pulmoner arterin sistolik basıncı 25 mm Hg, diyastolik basınç 8 mm Hg,ortalama pulmoner arter basıncı ise 15 mm Hg'dır. ortalama pulmoner kapiller basınç yaklaşık 7 mm Hg'dır (Şekil 5).



Şekil 5. Pulmoner Arter Ve Kapilller Ortalama Basınçları(11)

Akciğerlerdeki kan hacmi yaklaşık olarak 450 mililitredir. Bu hacim, dolaşım sistemindeki tüm kan hacminin yaklaşık yüzde 9'una karşılık gelir. Pulmoner kan hacminin yaklaşık 70 mililitresi pulmoner kapillerlerde olup geriye kalan kısmı pulmoner arter ve venlerde eşit olarak dağılır. Çeşitli fizyolojik ve patolojik koşullarda akciğerlerdeki kan miktarı normalin yarısına kadar azalabileceği gibi iki katına kadar da artabilir(7).

Kardiyak patolojilere bağlı olarak kan sistemik dolaşımdan pulmoner dolaşıma geçebilir. Mitral kapaktaki darlık veya yetmezlik gibi nedenlere bağlı olarak kan akımına karşı direncin artması veya sol kalp yetmezliği, kanın pulmoner dolaşımda göllenmesine neden olur. Bunun bir sonucu olarak pulmoner kan hacmi ciddi oranda artabilir. Bu da pulmoner damar basınçlarında büyük artışlara neden olur. Sistemik dolaşım hacmi, pulmoner dolaşım hacmine göre büyük olması nedeniyle, kanın bir sistemden diğerine kayması özellikle pulmoner sistemi fazlasıyla etkilerken sistemik dolaşıma yönelik etkisi genellikle daha hafif olur.

Alveoldeki oksijen miktarında azalma kompansazyon mekanizmalarını da başlatır. Yerel alveol kan akımı azaltılır ve pulmoner kan akımı da düzenlenir. Özellikle PaO2 değeri 70mm Hg'dan düşük olunca alveole komşu olan kan damarlarında vazokonstrüksiyon gerçekleşir. Mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Alveolün epitel hücrelerinden salgılandığı düşünülmektedir. Bazı alveollerde hipoksi gerçekleşmesiyle gelişen vazokonstrüksiyon ile kan daha iyi havalanan akciğer alanlarına yönlenir.

Sol kalp yetmezliğine bağlı olarak sol atriyum basıncının artmasıyla pulmoner dolaşım etkilenmektedir. Normalde sol atriyum basıncı pulmoner arter basıncından daha düşüktür ve 6 mm Hg'nın üzerine çıkmaz. Sol atriyum basıncında meydana gelen küçük değişikliklerin pulmoner dolaşımın işlevi üzerine etkisi neredeyse hiç yoktur. Çünkü sol atriyum basıncındaki bu küçük değişiklikler, sadece pulmoner venüllerin genişlemesine ve daha fazla kapiller damarın açılmasına neden olarak, kan akımının pulmoner arterlerde aynı kolaylıkta devam etmesini sağlar. Sol kalp yetmezliğinde, kan sol atriyumda göllenir böylece atriyumun basıncı artar. Basınçtaki değişiklikler 7-8mm Hg üzerine çıkmaya başlayınca pulmoner arter basıncının da neredeyse eşit bir şekilde artmasına neden olarak sağ kalbin yükünü artırır. Pulmoner ödem sol atriyum basıncı 30 mm Hg dan daha yüksek değerlere çıkınca oluşur.

2.11. Akciğerlerde Kapiller Sıvı Değişimi ve Pulmoner İnterstisyel Sıvı Dinamiği

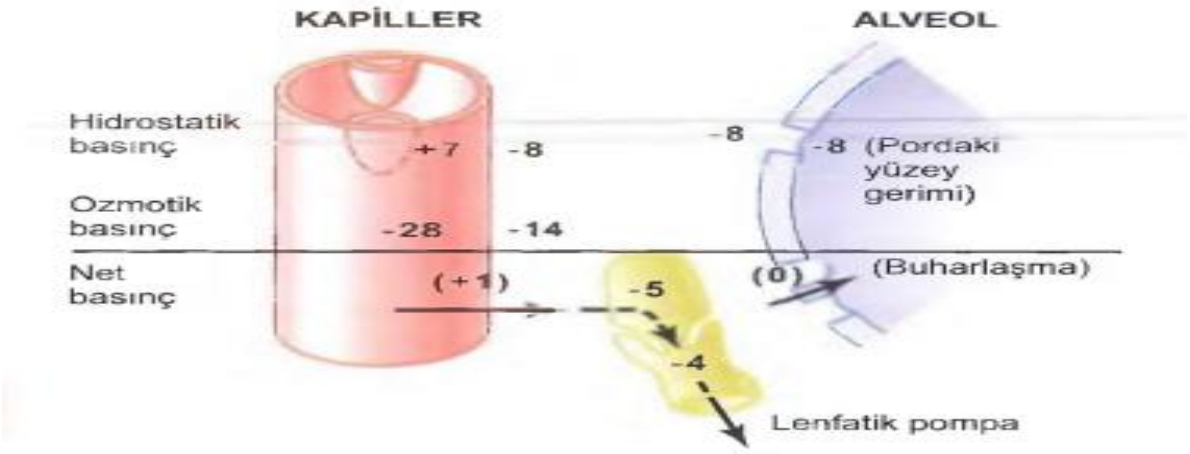
Akciğerlerin kapiller zarlarında sıvı değişiminin dinamiği nitelik olarak perifer dokularla aynı olmakla birlikte nicelik olarak aşağıda belirtilen önemli farklılıklara sahiptir:

1. Pulmoner kapiller basınç yaklaşık 7 mm Hg'dır. Bu basınç perifer dokulardaki yaklaşık 17 mm Hg'lık işlevsel kapiller basınçla kıyaslandığında oldukça düşüktür.
2. Akciğerlerde interstisyel sıvı basıncı, periferdeki deri altı dokusuna göre hafifçe daha negatiftir
3. Pulmoner kapillerlerin protein moleküllerine nispeten daha geçirgen olması nedeniyle pulmoner interstisyel sıvının kolloid ozmotik basıncı yaklaşık 14 mm Hg'dır.

Buna karşın perifer dokular bu değerin yarısından daha az bir kolloid ozmotik basınç değerine sahiptir.

4. Alveol duvarları aşırı ince ve alveol yüzeyleri örten epitel o kadar zayıftır ki alveol hava basıncından daha yüksek (>0 mm Hg) herhangi bir pozitif interstisyel basınç ile yırtılabilir. Bu da sıvının interstisyel boşluklardan alveollere dolmasına neden olur(7).

Bir pulmoner kapiller, bir alveol ve kan kapilleriyle alveol arasındaki interstisyel boşluğu drene eden bir lenfatik kapiller Şekil 6 da gösterilmiştir.



Şekil 6. Pulmoner Lenfatik Sistem(11)

Kan kapiller zarında kuvvetlerin dengesi aşağıda verilmiştir. Böylece sıvıyı dışarıya yönlendiren kuvvetler, içeriye yönlendiren kuvvetlerden hafifçe daha fazladır. Bu durum pulmoner kapiller zarda ortalama filtrasyorı basıncı sağlar. Filtrasyon basıncı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

Sıvıyı kapillerlerden dışarıya ve pulmoner isterstisyuma doğru hareket ettiren kuvvetler	
Kapiller basınç	7
İnterstisyel sıvı kollaid ozmotik basıncı	14
Negatif interstisyel sıvı basıncı	8
Toplam dışa doğru kuvvet	29 mm Hg

Kapillerlerin içine sıvı emilimine neden olan kuvvetler	
Plazma kolloid ozmotik basıncı	28 mm Hg
Toplam içe doğru kuvvet	28 mm Hg

Toplam dışa doğru kuvvet: (+29) mm Hg

Toplam içe doğru kuvvet : (-28) mm Hg

Ortalama filtrasyon basıncı: (+1) mm Hg

Bu pozitif filtrasyon basıncı pulmoner kapillerlerden interstisyel boşluklara zayıf sıvı akışına neden olur. Bu sıvı akciğer lenfatik sistem tarafından dolaşıma geri pompalanır.

2.12. Pulmoner Ödem

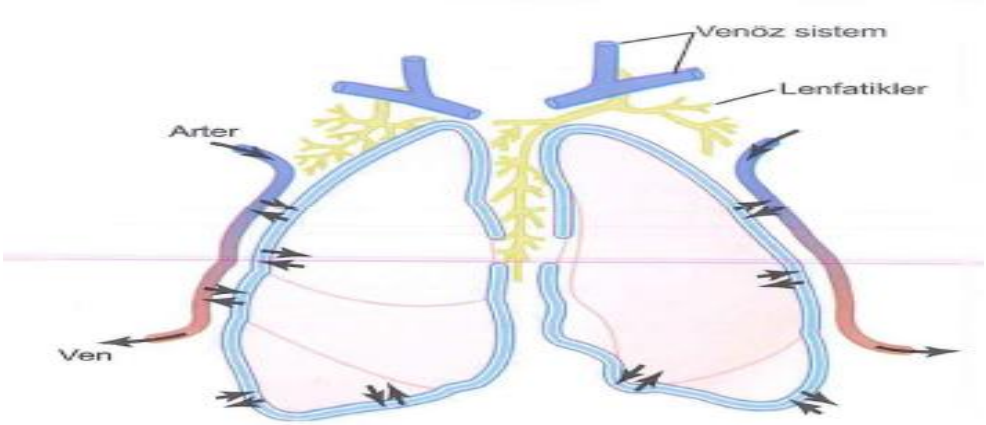
Pulmoner ödem, vücudun diğer yerlerinde gelişen mekanizmalarla aynı şekilde gelişir. İnterstisyel sıvı basıncını pozitif yapacak durumlar ödeme neden olmaktadır. Pulmoner lenfatik sistemde herhangi bir bozukluk veya kapillerlerden dışarı sıvı filtrasyonunu artıracak durumlarda ödeme sebep olur.

Pulmoner ödemin en sık görülen nedenleri şunlardır:

1. Sol kalp yetmezliği veya mitral kapak hastalığı. Bunlar pulmoner venöz basınç ve pulmoner kapiller basınçta büyük artışlara yol açarak alveollerin ve interstisyel boşlukların sıvı ile dolmasına neden olurlar.
2. Pulmoner kapiller zarların hasarı: Pnömoni gibi enfeksiyonlar veya klorin gazı veya sülfür dioksit gazı gibi zehirli gazların solunmasına bağlı nedenlerle ortaya çıkar. Bu nedenlerin her biri hem plazma proteinlerinin hem de sıvının kapillerlerden sızmasına, böylece hızla akciğer interstisyel boşluklarına ve alveollere dolmasına neden olur(7).

2.13. Plevra Boşluğundaki Sıvılar

Akciğerler normal soluma sırasında genişleyip daralırken aynı zamanda plevra boşluğu içinde ileri ve geriye doğru kayarlar. Akciğerlerin plevra boşluğunda kaymasını kolaylaştırmak üzere paryetal ve viseral plevra arasında mukoid yapıda ince bir sıvı tabakası bulunur(7). Şekil 7 plevra boşluğundaki sıvı değişiminin dinamiğini göstermektedir. Plevra zarı gözenekli, mezenkimal ve seröz bir yapıya sahiptir(7). Bu zardan interstisyel sıvı sürekli olarak plevra boluğuna sızar. Bu sıvılarda doku proteinleri de bulunur ve sıvı böylece mukoid karakterini alır. Bu mukoid karakterin önemi solunum haraeketi sırasında akciğerler plevral boşluktan kolayca kayar.



Şekil 1. Plevral Boşluktaki Sıvı Değişiminin Dinamiği(11)

2.14. Plevral Efüzyon

Plevral boşlukta normalden fazla sıvı birikmesine plevral efüzyon denir. Dokudaki ödem sıvısı denebilir. Lenfatik sistemdeki tıkanıklık, kalp yetmezliği, plazma kolloid osmotik basıncınında azalma, plevral boşluktaki enfeksiyonlar plevral efüzyona neden olurlar.

2.15. Gaz Değişiminin Temel İlkeleri

İletici havayollarından sonra akciğere girip oradan da alveollere ulaşan hava için sonraki adım oksijen ve karbondioksitin difüzyonudur. Oksijen alveollerden pulmoner kana, karbondioksit ise pulmoner kandan alveollere doğru geçer. Bunlar partiküllerin hareketleriyle oluşan enerji ile geçerler.

Solunum yolları ve alveollerin yüzeyine solunum gazları yüzeye çarpmalarına bağlı olarak basınç oluşur. Bu gazın basıncı, herhangi bir anda o gazın tüm moleküllerinin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Solunum sisteminde başlıca kullanılan gaz karışımları; azot,oksijen ve karbondioksittir. Bu gazların difüzyon hızı, basınçları ile doğru orantılıdır. Buna o gazın parsiyel basıncı denir. Bu hava ile solunan gazın parsiyel basıncı, o gazın moleküllerini alveol kapillerlerdeki kanda çözünmeye zorlama eğilimindedir.

Gazların difüzyon yapacakları taraf parsiyel basınçlarına göre belirlenir. Alveollerdeki parsiyel oksijen basıncı daha fazla olduğu için oksijen alveollerden pulmoner damarlara doğru ilerler. karbondioksit için tam tersi geçerlidir.

Solunum gazları, yağlarda ve hücre zarında kolaylıkla çözünür. Bu sayede hücre zarından kolaylıkla geçerler. O yüzden gazların hızını sınırlayan asıl olay hücre zarından geçiş hızları değil,parsiyel basınçlarına bağlı oluşan difüzyon hızlarıdır.

Alveol havasının bileşimi ile, atmosfer havasının bileşimi gazların konsantrasyonları açısından farklıdır.bu farklılığın nedenleri; alveol havası atmosfer havasıyla ölü boşluktan dolayı kısmen değişmesi, oksijenin ve karbondioksitin pulmoner kan ve alveollerden sürekli emilmesi ve havanın iletici solunum yollarında nemlendirilmesidir(tablo 1).

Tablo 1. Akciğerlere giren ve çıkan solunum gazlarının parsiyel basınçları(deniz seviyesinde)

	Atmosfer Havası* (mm Hg)		Nemlendirilmiş Hava (mm Hg)		Alveol Havası (mm Hg)		Ekspirasyon Havası (mm Hg)	
N_2	597,0	(%78,62)	563,4	(%74,09)	569,0	(%74,9)	566,0	(%74,5)
O_2	159,0	(%20,84)	149,3	(%19,67)	104,0	(%13,6)	120,0	(%15,7)
CO_2	0,3	(%0,04)	0,3	(%0,04)	40,0	(%5,3)	27,0	(%3,6)
H_2O	3,7	(%0,50)	47,0	(%6,20)	47,0	(%6,2)	47,0	(%6,2)
TOPLAM	760,0	(%100,0)	760,0	(%100,0)	760,0	(%100,0)	760,0	(%100,0)

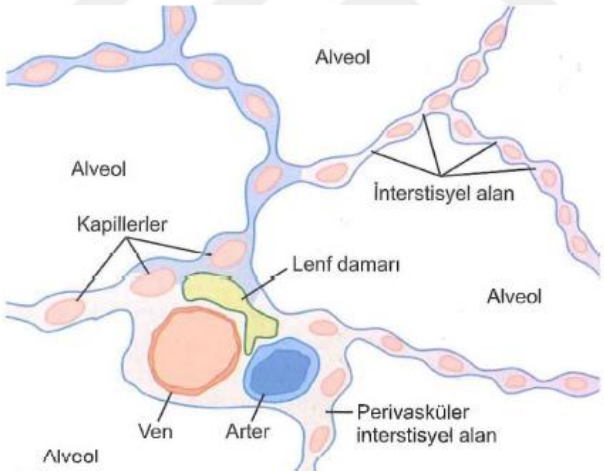
* Ortalama serinlikte ve aydınlık bir günde.

Ortalama fonksiyonel rezidüel kapasite (normal ekspirasyon sonrasında akciğerde kalan hava hacmi) yaklaşık olarak 2300 mililitredir. İnspirasyon ile alınan havanın 350 mililitresi alveollere ulaşır. Aynı miktar alveol havası dışarı verilir. Alveol havası yavaş hızda yenilenmektedir. Normal alveol ventilasyonu ile yaklaşık olarak gazın yarısının 17 saniyede uzaklaştırıldığı görülmektedir. Kişinin alveol ventilasyon hızı sadece nomalin yarısı olduğunda, gazın yarısı 34 saniyede ve ventilasyon hızı normalin iki katı olduğunda, gazın yarısı yaklaşık 8 saniyede uzaklaştırılır. Alveol havasının yenilenmesinin yavaş olması, kandaki gaz konsantrasyonlarının ani değişimlerinin önlenmesi açısından önemlidir.

Yenilenmenin yavaş olması, aksi durumda istikrarsız hale gelecek olan solunum kontrol mekanizmalarının çok daha istikrarlı olmasını sağlar ve solunum geçici olarak kesildiğinde doku oksijenasyonundaki, doku karbondioksit konsantrasyonundaki ve doku pH'sındaki aşırı artışların ve düşüşlerin önlenmesine yardımcı olur(7).

Ekspirasyon havası ölü boşluk havası ve alveol havalarının karışımıdır. Bu yüzden alveol havasını incelemek için zorlu ekspirasyondan sonra hiç ölü boşluk havası içermeyen ekspirasyon havasınn son bölümü incelenir.

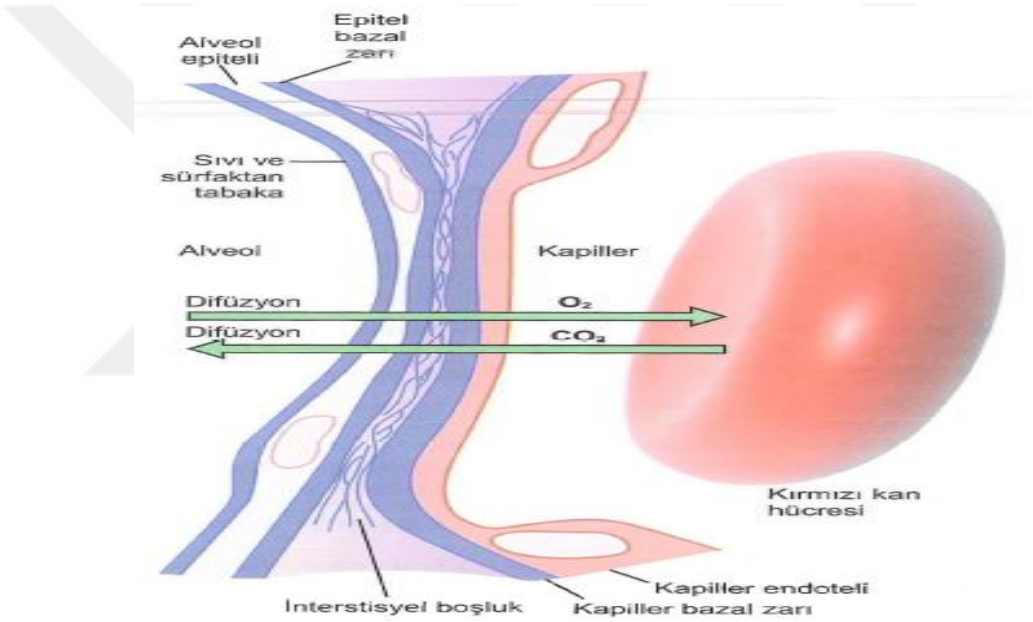
Solunum zarlarında gazların difüzyonu solunum ünitesi (solunum birimi, solunum lobülü) olarak adlandırılan içinde respiratuar bronşioller, alveol kanalları, atriyumlar ve alveollerden oluşur. Alveol duvarı çok incedir ve etrafında neredeyse kesintisiz kapiller ağ bulunmaktadır(şekil 8).



Şekil 8. Solunum Ünitesinin Bölümleri(11)

Gaz değişimi sadece alveollerde değil, akciğerin tüm terminal kısımlarındaki zarlar boyunca gerçekleşir. Bu zarlar solunum zarı adını alır. Şekil 9'da, solda, enine kesiti çizilmiş solunum zarının ince yapısı, sağda ise bir eritrosit görülmektedir. Şekilde aynı zamanda, oksijenin alveolden eritrosite ve karbondioksidin ters yönde difüzyonları da gösterilmiştir. Solunum zarının farklı tabakaları aşağıda belirtilmiştir(7):

1. Alveolü kaplayan sıvı tabakası ve alveol sıvısının yüzey gerimini azaltan sürfaktan
2. İnce epitel hücrelerinden oluşan alveol epiteli
3. Epitel bazal zarı
4. Alveol epiteli ile kapiller zar arasındaki ince interstisyel boşluk
5. Birçok yerde alveol epiteli bazal zarı ile kaynaşmış olan kapiller bazal zar
6. Kapiller endotel zarı



Şekil 9. Alveol Solunum Zarının Yapısının Enine Kesiti(11)

Solunum zarında gazların difüzyonu birçok etkene bağlıdır. Zarın kalınlığı, zarın yüzey alanı, gazın difüzyon katsayısı, gazın parsiyel basıncı bunlardan birkaçıdır. Zarın kalınlığı ve zarın yüzey alanı difüzyon hızı ile ters orantılıdır. Özellikle amfizem ve pnömoektomi geçiren hastalarda yüzey alanı azaldığı için eforla solunum sıkıntısı gelişebilir. Gazın difüzyon katsayısı, gazın zarda çözünürlüğü ile doğru, molekül ağırlığıı ile ters orantılıdır. Parsiyel basınç farkı ise difüzyon hızıyla doğru orantılıdır. Parsiyel basınç; birim zamanda birim alveol yüzeyine çarpan gazın basıncıdır.

2.16. Ventilasyon-Perfüzyon Oranının gaz değişimleri üzerine etkisi

Alveoler PaO2 ve PaCO2 yi; alveolar ventilasyon hızı ve solunum zarından gazların geçiş hızı belirler. Bütün alveollerde ventilasyonun eşit olduğu ve tüm kapillerler boyunca kan akımı her bir alveol için eşit kabul edilirdi. Oysa birçok akciğer hastalığında ve normal durumlarda bile akciğerlerin bazı alanları iyi ventile edilemez. istirahatte akciğerin tamamına ait ventilasyon/perfüzyon oranı yaklaşık 0,8'dir. Akciğerlerde alveolar ventilasyon ve kapiller kan akımı arasındaki dengenin bozulduğu durumlarda ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu denir(2).

Ventilasyon-perfüzyon oranı Va/ Q şeklinde gösterilir. Bir alveolde hem Va (alveol ventilasyonu) hem de Q (kan akımı) normalse, o alveolde ventilasyon-perfüzyon oranı (V a / Q) da normaldir denir. Eğer ventilasyon (V a) sıfır, fakat hala alveolde perfüzyon (Q) varsa, ventilasyon-perfüzyon oranı sıfır olur. Ya da diğer olağanüstü bir durumda, ventilasyon (V a) yeterli, fakat perfüzyon (Q) sıfır ise oran sonsuzdur.

Alveol ventilasyonunun olmadığı ve VA/ Q'nun sıfır olduğu durumda alveoldeki hava ve kanın oksijen ve karbondioksidi dengelenir. Gazların difüzyona uğraması ile kan ve alveol havası dengelenir. Kapillerlerisistemik dolaşımdan akciğerlere dönen kan kapillerleri de perfüze ettiği için kandaki gazla alveollerdeki gazlarla dengelenir.

Alveoldeki gaz parsiyel basınçları üzerine, VA/Q'nun sıfır olduğu durum ile VA/Q'nun sonsuz olduğu(perfüzyonun olmadığı) durumun etkisi tamamen farklıdır. Çünkü alveolden karbondioksidi alacak ve oksijeni kana taşıyacak olan kapiller kan akımı yoktur. Bu durumda, alveoldeki gazlar venöz kanla dengelenemeyeceği için, alveol havası nemli inspirasyon havasına eşit olur. Diğer bir deyişle, inspirasyon havası kana oksijen veremez ve kandan karbondioksit alamaz(7).

V a / Q normalin altında olduğu zaman, yeterli ventilasyon olmadığı için alveol kapillerlerindeki kan tam oksijenlenemez. Bu bölüme şantlı kan denir. Va/Q normalin üstünde olduğu, alveollerin bazılarında, ventilasyon yüksek fakat kan akımı

düşük olduğu zaman, alveolden kan akımıyla taşınabilecek miktardan çok daha fazla oksijen bulunur.

Ventilasyonun devam ettiği ancak perfüzyonun yetersiz olduğu bu durumlarda artmış ölü boşluk ventilasyonundan bahsedilir. Örneğin amfizem, ileri dönem kalp yetmezliği, pulmoner tromboemboliler. Bu durumda bu alveollerin ventilasyonunun büyük bir kısmı boşuna harcanmış olur. Solunum yollarının anatomik ölü boşluk alanlarının ventilasyonu da boşuna harcanmıştır. Bu iki tip boşa giden ventilasyon toplamına fizyolojik ölü boşluk denir(7).

2.17. Solunumun Nörolojik Kontrolü

Solunum merkezi medulla oblongata ve ponsta bulunur. Solunum merkezi organizmanın ihtiyacına göre alveolar ventilasyon hızını artırarak arteryel PaCO2 ve PaO2 basınçlarını sabit tutacak şekilde düzenler. Solunum merkezi çeşitli nöronlardan oluşmaktadır. Bunlar şekil 10'de gösterilmiştir. Bu nöronlar 3 tiptir:

1) Dorsal solunum grubu nöronları: Medullanın dorsal bölgesinde yer alır esas olarak inspirasyondan sorumludur. Solunumun düzenlenmesinde esas nöron grubudur. Burası aynı zamanda periferik kemoreseptörlerden, baroreseptörlerden ve akciğerdeki çeşitli reseptör tiplerinden duysal uyarıları solunum merkezine taşıyan vagus ve glossofaringeus sinirlerinin duysal lifleri de taşır.

2) Ventral solunum grubu nöronları: Medullanın ventrolateral kısmında yer alır. Esas olarak ekspirasyonu gerçekleştirir. Hem ekspirasyon hem de inspirasyonda görev alır.sakin solunumda inaktiftir. Artan pulmoner ventilasyonu karşılamak üzere ventral solunum nöronları katkıda bulunur(7).

3) Pnömotaksik solunum grubu nöronları: Ponsun dorsal üst kısmında yer alır. Solunum hızı ve derinliğinin belirlenmesinde görev alır. Pnömotaksik merkez, sinyallerini inspirasyon ile ilgili alanlara iletir. Sinyaller kuvvetlenince inspirasyon kısalır,buna bağlı solunum frekansı artar. Sinyaller zayıflayınca da inspirasyon uzar,frekans azalır. Esas görevi inspirasyonu sınırlamaktır.

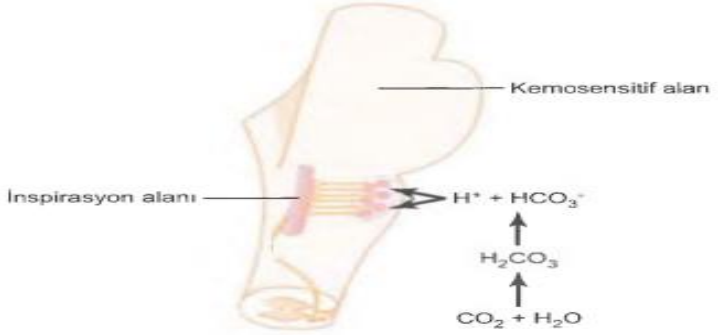


Şekil 10. Solunum Merkezi Nöronları(11)

Solunum kontrolü sadece beyin sapından değil aynı zamanda akciğerden kaynaklanan uyarılar da solunum kontrolüne yardımcıdır. Bunların en önemlisi gerim reseptörleridir. Genelde bronş ve bronşiollerin duvarında bulunur.

2.18. Solunum Merkezi Aktivitesinin Kimyasal Kontrolü

Solunum merkezinin üç esas alanı; dorsal solunum grubu nöronlar, ventral solunum grubu ve pnömotaksik merkez idi. Bunların hiçbirinin, kanın karbondioksit veya hidrojen iyon konsantrasyonundaki değişiklikler ile doğrudan etkilenmediğine inanılmaktadır. Bunun yerine medulla oblongatanın ventral yüzeyinin sadece 0,2 mm altında iki taraflı olarak uzanan ve Şekil 11'de görülen farklı bir nöron alanı, duysal kemosensitif alan yerleşmiştir. Bu alan, kanın PaCO2 veya hidrojen iyon konsantrasyonundaki değişikliklerine karşı çok duyarlıdır ve solunum merkezinin diğer bölümlerini uyarır(7).

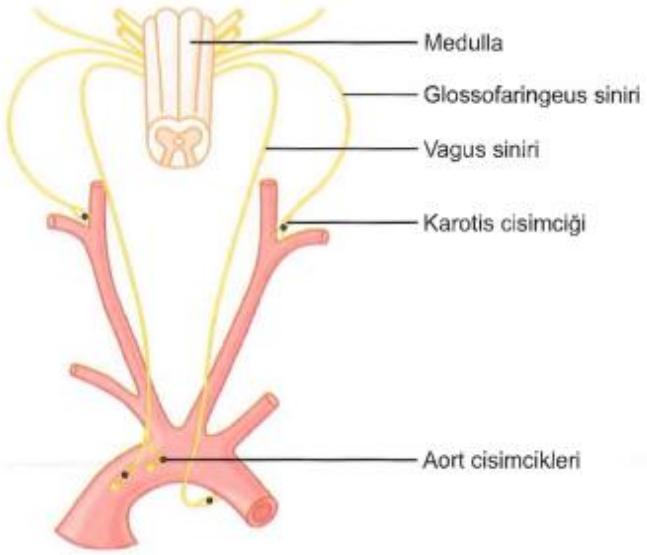


Şekil 11. Solunum Merkezinin Kimyasal Kontrolü(11)

Karbondioksit düzeyi kanda yükselince solunum merkezi ilk birkaç saatte fazla uyarılır, bu uyarı gittikçe kademeli olarak azalır. Oksijen konsantrasyonundaki değişikliklerin solunum merkezi üzerindeki etkisi yok denecek kadar zayıftır. Çünkü hemoglobin-oksijen tampon sistemi PaO2 değeri düşük de yüksek de olsa dokulara neredeyse tamamen normal oksijen sağlar. hem kan ve hem de doku PaCO2 düzeyi pulmoner ventilasyon hızı ile hemen hemen tamamıyla ters orantılı olduğundan bu durum karbondioksit için geçerli değildir. Bu nedenle, karbondioksit solunumun temel denetleyicisi sayılabilir.

Solunum aktivitesinin kontrolünde solunum merkezine ilave olarak bir başka mekanizma daha bulunmaktadır. Bu Şekil 12'de görülen perifer kemoreseptör sistemidir.

Kemoreseptör denilen özel, kimyasal maddelere karşı duyarlı sinir reseptörleri, beynin dışında birçok alana yerleşmişlerdir. Bunlar karbondioksit ve hidrojen iyon konsantrasyonundaki değişikliklere de daha az oranda yanıt vermelerine karşın özellikle kandaki oksijen değişikliklerini algılamada önemlidirler. Kemoreseptörler solunum aktivitesinin düzenlenmesine yardımcı olmak üzere sinirsel sinyalleri beyindeki solunum merkezine iletirler. Kemoreseptörlerin büyük kısmı karotis cisimciğinde bulunurlar. Bununla birlikte, daha az oranda Şekil 12'ün alt kısmında gösterilen aort cisimciklerinde de bulunurlar(7).



Şekil 12. Periferik Kemoreseptör Sistemi(11)

Karotis cisimcikleri, karotis kommunislerin çatallanma bölgelerinde bulunur. Aort cisimcikleri, aort kavsi boyunca yerleşim gösterirler. Vaguslar içinde dorsal solunum alanına ulaşırlar. Bu cisimcikler arter kanıyla temas halindedir. Arter kan oksijen düzeyi düşünce kemoreseptörler uyarılır. Aynı şekilde karbondioksit düzeyi de yükselince kemoreseptörler uyarılır ama bu uyarılma karbondioksitin direk solunum merkezi üzerine yapılan uyarısına göre çok zayıftır, yok sayılabilir.

3. SOLUNUM YETMEZLİĞİ

Solunum yetmezliği; solunum sisteminin gaz değişimini sürdürmesinde bozulmaya bağlı olarak PaO2 in 60 mmHg nın altında PaCO2 in 45 mmHg nın üzerinde olmasıdır.

Solunum bircok organın koordineli bir şekilde çalışmasını gerektiren komplike bir olaydır ve bu sistemlerden herhangi birinde ortaya cıkan problem solunum yetmezliğine neden olabilir. Solunumun yeterli olması için solunum merkezi, ventilasyon, difuzyon ve perfuzyonda patoloji bulunmaması gerekir. Normal bir solunum icin oncelikle beyinde bulbus ve ponsdaki solunum merkezinin normal işlev görüyor olması gerekir. Periferdeki kemoreseptör ve mekanoreseptörler aracılığıyla solunum uyarıları alınıp, nervus vagus ve nervus glossofaringeus aracılığı ile solunum merkezine iletilir. Buradan cıkan solunum uyarısı periferik sinirler aracılığı le diyafram gibi efektor organlara iletilir. Diyafram, interkostal ve abdominal kasları innerve eden sinirler medulla spinalisden cıktığı icin medulla spinalis lezyonları solunumu etkileyebilir. Nöromusküler kavşakta problem olması veya solunum kaslarında gücsüzlüğe neden olan problemler söz konusu ise diğer tüm sistemler normal de olsa solunum yetmezliği gelişebilecektir(14).

Solunum yetmezliği akut veya kronik olabilir. Akut ve kronik solunum yetmezliği olan hastaların klinik görünümleri genellikle oldukça farklıdır. Akut solunum yetmezliği, arteriyel kan gazlarında ve asit-baz durumunda yaşamı tehdit eden düzensizliklerle karakterize edilirken, kronik solunum yetmezliğinin belirtileri daha sessizdir ve klinik olarak belirsiz olabilir(14).

Solunum yetmezliğini kliniğine, başlangıç zamanı ve patofizyolojisine göre 3 alt başlığa ayırabiliriz(tablo 2):

Tablo 2. Solunum yetmezliği tipleri

• Kliniğe göre ; - Hipoksemik SY: PaO2'nin 60 mm Hg'nın altında olması - Hiperkapnik SY: PaCO2'nin 45 mm Hg'nın üzerinde olması - Kombine SY: hipoksik ve hiperkapnik SY birlikteliği
• Başlangıç zamanına göre; - Akut SY: dakikalar, saatler içerisinde ortaya çıkar - Kronik SY: birkaç gün veya haftalar/aylar içerisinde ortaya çıkar - Kronik üzerine Akut SY: Kronik solunum yetmezliği bulunan hastalarda enfeksiyon gibi akut olarak etkileyecek tabloların meydana gelmesi
• Patofizyolojisine göre; - Tip 1 hipoksemik SY: PO2'nin 60 mm Hg'nın altında olması - Tip 2 hiperkapnik SY: PCO2'nin 45 mm Hg'nın üzerinde olması - Tip 3 perioperatif SY - Tip 4 SY: Şok tablosundaki hastalarda perfüzyonun azalmasına bağlı SY

3.1. Patofizyolojisine Göre Solunum Yetmezliği Tipleri

3.1.1. Hipoksemik (Tip I) Solunum Yetmezliği

Hipoksemi, oksijenin atmosferden kana geçişinde azalma olması sonucunda arter kanında oksijen parsiyel basıncının azalmasıdır. Hipoksi ise dokuların oksidatif gereksinimlerini karşılayacak yeterli oksijenasyonun sağlanamamasıdır. Hipoksemi olmadan hipoksinin olabileceği ya da tam tersinin bulunabileceğinin bilinmesi önemlidir(15).

Arteriyel oksijen parsiyel basıncının (PaO2) 80 mmHg' nın altında olmasına hipoksemi 60 mmHg' nın altında olmasına hipoksemik solunum yetmezliği denir. Polistemi ve kor pulmonale bulguları olması solunum yetmezliğinin kronik olduğunu gösterir(14). PaO2 düzeyinini 60-80 mmHg hafif dereceli, 40-60 mmHg orta dereceli, 40 mmHg altında olması ileri dereceli hipoksemiyi gosterir.

Hipokseminin en önemli patofizyolojik mekanizması ventilasyon/perfüzyon dengesizliği ve sağdan sola şanttır. Diğer mekanizmalar tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Hipoksemik Solunum Yetmezliğinin Mekanizmaları

1-	İnspirasyon havasının FiO2'sinin düşük olması veya PaO2'de düşme
2-	Şant
3-	V/Q dengesizliği
4-	Hipoventilasyon
5-	Difüzyon bozukluğu
6-	Mikst Venöz kanın desatürasyonu

1- Düşük FiO2 ile solunum yapmak: Genellikle, çok yükseklerde yaşamak, toksik gaz inhalasyonu ve kapalı ortamlarda uzun süre kalma sonucu gelişir.
2- Şant: Sistemik dolaşımdan dönen kirli venöz kanın alveolar hava ile temas etmeden arteryel tarafa geçmesidir. Uç seviyede sağdan sola şant gelişebilir; intrakardiyak şantlar, akciğer damarları arasındaki şantlar (pulmoner vasküler) ve akciğer parankim şantlarıdır. Akciğer parankim şantları, akut solunum yetmezliğinde önemli bir mekanizmayı oluşturur ve bunlar, pulmoner ödem, pnömoni, atelektazi ve ARDS'de olduğu gibi gazın alveollere girişinin engellendiği, ancak kan dolaşımının devam ettiği durumlarda olur. Şantın miktarı kalp debisinin %30'unu geçerse, hipoksemi dışarıdan verilen oksijene genellikle dirençlidir.
3- Ventilasyon/Perfuzyon (V/Q) Dengesizliği: En sık hipoksemi gelişmesine neden olan fizyopatolojik bozukluktur. V/Q dengesizliği, KOAH, astım, idiyopatik pulmoner fibrozis ve pulmoner vaskuler hastalıklar gibi bazı solunum sistemi hastalıklarında ortaya cıkan hipokseminin başlıca nedenidir.
4- Alveol düzeyinde hipoventilasyon: Santral ve Periferik sinir sisteminin etkileyen hastalıklar ve ilaçlara bağlı ortaya çıkan durumdur.
5- Difüzyon bozukluğu: Alveolokapiller membranda bozulma sonucu difüzyonun etkilenmesi ile olur. Genellikle interstisyel akciğer hastalıklarında olur.

6- Mikst venoz kanın desaturasyonu: Dolaşımın yavaşladığı şok, kalp yetmezliği gibi durumlarda periferde oksijen tüketiminin artması ve dokuların kandan oksijen alımının artmasına bağlı olarak gelişir. Bunun sonucu olarak akciğerlere dönen kanın satürasyonu düşer ve PaO2 azalabilir(16).

3.1.2. Hiperkapnik (Tip II) Solunum Yetmezliği

Arteryel karbondioksit parsiyel basıncının 45 mm Hg üzerinde olmasıdır. Altta yatan en öenmli sebep hipoventilasyondur. Hiperkapniye rağmen pH'nın normal (≥7.35),bikarbonat düzeyinin yuksek olması solunum yetmezliğinin kronik olduğunu düşündürür. Problem, beyin sapı solunum merkezi depresyonu (narkotik, benzodiazepin, barbutirat aşırı dozu); üst motor noron (servikal kord travmaları), ön boynuz hücre (poliomiyelit), noromusküler bileşke (myastenia gravis),solunum kasları (miyopati, kas gevşetici), veya solunum sinir (frenik sinir paralizisi) hastalıkları; goğus kafesi deformiteleri (kifoskolyoz); veya ust solunum yolu obstruksiyonu (laringospazm, uyku apne sendromu) olabilir(15).(tablo 4)

Hipoksi hiperkapni birlikteliği her zaman beraber olmayabilir. Hipoksi hipoventilasyon yada dolaşım bozukluğuna bağlı geliştiyse hiperkapni görülür. Hipoksi havada oksijen azlığı,hemoglobin düşüklüğü gibi durumlarda oluştuğunda doğal olarak hiperkapni beklenmez.

Tablo 4. Hiperkapnik Solunum Yetmezliği Nedenleri

1-	**MSS** İlaçlar:Opioidler,benzodiazepin,barbitürat, Genel anestezi:hiponatremi,hipokalsemi,alkaloz,,hipotroidi,infeksiyon:menenjitensefalit
2-	**Periferik sinir Sistemi** Spinal kord hastalıkları,tetanus,polinöropati,miyastenia gravis,organofosfatlar
3-	**Solunum kasları** Distrofiler,elektrolit bozuklukları,hipotroidizm
4-	**Göğüs duvarı,Plevra** Kifoskolyoz,obezite-hipoventilasyon,ankilozan spondilit,travma,kot fraktürleri
5-	**Üst solunum yolları** Uyku apne sendromu,kord vokal paralizi

3.1.3 Perioperatif Solunum Yetmezliği

Perioperatif solunum yetersizliğinde ana mekanizma atelektazidir. Bu hastalarda fonksiyonel reziduel kapasite anormal olarak kapanma volümünün altına düşmesiyle, alt akciğer alanlarında yer çekiminin de etkisiyle progresif olarak atelektazi gelişir(15).

Koroner bypass, üst abdomen cerrahi ve torakotomi gibi büyük cerrahilerden sonra gelişebilir. Ust abdominal cerrahide ilk 24 saatte vital kapasite %50 azalıp yedinci günde normale dönerken, alt abdominal cerrahide ise vital kapasite ilk 24 saatte %25 azalmakta ve üçüncü günde normale dönmektedir (17). Koroner arter bypass operasyonlarından sonra tüm akciğer volümlerinde %30'a ulaşan azalmaların düzelmesinin birkaç ayı bulabileceği ve temel mekanizmanın atelektazi olduğu belirtilmektedir (18). Torakotomilerden sonra da vital kapasitede ilk 24 saatte %30'a varan azalmalar olduğu bildirilmiştir (19).

3.1.4. Şoka Bağlı Solunum Yetmezliği

Daha önceden pulmoner herhangi bir rahatsızlığı olmayıp, hipoperfüzyona bağlı şok tablosu olan hastalarda gelişen solunum yetmezliğidir. Solunum kaslarının aktif olması nedeniyle bu bölgeye kan akımın azaltarak, kanın hayati organlar olan beyin ve kalp dokusuna yönlenmesi sağlanır. Altta yatan nedeninin ortadan kaldırılması gerekir.

3.2. Solunum Yetmezliği Olan Hastaya Yaklaşım

Akut veya kronik SY tanısında ilk adım SY varlığından kuşkulanmaktır. Bu da, öncelikle iyi bir öykü ve fizik muayene ile olasıdır. Öykü alınırken, fizik muayenenin inspeksiyon bölümü de başlar ve solunum hastalıklarında inspeksiyonla pek çok bilgi elde edilebilir(20). Hastanın genel durumu, rengi, solunum sıkıntısı içinde olup olmadığı, solunumun derinliği, hızı, mental durum,istemsiz hareketlerin varlığı bu süreç içerisinde dikkatle gözlenmelidir(21).

En karakteristik belirti ve bulguları dispne, takipne (solunum sayısı >20/dk) veya bradipne (solunum sayısı <8/dk), siyanoz, bilinc değişiklikleri, taşikardi, yardımcı solunum kaslarının solunuma katılması, paradoksik solunum (inspiryumda göğüs kafesinin dışa doğru yer değiştirirken abdomenin içe doğru hareket etmesi), flepping tremor ve pulsus paradoksusdur. Flepping tremor ve papil ödem akut ve ağır hiperkapninin gostergesidir. Bunlara altta yatan hastalığa gore değişen fizik inceleme bulguları eşlik eder. Öykü ve fizik muayene olguların çoğunda ASY'nin nedenini ortaya çıkarmada önemli katkı sağlar. Ateş, nefes darlığı ve öksürük ile birlikte konsolidasyon bulguları pnömoniyi düşündürür(14).

Hastaların genel durumu açısından erken belirti dispnedir. Başlangıçta eforla çıkarken ilerleyen dönemlerde istirahat halinde de gelişebilir. Hastanın uyarılabilirliği ve konuşabilmesi solunum sıkıntısının düzeyi açısından önemlidir. Konuşurken solunum sıkıntısına bağlı cümle kuramayan hastanın FEV1 değeri büyük ihtimalle çok düşüktür.

3.3. Solunum Yetmezliği Tanı Yöntemleri

Solunum sıkıntısı ile acile gelen hastalarda ilk başvurulacak tetkikler arteryel kan gazı alınması ve akciğer grafisi çekilmesidir. Kan gazı solunum yetmezliğini doğrulama açısından da önemlidir. Pulse oksimetre ile saturasyon takibi sık kan gazı alınmasını engellemişse de hipoksi, hiperkapni, asidoz,alkaloz belirlemede en etkin yöntem hala arter kan gazıdır.

Arter kan gazı alınırken kan gazı alındığı sıradaki hastanın oksijen tedavisi altında olup olmadığı bilinmelidir. Oksijen başlanılan hastalarda fizyolojik stabilite sağlıklı bireylerde birkaç dakikada sağlanırken, akciğer hastalıklarında bu süre daha uzundur ve genel olarak 20-30 dakikadır. Acil durumlarda bu süre beklenmeden kan alınmalıdır.

Arter kan gazı analizinde bakılan parametreler; Ph, PaO2, PaCO2, HCO3,baz açığı(BE), laktat ve oksijen satürasyonudur. Baz açığı, Tam oksijenize kanın, 37ºC'de ve 40 mmHg pCO2 'de pH'sını 7.40'a getirmek için gerekli asit veya baz

miktarıdır; metabolik durumun göstergesidir. BE < (-3) ise metabolik asidoz, > +3 ise metabolik alkalozdur. BE normal değerleri -3 ile +3 arası değişmektedir. PaCO2 kan gazında solunum komponentini, HCO3 ise metabolik komponenttir. Bunların dışında ilk kan gazında alveolar-arteryel gradiyent [P(A-a)O2] hesaplanabilir. Alveolo-Arteriyel Oksijen Gradiyenti (p(A-a)O2): Alveol ile arteriyel parsiyel oksijen basınçları arasındaki fark olup akciğerlerin gaz alışverişi fonksiyonu hakkında genel bilgi verir. Eğer hasta herhangi kanül yada maske ile oksijen tedavisi alıyorsa, FiO2'nin kesin olarak bilinmemesi nedeniyle tam olarak yapılamaz.

$$P(A\text{-}a)O_2 = 2.5 + [0.21 \times \text{yaş (yıl)}]$$

Gradiyent normal ise problem solunum kasları, goğus duvarı, santral sinir sistemi gibi akciğer dışı sistemlerdir.

Hastadan kan gazı alındıktan sonra başvurulacak test PA akciğer grafisi, toraks tomografisi, acil serviste pek mümkün olmayan ama V/Q sintigrafisi gibi yöntemlerdir. SY'nin sebebinin belirlenmesinde ve takibinde önemli rol oynar. PA akciğer grafisi ile göğüs duvarı patolojileri, KOAH, pnömoni, ARDS gibi parankim patolojileri görüntülenebilir. Toraks tomografisi akciğer grafisine göre daha sensitif ve spesifik bir görüntüleme yöntemidir. Tomografi, toraks duvarı,akciğer parankimi,plevra ve pulmoner vasküler yapılar hakkında daha net bilgi verir. pulmoner tromboemboli tanısı için V/Q sintigrafisi imbalansın veya defektlerin ortaya çıkmasında önemlidir.

Kan gazı ve görüntüleme dışında elektif olarak Bronkoskopik tanı yöntemleri, polisomnografik çalışmalar yine tanı ve takipte önemli olabilecek ileri aşama testlerdir.

Kan sayımı infeksiyon, anemi, ve polisitemi varlığının tespiti için; biyokimya SY'nin altında yatan metabolik olayları (üremi,diyabet, karaciğer yetmezliği, elektrolit imbalansları vb.) ortaya çıkarmak iççin; tiroid fonksiyon testleri hormonal bozuklukları ortaya çıkarmak için istenmelidir(22). Solunum yetmezliğinin intoksikasyonlar, kardiyak ve santral sebepleri de akılda tutulmalıdır.

SY'nin tanınmasından sonra verilecek karar mekanik ventilasyon ihtiyacı ve yoğun bakım gerekliliğidir. YB gerektiren başlıca akciğer hastalıkları; MV gerektiren akut solunum yetmezliği, Hemodinamiği bozan pulmoner emboli, Masif, kontrol edilemeyen hemoptizi, Sepsisle komplike olmuş akciğer hastalıkları sayılabilir(23). Yoğun bakım kararındaki en önemli nedenler; solunum yetmezliğinin aniden başlamış olması, hipoksi-hiperkapni derecesi, hastanın tedaviye uyumu ve yanıtı sayılabilir.

3.4. Solunum Yetmezliği Tedavisi

Acil servise nefes darlığı ile başvurup tedavi başlanacak hastaların öncelikle genel durumu ve vitallerine bakılır, sonrasında hastaya hangi türden tedavi başlanacağına karar verilmelidir. Tedavi altta yatan nedene göre değişir. eğer altta yatan ve hayatı tehdit eden durum varsa hastanın havayolunu güvenli şekilde korumak gerekir. Ciddi derece solunum sıkıntısı olan hastalar karar aşamasında oksijen destek tedavisi almalıdırlar.

Akut solunum yetmezliği olan hastalara yakın izlem altında oksijen tedavisi uygulanmalıdır. Akut solunum yetmezliği olan bir hastada verilen oksijen miktarı oksijenin veriliş yoluna göre değişir. ASY'de oksijenin veriliş şekline göre oksijen miktarı da değişmektedir. Düşük ve yüksek akımlı sistemler olmak üzere oksijen veriliş şekli ikiye ayrırabiliriz. Nazal kanül, basit yüz maskesi, rezervuarlı maskeler ve difüzör maskeler gibi yavaş akımlı sistemler (<15 L/dk akım hızı) ile ventüri maske ve yüksek akımlı nazal kanül gibi yüksek akımlı sistemler ile uygulanabilir(24). Bir çok oksijen verme yöntemi olmakla birlikte en çok nazal kanül ve maske yardımıyla uygulanmaktadır. Örneğin nazal kanülle ve değişik maskelerle çok farklı fraksiyonlarda oksijen vermek mümkündür(25). Bunların dışında oksijenizasyonu düzeltmek için mekanik ventilasyon yöntemleri vardır.

Solunum yetersizliği olan hastalarda medikal tedaviye yanıt alınamadığında ventilasyonu desteklemek gerekir. Bunun için mekanik ventilasyon yöntemleri gerekebilmektedir. Mekanik ventilasyon yöntemleri trakeal entübasyon yapılmaksızın nazal veya yüz maskesi ile uygulanıyorsa buna noninvaziv mekanik

ventilasyon(NIMV), oro veya nazotrakeal tüp ile yapılıyorsa invaziv mekanik ventilasyon(IMV) denir.

NIMV; entübasyona bağlı komplikasyonları azaltması nedeniyle tercih edilmektedir. Sedasyona gerek duyulmaz. Hastanın bilinci açıktır, iletişim kurabilir ve beslenebilir.

NIMV'a yanıt alınamayan durumlarda entübasyon için zaman kaybedilmemelidir. NIMV için en uygun hasta grubu; havayollarını koruyabilen, klinik tablosu stabil olan ve maskeyi tolere edebilen hastalardır. Bilinci kapalı, öksürük veya yutma fonksiyonu bozulmuş olan hastalar nımv uygulanmaz. Hiperkapniye bağlı bilinç bozukluğu hastanın genel durumuna bağlı olarak NIMv için kontredikasyon oluşturmaz. Çünkü başarılı NİMV ile hiperkapninin azaltılması bilincin acılmasını sağlayacaktır. NİMV'nin kalp veya solunum durması, kararsız angina pektoris, akut miyokard infarktusu, şok, ciddi üst gastrointestinal kanama gibi stabil olmayan durumlarda uygulanması kontendikedir(26). NIMV endikasyonları ve kontrendikasyonları Tablo 5'de gösterilmiştir.

Tablo 5. NIMV Endikasyonları ve Kontrendikasyonları

Endikasyonları
- Orta/ciddi derecede dispne ve takipne(KOAH için ss>24) - Yardımcı solunum kasları kullanımı - Arter kan gazı bozukluğu(Ph<7.35,PaCO2>45) - Paradoksal solunum
Kontrendikasyonları:
- Solunum/kardiyak arrest - Havayollarının korunamaması - Tedavi edilmemiş pnömotoraks - Hastanın stabil olmaması(hipotansif şok, Miyokardiyal Enfarktüs) - Aşırı sekresyon - Koopere olamayan ve ajite hastalar - Yakın zamanda üst havayolu ve özefagus cerrahisi geçirmiş olmak

NİMV ile uygulanan pozitif basınçlı ventilasyon ile alveolar ventilasyon artar, atelektaziler düzelir, solunum iş yükünü azaltır solunum kasları dinlendirilerek

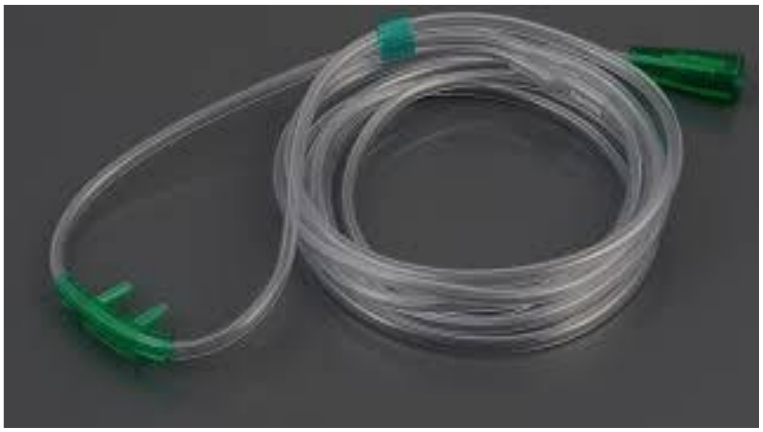
gaz değişim bozukluğunu düzeltir, böylece solunum sıkıntısı giderilir. NIMV pulmoner ödemde ise solunum sistemi kompliyansı arttırarak solunum iş yükünü azaltır. Ayrıca pozitif basınc uygulanması sayesinde intratorasik basıncı artırarak kalbin ön ve ard yükünü azaltır.

İMV icin yoğun bakım koşulları gereklidir. MV'da hedef, solunum işini azaltmak ancak bu arada hastanın solunum kas atrofisini engelleyecek yeterli işi yapmasını sağlamaktır. Yaygın olarak kullanılan modlar senkronize intermittant zorunlu ventilasyon (SIMV), asist kontrol (AC) ve basınc destekli ventilasyon (PSV)'dur. Her modun bazı avantajları ve dezavantajları vardır. MV'a ilk başlangıçta basınc hedefli ventilasyon mu yoksa volum hedefli ventilasyonun mu daha etkin olduğu tartışmalıdır ve birbirlerine üstünlükleri gösterilememiştir (15).

Bunlara ek olarak, solunum yetmezliğine neden olan esas nedene bağlı olarak antibiyotik, trombolitik veya antitrombotik, bronkodilator, steroid, vazopressor, diüretik gibi tedaviler de gereken olgularda en kısa sürede başlanmalıdır.

3.4.1. Nazal Oksijen Kanülü

İki açık ucu bulunan plastik veya kauçuk malzemeden yapılmış hastanın burun deliklerine yerleştirilen sistemdir(şekil 13). Hasta için en sık kullanılan oksijen veriliş yoludur. Hastaların kolay tolere etmesi, iletişim kurmaya izin vermesi, maliyetinin düşük olması ve hastanın aynı zamanda beslenebilmesi hasta için avantajlarıdır. Verilen oksijen miktarı sabit değildir. Hastanın solunum sayısına, solunum yolu anatomisine göre uygulanan oksijen miktarı farklılık gösterir.



Şekil 13. Nazal Oksijen Kanülü

Nazal kanül ile uygulanan oksijen akımında her 1 litre/dk artış FiO2 yi yaklaşık %4 arttırır(tablo 6). Hastalara nazal kanül ile verilecek oksijen miktarı 1-6 litre/dk dır. FiO2 0,24-0,45 arasında değişir. Daha yüksek akımlarda verilen oksijen müköz membranlarda kurumaya ve tahrişe neden olur(24).

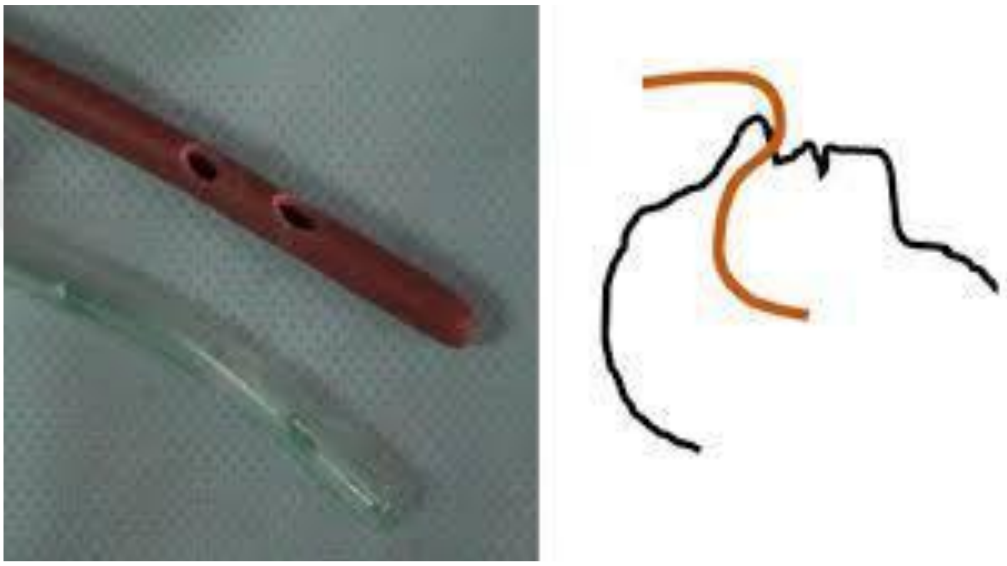
Tablo 6. Düşük akımda oksijen veren cihazlarla uygulanan tahmini FiO2 değerleri

%100 O2 akım hızı(L/dk)	**FiO2**
Nazal Kanül	
1	0.24
2	0.28
3	0.32
4	0.36
5	0.40
6	0.44
Transtrakeal kateter	
0.5-4	0.24-0.40
Basit O2 Maskesi	
5-6	0.40
6-7	0.50
7-8	0.60
Rezervuarlı maske	
6	0.60
7	0.70
8	0.80
9	0.90
10	>0.99
Geri solumasız rezervuarlı maske	
4-10	0.60-1.0

Verilen oksijen miktarının sabit olmaması en büyük dezavantajıdır. Üst hava yolu tıkanıklığı, solunum sayısı ve tipi verilen oksijen miktarını etkiler(27).

3.4.2. Nazal yada Orofarengeal Kateter

Burun girişinden orofarenkse kadar ilerletilen uç kısmında delik bulunan plastik kateterlerdir (Şekil 14).



Şekil 14. Nazal Katater (24)

Nazal katater itilme mesafesi burun kanadı ile kulak memesi kadardır. Her 8 saatte bir yenisi ile değiştirilmeli ve iki nazal pasaj dönüşümlü olarak havalandırılmalıdır. Epiglot refleksi yeterli değilse bu yolla verilen oksijen akımı, özefagusa yönelerek gastrik distansiyona neden olur(28).

3.4.3. Basit Oksijen Maskesi

Ağız ve burun kısımlarını kapsayan %50-60'a kadar oksijen konsantrasyonu uygulanabilen maskelerdir (Şekil 15). Nazal kanül ile yeterli oksijen desteği alamayan ağzı solunumu yapan hastalarda kullanılabilir. FiO2 sabit değildir. Düşük akımda oksijen verildiği zaman maske içerisinde CO2 birikimine neden olur. Bunu önlemek için oksijen akımını en az 4-6 litre/dk başlamak gerekir(29).



Şekil 15. Basit Oksijen Maskesi

3.4.4. Rezervuarlı Yüz Maskeleri (Parsiyel Rebreathing/Kısmi Geri Solunumlu Maske, Nonrebreathing/Geri Solunumsuz Maske):

Trakeostomi, endotrakeal tüp gibi yapay solunum yolu olmayan hastalarda %60'ın üzerinde FiO2 gerektiğinde, yüz maskesine bir rezervuar (600-1000 mL) eklenerek FiO2 düzeyleri arttırılabilir (şekil 16). Rezervuarda yeterli distansiyonun sağlanabilmesi ve karbondioksitin maskeden atılımı için en az 5-8 L/dk'lik akım hızı ile oksijen uygulanması gereklidir. Rezervuarda inspirasyon havasını, ekspirasyon havasından ayıran tek yönlü bir valf yoksa cihaz kısmi geri solumalı (parsiyel rebreathing) maske olarak adlandırılır. Bu maske hastanın ekspirasyon havasının bir kısmını tekrar solumasına izin verir, bu maske ile %80-85 konsantrasyonunda oksijen uygulanabilir. Oda havasının solunmasını engelleyen ve sadece rezervuardan solunuma izin veren tek yönlü valf varlığında maske geri solumasız maske (non-rebreathing) olarak adlandırılır. Maske hastaya doğru uygulanır ve sıkı bir şekilde yerleştirilirse %100'e ulaşabilen FiO2 değerleri verilebilir(27).



Şekil 16. Geri Solumasız Maske
* ile gösterilen tek yön valfler olmadığı zaman, geri solumalı maske olarak adlandırılır.

3.4.5. Difüzör Maske

Düşük akımla oksijen veren sistemler içinde %24-90 arasında oksijen verebilen bir sistemdir. Akım hızı 1-15 L/dk arasında ayarlanabilir(şekil 17). Maske üzerinde bulunan açıklıklar sayesinde düşük akım hızlarında dahi karbondioksitin geri solunmasını engeller. Akım hızı 15 L/dk üzerine çıkarılsa bile intrensik pozitif end-ekspiratuar basınç (PEEP) oluşturmaz (29). Ağız ve burun solunumu yapan hastalar için uygundur. Tedavi altındayken nazogastrik tüp takılması ve düşük aspirasyon riski avantajlarıdır.



Şekil 17. Difüzör Maske (24)

3.4.6.Transtrakeal Katater

Çeşitli nedenlere bağlı olarak nazal yada maske ile oksijen tedavisi uygulanamayan hastalarda iki ile üçüncü trakeal aralıktan perkütan kateter ile oksijen desteği sağlanabilir (şekil 18). Transtrakeal katater üst solunum yollarının ölü boşluğunu bypass ederek oksijen dağılımını arttırır. Yaklaşık %50-75 oranında oksijen kullanımını azaltır. Ancak invazif bir işlem olması, kataterin tıkanması, katatere bağlı artmış enfeksiyon riski, mukus tıkaçları, cilt altı amfizemi olşturması dezavantajlarıdır. Toplam oksijen tüketimini azaltması, oksijen akımına bağlı irritasyonun olmaması avantajlarıdır. Yeterli oksijen akımı sağlamak için 4 lt/dk yeterlidir(30).



Şekil 18. Transtrakeal Katater

3.4.7. Ventüri Maske

Yüksek akımla oksijen veren sistemler hastanın anatomik ölü boşluğunu aşan hacimde bir rezervuar yardımı ile veya çok yüksek akımda oksijen uygulayarak, belirlenmiş FiO2 değerlerinde oksijen sağlayan sistemlerdir(şekil 19). Başlıca endikasyonları kontrollü FiO2 gereken hastalar ile solunum ihtiyacı düşük akımlı sistemler ile karşılanamayan solunum yetmezlikli hastalardır. Düşük akımla oksijen veren sistemler ile karşılaştırıldığında, bu sistemlerde inhale edilen gaz karışımı tamamen kontrol edilebilir ve solunumdaki değişikliklerden etkilenmeksizin sabit FiO2 sağlanabilir(31,32). Ventüri maskesi ve yüksek akım nazal kanül(YANK) oksijen sistemleridir.

Yüksek akımla oksijen veren sistemlerden en sık kullanılan yöntemlerden biri ventüri maskeleridir. Yüksek akımla sabit konsantrasyonda FiO2 vermektedirler. Bu maskeler oksijen geçişine izin veren adaptörlerden oluşmaktadır. Bu farklı renkteki adaptörler ile %24-50 oranında FiO2 verilebilmektedir(şekil 19). Adaptörler, hastanın verdiği soluğun bir kısmının kenardaki açıklardan dışarı çıkmasını sağlarken diğer kısmının tüpten gelen oksijenle karışarak hastaya geri verilmesini sağlar. Böylece sürekli ve aynı yoğunlukta oksijen uygulanmış olur. Özellikle KOAH alevlenmelerinde önemli olan kontrollü ve sabit FiO2 ihtiyacı için %24-50 aralığında sabit FiO2 sağlanır.

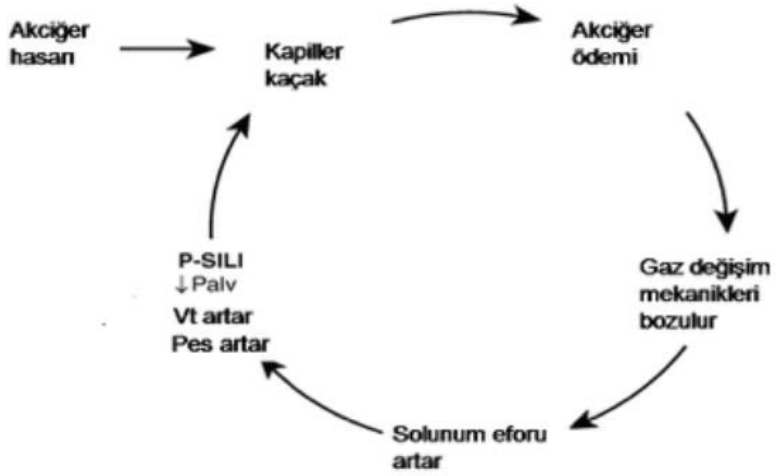


	%100 O_2 akım hızı (L/dk)	FiO_2
Venturi Maskesi		
Mavi	4	24
Sarı	4	28
Beyaz	6	31
Yeşil	8	35
Pembe/Kırmızı	8	40
Turuncu	8	50

Şekil 19. Venturi Maskesi Ve Adaptör Rengine Göre Fio2 Değeri(24)

3.4.8. Yüksek Akımlı Nazal Kanül (YANK):

Akut hipoksemik solunum yetersizliğinde solunum desteğinin asıl amacı en hızlı şekilde uygun ventilasyonu ve yeterli oksijenizasyonu sağlamaktır. Oksijenizasyon stratejilerinde amaç akciğer hasarından koruyarak inspiratuar kasları rahatlatmaktır(33). Çünkü solunum yetersizliği kısır döngüsü akciğer hasarının artmasına sebep olmaktadır (Şekil 20)(34)

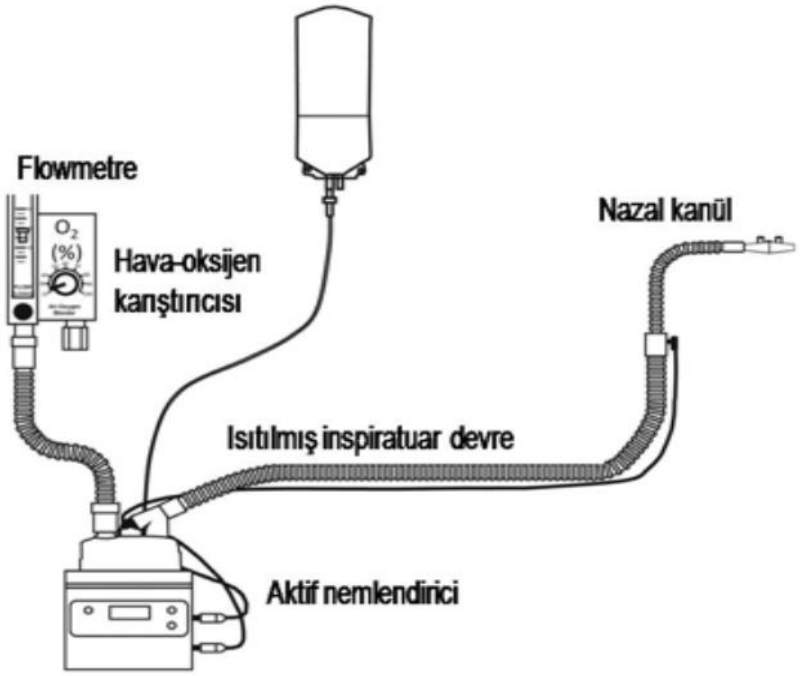


Şekil 20. Akut Solunum Yetersizliğinde Hasar Oluşumu Kısır Döngüsü(34)

Doksanlı yıllardan sonra non-invaziv mekanik ventilasyon özellikle hiperkapnik solunum yetmezliği tedavisinde kullanımı artmış, KOAH alevlenme ve kardiyojenik pulmoner ödeme bağlı solunum yetersizliğinin tedavisindeki önemi

kanıtlanmıştır. Ancak akut hipoksemik solunum yetersizliği tedavisindeki başarısı halen yeterli değildir. Noninvaziv ventilasyon gaz değişimini iyileştirir, pozitif basınç sayesinde inspiratuar eforu azaltır(35). Ancak tedavi başarısı için hasta uyumu çok önemlidir.

Yüksek akımlı nazal kanül; (YANK), hipoksemik solunum yetersizliği olup, yavaş akımlı oksijen desteğinin yetersiz olduğu hastalarda kullanılan yeni ve alternatif bir yöntemdir. Yüksek akımlı oksijen sistemi bileşenleri hava/oksijen karıştırıcısı, oksijen flowmetre, nemlendirici, ısıtıcı ve nazal kanüldür (Şekil 21). Nazal kanül yerine maske ve trakeostomi arayüzleri de kullanılabilir(36). Bu sistemde verilen oksijen miktarı, akım hızı ve sıcaklık ayarlanabilmektedir. Başlangıçta pediyatrik birkaç hastalıkta kullanılmış olup günümüzde erişkinlerde de kullanımı artmıştır. Bu sistemde maske olmamasına bağlı hasta konforu daha yüksektir.



Şekil 21. Yüksek Akımlı Nazal Kanül Sistemi(35)

Yüksek akımlı nazal oksijen tedavisini konvansiyonel yöntemlerden ayıran en önemli özelliği; anatomik ölü boşluğu süpürmesi (washout) ve post expiratuar pozitif basınç (PEEP) etkisidir. Ancak maksimum PEEP elde etmek için hastaların ağızlarını

kapalı tutmaları gerektiğine dikkat edilmelidir(37). YANK uygulamasında hava-oksijen karıştırıcıda karıştırılan gaz 60 L/dk'ya kadar artan hızda verildiği için anatomik ölü boşlukta biriken CO2'nin atılımını arttırıp ventilasyonu iyileştirir. Ayrıca yüksek akım hızında uygulandığında nazofarenkste oluşan pozitif basınç expirasyona direnç oluşturarak kapalı alveollerin açılmasına neden olur (Tablo 7).

Yüksek akım hızları ekspiratuar akıma direnç oluşturarak nazofarenkste pozitif bir basınç meydana getirir. Bu basınç sayesinde akciğer hacimleri arttırılır ve kapalı olan alveollerin açılmasına yardımcı olunur. Böylece takipne geriler. Havanın nemlendirilmesiyle sekresyonlar kolay atılır. İnspiratuar akım hızı ile verilen akım hızı arasındaki fark düşük olduğu için FiO2 sabit tutulabilir. yüksek akımlı nazal kanül ile oksijen tedavisi alan hastalarda solunum sayısında azalma olmasına rağmen tidal volüm ve PaCO2'nin değişmemesi ölü boşluk solunumunda azalma ile açıklanabilir(24). YANK standart oksijen tedavisi ile karşılaştırıldığında inspiratuar eforda ve akciğer kompliyansında artış sağladığı görülmüştür(24)

Yüksek akımlı nazal kanül açık bir sistem olmasına rağmen nazal kanül ile uyguladığı yüksek akım sayesinde ekspiratuar akıma karşı direnç oluşturarak hava yolu basıncını arttırır. PEEP etkisi ile akut solunum yetmezliğinde oksijenizasyonu düzeltir ve bu etki nedeniyle düşük PEEP ihtiyacı olan hastalarda NIMV'e alternatif olarak kullanılabileceği düşünülmektedir(24).

Yüksek akım nazal oksijen cihazının avantajlarından biri de alınan havayı ısıtıp nemlendirmesidir. Normal solunumda hava akciğere inmeden ısıtılır ama dışarıdan oksijen verilen sistemlerde hava ısıtılıp nemlendirilmediğinden mukozayı tahriş eder, kanamaya neden olur. Havanın ısıtılıp nemlendirilmesi aynı zamanda mukosiliyer aktiviteyi kolaylaştırır.

Yüksek akımlı nazal oksijen tedavisinin en önemli dezavantajı ise entübasyonu geciktirip mortaliteyi arttırması, maliyetinin yüksek olması ve klinik tecrübelerin az olmasıdır (38).

Yüksek akım nazal oksijen cihazı; hiperkapnik ve hipoksemik solunum yetmezliği, entübasyonda preoksijenizasyon, uyku apne bozukluğunda, akut kalp yetmezliği ve hipoksiye neden olabilecek bronkoskopi gibi invaziv işlemlerde de kullanılabilmektedir.

Tablo 7. YANK etkileri

Mekanizma	**Fizyolojik etkileri**
Küçük,yumuşak nazal kanül	Hasta konforunu arttırır.
Isıtma ve nemlendirme	Sekresyon atılımını arttırır. Hava yolunun kurumasını ve hasar oluşumunnu önler Solunum iş yükünü azaltır. Hasta komforunu arttırır.
Nazofarengeal ölü boşluğun önlenmesi	Ventilasyonu ve oksijenlenmeyi arttırır.
PEEP etkisi	Oto-PEEP önler. Solunum iş yükünü azaltır. Oksijenizasyonu arttırır.
Yüksek nazal akım hızı	Yüksek oksijen fraksiyonu Solunum paterninde düzelme

3.4.8.1. YANK Uygulaması

YANK sisteminin pratikte uygulaması hakkında halen onaylı bir rehber bulunmamaktadır. Hasta monitörize edilmeden de kullanılabilmesine karşın hastanın monitörize edilebileceği yoğun bakım ünitesi, ara yoğun bakım veya acil servis gibi yerlerde kullanılması önerilmektedir. Çünkü YANK ile oksijen desteği gereken hasta grubu ağır solunum yetmezliği veya mekanik ventilasyon riski olan hastalardır ve yakın takip gerektirir(35).

Kaynaktan gelen oksijen ısıtılır, nemlendirilir ve esnek plastikten oluşan nazal kanül ile hastaya verilir. Nazal kanül kafa bandıyla sabitlenir. YANK'de iki parametrenin ayarlanması gerekir; akım hızı ve FiO2. Yapılan ayarlamalardan sonra solunum sayısı iyileşmez, oksijenizasyon düzelmez veya solunum iş yükü azalmaz ise akım hızı 5-10 L/dk arttırılır. Hem akım hızını ve hem de FiO2 'yi arttırmak

periferik oksijen saturasyonunda artışa sebep olur. Öncelikle akım hızının maksimize edilerek FiO2 ≤ %60 altında tutmak tercih edilir ancak yeterli oksijenizasyonu sağlamak için gerektiğinde FiO2 'de arttırılır. YANK genellikle iyi tolere edilir ve uzun süre kullanılabilir. YANK pozitif bir hava yolu basıncı oluşturur. Bu nedenle pnömotoraks riski olan ve pozitif basıncın riskli olabileceği hasta grubunda dikkatli kullanılmalıdır. Buna rağmen barotravma riski NIMV'a göre düşüktür. Ayrıca, pozitif basıncın etkisiyle abdominal distansiyon gelişebilir. Kontraendikasyonları nazal kanül uygulamasına engel olabilecek yüz, burun veya havayolu anomalisi ve cerrahisidir.

3.4.9. Solunum Yetmezliğinde Noninvaziv Mekanik Ventilasyon

Tidal volümün arttırılması ve oto-PEEP'in yenilmesi dışarıdan sağlanacak olan pozitif basınçlı ventilasyon ile sağlanabilir. Bu basınç desteği hem NIMV hem de IMV ile verilebilir. Ancak IMV bağlı komplikasyonlar nedeni ile uygun olan hastalarda tedaviye öncelikle NIMV ile başlamak daha doğrudur(39). Tablo 8'de hiperkarbik solunum yetmezliğinde NIMV endikasyonları, tablo 9'da ise kontrendikasyonları özetlenmiştir.

Tablo 8. Hiperkarbik Solunum Yetmezliğinde NIMV Endikasyonları

-Orta/ciddi derecede dispne
-Takipne (ss>24)
-Yardımcı solunum kaslarının kullanımı
-Ph<7,35
-PaCO2>45 mm Hg
PaO2/FiO2 <200

Tablo 9. NIMV Kontrendikasyonları

-kardiyak/solunum arrest
-medikal stabil olmaması(hipotansif şok,miyokard enfarktüsü)
-havayollarının korunamaması
-tedavi edilmemiş pnömotoraks
-aşırı sekresyon
-koopere olamayan ve ajite hastalar

-yakın zamanda üst havayolu ve özefagus cerrahisi geçirmiş olmak

3.4.9.1. Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı(CPAP)

Solunum siklusu boyunca ayarlanan değerde sabit pozitif basınç oluşturan sistemlerdir. Oluşturduğu pozitif basınç ile PEEP etkisi oluşturup oto-PEEP'in yenilmesini sağlar. Böylece kollabe olan akciğerin açılmasını sağlar. Kalbin ön yük ve ard yükünü azaltır, kardiyak outputu arttırır. Cihazlar genelde 4 ile 20 cm H2O basınç aralığında üretilmişlerdir. Başlarken 6 cm H2O basınç ile başlayıp satürasyonu %90 üzerine çıkaracak şekilde 2 cm H2O basınç artırılmalıdır. Ancak 10-12 cmH2O'nun üzerine çıkılması pek önerilmez(40) Sıklıkla 8-10 cm H2O pozitif basınç düzeyinde uygulanır(41). Kardiyojenik pulmoner ödem ve hipoksemik olan KOAH alevlenmede sıklıkla kullanılmaktadır.

3.4.9.2. Bilevel Pozitif Basınçlı Ventilasyon (BPAP)

Çift düzeyli basınç desteği sağlar. İnspirasyon ve ekspirasyonda farklı basınçta hava verir. İnspiratuar pozitif hava yolu basıncına IPAP, ekspiratuar pozitif hava yolu basıncına EPAP denir. Uygulanan pozitif basınç ile kapalı alveoller açılır, açık olan alveollerin de daha da genişlemesine ve interstisyel ödemin çözülmesine yardım ederek ventilasyonu artırır. Bu sayede CO2 atılımı arttırılmış olur. Oto-PEEP'in 2/3'ü kadar uygulan EPAP basıncı ise oksijenizasyonu düzeltip, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi arttırarak solunum kas yorgunluğunu azaltır(42).

3.4.10. Akut Solunum Yetmezliğinde İnvaziv Mekanik Ventilasyon

Spontan solunumu olmayan veya yetersiz solunumu olan hastalarda ventilatör ile dışarıdan solunum desteği verme işlemine mekanik ventilasyon denir. Solunum yetersizliği olup medikal tedaviye yanıt vermeyen hastalarda ventilasyonun

desteklenmesi gerekmektedir. Böyle bir durumda inzaviv veya non invaziv mekanik ventilasyon gerekir. İnvaziv mekanik ventilasyon için endotrakeal entübasyon, yoğun bakım ihtiyacı ve sıklıkla sedasyon gereklidir.

İnvaziv mekanik ventilasyon diğer tedavi seçeneklerine göre komplikasyon oranı yüksek ve invaziv bir yöntem olması nedeni ile ilk seçilecek tedavi yöntemi değildir. Ancak NIMV başarısız olmuş yada kontrendike ise, FiO2>0.5'e rağmen yeterli oksijen desteği sağlanamıyorsa IMV'ye geçilmelidir(43).

Mekanik ventilasyonun amaçları; akciğer gaz değişimini sağlamak ve desteklemek, solunum işini azaltmak, hipoksiyi engellemek, atelektazileri önlemek ve akciğer volümünü arttırmaktır. İnvaziv mekanik ventilasyon amaçları tablo 10'da belirtilmiştir.

Tablo 10. İnvaziv Mekanik Ventilasyon Endikasyonları

-Kardiyak/solunumsal arrest
-Yetersiz oksijenizasyon(Maske veya nazal yolla ilave oksijen verilmesine rağmen azalmış arteryel PaO2)
-Yetersiz ventilasyon(artmış arteryel PaCO2)
-Pulmoner sekresyonların kontrolü(ödem,pnömoni,boğulma)
-Üst hava yolları obstrüksiyonu tehlikesi bulunan hastalar
-Ciddi baş, boyun veya yüz yaralanmaları
-Derin koma durumu
-GKS<8 olan hastalar
-Genel anestezi

4. GEREÇ VE YÖNTEM

4.1. Araştırmanın Türü ve Etik Yönü

Araştırmamız Atatürk üniversitesi tıp fakültesi hastanesi acil servisinde yapılmış prospektif bir çalışmadır. Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesine Nefes darlığı ile başvuran hastaların gönüllülük esasına göre yapılmıştır. Araştırma ile; Nefes darlığı ile başvuran hastalar 30 dk nazal kanül veya yüksek akım nazal kanülle oksijen tedavisi verildikten sonra kan gazlarındaki Ph, SO2, PO2, PCO2, COHB, laktat, SBE değerleri başlangıçtaki kan gazları ile karşılaştırılacaktır. Araştırmanın yapılabilmesi için Erzurum Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan onay alındı. Araştırmaya katılacak hastalara araştırmaya başlamadan önce araştırmanın yapılma amacı, yöntemi ve araştırma için ayırmaları istenen zaman konusunda bilgiler verildi. Araştırmaya katılmanın herhangi bir risk taşımadığı, katılımın tamamen gönüllülük esasına dayandığı, istediği zaman araştırmadan ayrılabileceği hastalara açıklandı. Sözel ve yazılı olarak izinleri alındı. "Özerklik", bireysel bilgilerin başkalarına açıklanmayacağı konusunda açıklama yapılarak "Gizlilik ve Gizliliğin Korunması" ilkesine uyulmasına özen gösterildi. Elde edilen bilgilerin ve cevaplayanın kimliğinin gizli tutulacağı belirtilerek "Kimliksizlik ve Güvenlik" ilkesi ile araştırmaya katılan her bireye eşit davranıldı. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul onayı alındı (Etik kurul toplantı sayısı:06, karar no:61 tarih: 28.05.2020). Çalışma protokolü Helsinki Bildirgesi"ne uygun olarak yürütüldü.

4.2. Araştırmanın Yapıldığı Yer

Araştırma, Erzurum ilinde bulunan Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi'ndeki Acil Tıp Kliniği'nde prospektif olarak yürütüldü. Çalışmaya katılımı kabul eden katılımcılar acil serviste bulunan kırmızı alana alınarak tedavi başlanmıştır.

4.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Nefes darlığı acil servise sık başvuru nedenlerinden biridir. Hipoksik solunum yetmezliği en sık nedenlerinden biridir. Tedavisi nedene bağlı olmakla beraber, mutlaka oksijen kullanılmaktadır. Bu tedavi yöntemleri göz önüne alınarak çalışmamız planlanmıştır. Bu amaçla Nefes darlığı ile başvurup hipoksik solunum yetmezliği olan hastalarda nazal kanül ve yüksek akım nazal kanül oksijen sistemlerinini etkinliliği karşılaştırılmıştır. Araştırmanın evrenini Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi'ndeki Acil Tıp Kliniğine nefes darlığı nedeni ile başvuran, yapılan tetkik ve muayeneler sonrası hipoksik solunum yetmezliği tanısını alan hastalar oluşturmuştur. Araştırmamız 01.05.2020-01.08.2020 tarihleri arasında yapılmıştır. Araştırmaya aydınlatılmış onam formunu imzalayan yumuşak doku yaralanması olan hastalar kabul edilmiştir.

4.3.1. Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri:

- 18 yaşından büyük olmak
- KOAH tanısı almış olmak
- KOAH atak tanısı olmak
- Çalışmaya katılmaya gönüllü olma
- Nefes darlığı sebebi olarak başka organik nedenler olması(AKS, Pulmoner Emboli, Pnömoni gibi)
- İşitme engeli olmayan hastalar,
- Türkçe konuşmayı ve okumayı bilen hastalar,

4.3.2. Dışlama Kriterleri

- Araştırmaya katılmaya gönüllü olmayan hastalar,
- 18 yaşından küçük olan hastalar,
- Gebe hastalar,
- Mental retarde veya kooperasyon sağlanamayan hastalar,
- İşitme engeli olan hastalar,
- Türkçe konuşmayı ve okumayı bilmeyen hastalar,

- Maske takımı için anatomik engeli olan hastalar,
- Travma sonrası nefes darlığı olan hastalar

Çalışmanın amaçları, uygulama şekli ve elde edilen sonuçların faydaları hakkında da tüm hastalarımıza bilgi verilmiştir. Daha sonra tüm hastalarla yüz yüze görüşülerek öncelikle çalışma anlatılmış ve aydınlatılmış onam formu, kabul eden tüm hastalara imzalatılarak çalışmaya alınmış, kabul etmeyenler ise çalışmaya dâhil edilmemiştir.

4.4. Verilerin Toplanması

Çalışmaya yukarıda belirtilen dahil edilme kriterlerine uyan hastalar dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara bilgilendirme yapılıp onamları alındıktan sonra ayrıntılı anamnez ve fizik muayene yapılıp vital bulgularına (ateş, nabız, kan basıncı, solunum sayısı, oksijen satürasyonu) bakıldı. Demografik özellikleri ve ek hastalıkları sorgulandı. Tedavi öncesi ve sonrası alınan kan gazları hazırlanmış formda kaydedildi. Yine aynı form üzerine uygulanan tedavi ile birlikte hastaların dosya numaraları, yaşları, cinsiyetleri, oksijen saturasyonu değeri, otomatik kan basıncı ölçümü değerleri ve vücut ısıları oluşturulan forma kaydedildi.

4.5. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın verileri üzerinde vital bulgular, yaş, cinsiyet ve ek hastalıklar olan bilgi formu ile toplanmıştır. Bu form literatürden yararlanılarak araştırmacı tarafından oluşturuldu. Hastaların tanıtıcı ve hastalığına ait özelliklerini (yaş, cinsiyet, kronik hastalık varlığı, vital bulgular, başvuru şikâyeti, şikâyetin başlangıç süresini sorgulayan sorulardan oluşmaktadır.

4.6. Verilerin Analizi

Değişkenler kategorik ve sürekli olmak üzere ikiye ayrıldı. Kategorik veriler sayı ve yüzde olarak gösterildi, Chi square testi ile karşılaştırıldı. Sürekli değişkenlerin normal dağılıp dağılmadığı the Kolmogrov-smirnov testi ile

hesaplandı. Sürekli değişkenler ortalama ve standart sapma ile gösterildi. Normal dağılan sürekli değişkenler Paired simple T test ile karşılaştırılırken, normal dağılmayanlar Related simple test ile karşılaştırıldı. İstatistikler Windows işletim sisteminde SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, United States) programı ile yapıldı ve $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4.7. Araştırmanın Uygulanması

Hastalarda standart oksijen tedavisi için hastanede bulunan duvara monte oksijen sistemleri kullanıldı. Oksijen, nazal kanül (3 lt/dk) veya yüksek akımlı nazal oksijen (32 lt/dk) ile hastaların ihtiyacına göre flowmetre ile titre edilerek verildi. Acil servis poliklinikte çalışan tüm doktor, hemşire ve yardımcı sağlık personelleri yüksek akımlı nazal oksijen cihazının kullanımı açısından bilgilendirildi. Cihazın oksijen ve hava besleme hortumlarını doğru girişlere takıldı ve sonra bunlar duvardaki oksijen ve hava çıkışlarına takıldı. Tek kullanımlık su yolu devresi doğru girişlere takılarak cihaz kullanıma hazır hale getirildi. YANK cihazının sıcaklık, akım (flow) ve FiO2 parametreleri hastaların özelliklerine ve kan gazı değerlerine göre ayarlandı. Hiperkapni için cut-off değeri PCO2> 45 mmHg olarak belirlendi. Akım hızı 25 L/dk, sıcaklık ise vücut sıcaklığına yakın olması amacıyla 37 °C olarak ayarlandı. YANK'de FiO2 %32, akış hızı %25 olarak belirlendi. Nazal kanül ile takip edilen hastalara ise 3 L/dk oksijen verildi ve FiO2 yaklaşık olarak %32 olarak hesaplandı. Kullanılan cihazların FİO2 oranı yaklaşık olarak aynı seviyeye getirildi.

Hastalara hastayı değerlendiren hekimin klinik yaklaşımı doğrultusunda tedavi planlandı. Çalışmada kullanılan kan gazı parametreleri analizi için hastaların gelişinde kan gazı hemen alındı. Kan gazı alımı için sadece radiyal(el bileği) yol kullanıldı. Tedavi olarak hastalara bronkodilatör tedavisi başlanacak olup atak tedavisi sonrasında nazal kanül veya yüksek akım nazal kanül tedavileri hekimin tercihine göre kullanıldı. Bronkodilatör tedavi esnasında çıkan ilk kan gazı değerine göre eğer $PaCO2 \geq 45$ ise hasta çalışma dışında tutuldu. Hastalar 30 dk nazal kanül veya yüksek akım nazal kanülle oksijen tedavisi aldıktan sonra tekrar kan gazları alındı. Hastalardan başvuru ve tedavi sonrası arteryel kan gazı örnekleri

karşılaştırıldı. Kan gazı parametreleri arasından Ph, SO2, PO2, PCO2, COHB, laktat, SBE değerleri değerlendirmeye tabi tutuldu.

5. BULGULAR

Çalışmaya alınan 100 hastanın yaş ortalaması basit nazal kanül için 63,50 ± 9,92 yüksek akımlı nazal kanül için 66,02 ± 8,83 yıl olarak bulunmuştur. Çalışmaya alınan hastalar yaş yönünden gruplar arası farklılık önemsiz bulunmuştur.(p = 0,183)

Tablo 11. Çalışmaya Alınan Hastaların Yaş Ortalamaları

	Verilen_Tedavi	**N**	**Ortalama**	**Standart Sapma**
Yaş ortalaması	basit nazal kanül	50	63,50	9,921
	Yüksek akımlı nazal kanül	50	66,02	8,831

Çalışmaya alınan hastalar cinsiyet açısından değerlendirildiğinde basit nazal kanül başlanan hastaların %56'sı erkek, %44'ü kadın idi. YANK başlanan hastaların ise oranı %50 erkek, %50 kadın idi. Çalışmaya dahil edilen 100 hastanın oranları ise %53 erkek,%47'si kadın idi. Cinsiyet yönünden gruplar arası farklılık önemsizdir (p= 0,548)

Tablo 12. Çalışmaya Alınan Hastaların Cinsiyet Dağılımı

		Verilen_tedavi		
		Basit nazal kanül	**Yüksek akım nazal oksijen**	**Total**
Cinsiyet	Erkek	28	25	53
	Kadın	22	25	47
Toplam		**50**	**50**	**100**

Hastaların biomass maruziyeti olanlar basit nazal kanül grubunda 20 hastada, YANK grubunda ise 17 olmak üzere toplam 37 hastada mevcuttur. Biomass maruziyeti yönünden gruplar arası farklılık önemsizdir (p =0,534)

Tablo 13. Çalışmaya Alınan Hastaların Biomass Maruziyeti

		Verilen_Tedavi		
		Basit nazal kanül	**Yüksek akım nazal kanül**	**Toplam**
Biomass	Yok	30	33	63
	Var	20	17	37
Toplam		50	50	100

Solunum yetmezliği bulunup hastaneye başvuru anında evde oksijen cihazı bulunan hasta sayısı; basit nazal kanül ile tedavi edilen hasta grubunda 30,nazal yüksek akım oksijen ile tedavi verilen hastalarda ise 21 dir. Evde oksijen cihazı bulunma yönünden gruplar arası farklılık önemsizdir (p =0,072)

Tablo 14. Çalışmaya Alınan Hastalarda Evde Oksijen Cihazı Bulunma

		Verilen Tedavi		
		Basit nazal kanül	**Yüksek akım nazal kanül**	**Toplam**
Evde_02_Tüpü	Yok	20	29	49
	Var	30	21	51
Toplam		50	50	100

İki grup arasında tedavi öncesi ölçülen parametrelerin ortalama değerleri ve gruplar arası farklılıklar, şikayet başlangıç saatleri ve kaç paket/yıl sigara içtikleri Tablo 15'de gösterilmiştir. Her iki gruptaki bireyler tedavi öncesi ölçülen parametreler yönünden karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. (şikayet başlangıcı: p=0,28 sigara paket/yıl: p=0,326 sistolik kan basıncı: p=0,549 diyastolik kan basıncı: p=0,814 parmak ucu saturasyonu: p=0.203 solunum sayısı: p= 0,523 nabız: p= 0,413 ateş: p=0,507).

Tablo 15. Çalışmaya Alınan Hastaların İlk Değerlerin Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

	Verilen_Tedavi	N	Ortalama	Std. Deviation	Std. Error Mean
Şikayet Başlangıcı(Saat)	Basit nazal kanül	50	40,78	33,438	4,729
	Yüksek akım nazal kanül	50	33,68	32,914	4,655
Sigara (paket/yıl)	Basit nazal kanül	50	35,04	29,779	4,211
	Yüksek akım nazal kanül	50	27,82	42,268	5,978
Sistolik KB	Basit nazal kanül	50	126,00	19,225	2,719
	Yüksek akım nazal kanül	50	128,42	21,026	2,974
Diastolik KB	Basit nazal kanül	50	83,14	17,176	2,429
	Yüksek akım nazal kanül	50	83,92	15,814	2,236
Parmak ucu sat	Basit nazal kanül	50	78,36	10,730	1,517
	Yüksek akım nazal kanül	50	80,84	8,527	1,206
Solunum Sayısı	Basit nazal kanül	50	19,86	2,688	,380
	Yüksek akım nazal kanül	50	19,52	2,620	,371
Nabız	Basit nazal kanül	50	99,14	9,918	1,403
	Yüksek akım nazal kanül	50	97,20	13,398	1,895
Ateş	Basit nazal kanül	50	36,798	,4216	,0596
	Yüksek akım nazal kanül	50	36,742	,4200	,0594

Hastaların en sık görülen komorbiditeleri değerlendirildiğinde; hipertansiyon toplam hastaların 45'inde, DM hastaların 36'sında, malignite hastaların 11'inde, KRY hastaların 7'sinde, KKY hastaların 13'ünde, Koroner arter hastalığı hastaların 18'inde,geçirilmiş SVO ise hastaların 8'inde olduğu görüldü. Hipertansiyon tanılı hastaların 19'una basit nazal kanül,26'sına ise YANK tedavisi, DM tanılı hastaların 17'si basit nazal kanül ,19'una YANK tedavisi, malignite tanılı hastaların 5'ine basit nazal kanül, 6'sına YANK, KRY tanılı hastaların 6'sı basit nazal kanül, 1'ine YANK, KKY tanılı hastaların 6'sı basit nazal kanül,7'sine YANK, KAH tanılı hastaların 6'sı basit nazal kanül,12'sine YANK, geçirilmiş SVO öyküsü olan hastaların 6'sı basit nazal kanül,2'sine ise YANK tedavisi verilmiştir.

Tablo 16. Hastaların Komorbid Hastalıkları

	Basit Nazal	Yüksek Akım	Toplam	

	Kanül	Nazal Kanül		P değeri
Yok	31	24	55	
Var	19	26	45	0,159
HT	50	50	100	
Yok	33	31	55	
Var	17	19	45	0,677
DM				
Yok	45	44	89	
Var	5	6	11	0,749
MALİGNİTE				
Yok	44	49	93	
Var	6	1	7	0,050
KRY				
Yok	44	43	87	
Var	6	7	13	0,766
KKY				
Yok	44	38	82	
Var	6	12	18	0,118
KAH				
Yok	44	48	92	
Var	6	2	8	0,140
SVO				

Nefes darlığı ile başvurup tedavi verilmesine rağmen hastaneye yatan hasta sayısı basit nazal kanül grubunda 14, YANK tedavisi verilenlerde ise 18 idi. Her iki gruptaki bireyler tedavi sonrası yatış durumları açısından karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p= 0,391)

Tablo 17. Tedavi Sonrası Taburculuk Durumu

		Verilen_Tedavi		Toplam
		Basit Nazal Kanül	Yüksek Akım Nazal Kanül	
Yatış	Yatmamış	36	32	68
	Yatmış	14	18	32
Toplam		50	50	100

İki grup arasında tedavi öncesi ölçülen parametrelerin ortalama değerleri ve gruplar arası farklılıklar Tablo 18'de gösterilmiştir. Her iki gruptaki bireyler tedavi öncesi ölçülen parametreler yönünden karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Tablo 18. Çalışmaya Alınan Hastaların Tedavi Öncesi Değerlerin Ortalamalarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

	Verilen_Tedavi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	P değeri
Ph	Basit nazal kanül	50	7,39704	,072600	,010267	0,464
	Yüksek akım nazal kanül	50	7,40800	,076532	,010823	
So2	Basit nazal kanül	50	78,326	11,9715	1,6930	0,803
	Yüksek akım nazal kanül	50	77,774	10,0210	1,4172	
Cohb	Basit nazal kanül	50	2,508	1,2925	,1828	0,356
	Yüksek akım nazal kanül	50	2,728	1,0683	,1511	
Laktat	Basit nazal kanül	50	2,216	1,7128	,2422	0,272
	Yüksek akım nazal kanül	50	1,906	1,0007	,1415	
HCO3	Basit nazal kanül	50	25,862	4,4216	,6253	0,884
	Yüksek akım nazal kanül	50	25,998	4,8543	,6865	
PCO2	Basit nazal kanül	50	42,990	8,3298	1,1780	0,876
	Yüksek akım nazal kanül	50	42,646	13,0880	1,8509	
PO2	Basit nazal kanül	50	50,800	13,2659	1,8761	0,809
	Yüksek akım nazal kanül	50	50,228	10,1112	1,4299	

İki grup arasında tedavi sonrası ölçülen parametrelerin ortalama değerleri ve gruplar arası farklılıklar Tablo 19'da gösterilmiştir. Her iki gruptaki bireylerin tedavi sonrası ölçülen parametreleri karşılaştırıldığında PCO2, Ph ve PO2 yönünden farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu.(sırasıyla p=0,003 p=0.024 p=0,015).

Tablo 19. Tedavi Sonrası Gruplar Arası Değerlerin Ortalamalarının Karşılaştırılması

	Verilen Tedavi	**N**	**Mean**	**Std. Deviation**	**Std. Error Mean**	**P değeri**
CoHb	Basit nazal kanül	50	2,408	1,2686	,1794	0,905
	Yüksek akım nazal kanül	49	2,459	2,7414	,3916	
SO2	Basit nazal kanül	50	84,068	11,1242	1,5732	0,136
	Yüksek akım nazal kanül	50	86,988	8,0362	1,1365	
Ph	Basit nazal kanül	50	7,38906	,055321	,007824	**0,024***
	Yüksek akım nazal kanül	50	7,41360	,051498	,007283	
Laktat	Basit nazal kanül	50	1,798	1,0819	,1530	0,596
	Yüksek akım nazal kanül	50	2,090	3,7232	,5265	
HCO3	Basit nazal kanül	50	24,528	4,8611	,6875	0,272
	Yüksek akım nazal kanül	50	25,562	4,4998	,6364	
PCO2	Basit nazal kanül	50	42,062	10,9219	1,5446	**0,003***
	Yüksek akım nazal kanül	50	36,402	7,6223	1,0780	
PO2	Basit nazal kanül	50	57,574	14,0152	1,9821	**0,015***
	Yüksek akım nazal kanül	50	63,994	11,9277	1,6868	

(* İstatistiksel olarak anlamlı, p< 0,005)

Hasta ve kontrol grubundaki ortalama PCO2 değerleri arasındaki farka bakıldığında yüksek akım oksijen tedavisi alan gruptaki ortalama değer ile basit nazal kanül ile tedavi alan hastaların tedavi öncesi değerleri yaklaşık aynıdır. Tedavi sonrası ise yüksek akım nazal kanül de yaklaşık 6 mm Hg'lık düşme meydana gelmiştir (p= 0,003).

Yüksek akım oksijen verilen hasta grubundaki ve nazal akım oksijen verilen kontrol grubundaki hastaların Ph açısından fark değerleri incelendiğinde; basit nazal

kanül verilen hastaların kan gazında Ph: 7,39 dan 7,38'e düşerken, yüksek akım nazal kanül verilen hastalarda ise 7,40'dan 7,41'e yükselmiştir (p= 0,024).

PO2 açısından bakıldığında tedavi öncesinde her iki grupta da kan gazında 50 mm Hg olduğu görülmektedir. Tedavi sonrası basit nazal kanül oksijen tedavisi veriilen grupta 57 mm Hg'ya yükselirken, yüksek akım nazal kanül başlanılan grupta 63,99'a yükselmektedir (p= 0,015).

6. TARTIŞMA

Çalışmamızda acil servise akut hipoksemik solunum yetmezliği ile başvuran basit nazal kanül ile YANK tedavisi alan hastaları karşılaştırdık. Çalışmanın sonuçlarına göre basit nazal kanül ile karşılaştırıldığında YANK tedavisinin Ph,PaCO2 ve PaO2'de anlamlı düzelme sağladı. Çalışmamızda yüksek akım oksijen tedavisi sonrası hastaların özellikle PaCO2 değerinde belirgin azalma gözlenmiştir. Yüksek akım oksijen verilen 50 hastada PaCO2'de ortalama olarak 6,24 mm Hg düşüş gözlenmiştir. Nazal akım oksijen tedavisinde ise ortalama 0,92 mm Hg düşüş olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. elde ettiğimiz bir diğer sonuç ise pH ve PaO2 düzeyinde meydana gelen düzelmedir. Yüksek akım oksijen tedavisi uyguladığımız hastaların Ph ve PaO2 değerlerinde düzelme gözlemledik ve asidoz durumunu daha etkin düzelttiğini saptadık. Roca ve arkadaşlarının yaptığı benzer bir çalışmada YANK tedavisinin solunum sayısını düşürdüğü ve oksijen saturasyonunu arttırdığı görülmüştür(44). Rittayami ve arkadaşlarının acil serviste yaptığı bir çalışmada solunum sıklığında ve kalp atış hızında azalma olduğunu bildirmişlerdir(45).

Akut solunum yetmezliği sık ve hayatı tehdit eden bir durum olup acil servis başvurunun sık sebeplerinden biridir. Pnömoni, kalp yetmezliği, KOAH alevlenmesi gibi birçok hastalık neden olabilir. Tedavide kullanılacak ilk ajan oksijendir. Oksijen tedavisi için tercih edilecek yöntem hastanın solunum sıkıntısının ciddiyetine bağlı olarak nazal kanülden mekanik ventilasyona kadar değişkenlik göstermektedir(46). Yüksek akımlı nazal kanül oksijen (YANK) tedavisi son yıllarda basit nazal kanül tedavisine alternatif olarak hızla gelişmektedir(47). YANK sistemi ile yüksek oksijen akım hızı, ısıtılmış ve nemlendirilmiş oksijen, sabit FiO2 ve pozitif hava yolu basıncı sağlandığından geleneksel oksijen tedavisine göre birçok avantaja sahiptir(48). Akut solunum yetmezliği tedavi edilirken hastanın ihtiyacının yanı sıra hasta uyumu da göz önüne alınmalıdır. Hasta uyumu özellikle NIMV tedavi başarısını etkileyecek en öenmli unsurlardandır. Son yıllarda kullanımı artan YANK tedavisindeki nemlendirilmiş oksijen uygulaması sayesinde, mukosiliyer transportun kolaylaşması ve hava yolundaki sekresyonların viskozitesinin azaltılması ile sekresyonların kolaylıkla atılabilmesi sağlanabilmektedir. Uygulanan yüksek akımın sayesinde de

üst hava yolunun anatomik ölü boşluklarının yıkanarak bu bölümlerdeki karbondioksitin yerine oksijenin geçmesi sağlanmakta, oksijenasyonun artırılmasıyla ekspiryum sonu akciğer hacminin artırılması, solunum işinin azaltılması, solunum kaslarındaki yorgunluğun giderilmesi, böylece hipokseminin ve hiperkarbinin düzeltilmesi sağlanmaktadır(49). Oksijen maskelerine göre nazal kanülün hastalar tarafından daha iyi tolere edilmesi, yüksek FiO2, PEEP (ekspiryum sonu pozitif basınç) etkisi ve ölü alan dahil YANK sisteminin fizyolojik etkileri solunum iş yükünün azalmasına ve dolayısıyla solunum sayısı ve kalp atım sayısında düşüşe, oksijenizasyonda artışa neden olmaktadır(50).

Yüksek akım nazal kanül oksijen tedavisi ile ilgili 2001 yılında yapılan 40 prematüre yenidoğan üzerinde yapılan çalışmada hastalara önce 6 saat boyunca nazal CPAP, ardından 6 saat boyunca YANK tedavisi uygulanıp 12 saat boyunca oksijen satürasyonları, nabız, solunum hızları ve apne sayıları kayıt altına alınmıştır. Çalışmanın sonunda YANK tedavisinin prematür apnesi üzerinde CPAP kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Burun kuruluğu ve travması yapmaması, beslenmenin daha konforlu olması nedeni ile prematür apnesinde kullanılması önerilmiştir(51). Erişkinlerde kullanımı sonrası elde edilen veriler kritik hastalarda entübasyon öncesi, akut kardiyojenik ödem, KOAH alevlenme, uyku apne gibi akut solunum yetmezliğinde kullanılmasının solunum sıklığını ve solununum iş yükünü azalttığı gösterilmiştir. Ancak YANK kullanımı son yıllarda popüler olmaya başlamasına rağmen endikasyonları, kontrendikasyonları, başlama ve sonlandırma kriterleri net olarak belirlenebilen bir çalışma henüz yapılmamıştır (52).

Solunum yetmezliği olan hastalarda sıklıkla solunum işinde ve oksijen talebinde artış, yüksek inspiratuar akım hızı vardır. Yapılan çalışmalarda nazal kaviteye verilen kuru ve soğuk havanın sigara içenlerde, KOAH hastalarında vagal manevra ile bronkokonstriksiyona, ayrıca akciğer kompliyansında da azalmaya neden olduğu görülmüştür(53,54). YANK tedavisindeki nemlendirilmiş ve ısıtılmış oksijen bu etkiyi tersine çevirerek bronkodilatasyon yapmakta, bu sayede bronş düz kaslarında gevşeme, hava akımında artış, foksiyonel rezidiüel kapasitede azalma sonucu hava hapsinde, hiperinflasyonda ve solunum işinde azalma, inspiratuar kapasitede artmaya neden olmaktadır. YANK ile verilen yüksek oksijen akış hızı,

hastanın inspiratuar taleplerini aşan nazofarengeal akış hızları sağlayarak inspiratuar hava yolu direncini düşürür(55). Bu yüksek inspiratuar akış hızı ile oksijenlenmede ve tidal volümde artışa, solunum iş yükünde ve solunum sayısında ise azalmaya neden olmaktadır(56,57). Ayrıca yüksek akış hızı sayesinde; yıkama etkisi farenksteki potansiyel ölü boşluktaki CO2'i uzaklaştırıp akciğerin daha büyük bir kısmının gaz değiş tokuşuna katılmasını sağlar ve böylece kan CO2 düzeyini hızlıca düşürür.(58,59).

Nutapol ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada acil servise akut solunum yetmezliği ile başvuran 40 hastanın 20'sine basit nazal kanül, 20'sine YANK tedavisi uygulanmıştır. 30 dk sonra ölçülen SO2 de her iki grup arasında anlamlı farkılılık görülmemiştir (60). Bu çalışmada da çalışmamıza benzer sonuçlar çıkmakla beraber oksijenizasyonun pulse oksimetre ile ölçülmüş olması nedeni ile PaO2 ve PaCO2 ölçümünün yapılmaması çalışmanın kısıtlayıcı noktalarıdır.

YANK tedavisinin yaşamsal bulgular ve kan gazı değerlerinde tedavinin ilk saatlerinden itibaren olumlu sonuçlar alınması, kullanım kolaylığı, hasta konforu ve belirgin yan etkilerinin olmaması bu tedavi şeklinin yoğun bakımlar yanında, servis ve acil servislerde de yaygın olarak kullanılmasının yolunu açmaktadır. Roca ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada acil servise akut solunum yetmezliği ile başvuran 20 hastaya önce yüz maskesi ile oksijen desteği sağlanıp ardından YANK oksijen tedavisi uygulanmıştır. YANK oksijen tedavisi sonrası hastalara visual anolog skoru ile dispne hissi, ağız kuruluğu ve cihaz memnuniyetini sorgulanmıştır. Hastalar YANK oksijen tedavisini yüz maskesine göre daha başarılı bulmuşlardır (44). Maske oksijen ile YANK oksijen tedavisinin karşılaştırıldığı bir diğer çalışmada da hasta memnuniyeti YANK oksijen alan grupta istatiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur (60). YANK oksijen, NIMV ve ventüri maskesini karşılaştıran başka bir çalışmada da 14 hastaya sırayla her üç tedavi yöntemi uygulandıktan sonra hastaların 10 tanesi tedavilerine YANK oksijen ile devam etmek istemişlerdir (61). Yapılan çalışmalara baktığımızda hastaların oksijenizasyonun hem yüksek FiO2 ile sağlanması hem de maske oksijen, ventüri maskesi, NIMV gibi ağzı ve burunu kapatan yöntemlerin seçilmesi nedeni ile hastalar YANK oksijen tedavisini daha başarılı bulmuş olabilirler.

Akut solunum yetmezliği ile acil servise başvuran hastalar non-invaziv mekanik ventilasyon (NIMV) veya yoğun bakım takibi gerektiren invaziv mekanik ventilasyona (IMV) ihtiyaç duyabilirler. Nagata ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada YANK oksijen tedavisinin solunum yetmezlikli hastalarda invaziv ve non invaziv mekanik ventilasyon ihtiyacını anlamlı derecede azalttığını göstermiştir(62). NIMV, basit nazal kanül ve YANK oksijen tedavisinin karşılaştırıldığı bir meta-analizde YANK oksijen tedavisinin NIMV'e benzer düzeyde endotrakeal entübasyon ihtiyacını düşürürken, basit nazal kanüle göre endotrakeal entübasyon ihtiyacını daha çok düşürdüğü görülmüştür(63). Mekanik ventilasyon ihtiyacı olan hastalar yatak sayılarının kısıtlı olduğu bazı hastanelerde ve belli mevsimlerde artan hasta sayısından dolayı yatak bulunamadığından acil servislerde uzun bekleme sürelerine maruz kalmaktadırlar. NIMV, YANK oksijen tedavisi ile karşılaştırıldığında yüze tam oturan maske nedeniyle daha klostrofobik olup tolere edilmesi daha zor olmaktadır. Ayrıca yüzde ve burunda yaralara neden olmakta, hastanın konuşmak ve yemek yemek gibi basit insani faaliyetlerine izin vermemektedir. IMV ise sedoanaljezi ihtiyacı, ciddi hemşirelik ve yoğun bakım takibi ve ciddi hasta bakımı gerektirmesi nedeniyle acil serviste uygulanabilirliği zor bir tedavi yöntemidir.

Solunum yetmezliği olan hastalarda genellikle solunum işinde ve oksijen talebinde artış, yüksek inspiratuar akım hızı vardır. Yapılan çalışmalarda nazal kaviteye verilen kuru ve soğuk havanın sigara içenlerde, içmeyenlerde ve özellikle KOAH hastalarında vagal manevra ile bronkokonstriksiyona, ayrıca akciğer kompliyansında da azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir(53,54). YANK tedavisinde nemlendirilmiş ve ısıtılmış oksijen bu etkileri tersine çevirerek bronkodilatasyon yapmakta, bu sayede bronş düz kaslarında gevşeme, hava akımında artma, foksiyonel rezidiüel kapasitede azalma sonucu hava hapsinde, hiperinflasyonda ve solunum içinde azalma, inspiratuar kapasitede artmaya neden olmaktadır. YANK ile verilen yüksek oksijen akım hızı, hastanın inspiratuar taleplerini aşan nazofarengeal akış hızları sağlayarak inspiratuar hava yolu direncini düşürür(55). Bu yüksek inspiratuar akış hızı oksijenlenmede ve tidal volümde artışa, solunum iş yükünde ve solunum sayısında ise azalmaya neden olmaktadır.(56,63).

Cerrahi yapılan hastalarda extübasyon sonrası yüksek akım nazal kanül ve basit nazal kanül tedavilerinin karşılaştırıldığı 10 farklı çalışmayı içeren bir metaanalizde çalışmaya toplam 1327 hasta alınmıştır. YANK tedavisi alan grupta tekrardan entübasyon ve solunum desteği ihtiyacının istatiksel olarak anlamlı ölçüde azaldığı ancak postoperatif pulmoner komlikasyon ve mortalite açısından fark olmadığı bulunmuştur(64).

Akciğer transplantasyonu sonrası akut solunum yetmezliği gelişen hastalarda YANK ile basit nazal kanül tedavilerinin etkinliğini karşılaştıran başka bir çalışmada YANK kullanımının MV ihtiyacını azalttığı ve YANK tedavisine bağlı komplikasyon gelişmediği görülmüştür (68). Bu durum YANK tedavisinin nazofarenkste oluşturduğu pozitif basınç ve PEEP etkisi ile kapalı alveollerin açılmasını kolaylaştırmasına bağlanabilir(65).

Başka bir çalışmada ise 15 ay boyunca acil servise dispne ve takipne nedeniyle başvuran hipoksik solunum yetmezliği ve hiperkapnik solunum yetmezliği olan hastalar YANK ve basit nazal kanül ile randomize olarak takip edilmiş. Hastaların belirli aralıklarla vital bulgularına ve arter kan gazı parametrelerine bakıldığında, YANK ile takip edilen hasta grubunun basit nazal kanül grubuna göre solunum sayısında azalmanın daha fazla olduğu görülmüştür. YANK tedavisiyle takip edilen hastaların 1. ve 4. saatlerinde bakılan oksijen saturasyonu, PO2 değerlendirilmesinde de basit nazal kanül tedavisine kıyasla daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Hiperkapnik solunum yetmezliği ile başvuran hastalarda ise takiplerindeki parsiyel karbondioksit değerlerindeki düşüşün YANK tedavisinde basit nazal kanültedavisine göre daha olumlu düzeyde olduğu gözlenmiştir(66).

Hiperkapnisi olmayan akut solunum yetmezlikli hastalarda NIMV, konvansiyonel oksijen tedavisi ve Yüksek akım nazal kanül tedavilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada YANK tedavisi alan hastalarda mortalite oranının düşük olduğu görülmüştür. YANK tedavisinin entübasyon ihtiyacını azalttığı ve böylece entübasyon komplikasyonlarından da koruyarak mortaliteyi azaltmasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bizim çalışmamızda tedavi süresinde YANK oksijen alan ve basit nazal kanül ile oksijen alan hastalardan hiçbiri entübe edilmemiş olup

istatiksel anlamlık elde edilemedi. YANK dolaylı olarak da invaziv mekanik ihtiyacını ve yatış için yoğun bakım ihtiyacını azalttığı söylenebilir. Huang CC ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada yüksek akım oksijen tedavisinin konvansiyonel oksijen tedavisi ile akut solunum yetmezliği bulunan 775 hastanın karşılaştırılmalı analizinde yüksek akımlı oksijen tedavisinin konvansiyonel oksijen tedavisine göre hastalarda entübasyona gidişi azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca hastaların konfor düzeylerinde anlamlı düzeyde yükselttiği gözlemlenmiştir(67).

Akut solunum yetmezliği nedeniyle takip edilen 3459 hastanın yer aldığı retrospektif çalışmada yüksek akımlı oksijen tedavisinin basit nazal kanül ve noninvaziv ile karşılatırılmalı analizinde yüksek akımlı nazal oksijen tedavisinin basit nazal kanül tedavisine göre hastalarda entübasyona gidişi azalttığı tespit edilmiştir. Ancak noninvaziv ile karşılaştırıldığında, noninvaziv ile takip edilen hastalarda entübasyona gidişin daha az olduğu bulunmuştur(68).Akut hiperkapni ve hiperkapnisi olmayan solunum yetmezliği ile yatırılan toplamda 195 hastada konvansiyonel oksijen tedavisi ve yüksek akımlı oksijen tedavilerinin karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ise hastaların solunum sayısındaki azalmanın anksiyete düzeylerini iyileştirdiği ve böylece arter kan gazında parsiyel oksijen basıncını yükselttiği görülmüştür. Yüksek akımlı nazal kanül tedavisinde basit nazal kanül tedavisine göre daha olumlu sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir(69).

Yapılan bir çalışmaya göre yoğun bakım kliniğinde çeşitli nedenlere bağlı olarak akut solunum yetmezliği nedeniyle takip edilen 20 hastanın prospektif olarak yapılan değerlendirmesinde yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi uygulanan hastaların 2. saatin de arter kan gazında PaO2 düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede yükselme gözlenmesinin yanı sıra hastaların solunum sayılarında da anlamlı düzeyde düşüş gözlendiği belirtilmiştir. (70).

Oksijen tedavisinin başlıca komplikasyonları vardır.basit nazal kanül tedavisinde mukozalarda tahrişe bağlı olarak kuruluk ve kanamalar olabilmektedir. Yüksek akım nazla kanülde ise pnömotoraks olabilmektedir. Çalışmamızda hiçbir hastada bu yan etkiler görülmemiştir.

Çalışmamızın bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. En önemlisi çalışmaya sadece akut solunum yetmezliği olan hastalar dahil edildiği için tüm solunum yetmezlikli hastalarda kullanımı konusunda yeterli veri elde edilememiştir. İkincisi çalışmaya alınan hasta sayısının az olması ve tek merkezli yapılmasıdır. Ayrıca YANK'ın uzun dönem etkinliği araştırılmamış olması da eksikliklerindendir. Entübe,saturasyon düşüklüğü ve genel durumu kötü olan hastaların çalışmaya dahil edilmemiş olmaması bu hasta grubunda net veri elde edilememesine neden olmuştur.

7. SONUÇ

Atatürk Üniversitesi Acil Tıp polikliniğine Mayıs 2020-Ağustos 2020 tarihleri arasında nefes darlığı ile başvurup akut hipoksik solunum yetmezliği tespit edilen hastalar değerlendirildi. Elde edilen sonuçlara göre;

1- Çalışmaya sadece nefes darlığı ile başvuran hastalar alındı.
2- Evde oksijen cihazı bulunma yönünden gruplar arası farklılık bulunmadı.
3- Cinsiyet yönünden gruplar arası farklılık önemsizdir
4- Biomass maruziyeti yönünden gruplar arası farklılık önemsizdir.
5- Her iki gruptaki bireyler tedavi sonrası yatış durumları açısından karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur
6- İki grup arasında tedavi öncesi ölçülen parametrelerin ortalama değerleri ve gruplar arası farklılıklar, şikayet başlangıç saatleri ve kaç paket/yıl sigara içtikleri karşılaştırıldığında farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.
7- YANK tedavisi alan hastalarda Ph, PaO2 değerleri ve PaCO2 değerleri istatiksel olarak anlamlı düzelme bulundu.
8- YANK tedavisi alan grupta hastane yatış sayısı daha az olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.
9- Daha önce yapılan çalışmalarda HCO3 ve laktat düzeylerinde azalma görülmüş olmasına rağmen, çalışmamızda anlamlı bir düşüş saptanmadı.
10- Basit nazal kanül ile tedavi verilen grupta PaCO2'de düşüş olmasına rağmen anlamlı bulunmadı
11- YANK tedavisi alan hastalarda PaCO2 değeri istatiksel olarak anlamlı düzelme bulundu.
12- YANK tedavisi alan hastalarda PaO2 değerinde istatiksel olarak anlamlı düzelme bulundu.
13- Tedavi verilen her iki grupta da entübasyona gidiş olmadı.
14- Yüksek akım oksijen cihazı; ilerleyen zamanlarda özellikle solunum yetmezliğinde öneminin daha da artacağını düşünmekteyiz. Çok katılımlı merkezde ve daha fazla hasta sayısının olduğu çalışmalarla tedavisinin nasıl düzenleneceğinin belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

1. 6. International Concensus Conferences in Intensive Care Medicine: Noninvasive Positive Pressure entilation in Acute Respiratory Failure. Organised jointly by the ATS, ERS, ESICM, and the Societe de reanimation de langue Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000
2. Kim E.Barret, Susan M.Barman, Scott Boitano, Hedwenn Brooks. Ganong's Review of Medical Physiology 24th edition.2012;6;620-670
3. Aykut ÇiLLi. Turkiye Klinikleri J Int Med Sci 2006;2(14):4-7
4. Xiu M, Wei C. , Bin Z. , Shengu W. Effect of High Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy vs Conventional Oxygen Therapy on Adult postcardiothoracic operation. Wu et al. Medicine (2018) 97:41
5. Ozan, H. (2004). Ozan Anatomi. 1. baskı. Ankara, Nobel Matbaacılık, 286, Burun anatomisi
6. [Kılıç C. Akciğerlerin Anatomisi. Journal of Clinical and Analytical Medicine DOI: 10.4328/JCAM.964]
7. Hall, J. E. (2010). Guyton and Hall textbook of medical physiology. Elsevier Health Sciences.bölüm 37 akciğer ventilasyonu
8. Brinkman JE, Sharma S. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Apr 27, 2020. Physiology, Pulmonary
9. saryal, S. B. "Solunum Mekaniği"
10. Kaup ve Drommer. 1985; Dörwald ve ark., 1991: Hamm ve ark.1992; Suwabe ve Takahashi, 1993; Andrade ve ark., 1995
11. Arthur C. Guyton. Respiration. Hall JE. Guyton and Hall Texbook of Medical Physiology.12th ed. Mississippi: Saunders Elsevier 2011;7:465-507
12. Akino, 1992; Andrade ve ark .. 1995
13. Durgun, Z. and E. Keskin "AKCiGER SURFAKTAN SiSTEMi."
14. Grippi MA. Respiratory failure: An overview. In: Fishman AP, Elias JA, Fishman JA, Grippi MA, Kaiser LR, Senior RM (eds). Pulmonary Diseases and Disorders: New York, McGraw-Hill, 3rd Ed, 1998;Vol 2:2525-35.
15. Akın, K. "AKUT SOLUNUM YETMEZLİĞİNİN TANISI VE YÖNETİMİ."

16. Agosti M., Morlacchi L., Tandoi F., Bossi A. A1 Nutritional aspects in Neonatal Intensive Care Unit, Italian Journal of Pediatrics,2018;44:149.
17. Dureuil B, Cantineau JP, Desmonts JM. Effects of upper and lower abdominal surgery on diaphracmatic function. Br J Anaesth 1987; 59: 1230-5
18. Berrizbeitia LD, tessler S, Jacobowitz IJ. Effect of sternotomy and coronary artery bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics: Comparation of internal mammary and saphenous vein by-pass grafts. Chest 1989; 96: 873-6
19. Kotloff RM. Acute respiratory failure in the surgical patient. In: Fishman AD (ed). Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders. Vol 2 ed. New York: Mc Graw Hill, 1998: 2589-604.
20. Vidinel Y. Akciğer hastalıkları. İzmir: EÜTF Yayınları (No:43);1989: 65-77.
21. Yarkın, T. (2000). Solunum Yetmezliği: Fizyopatoloji ve Klinik Yaklaşım. *Toraks Dergisi, 2*, 76-84.
22. Braitwaite SA, Perina DG. Dyspnea, respiratory distress and respiratory failure. In: Stone CK, Humphries RL (eds). Current Emergency Diagnosis and Treatment. 5th ed. USA: McGraw-Hill Companies, 2004: 222-39.
23. Task Force of the ACCCM, Society of Critical Care Medicine. Guidelines for intensive care unit admission, discharge and triage. Crit Care Med 1999;27:633-8.
24. Ersoy EO, Topeli A. Solunum Yetmezliğinde Oksijen Uygulama Sistemleri. Yoğun Bakım Derg 2016; 7: 99-105.
25. Oxygen Therapy for Adults in the Acute Care Facility-2002. Revision and Update. AARC Clinical Practice Guideline. Respir Care 2002; 47: 717-2
26. Garpestead E, Brennan J, Hill NS. Noninvasive ventilation for critical care. Chest,2007;132:711-720.
27. Özlü. T, Çiledağ A., Kaya A. Oksijen Tedavisi ve Diğer Solunumsal Tedaviler: Solunum Sistemi Hastalıkları. Ed. Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A. İstanbul Tıp Kitabevi, 2010; 1861-74.
28. Börekçi, S., & Umut, S. (2011). Oksijen Tedavisi. *Turk Toraks Dergisi, 12*, 12.
29. Lamb K, Piper D. Southmedic OxyMask(TM) compared with the Hudson RCI(®) Non-Rebreather Mask(TM):Safety and performance comparison. CanJ RespirTher 2016; 52: 13-5.

30. Geiseler J, Karg O. Devices for oxigen administration in patients with hypoxemia during spontaneous breathing. ERS Buyers' guide, 2010; 75-84
31. 3. Costello RW, Liston R, McNicholas WT. Compliance at night with low flow oxygen therapy: a comparison of nasal cannulae and Venturi face masks Thorax 1995; 50: 405-6. [CrossRef] 14.
32. Wettstein RB, Shelledy DC, Peters JI. Delivered oxygen concentrations using low flow and high-flow nasal cannulas. Respir Care 2005; 50: 604-9.
33. Sztrymf B, Messika J, Mayot T, et al. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: A prospective observational study. J Crit Care 2012; 27: 9–13.
34. Brochard L, Slutsky A, Pesenti A. Mechanical Ventilation to Minimize Progression of Lung Injury in Acute Respiratory Failure. Am J Respir Crit Care Med 2017; 195: 438-42.
35. ÇİFTCİ, F. Yüksek Akımlı Oksijen Sistemleri.
36. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults. J Intensive Care 2015; 3: 15
37. Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. Aust Crit Care 2007; 20: 126-31.
38. Segovia B, Velasco D, Jaureguizar Oriol A, Díaz Lobato S. Akut Solunum Yetmezliği Olan Hastalarda Kombinasyon Tedavisi: Yüksek Akışlı Nazal Kanül ve İnvaziv Olmayan Mekanik Ventilasyon. Arch. Bronconeumol. 2019 Mar; 55 (3): 166-167.
39. Timothy A. Morris. Akt hiperkapnik solunum yetmezliği. In:Göğüs hastalıklarında klinik problemler el kitabı. Çeviri: Bayraktaroğlu M. Çeviiri editörü: yıldız BP. İstanbul, Medikal Yayıncılık Ltd Şti.; 2008:317-23.
40. Strollo PJ, Sanders MH, Atwood CW. Positive pressure therapy. Clin Chest Med 1998; 19: 55-68.
41. Ram FS, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA. Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev. 2004;(3):CD004104.

42. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ. Which patients with acute exacerbation of cronic obstructive pulmonary disease benefit from noninvasive positive pressure ventilation? A systematic review of the literature. Ann Intern Med, 2003;138:861-70.
43. Bacakoğlu F. ,Temel İnvaziv Mekanik Ventilasyon Uygulama 21Yöntemleri. Yoğun Bakım Dergisi 2002;2(4):215-224
44. Roca O, Riera, J, Torres F, Masclans J.R. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. Respir Care. 2010;55:408–413.
45. Rittayamai N, Tscheikuna J, Praphruetkit N, Kijpinyochai S. Use of high-flow nasal cannula for acute dyspnea and hypoxemia in the emergency department. Respir Care. 2015;60(10):1377-82.
46. Hugo L, Benjamin S, Christophe L, Patrick B, Didier D, Jean-Damien R.Humidified High Flow Nasal Oxygen During Respiratory Failure in the Emergency Department: Feasibility and Efficacy. Respiratory Care 2012;10 Vol. 57 No: 11;1873-1878
47. Nerida B, Claire L.H, Timothy C.G, Eileen R, Kendall J.B, Michael M.D. Randomised control trial of humidified high flow nasal cannulae versus standard oxygen in the emergency department. Emergency Medicine Australasia (2015) 27, 537–54
48. Jin H.J, Dong H.K, Seong C.K, Changwoo K. et al. Changes in arterial blood gases after use of high-flow nasal cannula therapy in the ED.The American Journal of Emergency Medicine.2015;33:1344-1349
49. Söğütlü Y, Biçer S, Kurt G, Şah O, Namdar M, Togaç S, Besli E, Kaspar Ç. Alt Solunum Yolu Hastalığı Olan Çocuklarda Yüksek Akımlı Nazal Kanül Oksijenasyon Tedavisinin Yaşamsal Bulgular Üzerindeki Sonuçları. J Pediatr Emerg Intensive Care Med 2016;3:121-30
50. Frat JP, Coudroy R, Marjanovic N, Thille A.W. High-flow nasal oxygen therapy and noninvasive ventilation in the management of acute hypoxemic respiratory failure. Annals of Translational Medicine 2017;5(14):297
51. Sreenan C, Lemke RP, Hudson-Mason A, Osiovich H (2001) High-flow nasal cannulae in the management of apnea of prematurity: a comparison with

conventional nasal continuous positive airway pressure. Pediatrics 107:1081–1083.

52. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: physiological benefits, indication, clinical benefits, and adverse effects. Respir Care 2016;61:529–541
53. Fontanari P, Zattara-Hartmann MC, Burnet H, Jammes Y. Nasal eupnoeic inhalation of cold, dry air increases airway resistance in astmatic patients. European Respiratory Journal. 1997;10(10):2250-4.
54. On LS, Boonyongsunchai P, Webb S, Davies L, Claverely PM, Costello, RW. Function of pulmonary neuronal M2 muscarinic receptors in stable chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2011;162(6):1320-5.
55. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH. Research in high-flow therapy: mechanism of action. Respir Med. 2009;103(10):100-5.
56. Vargas F, Saint-Leger M, Boyer A, Bui NH, Hilbert G. Physiologic effects of high-flow nasal cannula oxygen in critical care subjects. Respir Care. 2015;60(10):1369-76..
57. Ni YN, Luo J, Yu H, Liu D, Liang BM, Yao R. and Liang ZA. Can high-flow nasal cannula reduce the rate of reintubation in adult patients after extubation? A meta-analysis. BMC Pulmonary Medicine (2017) 17:142
58. Groves N, Tobin A. High flow nasal oxygen generates positive airway pressure in adult volunteers. Australlian Critical Care 2007;20(4):126-31
59. Ward JJ. High-Flow Oxygen Administration by Nasal Cannulafor Adult and Perinatal Patients. Respiratory Care 2013;58(01):98-122
60. Song HZ, Gu JX, Xiu HQ, et al. The value of high-flow nasal cannula oxygen therapy after extubation in patients with acute respiratory failure. Clinics 2017;72:562–7. 10.6061/clinics/2017(09)07
61. Schwabbauer N, Berg B, Blumenstock G, Haap M, Hetzel J, Riessen R. Nasal high-flow oxygen therapy in patients with hypoxic respiratory failure: effect on functional and subjective respiratory parameters compared to conventional oxygen therapy and non-invasive ventilation (NIV). *BM* 44

62. Roca O, Perez-Teran P, Masclans JR, Perez L, Galve E, Evangelista A, Rello J. Patients with New York Heart Association class III heart failure may benefit with high flow nasal cannula supportive therapy: high flow nasal cannula in heart failure. J Crit Care 2013;28(5):741746
63. Ni YN, Luo J, Yu H, Liu D, Liang BM, Cheng J,Liang ZA. Can high-flow nasal cannula reduce the rate of endotracheal intubation in adult patients with acute respiratory failure compared with conventional oxygen therapy and noninvasive positive pressure ventilation? A systematic review and meta-analysis. Chest Journal 2017; 151(4): p764–775
64. Lu Z, Chang W, Meng SS, et all. Effect of high-flow nasal cannula oxygen therapy compared with conventional oxygen therapy in postoperative patients: a systematic review and meta-analysis. 2019 Aug 2;9(8):e027523.
65. Roca O, de Acilu MG, Caralt B, et al. Humidified high flow nasal cannula supportive therapy improves outcomes in lung transplant recipients readmitted to the intensive care unit because of acute respiratory failure. Transplantation. 2015;99(5):1092–8.
66. Kong JH., Gedikloglu M., Gulen M., Satar S., Kemal IY, Avci. How to treat patients with acute respiratory failure? Conventional oxygen therapy versus highflow nasal cannula in the emergency department. Hong Kong J Emerg Med 2019.
67. Huang C-C, Lan H-M, Li C-J, Lee T-H, Chen W-L, Lei W-Y, et al. Use High-Flow Nasal Cannula for Acute Respiratory Failure Patients in the Emergency Department: A Meta-Analysis Study. *Hindawi Emerg Med Int* 2019.
68. Zhao H., Wang H., Sun F., Lyu S., An Y. High-flow nasal cannula oxygen therapy is superior to conventional oxygen therapy but not to noninvasive mechanical ventilation on intubation rate: A systematic review and meta-analysis. Crit Care, 2017;21.
69. Lee H., Choi S., Lee J., Park Y. Reduction of PaCO2 by high-flow nasal cannula in acute hypercapnic respiratory failure patients receiving conventional oxygen therapy. Acute Crit Care. 2019;34(3):202–211.
70. Sztrymf B., Messika J., Mayot T., Lenglet H., Dreyfuss D., Ricard JD. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with

acute respiratory failure: A prospective observational study. J Crit Care 2012;27:324.e9- 324.e13.

EKLER

EK 1. ETİK KURUL ONAYI

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Bölümü : Dekanlık
Servisi : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Sayı : B.30.2.ATA.0.01.00/459
Konu : Etik Kurul Kararı

28.05.2020

Sayın:Arş.Gör.Dr. Abdulselam AYDEMİR
Acil Tıp Anabilim Dalı
Araştırma Görevlisi

Değerlendirilmek üzere Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvuruda bulunduğunuz **"Acil Servise Nefes Darlığı İle Başvuran Hipoksik Solunum Yetmezliği Olan Hastalarda Yüksek Akımlı Nazal Oksijen İle Nazal Kanül Tedavilerinin Kan Gazı Değerleri Üzerine Etkinliklerinin Karşılaştırılması"** isimli bilimsel **tez** çalışmasına ait Kurul Kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr.Zeynep ÇAKIR
Etik Kurul Başkanı

Eki :
1 Adet Etik Kurul Kararı

Sorumlu Araştırmacı :
1. Dr.Öğr.Üy.Abdullah Osman KOÇAK

Yardımcı Araştırmacı :
1.Arş.Gör.Dr. Abdulselam AYDEMİR