

Ventilasyon

*Güncel
2. Baskı*

Akıl Notları

Güncel . Pratik . Referanslı

Editör:

Prof. Dr. Seyhan YAĞAR



- ✓ Ventilasyon **Kaynaklarının Özetleri**
- ✓ Uzmanlık Pratiğinde Gerekli **Referans Bilgiler**
- ✓ Algoritma, Tablo ve Şemalarla Sunulan **Pratik Yaklaşım**
- ✓ Uluslararası **Tanı ve Tedavi Kılavuzları**
- ✓ Bilinmesi Gereken **Önemli Ayrıntılar**
- ✓ Tüm **Önemli Sınıflandırmalar**
- ✓ Uyarılar, Önlemler ve **Nokta Bilgiler**



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

Ventilasyon

*Güncel
2. Baskı*

Akıl Notları

Referans Kaynaklar Sizin İçin Özetlendi !

Editör

Prof. Dr. Seyhan YAĞAR

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

VENTİLASYON AKIL NOTLARI

Copyright © 2025

Bu kitabın her türlü yayın hakkı **Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.**'ne aittir. Yazılı olarak izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen kopya edilemez; fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-625-6065-43-7

Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl

Yayına Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

Baskı: Ayrıntı Basım Yayın ve Matbaacılık Hiz. San. Tic. A. Ş.

Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20 Kahramankazan / Ankara

Telefon: 0312 802 00 53-54

Sertifika No: 49599

UYARI

Medikal bilgiler sürekli değişmekte ve yenilenmektedir. Standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik tecrübeler ışığında tedavilerde ve ilaç uygulamalarındaki değişikliklerin gerekli olabileceği bilinmelidir. Okuyuculara ilaçlar hakkında üretici firma tarafından sağlanan ilaca ait en son ürün bilgilerini, dozaj ve uygulama şekillerini ve kontrendikasyonları kontrol etmeleri tavsiye edilir. Her hasta için en iyi tedavi şeklini ve en doğru ilaçları ve dozlarını belirlemek uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Yayıncı ve editörler bu yayından dolayı meydana gelebilecek hastaya ve ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com
info@guneskitabevi.com



ÖNSÖZ

Mekanik ventilasyon yoğun bakım yönetiminde sıklıkla ihtiyaç duyulan bir tedavi modalitesidir. Bu kitapta özellikle asistan ve uzman düzeyinde hizmet veren hekimlere pratik bilgiler verilmesi hedeflenmiştir. Literatürdeki yeni bilgiler ve rehberler ışığında yazılan bölümlerin güncel ve özet şekilde olması, dikkat edilmesi gereken noktaların vurgulanması ile okuyucunun temel ve ileri düzey bilgiye kolayca ulaşması sağlanmıştır. Bir el kitabı olarak hazırlanan “Ventilasyon Akıl Notları” özellikle yoğun bakımlarda çalışan hekimlere hastalarını ventilatöre bağlarken, takibinde ve ventilatörden ayırma sırasında yardımcı ve sorularına cevap olacaktır. Bu kitabın bölümlerin yazılmasında emeği geçen tüm yazarlara teşekkürlerimi sunmak isterim. Kitabımızın baskısını üstlenen ve baskı sırasındaki özverili çalışmaları nedeniyle Güneş Tıp Kitabevleri’nin tüm çalışanlarına özel teşekkürlerimi bildiririm.

Kıymetli Anneciğime ve Babacığıma...

Prof. Dr. Seyhan Yağar

23 Kasım 2024

YAZARLAR

Uzm. Dr. Cenk Altunç

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Prof. Dr. Hilal Ayoğlu

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Anabilim Dalı

Doç. Dr. Çağdaş Baytar

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Anabilim Dalı

Dr. Öğr. Üyesi**Merve Sena Baytar**

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Anabilim Dalı

Uzm. Dr. Songül Binay

Dr. Abdurrahman Yurtaslan Ankara
Onkoloji Eğitim Araştırma Hastanesi
Dahiliye Yoğun Bakım Ünitesi
Yoğun Bakım Yandal Uzmanı

Uzm. Dr. Demet Bölükbaşı

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Doç. Dr.**Şerife Gökbulut Bektaş**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Doç. Dr. Mine Altınkaya Çavuş

Yoğun Bakım Uzmanı
Kayseri Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Prof. Dr. Nedim Çekmen

Ankara Başkent Üniversitesi
Tıp Fakültesi Hastanesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı

Uzm. Dr. Çilem Bayındır Dicle

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği
Yoğun Bakım Yandal Uzmanı

Dr. Begüm Nemika Gökdemir

Ankara Başkent Üniversitesi
Tıp Fakültesi Hastanesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı

Prof. Dr. Derya Gökçınar

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Uzm. Dr. Bilge Uzakgider İşel

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Prof. Dr. Seval İzdeş

AYBÜ Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Anabilim Dalı
Yoğun Bakım Bilim Dalı
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Uzm. Dr. Temel Kayan

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Prof. Dr. Dilek Kazancı

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği Eğitim Görevlisi
SBÜ Anesteziyoloji ve Reanimasyon
Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Uzm. Dr.**Dilek Kuzukıran Kocataş**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Uzm. Dr. Seda Kurtbeyoğlu

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

Uzm. Dr. Fatih Seğmen

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Doç. Dr. Rahşan Dilek Okyay

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve
Reanimasyon Anabilim Dalı

Prof. Dr. Sema Turan

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Dr. Ahmed Uslu

Ankara Başkent Üniversitesi
Tıp Fakültesi Hastanesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı

Uzm. Dr. Sultan Sevim Yakın

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Yoğun Bakım Kliniği

Uzm. Dr. Çağla Yazar

Antalya Şehir Hastanesi
Anesteziyoloji Kliniği

Prof. Dr. Seyhan Yağar

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

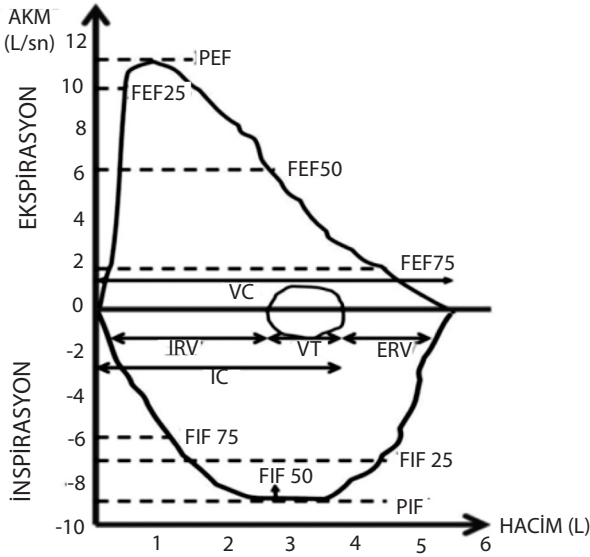
Uzm. Dr. Emine Nilgün Zengin

Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

İÇİNDEKİLER

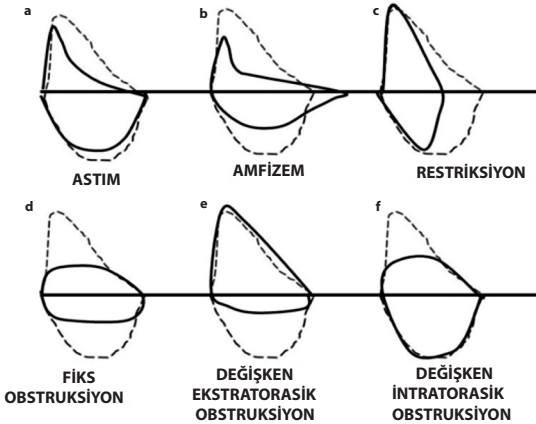
BÖLÜM 1: SOLUNUM FİZYOLOJİSİ VE MEKANİKLERİNİN TEMELİ	1
<i>Dr. Songül Binay, Dr. Dilek Kazancı</i>	
BÖLÜM 2: SOLUNUM DESTEĞİ ENDİKASYONLARI	13
<i>Dr. Emine Nilgün Zengin</i>	
BÖLÜM 3: SOLUNUM DESTEĞİ VE MEKANİK VENTİLASYONUN TEMELLERİ	25
<i>Dr. Seda Kurtbeyoğlu</i>	
BÖLÜM 4: MEKANİK VENTİLATÖRDEKİ HASTADA SOLUNUM MEKANİKLERİ	33
<i>Dr. Şerife Gökbulut Bektaş, Dr. Dilek Kuzukıran Kocataş</i>	
BÖLÜM 5: MEKANİK VENTİLATÖRDEKİ HASTADA SOLUNUM MONİTORİZASYONU	49
<i>Dr. Demet Bölükbaşı</i>	
BÖLÜM 6: MEKANİK VENTİLASYONDA KONVANSİYONEL MODLARIN KLİNİK KULLANIMI	63
<i>Dr. Fatih Seğmen, Dr. Dilek Kazancı</i>	
BÖLÜM 7: NONİNVAZİV MEKANİK VENTİLASYON	75
<i>Dr. Nedim Çekmen, Dr. Ahmed Uslu</i>	
BÖLÜM 8: APRV (AIRWAY PRESSURE RELEASE VENTILATION- HAVA YOLU BASINÇ SALINIMLI VENTİLASYON)	91
<i>Dr. Mine Altinkaya Çavuş</i>	
BÖLÜM 9: PAV (PROPORTIONAL ASSIST VENTILATION, ORANTILI YARDIMLI VENTİLASYON)	101
<i>Dr. Mine Altinkaya Çavuş</i>	
BÖLÜM 10: NÖRAL OLARAK AYARLANMIŞ VENTİLASYON DESTEĞİ	107
<i>Dr. Derya Gökçinar</i>	
BÖLÜM 11: YÜKSEK FREKANSLI VENTİLASYON (HIGH FREQUENCY VENTILATION-HFV)	121
<i>Dr. Seyhan Yağar</i>	

BÖLÜM 12: PERMİSİF HİPERKAPNİ	131
<i>Dr. Nedim Çekmen, Dr. Begüm Nemika Gökdemir</i>	
BÖLÜM 13: MEKANİK VENTİLASYONA BAŞLAMA	141
<i>Dr. Seyhan Yağar</i>	
BÖLÜM 14: EKSTRAKORPOREAL YAŞAM DESTEKLERİ	147
<i>Dr. Temel Kayan, Dr. Sema Turan</i>	
BÖLÜM 15: MEKANİK VENTİLASYONDA EK TEDAVİLER. . . .	167
<i>Dr. Nedim Çekmen, Dr. Çağla Yazar, Dr. Begüm Nemika Gökdemir</i>	
BÖLÜM 16: AKUT RESPIRATUAR DİSTRES SENDROMUNDA MEKANİK VENTİLASYON	175
<i>Dr. Dilek Kazancı, Dr. Çilem Bayındır Dicle</i>	
BÖLÜM 17: KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALIKLARINDA MEKANİK VENTİLASYON.	195
<i>Dr. Seyhan Yağar</i>	
BÖLÜM 18: VÜCUT YANIĞI VE İNHALASYON YANIKLARINDA MEKANİK VENTİLASYON.	209
<i>Dr. Merve Sena Baytar, Dr. Hilal Ayoğlu</i>	
BÖLÜM 19: TRAVMATİK BEYİN HASARINDA MEKANİK VENTİLASYON	223
<i>Dr. Çağdaş Baytar, Dr. Hilal Ayoğlu</i>	
BÖLÜM 20: MEKANİK VENTİLASYONDA KALP AKCİĞER ETKİLEŞİMLERİ.	233
<i>Dr. Sultan Sevim Yakın, Dr. Dilek Kazancı</i>	
BÖLÜM 21: MEKANİK VENTİLATÖRDEN AYIRMA (WEANİNG)	243
<i>Dr. Cenk Altunç, Dr. Sema Turan</i>	
BÖLÜM 22: MEKANİK VENTİLASYONUN KOMPLİKASYONLARI	255
<i>Dr. Rahşan Dilek Okyay</i>	
BÖLÜM 23: HASTA VENTİLATÖR UYUMSUZLUĞU VE TEDAVİSİ	273
<i>Dr. Bilge Uzakgider İşel, Dr. Seval İzdeş</i>	
BÖLÜM 24: VENTİLATÖRDEKİ HASTADA SORUN GİDERME.	293
<i>Dr. Seyhan Yağar</i>	



Şekil 3. Ekspiratuvar ve inspiratuvar akım-volüm halkası.

- Akım-volüm halkasındaki şekil değişiklikleri hastanın hava yollarındaki patolojik tablosuyla ilgili bilgiler verir (Şekil 4). Şekil 4'te çeşitli hava yolu hastalıklarının akım-volüm halkasındaki patolojik halka görünimleri izlenmektedir.



Şekil 4. Çeşitli patolojilerde akım-volüm halkasında gözlenen değişiklikler. (a) Astım, (b) Amfizem, (c) restriktif patern, (d) fiks obstrüksiyon, (e) değişken ekstratorasik obstrüksiyon, (f) değişken intratorasik obstrüksiyon.

SOLUNUM YETMEZLİĞİ

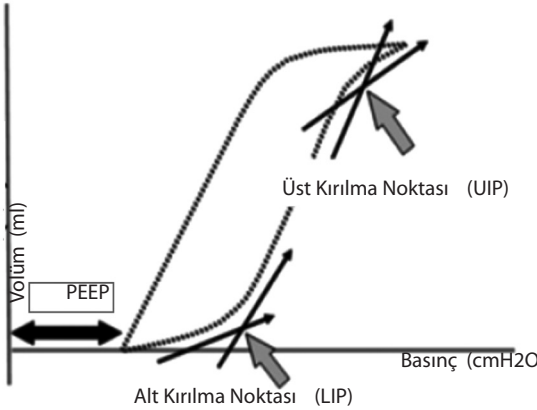
- Hiperkapni solunum yetmezliğinin en önemli bulgusudur ve solunumsal asidoz gelişir. Hipoksemi, solunum yetmezliğinin sekonder sonucudur ve oksijen tedavisine iyi yanıt verir. Oksijen desteği olmadan hipokseminin derecesi solunum yetmezliğinin düzeyini yansıtır. Hipoventilasyon, ventilasyon-perfüzyon (V/Q) defekti, intrapulmoner şant, difüzyon defekti veya inspire edilen havadaki oksijen düşüklüğü solunum yetmezliğine neden olur.
 - Hipoventilasyon : $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mm Hg}$ (KOAHA hastalarında $>50\text{-}60 \text{ mmHg}$)
 - V/Q defekti : Oksijen tedavisine iyi yanıt veren hipoksemi
 - İntrapulmoner şant : $\text{Qs/QT} > \% 20$ ($>\%30$ kritik)

1. Hipoventilasyon

- Dakika ventilasyonunun azalmasıdır. Arteriyel karbondioksitin artmasıyla karakterizedir. Sebepleri:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Santral solunum depresyonu <ul style="list-style-type: none"> • Opioid, sedatif gibi ilaçlar • Serebrovasküler hastalıklar • Travma • Konjenital santral hipoventilasyon sendromu • Kontrolsüz O_2 tedavisi |
| <ul style="list-style-type: none"> • Havayolu hastalıkları <ul style="list-style-type: none"> • Üst havayolu obstrüksiyonu <ul style="list-style-type: none"> • Ekstratorasik • İntratorasik • Fonksiyonel(Obezite hipoventilasyon) • Alt havayolu obstrüksiyonu <ul style="list-style-type: none"> • KOAH • Bronşektazi, kistik fibrozis • Akut ağır astım • Hava yolunu tıkayan tümör |
| <ul style="list-style-type: none"> • Akciğer dışı restriksiyonla seyreden, göğüs duvarı, plevra hastalıkları <ul style="list-style-type: none"> • Kifoskolyoz • Torakoplasti • Flail segment • Fazla miktarda plevral effüzyon • Pnömotoraks • Hiperenflasyon |

- Halka sıfır noktasından başlar. Eğer PEEP uygulanırsa ayarlanan PEEP değerinden başlar. Akciğer hacmi belirli bir noktaya ulaştığında kompliyans hızla artar bu noktaya alt kırılma (infleksiyon) noktası denir ve alveolün kritik açılma basıncını gösterir.
- Alt kırılma noktasından sonra eğri dikleşir, volüm iyice artınca kompliyansın tekrar azaldığı bu noktada üst kırılma noktası denir. Bu noktadan sonra eğri düzleşir (Şekil 4).
- Üst kırılma noktası alveollerin aşırı gerilmeye neden olduğu basıncı gösterir.
- Hava yollarındaki direnç artınca sağa doğru kayma eğilimindedir. Üstesinden gelebilmek için uygulanması gereken en uygun eksternal PEEP değeri, alt inflasyon noktasının yaklaşık 2 cmH₂O üzeridir. VT ve solunum yolu basınçları da üst kırılma noktasının altında kalacak şekilde uygulanmalıdır.

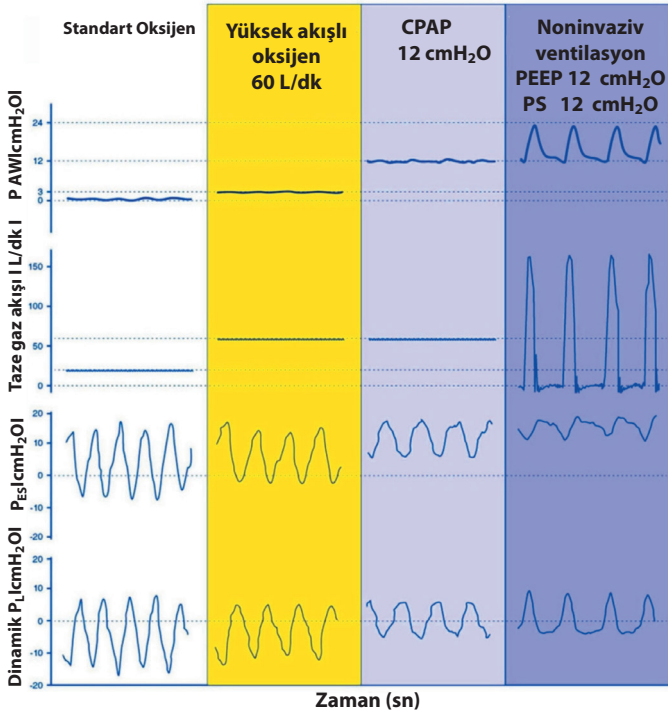


Şekil 4. Volüm-basınç halkasında kırılma noktaları.

- Volüm kontrollü modlarda volüm-basınç halkası sigmoid şekilli iken, basınç kontrollü modlarda, inspirasyon sırasında basınç limitinin olmasından dolayı kare şeklindedir. Kompliyansın azaldığı durumlarda, volüm-basınç eğrisi aşağıya ve sola doğru yer değiştirirken, kompliyansın arttığı durumlarda ise eğri yukarı ve sağa doğru yer değiştirir (Şekil 5).

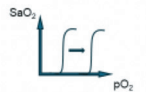
Yüksek Akımlı Nazal Oksijenasyon (High Flow Nasal Oxygenation=HFNO)

- Yüksek akım nazal oksijenasyon (HFNO), AHSY tedavisinde standart oksijen tedavisi veya NİMV'na alternatif olarak gittikçe artan oranda kullanılmaktadır. Yüksek akımlı oksijen cihazları bir flowmeter, hava-oksijen karıştırıcı, gaz analizörü ve nemlendirici ısıtıcı üniteden oluşur. Yüksek akım hastaya uyumlu yumuşak bir nazal kanül ile uygulanır. Geleneksel oksijen uygulama sistemlerine göre non-invaziv olması ve kullanımının kolay olması tercih nedeni olmuştur. Standart bir nazal kanül ile en fazla 6 L dk⁻¹ bir hava-oksijen akışı elde edilebilir. Nemlendirilmeden verilen akımla nazal mukoza aşırı kurur ve hasar oluşur. HFNO ile oksijen akımı 25-60 L dk⁻¹ aralığında verilebilir. Aktif nemlendirme yapılarak verilen havanın ısıtılması, fizyolojik mukosiliyer klirensi destekler, hava yolundaki sekresyonların akışkanlığını artırarak yüksek akımın tolere edilmesi sağlanır. Daha düşük akımla kullanılan diğer noninvaziv sistemlerde oksijen kaçağı olduğundan inspiryumda verilmek istenen FiO₂'yi tam vermek mümkün olmayabilir. Ayrıca, HFNO ile oksijen kayıpları azalırken, ölçülen FiO₂ değerleri daha kararlı ve güvenilirdir. HFNO'nun etki mekanizması Şekil 3'de özetlenmiştir.

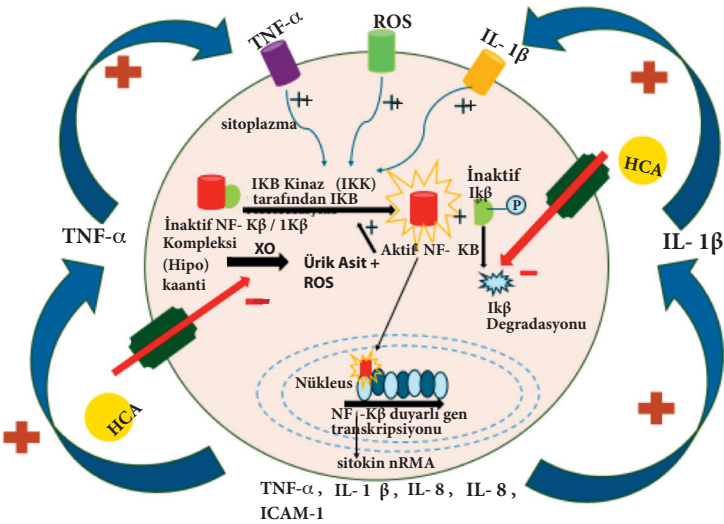


Şekil 2. NİMV yöntemlerinin ventilasyondaki basınç-zaman grafikleri.

Tablo 1: Hiperkapnik Asidozun Organ Hasarının veya Oksijen Sunum/ Tüketim Dengesizliğinin Gelişimini Ektileyebileceği Potansiyel Mekanizmalar

İNFLAMASYON	BÖLGESEL OKSİJEN- SUNUM TÜKETİM	TOPLAM ETKİLER
Nötrofil fonksiyonu ↓ Fagosit fonksiyonu ↓ Trombosit aktive edici faktör ↓ Fosfolipaz A ₂ fonksiyonu ↓ Hücre adezyon molekülleri fonksiyonu ↓ Lipit peroksidasyonu ↓ Ksantin Oksidaz fonksiyonu ↓ Serbest radikal formasyonu ↓ Süperoksit fonksiyonu ↓ NO formasyonu ↑ cAMP formasyonu ↑	Oksijen Sunumu  - Hematokrit ↑ - Lokal doku kan akışı ↑ - Doku oksijen ve besin sunumu ↑ Oksijen Tüketimi  - Sarkoplazmik Ca⁺⁺ salınımı ↓ - Intrasöllüler binding ↓ - Mitokondriyal respirasyon ↓ - Metabolik enzim aktivitesi ↓ - Asit/metabolik madde üretimi ↓	Kalp Debisi ↑ Hipoksik pulmoner vazokonstrüksiyon ↑ V/P uyumu ↑

SaO₂: Arteriyel O₂ saturasyonu, PO₂: parsiyel O₂ basıncı, NO: Nitrik Oksit, cAMP: siklik adenozin monofosfat

**Şekil 2.** Hiperkapninin inflamasyon mekanizması.

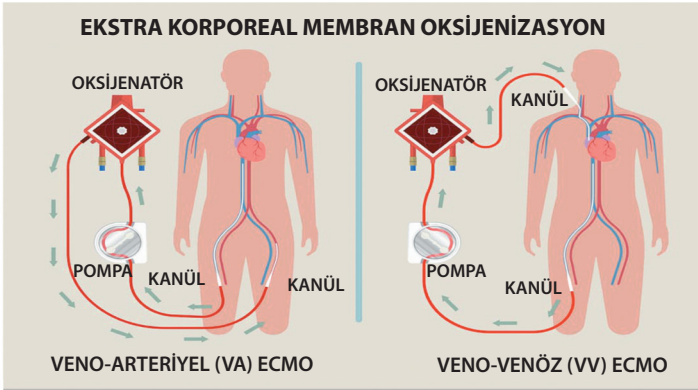
- Hiperkapni ayrıca nötrofil adezyonunu da engeller. Tersine, hücre dışı asidoz, nötrofil aktivasyonunu indükleyerek, spontan apoptozu geciktirerek ve fonksiyonel ömrünü uzatarak akut inflamatuvar

- **PEEP:** PEEP atelektaziye engellemek için her zaman en az 5 cmH₂O olarak ayarlanmalıdır. Daha yüksek PEEP gerektiren durumlar, atelektazi ve derekrutmentin kötüleşen hipoksemi üzerinde zararlı etkisi olacağı koşullardır. Ek olarak abdomen ve göğüs duvarı geniş olan hastalarda yüksek PEEP değerleri abdominal yapıların kompresyon etkisinden koruyacaktır. Özetle ayarlanan PEEP atelektazi eşliğinin üzerinde ancak aşırı gerilmeye yol açmayacak bir değer olmalıdır.
- **İnspiratuar akış ve I:E Oranı:** Genellikle sırasıyla 60 L/dk ve 1:2 ila 1:1,5 olarak ayarlanırlar. Yaygın kullanılan inspirasyon süresi 0,75-1 sn'dir. Ancak astım gibi obstrüktif bir durum var ise ekspirasyon için daha uzun süreye ihtiyaç olacaktır.
- **Alarmlar ve Limitler:** Modern kritik bakım ventilatörleri gelişmiş alarmlar ve izleme sistemlerine sahiptir. Ventilatör alarmları, yoğun bakım ünitesi personelinin belirli parametrelerin karşılanmadığı ve hasta-ventilatör sisteminin değerlendirilmesi gerektiği konusunda sesli ve görsel olarak bilgilendirir. Ventilatör arıza alarmları normalde üretici tarafından ayarlanır ve güç kaybı, gaz beslemesi kaybı, elektronik arıza veya pnömatik arıza için alarmlar içerir. Belirli hasta durumu alarmları klinisyen tarafından ayarlanabilir. Bunlara maksimum inspiratuar basınç, düşük basınç, düşük PEEP, yüksek ve düşük tidal hacim, yüksek ve düşük dakika ventilasyonu, yüksek ve düşük solunum hızı, oksijen yüzdesi, nemlendirme (sıcaklık) ve apne için alarmlar dahildir.
- Ventilatör başlatılmadan önce limitler ayarlanmalıdır. Hastayı ventilatöre bağlamadan önce yüksek basınç limiti ve yüksek basınç alarmı 40 cmH₂O olarak ayarlanabilir, böylece aşırı basınçların yanlışlıkla verilmediğinden emin olunur. Basınçlar daha sonra güvenli inspiratuar basınçların (örn. Pplat ≤ 28 ila 30 cmH₂O, PIP ≤ 40 cmH₂O) korunması amacıyla yeniden değerlendirilir ve yeniden ayarlanır. Ventilatör başlatıldıktan sonra gerekirse Pplat ve PIP'yi azaltmak için ventilatör ayarlamaları yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Shelledy DC, Peters JI. Ventilator initiation. İn: Shelledy DC, Peters JI (eds). Mechanical Ventilation. 1st ed. Burlington, MA: Jones&Bartlett Learning; 2020: 6.
2. Chatburn RL, Volsko TA, Hess DR, et al. Mechanical ventilators: classification and principles of operation. İn: Hess DR, MacIntyre NR, Galvin WF, Mishoe SC (eds.). Respiratory Care: Principles and Practice. 3rd ed. Burlington, MA: Jones&Bartlett Learning; 2016: 462-492.
3. Wilcox SR, Aydın A, Marcolini EC. Placing the patient on the ventilator. Wilcox SR, Aydın A, Marcolini EC (eds). Mechanical Ventilation in Emergency Medicine. Springer Int 2022; 8: 53-58.

rinde gaz değişimi için kullanılan oksijenin kaynağı olacaktır. Süpürücü gaz, karbondioksit (CO_2)'in etkili bir şekilde uzaklaştırılmasına olanak tanır ve düşük tidal volüm ventilasyonu ile akciğerin dinlenmesini sağlayarak hastanın iyileşmesine katkıda bulunur.



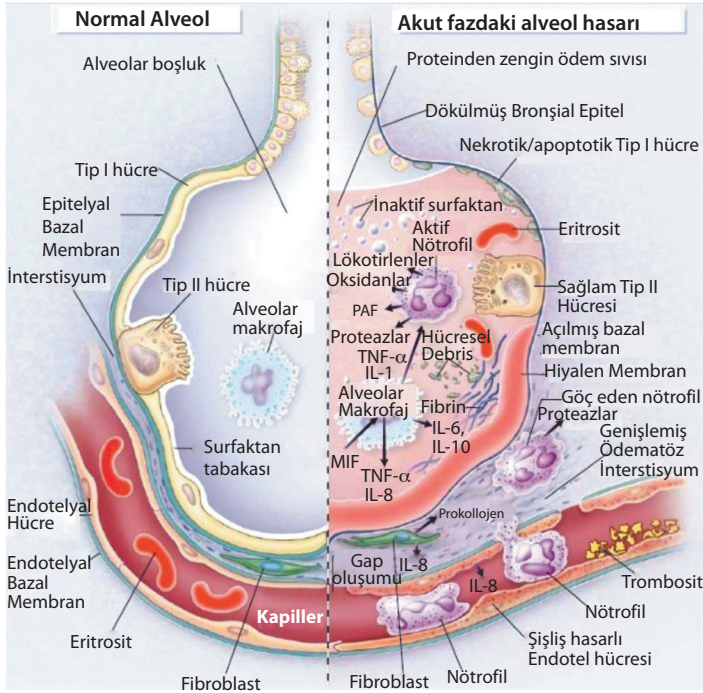
Şekil 1. ECMO tipine göre sistem konfigürasyonları.

VENO-VENÖZ ECMO KULLANIMI

- VV- ECMO kullanımı, ciddi akciğer yetmezliği durumlarında hayati öneme sahip bir tedavi seçeneğidir. Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) gelişen hastalarda geleneksel mekanik ventilasyon yöntemleri yetersiz kaldığında, ECMO hayatta kalma şansını artırabilir. VV-ECMO, geleneksel tıbbi tedavi ve mekanik ventilasyona dirençli primer solunum yetmezliğinde endikedir (Tablo 1).

Tablo 1. VV-ECMO'nun endikasyonları

- ARDS
- Bronkoplevral fistül
- Astım
- Akciğer nakline köprü
- Refrakter viral/bakteriyel pnömoni
- Akut akciğer hasarı
- Refrakter hipoksi/hiperkarbi
- Akciğer transplantasyonu sonrası gelişen greft yetmezliği)
- Yüksek plato basınçlarına rağmen ($>35 \text{ cmH}_2\text{O}$) CO_2 retansiyonu
- Akciğer nakil listesindeki bir hastanın entübasyon gereksinimi olması
- Ani kardiyak ya da solunumsal kollaps (örneğin pulmoner emboli)



Şekil 1. ARDS Patofizyolojisi.

Tüm bu alveol hasarıyla başlayan süreç:

- Ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu yaparak bozulmuş gaz değişimine,
- Dejenere ve fibröze olmuş alveollere ve kompliansta azalmaya,
- Hipoksik vazokonstriksiyon ve parankim hasarı sonucu pulmoner hipertansiyona neden olur.

Klinik

- ARDS kliniği, ARDS'nin ve altta yatan tetikleyicinin ortak belirtileri şeklinde olsa da semptomlar nonspesifik olduğundan hastalık ilerleyene kadar genelde gözden kaçırılır. Nefes darlığında artış, artmış oksijen ihtiyacı ve tetikleyici sebebi takiben 6-72 saat içerisinde akciğer görüntülemesinde bilateral alveolar infiltrasyon görüldüğünde ARDS tanısı zihninizde canlanmalıdır. Hastalarda belirgin nefes darlığı, takipne ve taşikardi mevcuttur ve solunum muayenesinde bilateral yaygın raller duyulur. Ciddi atakta konfüzyon ve siyanoz görülebilir. Altta yatan sebebe göre öksürük, plöritik göğüs ağrısı, hemoptizi ve ateş görülebilir.

mekanik ventilasyon ihtiyacı azaltılmış ve sağ kalım artırılmıştır. Ventilasyon tekniği oranlarına bakacak olursak İngiltere’de akut alevlenmelerde NİV/İMV oranı %1/%11, ABD’de ise bu oran %3/%5 olarak bildirilmiştir.

Tablo 2. Spirometriye Göre KOAH Ciddiyeti İçin GOLD Kriterleri

	% FEV1/FVC	% FEV1
1. Hafif	<70	>80
2. Orta	<70	50-80
3. Ağır	<70	30-50
4. Çok Ağır	<70	<30



Şekil 1. KOAH akut alevlenmesinde basamak tedavi.

Noninvaziv Ventilasyon (NİV)

- KOAH akut alevlenmelerinde karşılaşılan persistan hiperkapnik solunum yetmezliğinde NİV ilk seçenek olmalıdır. Tüm akut solunum yetmezliği tabloları içerisinde KOAH akut alevlenmesi NİV’un en başarılı olduğu tablodur. NİV’un KOAH’ta solunum fizyolojisini arttırdığı, mortaliteyi, iyatrojenik komplikasyonları, entübasyon ve invaziv mekanik ventilasyon ihtiyacını azalttığı, CO₂’i azaltarak pH’ı düzenlediği çalışmalarla gösterilmiştir. Randomize çalışmalarda akut alevlenmelerde oksijen tedavisinden daha üstün olduğu saptanmıştır. Uygun şekilde uygulandığında NİV İMV ile aynı fizyolojik etkilere sahiptir. Çalışmalarda hastaların %80’den fazlasının NİV’u iyi tolere ettiği gösterilmiştir.

- Yanık hasarının morbidite veya mortalite riskinin eşlik eden travmadan daha yüksek olduğu ek travması (kırıklar gibi) olan her hasta (eğer travma daha büyük acil risk oluşturuyorsa, hasta yanık ünitesine nakledilmeden önce bir travma merkezinde stabilize edilebilir)
- Çocukların bakımı için nitelikli personel veya ekipman bulunmayan hastanelerde bulunan çocuk hastalar
- Özel sosyal, duygusal veya rehabilitasyon müdahalesi gerektirecek hastalar

Dermal Yanıklar

- Solunum yetmezliği genellikle majör cilt yanıkları olan hastalarda görülür. Bu tür hastalarda sıklıkla İH da vardır ve İH'nın varlığı cilt yanıklarıyla ilişkili ciddi pulmoner komplikasyonlara sebep olur, mortaliteyi önemli ölçüde artırır. Komplikasyonlar ve meydana geliş zamanları Tablo 1'de özetlenmiştir. Ancak İH olmaksızın da solunum yetmezliği ve mekanik ventilasyon ihtiyacı ortaya çıkabilir. Ağrı yönetimi yanık hastalarının bakımının önemli bir yönüdür ve solunum depresyonuna neden olabilir. Dermal yanıkları olan hastalarda uygun sıvı yönetimi zordur, hipoksemi ve azalmış akciğer uyumuyla birlikte sıvı yüklenmesi meydana gelebilir. Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS)'na bağlı solunum yetmezliği sonucunda sepsis de meydana gelebilir. Yanık hastaları genellikle hipermetaboliktir, bu durum ventilasyon ihtiyacını artırır ve yorgunluğa bağlı solunum yetmezliği ile sonuçlanabilir.

Tablo 1. Yanık ve İnhalasyon Yaralanması Olan Hastalarda Farklı Zamanlarda Ortaya Çıkan Pulmoner Komplikasyonlar

Komplikasyonlar	Meydana Geliş Zamanı
Karbonmonoksit zehirlenmesi	Maruziyetin ilk saatleri içinde
Üst havayolu obstrüksiyonu	Yaralanma ve ekstübasyondan sonraki ilk 48 saat
Trakeobronşial obstrüksiyon	Yaralanmayı takip eden ilk 72 saat
Pulmoner ödem	Sıvı resüsitasyonu nedeniyle hipervolemi—ilk 48 saat Sıvı kaymaları nedeniyle hipervolemi—ikinci-dördüncü gün Sepsis—ilk haftadan sonra
Pnömoni	Beşinci günden sonra
Pulmoner tromboemboli	İlk haftadan sonra



- Hacim kontrolü veya basınç kontrolü arasındaki seçimle ilgili olarak randomize kontrollü ve gözlemsel çalışmalarda iki mod arasında mortalite, oksijenasyon veya solunum işi açısından bir fark bulunamamış ve her ikisi de TBH gelişen hastalarda uygun kabul edilmiştir.
- ESICM 2020 konsensus kararlarında, klinik olarak anlamlı ICP artışı olan hastalarda mekanik ventilatör yönetimiyle ilgili herhangi bir öneri olmamakla beraber; klinik olarak anlamlı ICP artışı olmayan hastalarda akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Tidal Volüm

- Yüksek tidal hacimli (10 ml/kg) ventilasyonun ventilatör ilişkili akciğer hasarı (VILI) ve artan ARDS riski ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır. Mevcut kılavuzlar, tahmini ideal vücut ağırlığına göre 6-8 ml/kg'lık tidal hacim kullanılarak akciğer koruyucu ventilasyonun uygulanmasını önermektedir. Düşük tidal hacim ve akciğer koruyucu ventilasyonun, PaCO₂ seviyesinin izlenmesi ve normal aralıklarda tutulması koşuluyla klinik sonuçları değiştirmedeği veya ICP'yi yükseltmediği görülmüştür.

Basınç

- Plato basıncı (Pplato) ve sürücü basıncı (ΔP) ventilasyon ayarlarının akciğer koruyucu hedefler dahilinde olduğundan emin olmak için yakından izlenmelidir. Pplato 30 cmH₂O altında tutulmalıdır. ΔP ise mümkün olduğunca 15 cmH₂O'yu geçmemelidir. Pplato 30 cmH₂O'nun veya ΔP 15 cmH₂O'nun üzerinde ise tidal volüm azaltılmalıdır. Bu azalma genellikle hiperkapniyi önlemek için solunum hızında eş zamanlı bir artış gerektirecektir. Ancak solunum hızının artırılması oto-PEEP riski oluşturur. Oto-PEEP tespit edilirse ekshalasyon için yeterli zaman sağlamak amacıyla inspiryum ekspiryum oranının düşürülmesi gerekebilir.

Ekspirasyon Sonu Pozitif Basınç (PEEP)

- Beyin hasarı olan hastalar ARDS, ateletazi, hipoksemi veya hiperkapniye yol açan ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu gibi akciğer komplikasyonlarına daha yatkındır. PEEP, ateletazik akciğer alanlarının açılmasıyla oksijenasyonun iyileşmesine ve fonksiyonel rezidüel kapasite ile kompliyansın artmasına neden olur. Öte yandan intratorasik basınçta artışa, kalbe venöz dönüşte azalmaya, kardiyak output ve ortalama arter basıncında azalmaya neden olduğundan serebral perfüzyon basıncını bozar.



- Pulmoner vasküler rezistansı ve dolayısıyla sağ ventrikül art yükünü azaltmak için akciğer hacmini optimize etmenin yanı sıra pulmoner hipertansiyonu azaltmaya yönelik yapılacak manevralar da işe yarayabilir. Bunlardan en bilinenleri pH'ı arttırma (asidozu düzeltmek), PaCO_2 'yi azaltma, PaO_2 ve alveoler kısmi oksijen basıncını arttırmaktır. Hem pH'ta artış hem de PaCO_2 'de azalma sağ ventrikül art yükünü bağımsız olarak azaltabilir. Tabii pulmoner hipertansiyonu olan hastalarda PVR'yi azaltmak için oksijen kullanımının yanı sıra, inhale edilen nitrik oksit ve diğer pulmoner vazodilatörler kullanılabilir.

Mekanik Ventilasyonun Kalp Hızı Üzerindeki Etkileri

- Mekanik ventilasyonun kalp hızı üzerine olan etkileri oluşan tidal volümün büyüklüğü ile ilgilidir. PBV genellikle kalp hızında küçük değişikliklere neden olur. Çünkü klinik pratikte sıklıkla kullanılan tidal volüm hacimleri kalp hızı üzerine çok etkili değildir. Fakat akciğerin aşırı gerilmesiyle sonuçlanan çok büyük tidal volümler refleks bradikardiye neden olabilir. Entübe takip edilen hastalarda doğru yapılmamış ya da yetersiz düzenlenmiş mekanik ventilatör ayarları sonucu oluşan hipoksi de refleks bradikardiye neden olabilir.

	Sağ Ventrikül	Sol Ventrikül
Spontan Solunum	Ön yük: Artar Art yük: Artar	Ön yük: Azalır Art yük: Artar
Pozitif Basıncılı Ventilasyon (PBV)	Ön yük: Azalır Art yük: Artar	Ön yük: Artar Art yük: Azalır

KALP-AKCIĞER ETKİLEŞİMİNİN KLİNİK UYGULAMALARI

Akut Respiratuar Distres Sendromu (ARDS)

- Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS), kritik hastalarda solunum yetmezliğinin yaygın nedenlerinden biridir. ARDS akciğer dokusunda direkt ya da indirekt hasarla akut başlangıçlı, nonkardiyojenik pulmoner ödem ve hipoksi ile seyreden hayatı tehdit edici solunum sıkıntısı sendromudur. Sıklıkla akciğer kaynaklı olmakla birlikte akciğer dışı nedenlere bağlı da gelişebilir. ARDS'li hastalar-

yükünde azalma sağlar. Ayrıca uygulanan eksternal PEEP de oto-PEEP'in negatif etkilerini azaltır.

Konjestif Kalp Yetmezliği (KKY)

- Kalp yetmezliği altta yatan patofizyolojik süreçle ilişkili olarak sistolik, diyastolik ya da her ikisinin birlikteliği şeklinde olabilir. Her iki tipinde süreçleri farklıdır ve tedavi modaliteleri de farklıdır ama zaman içerisinde birisi diğerine de neden olabilir. Diyastolik disfonksiyonu hastalar genellikle ön yük (preload) bağımlı iken sistolik disfonksiyonu olanlarda sıklıkla overload görülür. Kronik kompanse kalp yetmezliği hastaları genellikle asemptomatiktir. Fakat akut kalp yetmezliği durumunda (akut miyokart enfarktüsü, aritmi) ya da dekompanse hale gelen kronik kalp yetmezliği hastasında sol atrial basınç artar. Akciğer kompliyansı azalırken akciğerlerde ödem tablosu ortaya çıkarak ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğu nedeniyle hipoksi meydana gelir. Yetmezlikli kalp artan solunum iş yükünü ve oksijenizasyonun yetersizliğini karşılayamaz ve dekompanse olur.
- Ön yükü azaltmak, art yükü azaltmak ve kontraktileiteyi arttırmak tedavinin temelini oluşturur. Bunun için diürezin sağlanması, tan-siyonun kontrol altına alınması ve hipoksinin düzeltilmesi yararlıdır.



- Pozitif basınçlı ventilasyon uygulamak dekompanse olmuş kalp yetmezliği hastalarında hem oksijenizasyonu düzeltmesi hem de kalp-akciğer etkileşimleri sayesinde olumlu etkiler sunar. PBV etkisiyle artan intratorasik basınç kalbe venöz dönüşü ve ön yükü azaltır. Böylece sağ ventrikül basıncı ve volümünü azalttığı için sol ventrikül dolumu için toraksta daha geniş alan sağlar (ventriküler etkileşim). Ayrıca art yükü de azaltarak sol ventrikül atım hacminin artmasına yardımcı olur. Hipoksinin düzelmesi solunum kaslarının işini azaltarak oksijen ihtiyacını da azaltır.

- Tüm bu yararlı etkileri nedeniyle mekanik ventilasyon dekompanse kalp yetmezliği tedavisinde kullanılır. Fakat bu hastaların mekanik ventilatörden ayrılması zor ve karmaşıktır. Çünkü weaning sırasında kalbe bir miktar yük biner ve sürecin iyi yönetilmesi, dekompanseasyonun nedeninin tam ya da tama yakın tedavi edilmesi gerekir.

İşlemin daha iyi tolere edilebilmesi için hastanın mümkünse yarı oturur pozisyona getirilmesi önerilmektedir. Hastanın yorulmasına izin verilmemeli, gerekirse T-tüpте geçirilen süre günlük molarlarla tedricen artırılmalıdır. T-tüp esnasında hastaya verilen havanın endotrakeal tüpte kuruma yapabileceği unutulmamalıdır.

2.3. SSD İntolerasyon Durumu Sebepleri

- Weaning sürecindeki hasta SSD'ni tolere edemiyorsa hasta hemen dinlendirilmeli ve başarısızlığın nedeni tespit edilmeye çalışılmalıdır (Tablo 3).

Tablo 3. SSD Başarısızlık Nedenleri

- Yorgunluk ve tükenmişlik
- Oto PEEP oluşumu
- Hastaya göre küçük çaplı endotrakeal tüp kullanımı
- Yetersiz veya aşırı karbonhidratlı beslenme
- Kardiyak disfonksiyon
- Pozitif sıvı dengesi
- Aktif enfeksiyon ve $>38^{\circ}$ ateş
- Elektrolit imbalansı
- Endokrin bozukluklar
- Kritik hastalık nöro/miyopatisi
- Nöropsikiyatrik bozukluklar/Deliryum
- Laringeal Ödem

- Havayolu direncini ve solunum iş yükünü azaltmak için uygun aralıklarla sekresyonlar temizlenmeli ve hastanın endotrakeal tüp çapı optimal boyutta olmalıdır. Oskültasyonda spazm tespit edilmesi durumunda bronkodilatör tedavi uygulanmalıdır. Oto PEEP'i engellemek için MV ayarları gözden geçirilmelidir.
- Akciğer kompliansındaki azalma plevral ödem, ekstrasvasküler akciğer sıvısı, pnömoni, asit varlığı, abdominal basınç artışı ve obezite ile ilişkilendirilmektedir. Aktif enfeksiyon uygun antibiyoterapi ile tedavi edilmeli ve optimal sıvı dengesi sağlanmalıdır. Son dönemdeki çalışmalar ekstübasyon öncesi en az 48 boyunca negatif sıvı dengesini önermektedir.
- Özellikle hipokalemi, hipofosfotemi ve hipomagnezemiye müdahale edilmeli, tiroid fonksiyon bozukluğu giderilmelidir. Aşırı karbonhidratlı beslenme rejimlerinden CO_2 düzeyini artıracığından dolayı kaçınılmalıdır. Kas atrofisinin önlenmesi için optimal dozda protein desteği mutlaka sağlanmalıdır.
- Bir haftadan uzun entübasyon sürelerinde laringeal ödem gelişme riski artar. Kadın cinsiyet durumunda, travmatik ve geniş çaplı



- Basit weaning: İlk ekstübasyon denemesinin en az 48 saat boyunca tolere edilebilmesidir.
- Zor weaning: İlk ekstübasyon denemesini tolere edemese de en fazla 7 gün içerisinde, ikinci veya üçüncü denemede weaningin başarılı olması durumudur.
- Uzamış weaning: Başarısız ekstübasyondan denemesinden sonra, weaning deneme sürecinin 7 günden uzun sürmesi veya süreden bağımsız olarak en az üç deneme gereksinimi olması durumudur.

Tablo 4. Ekstübasyon İntolerans Bulguları

- Takipne gözlenmesi (solunum frekansının dakikada 25'ten fazla olması)
- Taşikardi (nabız değerinde bazale göre >20 artış veya dakikada >140 atımlar)
- Solunum kas güçsüzlüğüne dair muayene bulgularının gözlenmesi
- FiO_2 en az $\%50$ iken SPO_2 'nin $<\%90$ olması ve/veya $PaO_2 < 80$ mmHg olması
- Hiperkapni tespit edilmesi ($PaCO_2$ 'nin >45 mmHG olması veya bazal değere göre >20 artış)
- Arteriyel kan gazında pH değerinin $<7,33$ olması



- Uzamış weaning durumu için pulmoner yetmezlik, dekompanse kalp yetmezliği, zeminde zihinsel fonksiyonlarda veya kas gücünde sekel bırakan nörolojik hastalıklar, ileri yaş (>65 yaş), kronik anemi, yetersiz öksürük refleksi ve yapısal olarak üst solunum yolu darlığı bulunması artmış riski ifade etmektedir.
- Nörolojik kayıp sonucu kalıcı solunum fonksiyon kaybı (amyotrofik lateral skleroz, servikal travma vb) gelişen hastalar haricinde weaning sürecinin >3 ay sürmesi durumunda ventilatör bağımlılığı söz konusudur.

3.1. Weaninge Bağlı Kardiyak Disfonksiyon:

- Pozitif basınçlı ventilasyondan fizyolojik solunuma geçilmesiyle beraber sağ kalbe venöz dönüş hacmi ve dolayısıyla sağ ventrikül preload'u artmaktadır. Ayrıca artan santral kan volümü ile beraber sol ventrikül diastol sonu basıncında artma olmaktadır. Solunum iş yükünde ve adrenerjik tonusta meydana gelen artış durumu da bu

Enterokok Türleri

- **Yüksek olası ventilatör ilişkili pnömoni (VİP):** VİD ve EVID kriterini karşılayan hasta ile birlikte MV'un ≥ 3 gün uygulanmasından sonra ve oksijenasyonun kötüleşmeye başlamasından önceki ve sonraki iki gün içinde aşağıdaki kriterlerden biri hastada bulunmalıdır:
 - Pürülan solunum sekresyonu (bir veya daha fazla örnekten – olası VİP için tanımlanmıştır) ve aşağıdakilerden biri
 - Pozitif endotrakeal aspirat kültürü*, ≥ 105 cfu/ml veya eşdeğer semikantitatif sonuç
 - Pozitif bronkoalveolar lavaj kültürü*, ≥ 104 cfu/ml veya eşdeğer semikantitatif sonuç
 - Pozitif akciğer dokusu kültürü*, ≥ 104 cfu/ml veya eşdeğer semikantitatif sonuç
 - Pozitif korunmuş fırça örneği kültürü*, ≥ 103 cfu/ml veya eşdeğer semikantitatif sonuç
 - * Olası VİP ile aynı dışlama kriterleri veya aşağıdakilerden biri (pürülan sekresyon gerekliliği olmaksızın)
 - Cfu (Colony forming unit): Koloni oluşturan birim
 - Pozitif plevral sıvı kültürü (örnek torasentezle veya göğüs tüpü yerleştirilirken alınmalıdır, sonradan göğüs tüpünden alınan örnek kabul edilmez)
 - Pozitif akciğer histopatolojisi
 - Legionella spp için test pozitifliği
 - İnfluenza virus, respiratuar sinsisyal virüs (RSV), adenovirus, parainfluenza virus, rhinovirus, insan meta pneumovirus ve coronavirus için test pozitifliği

Miyopati ve solunum kaslarında disfonksiyon

- Birçok yoğun bakım hastasında kontrollü mekanik ventilasyon mod uygulamaları, kasların kullanılmamasına bağlı olarak diyafram kası ve solunum kaslarında atrofiye neden olmaktadır.



- Uzamış MV ve ventilatörden ayrılmada zorlanma; diyafram kas liflerinde hasar, atrofi ve proteolize bağlı olarak gelişmektedir. Miyopati ve solunum kas güçsüzlüğünün mekanizması muhtemelen uzun süreli sedatif kullanımı; nöromusküler blokaj ajanlarının, özellikle steroid yapıdaki kas gevşeticilerin kullanımı ve kritik hastalıktır.

- Erken mobilizasyon ve egzersiz iyileşmeye yardımcı olabilir. MV ayrıca mukosilyer aktiviteyi bozarak salgıların birikmesine ve pnömoni gelişimine neden olabilir.

- Hasta ventilatör uyumsuzlukları ventilasyonun fazlarına göre sınıflandırıldığında, 3 ana başlık altında incelenebilir. Bunlar;
 - I. Tetikleme Uyumsuzlukları; Etkisiz çaba (tetikleyememe), tetikleme gecikmesi, çift tetikleme, otomatik tetikleme,
 - II. Akım Uyumsuzlukları; Akım hızı ve/veya şekli uyumsuzluğu,
 - II. Döngü Uyumsuzlukları; İnspirasyon sonlanması uyumsuzluğu ve ekspirasyon sonlanması uyumsuzluğu (erken ve gecikmiş).



- Hasta ventilatör uyumsuzlukları, majör (yani etkisiz tetikleme, otomatik tetikleme, çift tetikleme) ve minör (yani erken veya kısa döngü, uzamış veya gecikmiş döngü, tetikleme gecikmesi) uyumsuzluklar olarak da sınıflandırılmaktadır.

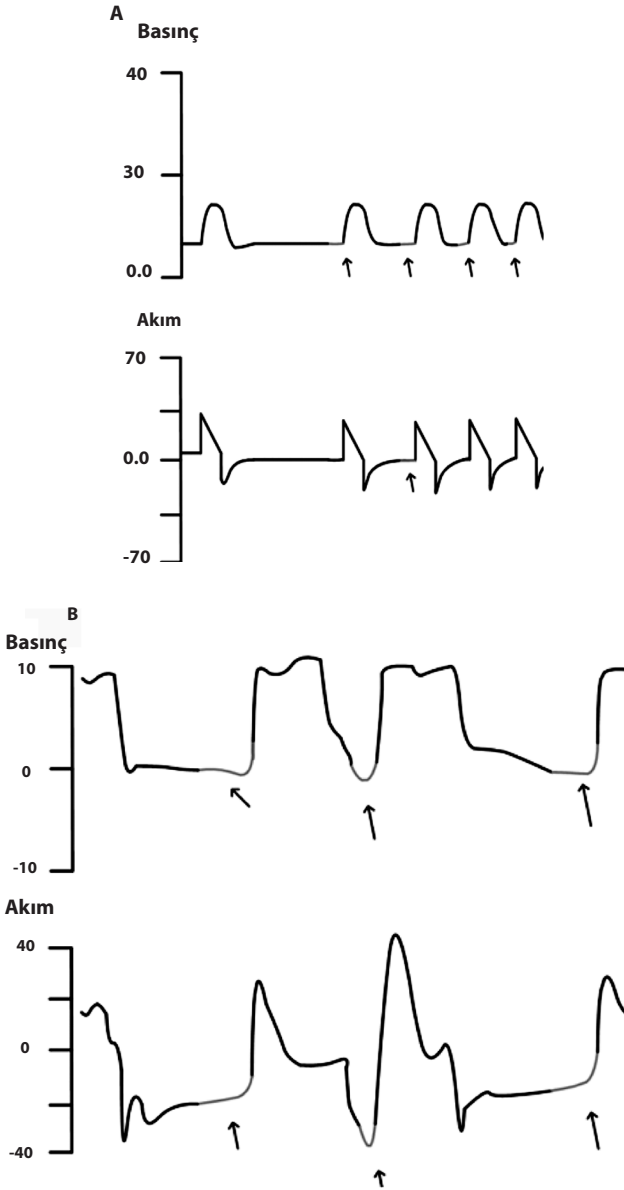
HASTA VENTİLATÖR UYUMSUZLUĞUNUN TİPLERİ VE TEDAVİLERİ

1. Tetikleme Uyumsuzlukları:

- Tetik ayarı, ventilatörün hastanın solunum eforunu algılaması için yapılan duyarlılık ayarıdır. Modern ventilatörlerde, basınç, akım ve zaman tetikleme bulunur.



- Hasta ventilatör uyumsuzlukları, majör (yani etkisiz tetikleme, otomatik tetikleme, çift tetikleme) ve minör (yani erken veya kısa döngü, uzamış veya gecikmiş döngü, tetikleme gecikmesi) uyumsuzluklar olarak da sınıflandırılmaktadır.
- Tetikleme uyumsuzluğu, ventilatörün inspiratuar başlangıç kriterleri ile hastanın solunum merkezi çıkışı arasında koordinasyon eksikliği olarak tanımlanabilir. Bunlar etkisiz çaba (tetikleyememe), tetikleme gecikmesi, çift tetikleme, otomatik tetikleme ve ters tetikleme olarak gruplandırılabilir. Ventilatörde akım, basınç ve volüm traselerine bakarak tetikleme uyumsuzlukları fark edilebilir. Bir soluğu tetiklemek için gereken inspiratuar çaba, toplam inspiratuar çabanın önemli bir parçasıdır. İyi bir tetikleme ayarı ile inspiratuar çabaya, 100 ms'den kısa yanıt süresi oluşturulur ancak otomatik tetiklemeden de kaçınılması gerekir. Akış ve basınç tetiklemesi karşılaştırıldığında, akış tetiklemesi sırasında, tetikleme zamanının % 43 daha kısa olduğu ve tetikleme için harcanan eforun, basınç tetiklemesi sırasındaki efora kıyasla % 62 daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ancak, akış ve basınç tetiklemesi sonrası fazdaki hasta eforları, önemli ölçüde farklı bulunmamıştır.



Şekil 2. Otomatik tetikleme ve ters tetikleme A. Otomatik tetiklemenin şematik gösterimi. Basınç dalga formunun başlangıcında, hastanın tetiklediğini gösteren bir düşüşün olmaması, akış ve basınç dalga formunda tetiklenmenin görülmesi. **B. Ters tetiklemenin şematik gösterimi.** İlki ventilatör kontrollü, diğeri ise hastanın ilk nefese tepki vermesiyle oluşan ardışık iki dalga formunun görülmesi.

3. Döngü Uyumsuzlukları:

- Bu uyumsuzluklar ventilatörün ekspiryum valfinin, hastanın inspiryumunu bitmeden açılması ile veya hastanın inspiryumunu bitip, ekspiryumuna başladığı halde hala kapalı olması ile oluşur. Kısaca hastanın solunum merkezi ile ventilatörün inspirasyon süresi arasındaki uyumsuzluk olarak da tanımlanabilir. Mekanik nefes, hastanın nöral inspirasyonundan daha kısa (erken döngü) veya daha uzun (geçikmiş döngü) olduğunda ortaya çıkar. Bu durum hastanın inspiryum ve ekspiryum solunum işini ve inspiryum tetikleme yanıtını olumsuz etkiler. Döngü uyumsuzlukları Tablo 3'te özetlenmiştir.



- Erken döngü uyumsuzluğunda hastanın inspiryum çabası devam ederken, mekanik nefesin erken sonlanması, akış dalga formunda ekspiryum fazında yukarı doğru sapma şeklinde görülür (Şekil 4A).

- Ventilatörün ayarlı inspiratuar süresi hastanın nörolojik inspiratuar süresinden kısa ise kısa döngü (erken döngü) meydana gelebilir. PSV modunda, yüksek bir ekspiratuar eşik süresi de kısa bir inspirasyona neden olabilir. Bu durum özellikle ARDS gibi düşük kompliyanslı hastalarda erken döngüye yol açabilir. Hastanın çabası mekanik destek süresini aşarsa, başka bir nefes de üretilebilir ve çift tetiklemede görülebilir.

Tablo 3. Döngü Uyumsuzlukları

	OLUŞUM NEDENİ	ÇÖZÜM ÖNERİSİ
Erken sonlanma	Nöronal zamanın, ventilatör inspirasyon süresinden uzun olması	Gaz akışını arttırmak veya inspirasyon akışını ayarlamak
Geç sonlanma	Nöronal zamanın, ventilatör inspirasyon süresinden kısa olması	Basınç kontrol modunda basınç artışını arttırmak



- Geçikmiş döngüde, ventilatörün ayarlanan inspirasyon zamanı, hastanın nörolojik inspirasyon zamanından daha uzundur. Bu nedenle hasta inspirasyon fazını çoktan durdurmuşken, aynı zamanda mekanik ventilatör solunum sistemine akış sağlamaya devam eder. Bu durum inspiratuar takılma olarak adlandırılır. Akım dalgasında inspiryum sonunda duraklama şeklinde görülür (Şekil 4B).

Tablo 2: Ventilatördeki Hastada Hayatı Tehdit Eden Alarm Durumlarının Klinik Bulguları

Her nefeste toraksın yetersiz yükselmesi ve alçalması
Azalan akciğer sesleri, tek taraflı veya iki taraflı
Vital bulgulardaki yeni bozulmalar
Oksijen desatürasyonu
ETCO ₂ dalga formunun azalması veya kaybolması

- Ventilatör solunumun herhangi bir evresinde basınç kaybettiğinde, düşük basınç alarmı devreye girer. Düşük basınç alarmı için ventilatörden akciğerlere kadar olan devrenin herhangi bir yerinde ayrılma ya da kaçak olabilir.



Düşük basınç alarmı nedenleri:

- Ventilatör hattı ve endotrakeal tüpün (ETT) bağlantısının ayrılması.
- Artan hasta çabası—hava açlığı, nefesler sırasında “içe çekme”.
- ETT yer değiştirmesi veya ekstübasyon—ETT ucu tam ses telleri seviyesinde olabilir ve bu nedenle hasta henüz desatürasyona girmemiştir.
- ETT kafında kaçak olabilir ve verilen havanın kaçmasına izin verebilir.
- Daha düşük olasılıkla, devrede bir yerde bir delik te bulunabilir.

- Burada sebep hastanın hava açlığı ve inspiratuar eforu ise çözüm sedatif ilaçlar kullanarak bu çabanın azaltılmasıdır. Hastanın aşırı inspiratuar eforu durumunda cihaz düşük PEEP alarmı da verebilir. Çünkü hastanın eforu klinisyen tarafından ayarlanmış olan PEEP'in verilememesine neden olur.
- Ancak cihaz ciddi bir kaçığı algılayıp ayrılma (disconnection) alarmı veriyor ve ayrılan yer hızla anlaşıp düzeltilemediyse hasta hızlıca bag-valve ile solutularak devredeki sorun düzeltilmelidir. ETT glottis seviyesine ilerlemiş ise bu genelde hastanın ağzından çıkan hava kaçığının dinlenmesi yoluyla basitçe anlaşılabilir. ETT'ün dikkatlice tekrar doğru yerine yerleştirilmesi sorunu çözecektir.
- Yüksek basınç alarmı benzer şekilde hastadan ventilatöre kadar herhangi bir sorundan kaynaklanabilir. Yüksek basıncın aslında klinisyen tarafından ayarlanan bir değer olduğu unutulmamalıdır.

Ventilasyon

Akıl Notları

ARADIĞINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESE



www.guneskitabevi.com

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ



ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47



Türkiye'nin her yerinden...
0505 734 13 13



ISBN: 978-625-6065-43-7



9 786256 106543 7