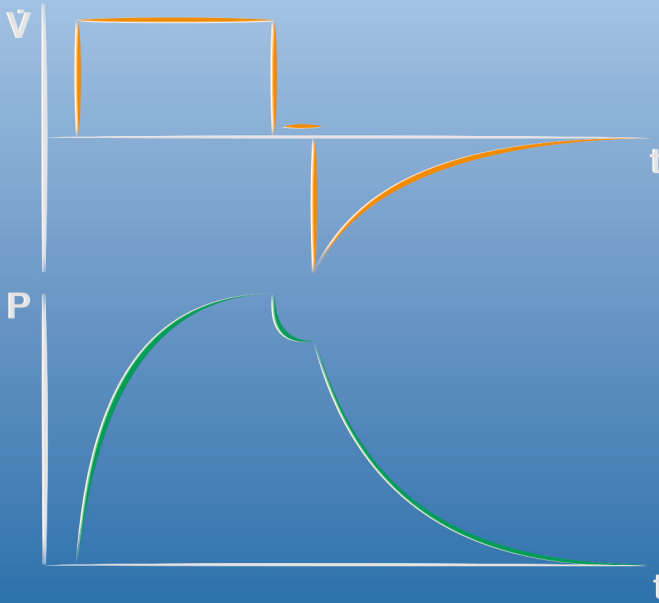


MEKANİK VENTİLASYON

KLİNİK UYGULAMA TEMELLERİ

Editör

Prof. Dr. Yalım DİKMEN



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

MEKANİK VENTİLASYON KLİNİK UYGULAMA TEMELLERİ

EDİTÖR

PROF. DR. YALIM DİKMEN

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

Mekanik Ventilasyon Klinik Uygulama Temelleri

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.

Copyright © 2012

ISBN: 978-975-277-430-8

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı: Ali Aktaş

Yayın Koordinatörü: Nuran Karacan

Dizgi - Düzenleme: Ümit Saçı

Kapak Tasarımı: Hasan Turgut Yozgatlı

Baskı: Ayrıntı Basımevi - İvedik Organize Sanayi Bölgesi

28. Cad. 770 Sok. No: 105-A Ostim/ANKARA

Telefon: (0312) 394 55 90 - 91 - 92 • Faks: (0312) 394 55 94

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
Faks: (0212) 356 87 44

KOŞUYOLU ŞUBE

Koşuyolu Caddesi No: 51/1
Koşuyolu-Kadıköy/İstanbul
Tel&Faks: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com
info@guneskitabevi.com



İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Solunum Yetersizlikleri ve Mekanik Ventilasyon Endikasyonları..... 1 <i>Dr. Hüseyin Öz</i>
BÖLÜM 2	Mekanik Ventilasyon Arayüzleri 15 <i>Dr. Seval Ürkmez</i>
BÖLÜM 3	Solunum Sistemi Mekanikleri 45 <i>Dr. Necmettin Ünal</i>
BÖLÜM 4	Mekanik Ventilatörlerin Teknik Özellikleri..... 61 <i>Dr. Mehmet Uyar</i>
BÖLÜM 5	Geleneksel Mekanik Ventilasyon Şekilleri ve Ventilatilatörün Ayarlanması 69 <i>Dr. Levent Döşemeci</i>
BÖLÜM 6	Yeni Modlar 83 <i>Dr. Oktay Demirkıran</i>
BÖLÜM 7	Bifazik Havayolu Basıncı 93 <i>Dr. Arash Pirat</i>
BÖLÜM 8	Noninvazif Ventilasyon 107 <i>Dr. Perihan Ergin Özcan</i>
BÖLÜM 9	Mekanik Ventilasyonun Fizyolojik Etkileri 115 <i>Dr. Alper Yosunkaya</i>
BÖLÜM 10	Mekanik Ventilasyon Komplikasyonları 129 <i>Dr. Murat Yılmaz, Dr. Melike Cengiz, Dr. Atilla Ramazanoğlu</i>
BÖLÜM 11	Mekanik Ventilasyon Sırasında Ortaya Çıkan Sorunlar ve Çözümleri..... 139 <i>Dr. Ferda Kahveci</i>
BÖLÜM 12	Solunum Sistemi Monitörizasyonu 151 <i>Dr. Mehmet Turan İnal, Dr. Dilek Memiş, Dr. Elif Çopuroğlu</i>
BÖLÜM 13	Mekanik Ventilasyon Uygulanan Hastaların Beslenmesi..... 161 <i>Dr. Güniz Meyancı Köksal, Dr. Çiğdem Tütüncü</i>
BÖLÜM 14	Mekanik Ventilasyon Sırasında Sedasyon ve Analjezi 171 <i>Dr. Birgül Büyükkıdan Yelken</i>
BÖLÜM 15	Akut Akciğer Hasarı ve Akut Sıkıntılı Solunum Sendromunda 187 Koruyucu Ventilasyon: Temel İlkeler <i>Dr. Nahit Çakar</i>
BÖLÜM 16	Özel Durumlarda Mekanik Ventilasyon Uygulaması 195 <i>Dr. Kubilay Demirağ</i>
BÖLÜM 17	Mekanik Ventilasyon Sırasında Nemlendirme ve Aerosol Tedavisi 203 <i>Dr. Tuğhan Utku</i>
BÖLÜM 18	“Weaning” (Mekanik Ventilatörden Ayırma) 215 <i>Dr. İ. Özkan Akıncı</i>
BÖLÜM 19	Evde Mekanik Ventilasyon 221 <i>Dr. Simru Tuğrul</i>
	İndeks 227

KATKIDA BULUNANLAR

Doç. Dr. İ. Özkan Akıncı

*İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Melike Cengiz

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Nahit Çakar

*İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Uzm. Dr. Elif Çopuroğlu

*Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Kubilay Demirağ

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Oktay Demirkıran

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Levent Döşemeci

*Medicalpark Antalya Hastanesi
Anestezi Kliniği*

Uzm. Dr. Mehmet Turan İnal

*Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Ferda Kahveci

*Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Güniz Meyancı Köksal

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Dilek Memiş

*Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Hüseyin Öz

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Perihan Ergin Özcan

*İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Arash Pirat

*Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Atilla Ramazanoğlu

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Simru Tuğrul

*İstanbul Bilim Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Uzm. Dr. Çiğdem Tütüncü

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Mehmet Uyar

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Uzm. Dr. Tuğhan Utku

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Necmettin Ünal

*Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Uzm. Dr. Seval Ürkmez

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Birgül Büyükkıdan Yelken

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Doç. Dr. Murat Yılmaz

*Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

Prof. Dr. Alper Yosunkaya

*Konya Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı*

ÖNSÖZ VE GİRİŞ

Yapay solunum uygulaması ile ilgili kayıtlar antik Yunan ve Mısır'a kadar takip edilebilmektedir. İlk güvenilir yazılı kayıt ise Galenos'a (MS. 175) atfedilmektedir. Daha sonra, onun çalışmalarından da esinlenen Paracelsus ve Vesalius'un, deneylerinde kullandıkları hayvanlara ve otopsilerde cesetlere, trakeotomi yoluyla yapay solunum uyguladıkları bilinmektedir. Hatta bir rivayete göre, Vesalius, kalbi durmuş bir İspanyol asilzadesine otopsi yaparken suni solunum uygulamış, bu kişinin kalbinin çalışmaya başlaması üzerine cadılıkla suçlanmış ve yakılarak öldürülmekten zor kurtulmuştur.

Sonraki yıllarda, boğulan kişilerde ağızdan ağıza yapay solunum uygulamaları yaygınlaşmıştır. On sekizinci yüzyılda ise, ağızdan ağıza soluklar yerine bazı körüklerin kullanılmaya başlandığı görülür.

Mekanik ventilatörlerin gelişmesinde ilk adım, negatif basınçlı ventilatörlerin geliştirilmesidir. İlk negatif basınçlı ventilatör 1832 yılında Dalziel tarafından geliştirilmiştir. Bu ventilatör, hastanın içinde oturduğu, boynundan aşağısını hava geçirmez şekilde kaplayan bir tanktır. Tek yönlü bir valf ve körük mekanizması yoluyla tank içine vakum uygulayarak negatif basınç oluşması sağlanmıştır. Bu ventilatör Drinker ve Shaw tarafından geliştirilerek (1929) bilinen çelik akciğer görüntüsünü almıştır. Çelik akciğer hastanın boynundan aşağısının içine konduğu, hava geçirmez, çelik bir tüp şeklindedir.

Modern mekanik ventilasyon uygulamalarının temelini oluşturan pozitif basınçlı mekanik ventilasyonun klinik uygulamaya girmesi için bir yüzyıl daha geçmesi gerekmiştir. Bu dönem içinde pozitif basınçlı ventilasyon, anestezi uygulamalarında kullanılmıştır.

Pozitif basınçlı yapay solunumun akut solunum yetersizliği tedavisinde kullanılması, 1952 yılında gerçekleşmiştir. Bu yıllar, kuzey Avrupa ülkelerinin poliomiyelit salgını ile uğraştığı yıllardır. Hastalarda görülen bulber tipte poliomiyelit, solunum yetersizliklerine neden olmakta

ve negatif basınçlı ventilasyon bu hastaların kurtarılmasında yetersiz kalmaktadır. Kopenhag'lı bir anestezi uzmanı olan Bjorn Ibsen, üç hafta içinde bu şekilde tedavi edilmeye çalışılan 31 hastanın 27'sinin kaybedildiğini yazmıştır. Bu kayıplar üzerine kendisinden yardım istenmiş ve Dr. Ibsen çok ağır durumda olan 12 yaşında bir kızı trakeotomi yaparak ve elle pozitif basınç uygulayarak ventilasyon desteğine başlamıştır. Bu şekilde hastanın genel durumunda iyileşme sağlamak mümkün olmuştur. Bu hastadan yola çıkarak yapılan incelemelerde negatif basınçlı ventilasyonun hastaların akciğerlerini korumakta yeterli olmadığı tespit edilmiş ve tedaviye pozitif basınçlı ventilasyon desteği eklenmesi gerektiği görüşü kabul görmüştür.

Bu dönemlerde piyasaya pozitif basınçlı ventilatörlerin ilk nesilleri çıkmaya başlamıştır. Bu dönemde önce Bennett hemen ardından Engstrom ve Draeger marka pozitif basınçlı ventilatörler tanıtılmıştır.

Bin dokuz yüz ellili yıllar, klinikte pozitif basınçlı ventilatörlerin kullanılmaya başladığı yıllardır. Takip eden yıllarda, akut solunum yetersizliklerinin tedavisinde pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulamaya yerleşecek, aşağı yukarı aynı yıllarda kullanıma giren kan gazları ölçüm cihazları ile birlikte klinikte önemli atılımlar yapılmasını sağlayacaktır. Örneğin, bu cihazları birlikte kullanan ekiplerden biri 1967 yılında ARDS'yi tanımlayarak yayınlamıştır.

Son elli yılda ise bir yandan teknolojinin gelişmesi, diğer yandan solunum yetersizliklerinin fizyolojisi ile ilgili bilgilerin çoğalması ile mekanik ventilasyon uygulama yöntemleri değişmiş ve çeşitlenmiştir. Özellikle mikroişlemci teknolojinin mekanik ventilatörlere yerleştirilmesi, inspirasyon akımının şeklinin kontrol edilmesi ve farklı ventilasyon modlarının geliştirilmesini sağlamıştır.

Mekanik ventilatör, temel olarak inspirasyon kaslarının işlevini tamamen yerine getiren ya da onlara yardım eden bir cihazdır. Bu cihaz sayesinde inspirasyon sırasında, alveollere doğru, yeterli gaz akımı oluşması sağlanır.

Ancak mekanik ventilasyon uygulaması sorunsuz değildir. Akciğerlerde oluşturduğu basınç değişimleri, fizyolojik durumun tam tersi olan bu uygulamanın etkin olabilmesi ve neden olabileceği zararların engellenebilmesi için, mekanik ventilasyona, solunum sistemine ve genel olarak kritik hasta bakımına özgü bir çok özelliğin iyi bilinmesi gereklidir.

Elinizdeki kitabın amacı, bu özelliklerin öğrenilmesine katkıda bulunmaktır. Kitabın yazarları, meslek yaşamlarının önemli bir bölümünü kritik hasta bakımına ve mekanik ventilasyona adanmış deneyimli klinisyenlerdir. Bu nedenle okuyucu, mekanik ventilatördeki bir hastanın bakımı ile ilgili pek çok bilgiyi edinmek imkanına sahip olacaktır.

Mekanik ventilasyon ile ilgili en sık karşılaşılan soruların başında, mekanik ventilasyon modunun nasıl seçileceği ve ventilatör ayarlarının nasıl yapılacağı gelmektedir. Klinikte, kritik hasta ile karşılaşan hekimler önce bu soruları yanıtlama beklentisi içindedirler. Ama, bu soruların yanıtı sanıldığı kadar kolay değildir. Yukarıda değinildiği gibi, mekanik ventilasyon uygulamasının özelliği, solunum sisteminin kendine özgü ve diğer sistemler ile olan etkileşiminin oluşturduğu özellikler ve hastanın mevcut hastalıklarının bunlara katkısı, durumu karmaşıklaştırmaktadır.

Her ne kadar yoğun bakım literatüründe mekanik ventilasyon ile ilgili bilgiler artmakta ve konu ile ilgili bir çok çalışma yayınlanmakta ise de, mekanik ventilasyonun bir bilimden çok bir sanat olduğu söylenebilir. Farklı solunum

yetersizliklerinde ventilatör ayarlarını kolaylaştıracak reçeteler, halen oluşturulamamıştır. Bu nedenle mekanik ventilasyon uygulayacak klinisyen, bu konuda edindiği bilgileri kullanarak hasta için en olumlu olacak ventilasyon şeklini seçmek için çaba sarf etmelidir.

Diğer yandan, kritik hastaların genel olarak bakımı ve tedavisi ile ilgili uygulamaların etkinliği mekanik ventilasyon sonucunu etkileyeceği için, hastanın bir bütün olarak ele alınması ve tedavi edilmesi çok önemlidir. Bu kitapta, mekanik ventilasyon sırasında hasta bakımı açısından çok önemli konular olan monitörizasyon, sedasyon ve beslenme gibi uygulamalar da yer almaktadır.

Sonuçta, bu kitabı edininip, okumanızı ve içindeki bilgileri hastanızın bakımında kullanmanızı öneririm.

Prof. Dr. Yalın Dikmen

- Eisenberg M. The quest to reverse sudden death: a history of cardiopulmonary resuscitation in cardiac arrest: the science and practice of resuscitation medicine. In: Paradis NA, Nowak RM, eds. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1996:1-27.
- Young JD, Sykes MK. Artificial ventilation: history, equipment and techniques. Thorax. 1990;45:753-8.
- Woollam CHM. The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration 1892 – 1918. Anaesthesia 1976;31:537-47.
- Ibsen B. The anaesthetist's viewpoint on the treatment of respiratory complications in poliomyelitis during the epidemic in Copenhagen, 1952. Proc R Soc Med. 1954;47:72-4.
- Petty TL. In the cards was ARDS: how we discovered the acute respiratory distress syndrome. Am J Respir Crit Care Med. 2001;163:602-3.

Solunum Yetersizlikleri ve Mekanik Ventilasyon Endikasyonları

Dr. Hüseyin Öz

SOLUNUM YETERSİZLİKLERİ

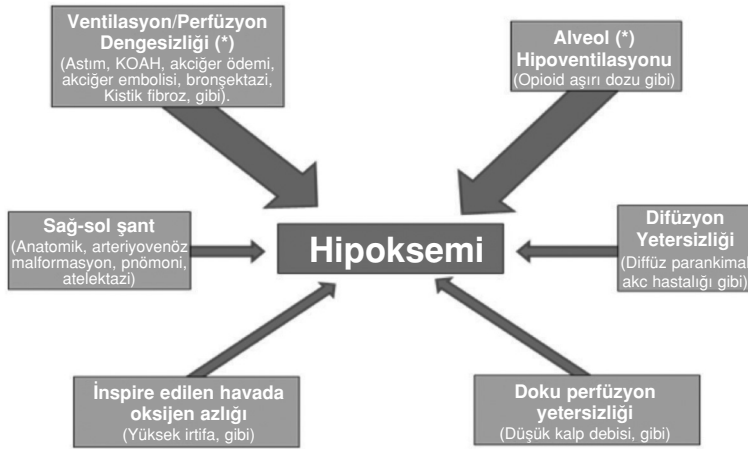
Yoğun bakım ünitesi (YBÜ)'ne yatan hastaların büyük çoğunluğu ya direk solunum yetersizliği ile gelir ya da, YBÜ'de yatarak solunum yetersizliği gelişir.¹ YBÜ'de solunum yetersizliği gelişme oranı da oldukça yüksektir. Esteban ve ark.²'in 2000 yılında yayınlanan ve sekiz ülkede toplam 1638 olguda yaptıkları çalışmada, mekanik ventilasyon uygulama nedenlerini akut so-

lunum yetersizlikleri (%66), koma (%15), Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) akut alevlenmesi (%13) ve nöromusküler bozukluklar (%5) olarak sıralamaktadırlar. Vincent ve arkadaşları,¹ 16 ülkede 40 YBÜ'yü içine alan ve YBÜ'de yatan 1449 yetişkin hastada yaptıkları çalışmada, olguların %32'sinde YBÜ'ye girişte akut solunum yetersizliği (ASY) saptamışken, gelişte ASY olmayan hastaların %35'inde YBÜ'de yatarak ASY geliştiği tespit edilmiş,

Tablo 1 • Solunum Yetersizliğinde Bozulan Komponentin Yatakbaşı Tayini:¹¹

İşlev Bozukluğu Tipi	Test	Tanı Yöntemi	Disfoksiyonla Birlikte Olan Bulgular
Kontrol	Soluk sayısı	Spontan soluyan hastanın klinik gözlemi	f<12/dk ve (hipoksemi, hiperkarbi ve asidemi varlığı)
Pompa	Vital kapasite, inspirasyon gücü	Uyanık hastada yatak başı ölçümler	Paradoksal solunum VC<10 mL/kg IF< -20 cmH ₂ O RSBI>105
Hava yolları	Oskültasyonda wheezing veya ronküs Havayolu rezistansı ölçümü Oto-PEEP'in klinik bulgusu varlığı	Fizik muayene Sedatize ve koopere hastalarda yatakbaşı ölçümler Oskültasyon veya sedatize hastada yatak başı ölçüm	Wheezing varlığı Raw > 10 cmH ₂ O/L /sn Oto-PEEP varlığı
Alveoller	Arter kan gazları Solunum sistemi kompliyansı	Arter kan örneği Sedatize hastada yatakbaşı ölçüm	PaO ₂ /FiO ₂ anormal PaCO ₂ artışı Crs > 30 mL/cmH ₂ O
Pulmoner damarlar	Göğüs radyografisi Sağ kalp fonksiyonu tayini	Yatak başı grafi çekme Santral ven basıncı EKG	Alveol infiltrasyonları Yüksek SVB Sağ kalp "strain" veya RBBB

f: dakikada soluk sayısı, VC: Vital kapasite, IF: Inspirasyon gücü, RSBI: Rapid shallow breathing index, PEEP: Crs: Solunum sistemi kompliyansı. Ekspirasyon sonu pozitif basınç, SVB: Santral ven basıncı, EKG: Elektrokardiyografi



* Ventilasyon/perfüzyon dengesizliği ve alveol hipoventilasyonu hipokseminin en önemli sebepleridir.

Şekil 1 • Tip I – Hipoksemik solunum yetersizliği (Patofizyolojik mekanizmalara göre) (22 ve 23'ten değiştirilerek).

yon, amfizem vs. gibi durumlar V/P'yi bozar. Enfeksiyonlar, kalp yetersizlikleri, inhalasyon hasarı ve sıvı aspirasyonu sebepler arasındadır. Klinik olarak; dispne, takipne, taşikardi, yardımcı solunum kasları kullanımı, burun kanadı solunumu, siyanoz, MSS disfonksiyonu ile seyreden bir hipoksemi vardır. Oskültasyon ve radyolojik incelemeler ayrıricı tanıda önemli bilgiler verebilir. Anatomik şantının aksine, V/P bozukluğuna bağlı hipoksemiler oksijen vermekle düzelebilir.

- 3) **Şant:** Konjenital veya travmaya bağlı olabilen sağdan-sola şantlarda oksijen vermeye dirençli bir hipoksemi ortaya çıkar. Şantlar, atrial septal defekt, ventriküler septal defekt, duktus arteriosus gibi büyük damar anomalileri ve doku seviyesinde (ventile olmayan

akciğer ünitelerinde perfüzyonun devam etmesi) olabilir. Klinik bulgular V/P bozukluğundaki gibidir. Anatomik şantlarda ortaya çıkan hipoksemi oksijen vermekle düzelmez (Tablo 6). Tablodan da görülebileceği gibi, solunan havadaki oksijen düşüşü, hipoventilasyon, V/P bozuklukları ve difüzyon kısıtlamalarında oksijen vermekle hipoksemi düzelirken, şantta düzelme olmaz.

- 4) **Difüzyon bozukluğu:** Alveolo-kapiller geçiş mesafesinin kalınlaşması sonucu (epitel, bazal membran, endotel, interstisyel inflamasyon, fibrozis, vs.) ortaya çıkabilir ve nadiren bariz hipoksinin sebebidir. Normalde gaz değişim bölgesindeki kapillerlerden eritrositler bir saniyede geçerler. Gaz değişimi ise 0.3 saniyede tamamlanır. Dolayısıyla 0.7 saniyelik bir yedek vardır.¹⁶ Difüzyon bozuk-

Tablo 6 • Tip-1 Solunum Yetersizliklerinin Mekanizması, Oksijen Verilmesine ve A-a PO₂'ye Yanıtları (16'dan Değiştirilerek).

Mekanizması	İlave Oksijene Cevap	A-aPO ₂ artması
FiO ₂ düşmesi	Evet	Hayır
Hipoventilasyon	Evet	Hayır
Şant	Hayır	Evet
V/P oranı bozukluğu ve/veya difüzyon kısıltması	Evet	Evet

niştir. Arkasında özofagus, önünde ilk birkaç kıkırdak halka seviyesinde tiroid istmusu bulunur. Trakea mukus salgılayan silyalı epitel hücreleriyle örtülüdür ve bu silyaların hareketiyle yabancı cisimler larinksten atılır. Karina 4. torasik vertebra seviyesinde yer alır.¹ Bu bilgi göğüs radyografisinde endotrakeal tüpün yerinin doğrulanmasında kullanılır. Sağ ana bronş sola göre daha az açı yapar. Bu nedenle fazla ilerletilen endotrakeal tüplerin sağ ana bronşa girmesi daha sıktır. Trakeayı bronşial, inferior tiroid, innominat ve subklavyen arter dalları besler.

Entübasyonsuz Havayolu Yönetimi

Entübasyonsuz havayolu yönetimi belirli seviyede beceri ve eğitim gerektirir. Balon valf maske sistemiyle elle ventilasyon ve maske ile pozitif basınçlı mekanik ventilasyon uygulaması anatomik yapı nedeniyle maskenin tam oturmasına bağlı olarak her zaman mümkün olmayabilir. Günümüzde kullanılan yüz maskele-ri uyumluluğu yüksek ve farklı yüz tiplerine uygun olabilecek kenarları şişirilebilen plastik yapılarıdır. Yetişkin maskeleri küçük, orta ve büyük boydadır (No: 3, 4, 5). Çocuk maskeleri ye-

nidoğan, bebek ve çocuk boy olarak adlandırılır. Çocuklarda daha az ölü boşluk yaratmak amacıyla yassı yapıda Rendell-Baker-Soucek maskesi geliştirilmiştir.⁶ Siyanoz ve kusma gibi problemlerin daha erken tespit edilebilmesi için siyah ve opak yapıdaki maskeler yerine şeffaf yapıda olan maskeler tercih edilmelidir (Şekil 1).

Maskeyle ventilasyon sırasında bir elle maske hastanın yüzüne tutulurken diğer elle balon valf sistemiyle ventilasyon sağlanır. Maskeyle uygun ventilasyon için maske yüze bastırılmamalı ama hava kaçığına da izin verilmemelidir. Tek elle maske tutma tekniğinde baş ve işaret parmağı maskenin üzerine “C” şeklinde yerleştirildikten sonra bu iki parmakla maskenin hastanın yüzüne oturmasını sağlamak için bası uygulanır ve boşta kalan üç parmakla üst havayolu açıklığını sağlamak için mandibulanın kemik dokusundan tutularak çene yukarı kaldırılır (Şekil 2). Maske ile hastanın yüzü arasındaki sıkı tutunum uygun ventilasyonun sağlanması açısından, özellikle havayolu direnci artmış veya torasik kompliyansı azalmış hastalarda önemlidir. Morbid obezite, bronkokonstrüksiyon, pulmoner ödem gibi durumlarda kaçak ih-



Şekil 1 • Yüz maskeleri.

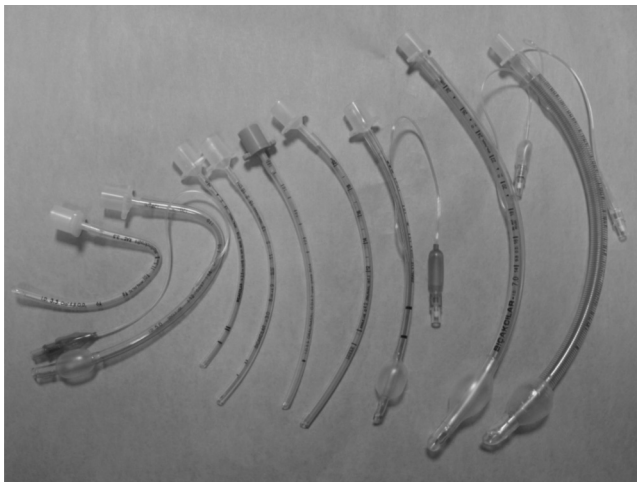
steril olarak üretilir ve tek kullanımlıktır. Şekil 6'da endotrakeal tüp çeşitleri gösterilmiştir. Uygun boyutta tüpün seçilmesi ihmal edilmemesi gereken bir konudur. Küçük tüp kullanılması soluma işini arttırır.¹ Çoğunlukla erişkin kadınlarda iç çapı en az 7-7,5 mm olan tüpler, erkeklerde ise 8-9 mm olan tüpler kullanılır. Yaşa göre yakaşık tüp boyutları ve dudak kenarı mesafesi Tablo 6'da özetlenmiştir. Kafa ve boyun cerrahisinde tüpün kıvrılarak tıkanma olasılığına karşı spiral tüpler tercih edilir.

Endotrakeal tüpler balonlu veya balonsuz olabilir. Distal trakea ucunda bulunan balon, düşük basınç, yüksek hacimli olmalıdır. Balon basıncı 15-30 mmHg arasında olduğunda, balon trakea duvarına en uygun durumdadır ve pozitif basınçlı ventilasyonda uygun tutunumu sağlar.¹ Trakea iskemisi, kapiller basıncın (yaklaşık 30 mmHg) aşıldığı herhangi bir zamanda oluşabilir, inflamasyon ve ülserasyona neden olabilir.¹ Trakea duvarında gelişen aşınma ön duvarda ise innominat arter yaralanmasına, arka duvarda ise özofagotrakeal fistül gelişmesine yol açabilir. Uzun dönem sekeli olarak trakeomalazi veya trakea stenozu gelişebilir. Düşük basınç, yüksek volümlü endotrakeal tüp balonu gerekenden fazla miktarda hava ile şişirilirse yüksek basınçlı hale getirilebilir. Bu nedenle tüpün balonu hava kaçığına yol açmayan en az miktarda hava ile şişirilmelidir. 8 yaşın altında-

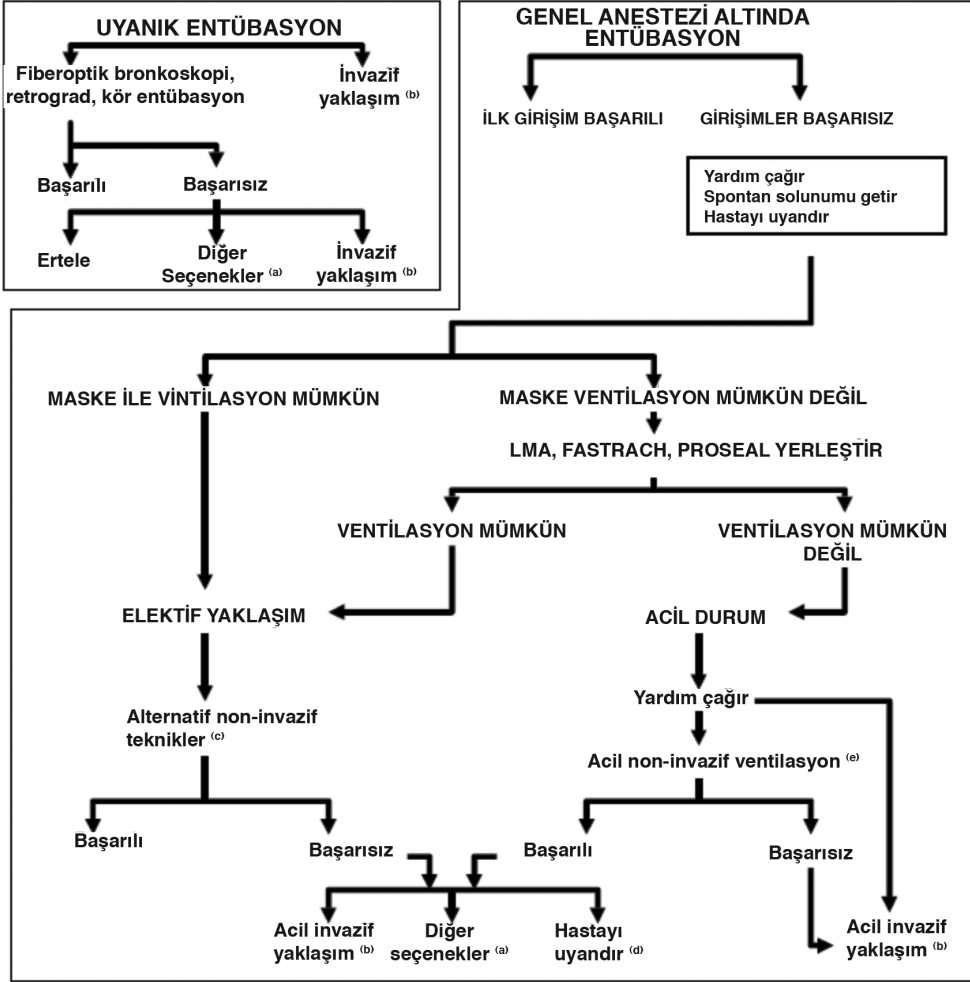
ki çocuklarda balonsuz tüpler tercih edilir. Bu yaş grubu çocuklarda subglottik mesafenin tüpü sınırladığı düşünülür. Çocuklarda tüp boyutu $(16 + \text{yaş})/4$ formülüyle hesaplanır.⁶

Endotrakeal Entübasyon Yöntemleri

Endotrakeal entübasyon kararı alındığında işlem öncesi her bir entübasyon yönteminin başarı şansı, klinik durumun aciliyeti, entübasyonun uzama ihtimali ve hastanın durumunu etkileyen etkenler değerlendirilmelidir. Entübasyon denemeleri hastanın hipoksik kalmasına neden olmamalıdır. Preoksijenasyon (denitrojenasyon), hastanın FRC'sindeki nitrojeni oksijenle değiştirir ve entübasyon için gerekli süreyi en üst seviyeye çıkarır. Preoksijenasyon FRC'yi oksijen kaynağı olarak kullanır. FRC ve oksijen tüketimi normal ise yüze sıkıca oturan yüz maskesi ile hastanın %100 oksijen (O_2) ile 5 dakika tidal volümde soluması hemoglobinin desatürasyonundan önce 8 dakika üzerinde apne süresine imkan verir.⁵ Sağlıklı bireylerde yapılan bir çalışmada preoperatif preoksijenasyonu takiben obez olmayanlarda 6 ± 0.5 dakika %90'nın üzerinde O_2 satürasyonu sağlanırken, obez olanlarda 2.7 ± 0.25 dakikada %90'nın altında oksihemoglobin desatürasyonu gözlenmiştir.²¹ Diğer bir preoksijenasyon yöntemi vital kapasite tekniğidir; %100 oksijen ile birbirini izleyen dört vital kapasite solunumu yaptırılan bu teknikte



Şekil 6 • Endotrakeal tüpler.

Şekil 7 • ASA zor havayolu algoritması.²⁹

1. Temel sorunun olası ve klinik durumunu belirleyin:

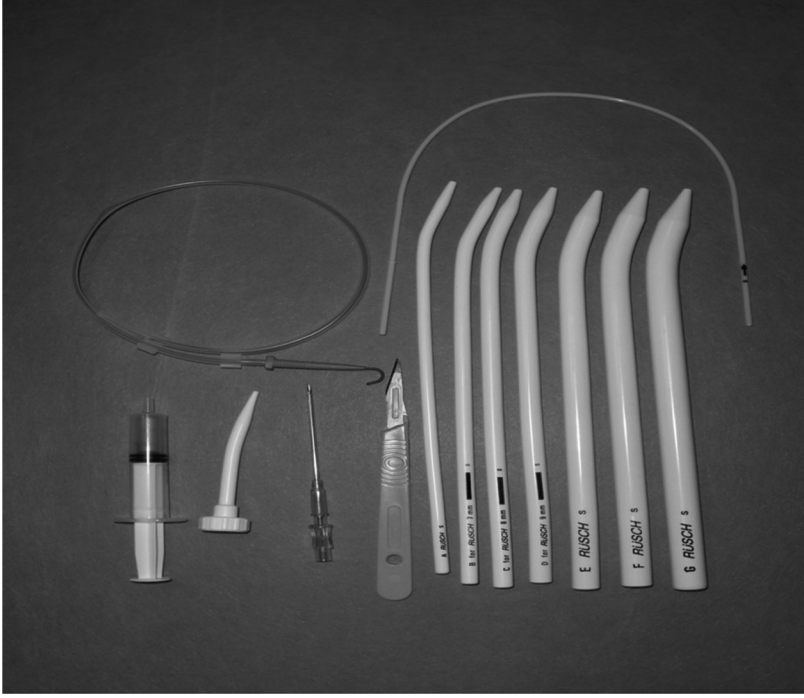
- A. Zor entübasyon
- B. Zor ventilasyon
- C. Hasta işbirliği ve rızasında zorluk
- D. Trakeostomide karşılaşılabilecek sorunlar

2. Üç temel yaklaşımda avantaj ve uygulanabilirliğini değerlendirin:

- A. Uyanık entübasyon veya genel anestezi altında entübasyon
- B. Spontan solunumun korunması veya ortadan kaldırılması
- C. Noninvasif veya invazif tekniklerle entübasyon

3. Primer ve alternatif stratejileri geliştirin:

- a. **Diğer seçenekler** arasında cerrahinin maske veya laringeal maske, lokal anestezi ile infiltrasyonu veya reyonel blok ile yapılması sayılabilir. Ancak, bunun için ön şart hastanın ventile edilebilmesidir.
- b. **İnvazif yaklaşım** cerrahi veya perkütan trakeotomi veya krikotirotomiye kapsar.
- c. **Alternatif noninvasif entübasyon yaklaşımları** farklı laringoskop bledleri kullanma, fiberoptik bronkoskopi, kör entübasyon (oral veya nazal), retrograd entübasyon, LMA-Fastrach içinden entübasyon ve tüp değiştirici üzerinden entübasyonu kapsar.
- d. Uyanık entübasyon için tekrar hazırlık yapmayı ve ya işlemi ertelemeyi düşün.
- e. **Acil noninvasif ventilasyon** seçenekleri kombine tüp, rijit bronkoskop ile ventilasyon ve transtrakeal jet ventilasyonu kapsar.



Şekil 8 • Çoklu dilatatör ile dilatasyon tekniğinde kullanılan malzemeler .

da uygulanabilir. Trakea ve larinksin kolay palpe edilebilmesi için hastanın boynu ekstansiyona getirilmelidir. Bunun için hastanın skapularları arasına veya omuz bölgesinin altına rulo şeklinde havlu konulmalıdır. Bu pozisyon trakeanın %50'sini toraks girişinin üstüne çıkarır.⁴⁰ Cerrahi alan, çene altından klavikulanın birkaç santim altına kadar boyanıp steril örtülerle örtülür. İşlem steril şartlarda yapılmalıdır. Cerrah krikoid kıkırdak, tiroid kıkırdak ve trakeal halkaları palpe ederek anatomik işaretleri tanırlar. Hastada önceki trakeostomiden kalan vertikal skar izi olmadıkça birçok cerrah suprasternal çentiğin 2 cm üzerinden 2-3 cm'lik transvers insizyon uygular. Transvers insizyon daha iyi kozmetik yara iyileşmesi sağlamaktadır. Subkutan dokular ve platizma kası diseke edilir. Sternohiyoid ve sternotiroid kasları vertikal insizyonla orta hattan ayrıldıktan sonra strap kasları orta hattan uzaklaştırılarak tiroid istmusu ortaya çıkarılır. İstmus yukarı çekilerek cerrahi alandan uzaklaştırılır veya nadiren kesilir. Krikoid kıkırdak veya birinci trakeal halkaya, tra-

keal kanca takılarak trakea eleve edilir. İkinci ve dördüncü trakeal halkaların arasına bistüri ile vertikal insizyon yapılır. Trakea insizyonu, oksijenin yanıcı özelliği nedeniyle elektrokoter ile yapılmamalıdır.⁴⁰ Trakeal flep (Bjork Flap) bir stoma açıklığı sağlayacak şekilde cilde sütüre edilir.⁴⁴ Endotrakeal tüp insizyonun üzerine kadar çekildikten sonra trakeostomi tüpü yerleştirilir. Trakeostomi tüpünün balonu şişiriliktan ve yeterli ventilasyonun sağlandığı doğrulandıktan sonra endotrakeal tüp çıkarılır.

Perkütan Dilatasyon Tekniği

Perkütan dilatasyon tekniğinde de ACT tekniğinde olduğu gibi boyun ekstansiyona getirilir ve boyun bölgesi steril olarak hazırlanır. Ciagli-a'nın Seldinger tekniğinde endotrakeal tüp birinci trakea halkasının üzerine çekildikten sonra birinci veya ikinci trakeal aralık üzerine orta hattan 2 cm'lik transvers insizyon yapılır. İnsizyon içinde, kör diseksiyon ile ön trakeal duvar belirlenir. Kateter giriş iğnesine enjektör takıldıktan sonra birinci veya ikinci trakeal aralıktan

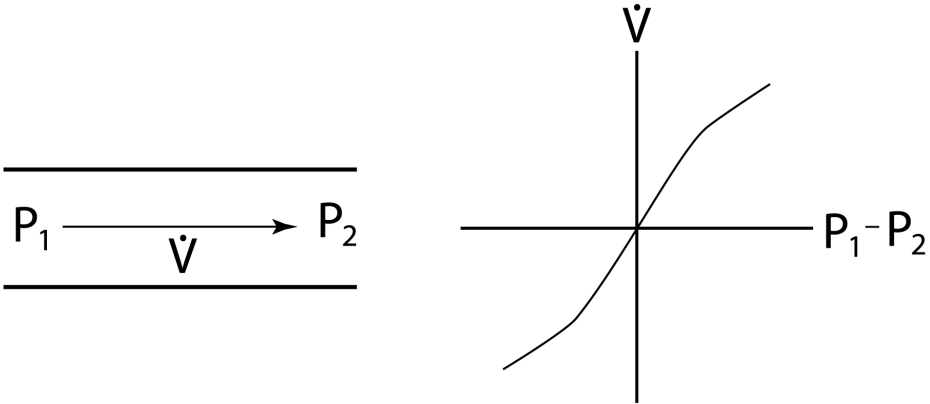
Solunum Sistemi Mekanikleri

Dr. Necmettin Ünal

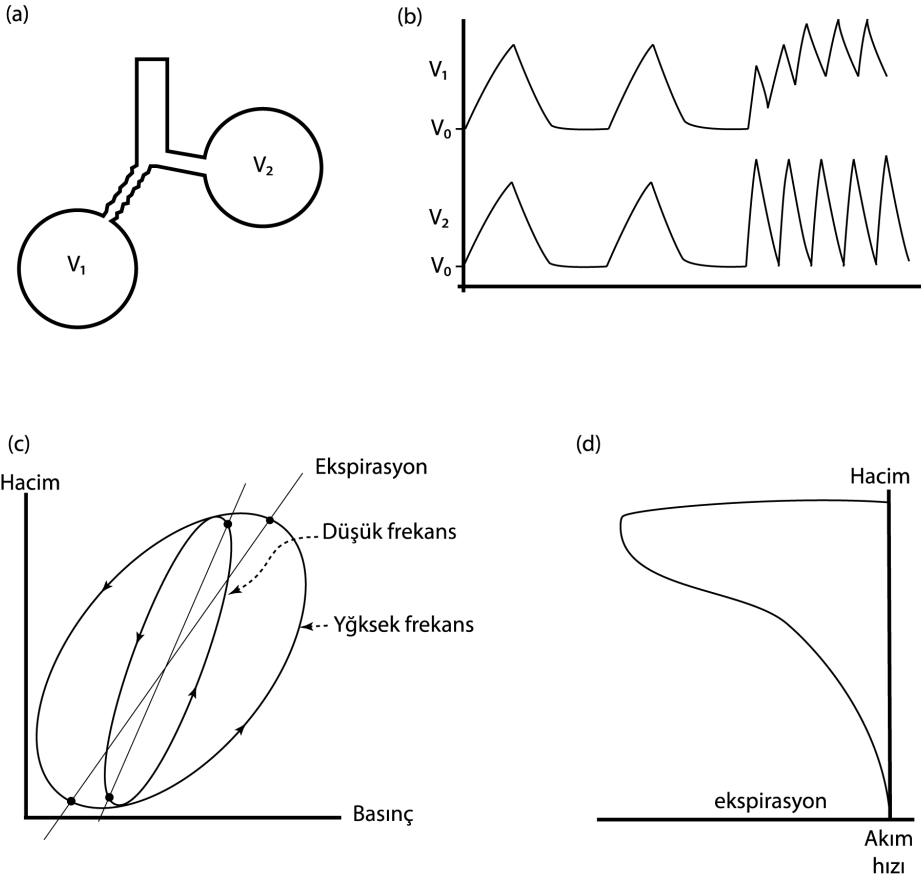
Mekanik ventilasyon uygulaması sırasında bilinmesi gereken bazı özellikler, hasta ile ventilatör arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkar. Mekanik ventilasyon uygulaması ile ortaya çıkan bu etkileşimde, solunum sisteminin mekanik özellikleri büyük önem taşımaktadır. Solunum sisteminin mekanik özelliklerindeki değişiklikler, ventilasyonun istenilen ve istenmeyen etkilerinin ortaya çıkışında büyük önem taşımaktadır. Sağlıklı kişilerde, önemli bir probleme yol açmaksızın uygulanabilen alışılmış ventilasyon stratejileri, kalp ve solunum sistemi hastalığı sonucu, solunum mekaniklerinde değişiklik oluşması nedeni ile fizyolojik bozukluklara ve hasar oluşumuna neden olabilir. Bu tür istenmeyen etkilerden kaçınmak için ventilasyon stratejilerinin, solunum sistemi mekaniklerinin monitörizasyon sonuçlarına göre değiştirilmesi gerekmektedir.

Bu bölümde mekanik ventilasyon sırasında uygulanan ve/veya ortaya çıkan basınç, hacim, akım değişimleri ve bunların bir arada değerlendirilmesi ile elde edilen parametrelerin öğrenilmesi, ölçülmesi ve mekanik ventilasyon uygulamasındaki kullanımları üzerinde durulacaktır.

Solunum sistemi akciğerler, akciğer dışı hava yolları ve göğüs duvarından oluşur. Göğüs duvarının mekanik özelliklerinin belirlenmesinde, göğüs kafesinin dışında, diyafram ve karın duvarı gibi solunum ile yer değiştiren tüm vücut yapıları yer alır. Solunum sistemini oluşturan yapılar tüp (trakea, bronşlar) ya da kese (alveoller, diyafram, karın duvarı) şeklindedirler. Tüp şeklindeki yapılar havanın iletilmesini sağlarlar. Mekanik özellikleri, belli çap ve uzunluktaki tüpün iki ucun arasındaki basınç farkına göre akım oluşumundan ibarettir (Şekil 1). Ke-



Şekil 1 • Tüp şeklindeki yapıların basınç-akım özellikleri.



Şekil 14 • a ve b) Direnci farklı alveollerden oluşan akciğerde, ventilasyonun düşük frekanslarda homojen, daha yüksek frekanslarda ise homojen olmayan dağılımı. Yüksek frekansta, havayolu direnci yüksek olan, yavaş alveollerde dinamik hiperinflasyon ve oto-PEEP gelişimi ile, soluk hacminden aldıkları pay azalmaktadır. Hızlı alveollerin ise yavaş frekansa kıyasla soluk hacminden aldıkları pay artmaktadır. Bu durum, hem yavaş hem de hızlı alveollerde, alveoller arası basınç ve hacmin artması yoluyla travmatik etki yaratma riski oluşturur. c) Hızlı ve yavaş alveollerden oluşan bir akciğerde soluma hızının artırılması dinamik kompliyansın düşmesine neden olur. d) Hızlı ve yavaş alveollerden oluşan akciğerde, yüksek solunum frekansı nedeniyle ventilasyonun homojen olmayan dağılımı, akım-hacim eğrisinin ekspirasyon bölümündeki eğimin lineer olmaktan çıkıp konveks olmasına neden olur. Ekspirasyon başlangıcında hızlı alveoller derhal boşaldığından akım hızı yüksektir. Ekspirasyonun sonraki safhalarında ise yavaş boşalan alveollerden gelen akımın ön plana geçmesi nedeni ile akım hızı azalır ve hızlı akımdan yavaş akıma tedrici geçiş nedeni ile konveksite göstermeye başlar.

kanslarda ventile edildiklerinde, kompliyansı birbirine yakın olan alveoller nispeten daha homojen şekilde ventile edilirler. Ancak solunum frekansı artırıldığında ventilasyonun dağılımı havayollarının direncine daha bağımlı hale geleceğinden, yavaş alveoller daha az, hızlı alveoller ise oransal olarak daha fazla ventile edilirler. Bu durum, hızlı alveollerdeki basıncın düşük fre-

kansa göre artması ile sonuçlanır. Ventilasyonun bu şekilde dağılması dinamik kompliyansın da değişmesine neden olur ki bu duruma dinamik kompliyansın frekans bağımlılığı denilir.⁶² Homojen olmayan ventilasyon, akım-hacim eğrisinin ekspirasyon bölümünde mevcut olan doğrusal özelliğin bozulup eğrinin konveks bir şekil alması ile tespit edilebilir. Ekspirasyon

Tablo 1 • Tetikleme Değişkenleri ve Özellikleri

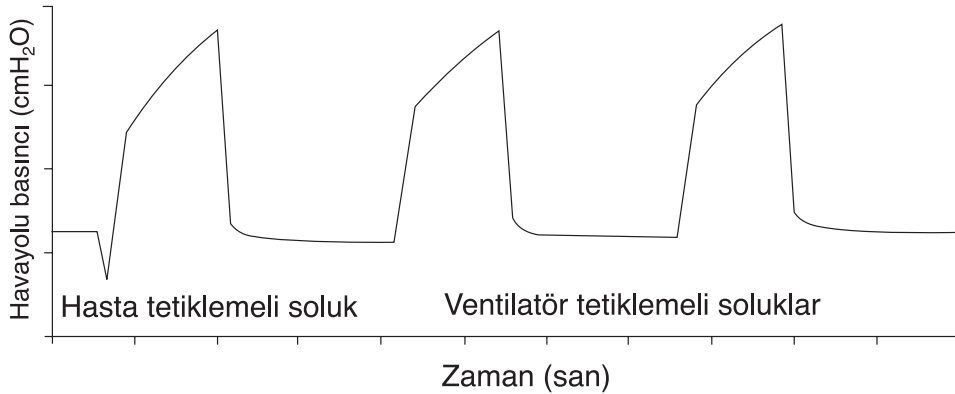
Hasta Tetikleme		Ventilatör Tetikleme
Basınç	Akım	Zaman
Hastanın inspirasyon çabasının sonucu olarak devrede basınç düşer ve ayarlanan değere ulaştığında ventilatör algılayarak inspirasyonu başlatır.	Devreden ventilatöre dönen akım hızı hastanın soluma çabası sonucu azalır, azalan miktar önceden ayarlanan düzeye ulaştığında ventilatör algılayarak inspirasyonu başlatır.	Ventilatör üzerinden her dakika verilmek istenen soluk sayısı ayarlanır. Ventilatör 60 saniyeyi ayarlanan soluk sayısına böler ve her bölüm başlangıcında inspirasyonu başlatır.

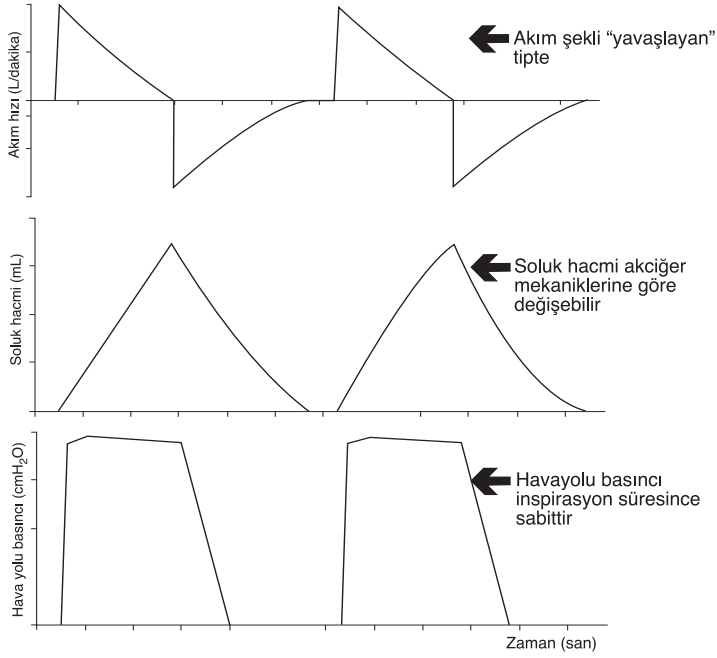
Tablo 2 • Limit Değişkenleri ve Özellikleri

Havayolu Basıncı	Hacim	Akım Hızı
Ayarlanan üst basınç limiti inspirasyon sırasında aşılamaz.	Önceden belirlenen hacim limiti inspirasyon sırasında aşılamaz.	Ayarlanan akım hızı limiti aşılamaz.

Tablo 3 • Döngü Değişkenleri ve Özellikleri

Zaman	Akım	Basınç	Hacim
Önceden ayarlanan inspirasyon süresi dolduğunda, ventilatör inspirasyondan ekspirasyona geçer.	İnspirasyon sırasında akım hızı en yüksek değerinin belirli bir oranına (tipik olarak %25'i) veya ayarlanan sabit bir hıza düştüğünde (örn. 5 L dak^{-1}) inspirasyon sonlanır.	Hacim kontrollü ventilasyon sırasında havayolu basıncı ayarlanan üst havayolu basınç limitine ulaşırsa belirlenen soluk hacmine ulaşılmasına bakılmaksızın ekspirasyon başlar.	Önceden ayarlanan soluk hacmine ulaşıldığında ventilatör inspirasyondan ekspirasyona geçer

**Şekil 1 • Hasta ve ventilatör tetiklemeli soluklar.** Hasta tetiklemesi ilk solukta inspirasyon başlangıcının, havayolu basıncında meydana gelen düşüşü takip etmesi ile anlaşılır.



Şekil 3 • Basınç kontrollü modun temel özellikleri.

farklı olabilir. Zorunlu soluklar CMV'nun özelliğine uygun olarak ventilatör veya hasta tarafından tetiklenebilir, tetikleme özellikleri açısından VC-CMV'den farkı yoktur.

Basınç kontrollü ventilasyonu VC-CMV'den ayıran diğer önemli özellikler; akım şeklinin yalnızca "yavaşlayan akım" olması ve akım hızının kullanıcı değil ventilatör tarafından belirlenmesidir. Bu özellikleri basınç kontrollü ventilasyonun en önemli avantajlarından biridir.

Basınç kontrollü ventilasyonda kontrol paneli üzerinde kullanıcı tarafından ayarlanan pa-

hacmine ulaşacak ancak, akciğere zarar verecek düzeye çıkmayacak şekilde belirlenir. Burada hangi basınçla ne kadar hacim sağlanacağı, hastanın solunum sisteminin mekanik özelliklerine göre değişecektir. Solunum mekanikleri, hastadan hastaya değişeceği gibi aynı hastada zaman içinde de değişebilir. Bu nedenle, bu modda hasta takibinde, güvenlik açısından, odaklanılması gereken en önemli parametre soluk hacmidir. Çünkü, başlangıçtaki basınç düzeyi ile yeterli bir soluk hacmi sağlansa bile havayolu direncindeki artış veya solunum sistemi kompliyansındaki azalma, bunun düşmesine ve hipoventilasyona neden olabilir.

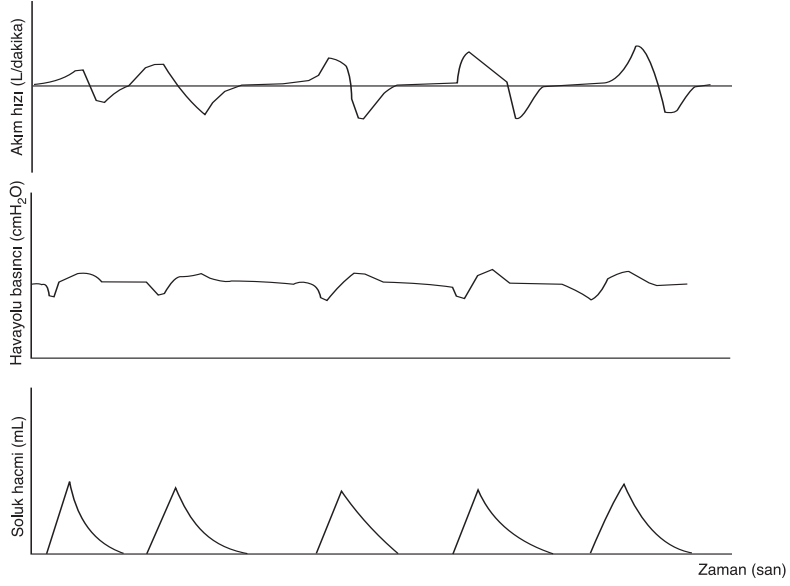
İnspirasyon basıncını belirlerken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer konu, seçilen basınç düzeyinin atmosfer basıncına göre mi, yoksa hastaya uygulanan ekspirasyon sonu pozitif basınç (PEEP) düzeyine göre mi belirlendiğidir. Soluk hacmini oluşturan, tepe basıncı ile PEEP arasındaki farktır, bu nedenle basınç düzeyinin PEEP'e göre ayarlanması daha doğrudur. Örneğin, PEEP 5 cmH₂O ve inspirasyon basıncı 15 cmH₂O ise, tepe havayolu basıncı 20 cmH₂O olacaktır (başlangıç referansı olarak PEEP alınıyorsa, yani; tepe basıncı = PEEP + inspi-

Kutu 4 • Basınç Kontrollü Ventilasyonda Ayarlanan Parametreler

1. İnspirasyon basıncı
2. Soluk sayısı
3. İnspirasyon süresi (veya inspirasyon/ekspirasyon oranı)

rametreler aşağıdaki Kutu 4'te gösterilmiştir (FiO₂, PEEP, tetikleme duyarlılığına ek olarak).

İnspirasyon basınç düzeyi; istenilen soluk



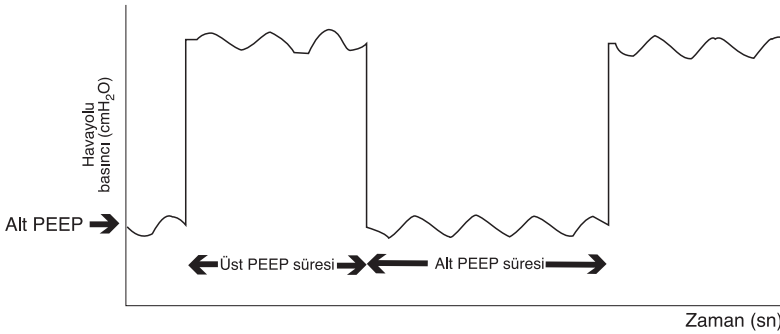
Şekil 8 • CPAP ile ventilasyon sırasında akım, basınç ve hacim dalgaları.

lasyon uygulamalarının artması ile kullanım alanı genişlemiştir. Devamlı pozitif havayolu basıncı, entübe hastaların yanı sıra entübe olmayanlarda da maske aracılığı ile uygulanabilir. Uyku apnesi ve KOAH teavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çift Düzeyli Pozitif Havayolu Basıncı (BIPAP)

Aslında CPAP'ın bir modifikasyonudur. Bu moddan ilk farkı; tek bir pozitif basınç değeri yerine, kullanıcı tarafından belirlenen düzeyler ve süreler ile iki farklı pozitif havayolu basıncı

(alt PEEP ve üst PEEP) uygulanıyor olmasıdır. Hasta, her iki basınç düzeyinde de spontan solunum yapar. Basınç değişiklikleri, hasta ile senkronize şekilde gerçekleşir ve dakika ventilasyonunun artmasını da sağlar (Şekil 9). Farklı PEEP düzeylerinin uygulama süreleri yine kullanıcı tarafından ayarlanır. İkinci farkı ise; hastanın spontan soluklarına basınç desteği sağlanabilmesidir. Eğer hastanın spontan solunumu duracak olursa uygulama, basınç kontrollü ventilasyon olarak devam eder. Eğer istenecek olursa, her iki basınç düzeyinde de soluklara inspirasyon desteği sağlanabilir. Ekspirasyon valfi tüm



Şekil 9 • BIPAP uygulamasına ilişkin basınç zaman eğrisi. İki farklı basınç düzeyi ayarlanmış ve hasta her iki düzeyde de spontan solunumunu sürdürüyor.

problemdir; bu durumdan korumak amacıyla klinisyen yüksek hız ve düşük VT alarmlarını belirler.²

YÜKSEK FREKANSLI OSİLASYONLU VENTİLASYON

Yüksek frekanslı osilasyonlu ventilasyon (HFOV) ilk kez 1952 yılında Emerson tarafından tanımlanmış ancak 1970'lerin başında Lunkenheimer klinik kullanımını gerçekleştirmiştir. HFOV'nin amacı, akciğer hasarını en aza indirmektir. Akut akciğer hasarı/ARDS hastalarına uygulanan solunum desteğinde alternatif yöntem olarak önerilmektedir. Gıda ve İlaç Dairesi'nin onayı ile 1991'de yenidoğan ve 1995'de çocuklarda kullanılmıştır. Erişkinlerde ARDS'de oksijenlenmeyi iyileştirmesi ve ventilatör ile ilişkili pnömoni riskini azaltması dolayısıyla kullanımı uygun bulunmaktadır.

Önceleri, erişkinlerin ventilasyonunda yeterli güce sahip yüksek frekanslı osilasyonlu ventilatörün olmaması, daha sonrasında da klinisyenlerin geleneksel ventilatör kullanma eğilimi nedenleriyle kullanımı gecikmiştir. Ancak erişkinlerde ARDS olgularında kullanımı ile ilgi artmıştır.¹⁷

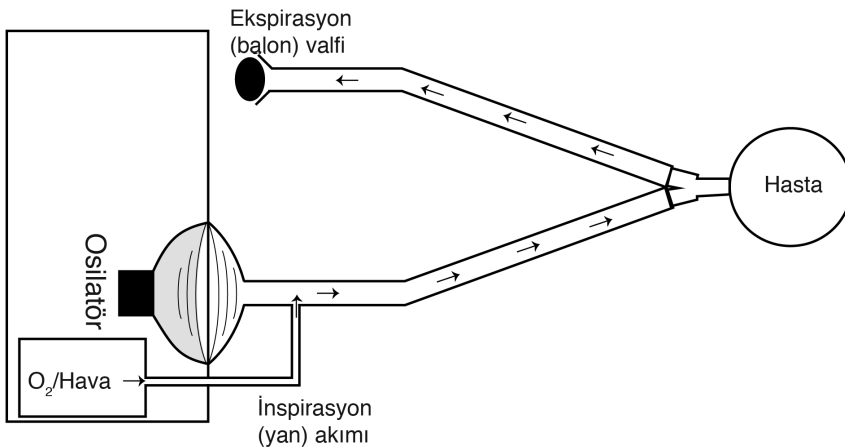
HFOV ile erişkinlerde yapılan iki seri çalışmada, hastalar önce yüksek ventilasyon değerle-

rinde tutularak (yüksek PEEP, yüksek PIP, yüksek plato basıncı ve yüksek FiO₂) geleneksel yöntemde ventile edilmişler daha sonra HFOV uygulamasına geçmişlerdir. HFOV ile oksijenlenmede belirgin iyileşme olduğu saptanmıştır.^{18,19}

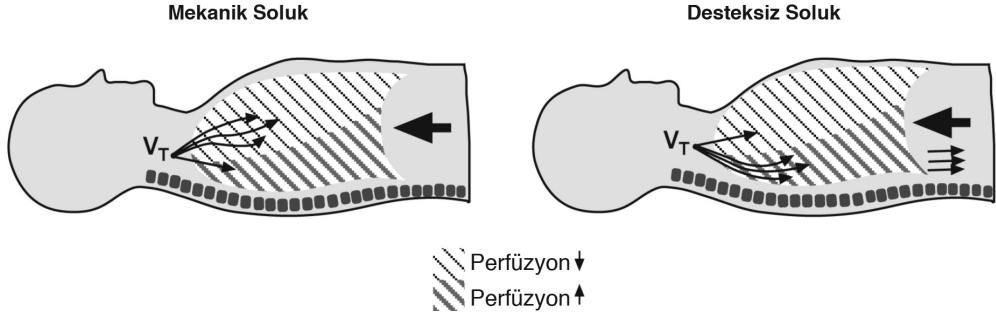
Teknik Özellikler

HFOV sadece özel bir ventilatör ile uygulanabilir. Ventilatör hastaya bağlı bir solunum devresi boyunca sabit bir akım sağlar, ekspirasyon tarafında bir valf havayolu basıncına karşı direnç oluşturur, devre üzerine yerleştirilmiş olan bir osilatör (genellikle bir hoparlör) 3-15 Hz frekans (160-900 soluk/dakika) ile osilasyon yapar. Sensor Medics 3100B HFOV var olan tek erişkin HFOV cihazıdır. HFOV ile inspirasyon fazında (ileri gidiş) pozitif, ekspirasyon fazında (geri dönüş) ise negatiftir. Hem inspirasyon hem de ekspirasyon aktiftir. Diyafram şekilli piston, bir hoparlör gibi manyetik olarak hareket eder. Oksijen hava karışımı gaz, Şekil 2'de basitçe gösterildiği gibi, yan akım ile devreyi geçer; osilatör pompa aktif olarak gazı havayoluna gönderir ve ardından geri çeker.

Akımın genliği güç kontrolü ile düzenlenerek, pistonun öne ve arkaya hareketleri ile soluk hacmi sağlanır. Düşük kompliyanslı plastik parça sayesinde hastaya nemlenmiş yan akım veril-



Şekil 2 • Yüksek frekanslı osilasyonlu ventilatör şeması. Osilatör, solunum devresi ve havayolları boyunca gaz akımının ileri ve geri titreşmesini sağlar.



Şekil 2 • Sırt üstü yatan hastada akciğerlerin posterior alanlarında perfüzyon artmaktadır (kalın çizgili taralı alan). Bu durumda mekanik bir soluk gerçekleştirildiğinde ventilasyonun önemli bir bölümü kom-plyansın daha iyi olduğu ve intraabdominal basıncın daha az yansıdığı anterior akciğer alanlarını tercih edecektir (ince çizgili taralı alan). Dolayısıyla atelettazi ortaya çıkmakta ve ventilasyon/perfüzyon uyumu bozulmaktadır. Buna karşın desteksiz soluyan hastada diyaframın posterior alanlarının daha etkin kasılması nedeniyle ventilasyon daha çok bağımlı akciğer alanlarına yönelmekte ve ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu önlenmektedir. V_T , soluk hacmi.

raç olarak düşünülürse, arka diyafram mekanik olarak daha avantajlı bir kontraksiyon gerçekleştirecek şekilde soluk hacminin önemli bir bölümünü akciğerlerin altta kalan alanlarına yönlendirecektir. Böylelikle yer çekimi nedeniyle dolaşımı daha iyi olan altta kalan akciğer alanları ventilasyondan daha fazla pay alır ve ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu azalır. Sağlıklı bir bireyde, sırt üstü veya yan pozisyonlarda uyku sırasında yer çekimi etkisi altında kalan akciğer alanlarında atelettazi gelişmezken, aynı bireye genel anestezi altında mekanik ventilasyon uygulandığında bu bölgelerde dakikalar içerisinde atelettazi alanlarının ortaya çıkması, diyaframın akıllı ventilasyon yapması ile açıklanabilir.⁹⁻¹⁴ Birçok çalışmada, spontan solunum ile karşılaştırıldığında, kontrollü mekanik ventilasyon ve hatta basınç destekli spontan solunum ile, hem sağlıklı hem de hasarlı akciğerlerde diyaframa yakın dorsal akciğer alanlarında ventilasyonun azaldığı ve atelettazilerin ortaya çıktığı gösterilmiştir. Akut akciğer hasarı olan hastaların akciğer bilgisayarlı tomografi kesitlerinde akciğer içi şantlaşma ve hipoksemeden sorumlu olan çökmüş alveollere, daha çok, yer çekimine bağımlı akciğer alanlarında radyografik dansiteler şeklinde rastlanır.¹⁵⁻¹⁶ Bu radyografik dansiteler, akciğerlerdeki hidrostatik basınç ve diyaframın yukarı doğru yer değiştirmesi nedeniyle oluşan basınç sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Dolayısıyla bu basınçların en yüksek olduğu, altta kalan akciğer alanlarında, alveollerin çökmesi beklenen bir bulgudur.¹⁷ Özellikle intraabdominal basınç artışının sık görüldüğü, ekstrapulmoner akciğer hasarı olgularında diyaframın yukarıya doğru yer değiştirmesi daha belirgin olabilir. Bu durumda spontan solunum devam ettirildiğinde arka diyafram alanlarının kasılması alveollerin çökmesine neden olan güçleri karşılayarak ventilasyonu altta kalan akciğer alanlarına yönlendirir ve ventilasyon/perfüzyon uyumu artar.^{8,18} Halotan anestezisi altında, frenik sinir stimülasyonu ile diyafram kasılmaları uyarıldığında altta kalan akciğer alanlarında atelettazilerin azalması bu mekanizmanın kanıtlarındandır.¹⁹

Deneyisel akciğer modelinde, APRV sırasında spontan solunuma izin verildiğinde akciğerlerin altta kalan alanlarının bilgisayarlı tomografi kesitlerinde daha az atelettazi oluşmuştur.²⁰ Aynı modelde spontan solunum ile akciğer ekspirasyon sonu hacimlerinin daha büyük olduğu saptanmıştır. Tüm bu gözlemler, bağımlı akciğer alanlarının havalanmasında diyaframın akıllı kasılmasının önemini göstermektedir. Yer çekimi etkisinde kalan alt akciğer alanlarının havalanmasında spontan solunumun bu üstünlüğü APRV sırasında spontan solunum ile plevra basıncının düşmesine bağlı transpulmoner basıncın artışı ile açıklanabilir.²¹

tarafından şişirilir. Gaz akımı için burada uygulanan güç, akciğer ve göğüs duvarından kaynaklanan solunum sistemi kompliyansı, havayolu direnci ve o kadar olmasa da solunum sistemi inertansı ve akciğer doku direncidir.² Doku direnci ve inertans rölatif olarak çok küçük olduğundan havanın akışı için bir denklem oluşturulurken ihmal edilebilir. Hava hareketinin denklemi basit olarak aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

$$\text{İtici Basınç} = (\text{akım} \times \text{direnc}) + (\text{hacim/sistem kompliyansı})$$

Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda bu ilişki şu şekilde açıklanabilir;

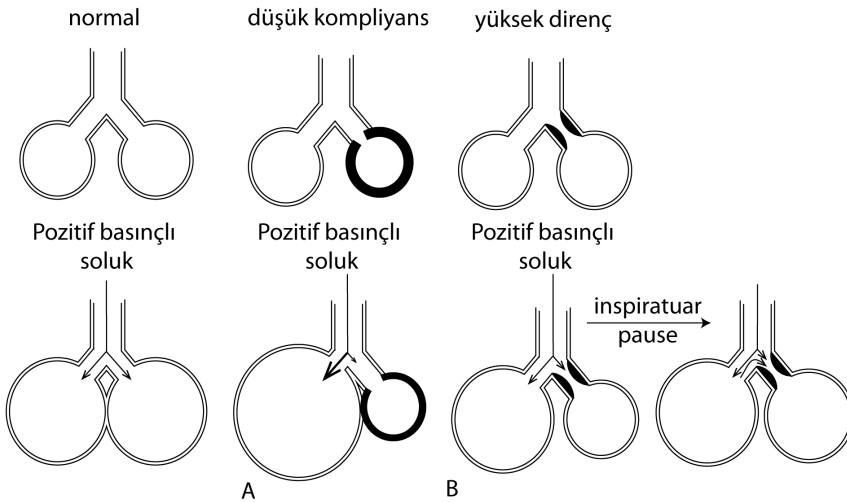
$$\Delta P_{\text{cir}} = (V \times R) + (V_T / C_{\text{RS}})$$

ΔP_{cir} ventilatör devre basıncındaki değişiklikler; V, hastanın akciğerler içerisine olan akım; R, solunum devresi, yapay havayolu ve doğal hava yollarının toplam direnci; V_T , soluk hacmi ve; C_{RS} , solunum sisteminin kompliyansıdır.

Soluk Hacminin Dağılımı

Bir pozitif basınçlı tidal solunum akciğerlerde, alveol birimlerinin milyonlarcası arasında dağılmak zorundadır.³ Bölgesel direnç, kompliyans, fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK) ve sunulan akım şekli bu dağılımı etkileyen faktörlerdir. Genellikle pozitif basınçlı solunum, tıkalı veya esnek olmayan üniteler yerine kompliyansı yüksek ve direnci düşük birimlere dağılma eğilimindedir (Şekil 1). Bu durum daha sağlıklı akciğer üniteleri için normal soluk hacimlerinde bile bölgesel aşırı genişlemeye neden olur.

İnspirasyon akımının şekli de soluk hacminin dağılımını etkileyebilir. Örnek olarak obstrüktif, homojen olmayan durumlarda yavaş ve sabit akımlar daha düzgün bir şekilde gaz dağılımına eğilimlidir.⁴ Ayrıca "inspiratuar pause" da yavaş dolan alveollerin, diğerlerinden gazın hareketi ile dolmasına yardımcı olabilir (Şekil 1B). Bunun karşısında obstrüktif homojen olmayan havayolu bulunmayan parenkimal akciğer hasarı varsa başlangıçta hızlı sonra azalan



Şekil 1 • Heterojen mekanik özellikli akciğer modellerinde ventilasyonun dağılımı. Akciğer modeli, mekanik özellikleri homojen olan (normal) ; kompliyans dağılımı anormal olan (düşük kompliyans) [A], direnç dağılımı anormal olan (yüksek direnç) [B], iki ünite olarak gösterilmiştir. Heterojen akciğer mekanizmasının olduğu durumlarda pozitif basınçlı solunumun tercihen akciğerin daha sağlıklı bölgelerine dağıldığını ve normal hacimli bir tidal volüm verildiğinde bile bölgesel aşırı distansiyon oluştuğuna dikkat edin. Hava yolu direnci artmış akciğer örneğinde aşırı distansiyonun zamanla düşük dirençli ünitelerden yüksek dirençli üniteye gaz hareketinin olması ile geçici olabileceği gösterilmiştir (pendelluft etkisi) (Yeniden çizilmiştir: MacIntyre NR. *Principles of mechanical ventilation*. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA eds. *Murray and Nadel's Textbook of Respiratory Medicine*, 5th ed, Philadelphia: WB Saunders, 2010, p 2089).

Bunu örneklemek gerekirse, spontan solunum veya negatif basınçlı inspirasyon esnasında hem P_{pl} hem de aort içi basınç düşer. Fakat plevra basıncındaki bu düşüş nispi olarak aort basıncındaki düşüşten daha büyüktür. Bu nedenle P_{tm} aktüel olarak artar. Bu durum ise sol ventrikül atım hacminde azalma ve sol ventrikül art yükünde artma ile sonuçlanır. Sol ventrikül art yükü üzerine spontan ve negatif basınç solunumunun etkisi sağlıklı ve miyokard işlevi normal olan kişilerde önemli değildir. Ancak kompliyansı düşük akciğerlere veya hava yolu obstrüksiyonu olan kişilerde spontan solunma çabaları ile göğüs boşluğu içindeki basınçta görülen negatif dalgalanmalar, ven dönüşünü artırmaksızın, seçici olarak sol ventrikül art yükünü artıracaktır. Sol ventrikül art yükünde bu seçici artışlar ise akut sol ventrikül yetersizliği ve özellikle önceden mevcut kontraktilite bozukluğu varsa akciğer ödemeine sebep olabilir.²⁷ Böyle hastalarda inspirasyona karşı engeli kaldırmak (ör. Entübasyon) veya pozitif hava yolu basıncı ile, toraks içindeki basınçtaki büyük negatif dalgalanmaları engellemek genellikle kalp debisini azaltmaksızın sol ventrikül art yükünü azaltabilir.²⁸

Akciğer Hacminde Değişiklikler

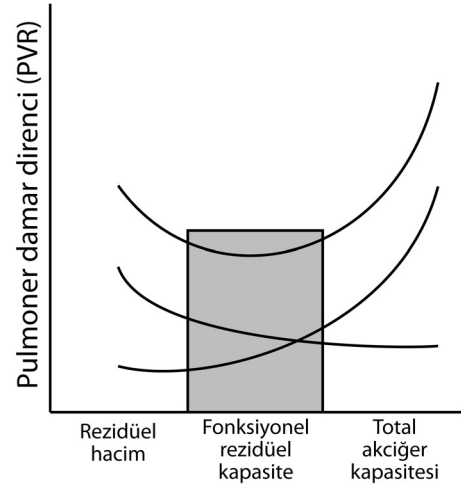
Otonomik Tonus

Tidal soluma esnasında akciğer hacmindeki değişikliklere otonomik yanıtlar sinüs aritmisine neden olur. Spontan inspirasyon, vagal uyarının ortadan kalkması ile kalp hızını artırır ve ekspirasyon esnasında ise tersi olur. Solunumla ilgili sinüs aritmisinin kaybı diyabetik periferik nöropatide görülür. Onun tekrar görünüşü, periferik otonomik kontrolünün dönüşünden önce gelir.²⁹ Eğer, 15 mL/kg'ın üzerinde, yüksek soluk hacimleri ile solutma uygulanacak olursa, akciğerin hiperinflasyonu, aşırı vagus uyarısı ile kalp atım hızını azaltır ve refleks arteriöl vazodilatasyonuna da neden olabilir.³⁰ ARDS'li hastalar sıklıkla küçük akciğer volümleri ile ventile edildiğinden şişen akciğer ünitelerinde bölgesel hiperinflasyon gelişebilir ve refleks kardiyovasküler depresyona ortaya çıkabilir.¹⁴ Soluma hızı

ve istirahat sempatik tonusu yüksek olan küçük bebeklerde pozitif basınçlı ventilasyon uygulaması, aşırı vagus uyarısına neden olabilir.¹³

Sağ Ventrikül Art Yükü

Akciğerin şişmesi esas olarak sağ ventrikül ön ve art yükünü değiştirerek kalp işlevleri ve debisini etkiler.³¹ Obstrüksiyona karşı inspirasyon çabası veya bir valsalva manevrasında olabildiği gibi akciğer volümünde bir değişiklik olmaksızın, toraks içi basınçta görülen değişiklikler pulmoner damar direncini (PVR) değiştirmeyecektir.



Şekil 4 • Akciğer hacmi ile pulmoner damar direnci (PVR) arasındaki ilişkinin şematik görünümü. Rezi-düel volümden (RV) total akciğer kapasitesine (TLC) doğru akciğer hacmi arttığı zaman, alveol damarları, genişlemiş alveoller tarafından giderek sıkıştırılır ve dirençleri artar. Bu esnada, alveol dışı damarların direnci azalır. Pulmoner damarlar üzerine artan akciğer volümünün total etkisi tipik U şeklin-li bir eğri oluşturur (Yeniden çizilmiştir: Sherkerde-mian L, Bohn D. Cardiovascular effects of mecha-nical ventilation. Arch Dis Child 1999;80:475-480).

Pulmoner damar direnci, sağ ventrikül art yükünün ana belirleyicisi olup, akciğer hacmindeki değişikliklerden doğrudan etkilenir.³² Pulmoner dolaşımın total direnci, onun iki komponentinin (alveol ve alveol dışı veya paranki-mal damarlar) damar tonusundaki dengeye bağlıdır. Pulmoner damar direnci, akciğer hacminin her iki ucunda da (düşük-yüksek) artabi-

likasyonları; stres ülseri ve gastrointestinal motilitede azalmazdır. Bunu yanı sıra yutma bozukluğu, gastrik distansiyon, ishal, konstipasyon, ileus gibi komplikasyonlar görülebilir. Birçok çalışmada uzun süre mekanik ventilasyon desteğine ihtiyaç duyan hastalarda yutma bozukluğu ve aspirasyon riskinin varlığı gösterilmiştir.²⁵

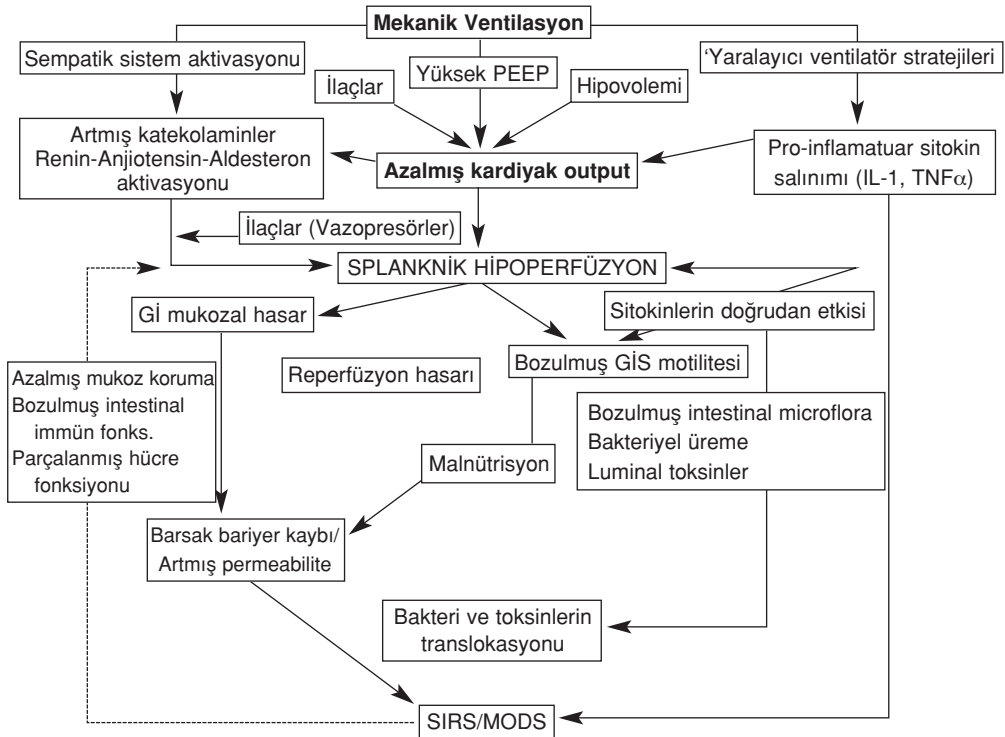
Mekanik ventilasyonun GİS'de meydana getirdiği olumsuz etkiler ile ilgili birkaç mekanizma ileri sürülmüştür (Şekil 1). En önemlilerinden birisi mide mukoza hipoperfüzyonudur. MV esnasındaki bu hipoperfüzyonun sebebi ise azalmış ortalama arter basıncı ve/veya artmış gastrointestinal vasküler dirençtir.²⁶ Özellikle yüksek düzeylerdeki PEEP ile birlikte MV uygulaması intratorasik basıncı artırarak ven dönüşünde azalmaya neden olur. Azalmış önyük de kalp debisini azaltabilir ve hipotansiyona neden olabilir. Hipovolemi ve kullanılan opioidlere bağlı olarak hipotansiyon daha belirgin olarak ortaya çıkabilir.

Yüksek düzeylerdeki PEEP ile birlikte MV aynı zamanda artmış plazma-renin-angiotensin-aldesteron aktivitesi ve sempatik aktivasyona bağlı artmış katekolamin düzeyiyle de ilişkilidir. Bu nörohormonal değişiklikler redistribüsyon ve vazokonstriksiyona neden olarak splanknik hipoperfüzyon gelişimine önemli katkıda bulunur.²⁶

Mekanik ventilasyonun akciğerlerde meydana getirdiği hasar sonucu salınan ve sistemik dolaşıma geçen sitokinler de splanknik hipoperfüzyona neden olabilir ve intestinal düz kas fonksiyonlarını bozabilir.

Mekanik ventilasyona uyumu arttırmak amacıyla kullanılan özellikle narkotik analjezik ve benzodiazepinler de GİS motilitesini azaltarak gastrointestinal komplikasyonların gelişmesine katkıda bulunabilir.²⁶

Özellikle MV desteği alan yoğun bakım hastaları GİS kanamalarına meyillidir. Stresle ilişkili mukozal hasar ise MV uygulanan hastalarda



Şekil 1 • Mekanik ventilasyon uygulaması esnasında GIS komplikasyonlarının mekanizması²⁶

Tablo 2 • Hasta-Ventilatör Uyumsuzluğunun Zararlı Etkileri

- Hastanın ventilatör ile çatışması
- Daha fazla sedasyon gerekmesi
- Artan soluma işi
- Kas harabiyeti
- Dinamik hiperinflasyon
- Ventilatörden ayrılmanın gecikmesi veya uzaması
- Yatış süresinde uzama
- Maliyet artışı

sı. Hasta ventilatör ilişkisi, bu iki faktörün arasındaki etkileşimin ifadesidir ve başarılı sonuç elde edebilmek için bunların uyumlu olması gerekir. Hasta ile ventilatör arasındaki uyumun sağlanması için gerekli düzenlemelerin yapılması, çeşitli komplikasyonlara ve hasta için zararlı sonuçlara neden olabilir (Tablo 2).⁶

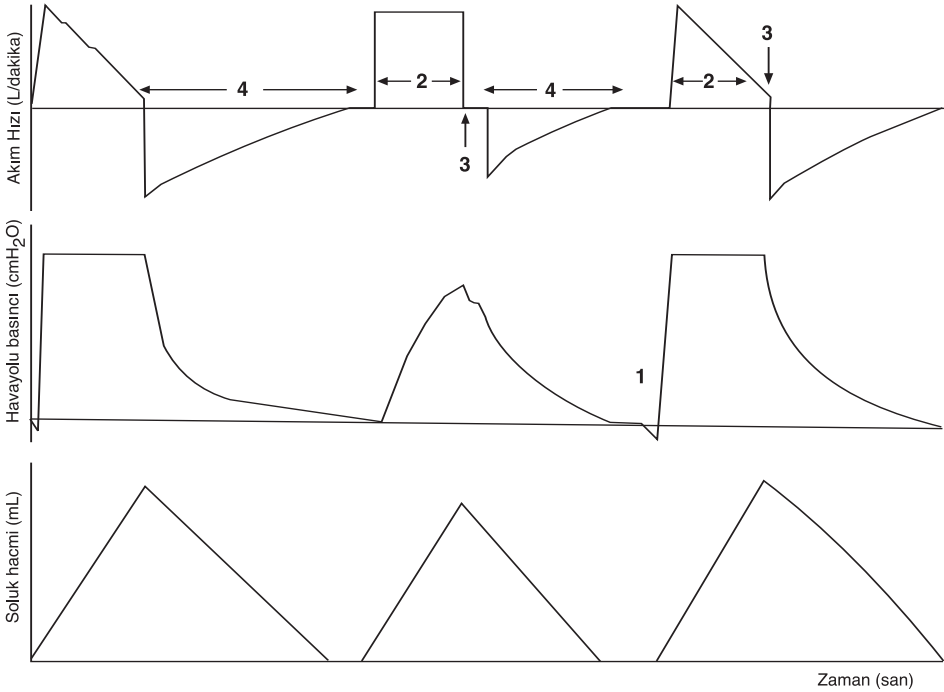
Hasta ile ventilatör arasındaki uyumun değerlendirilmesinde dört evre göz önüne alınır: (Şekil 1)

1. Tetiklemenin değerlendirilmesi
2. Yeterli akım olup olmadığının değerlendirilmesi
3. İnspirasyonun sonlandırılmasının değerlendirilmesi
4. Ekspirasyon fazı ile ilişkili temel klinik bir komplikasyon olan, intrinsek ekspirasyon sonu pozitif basıncın (oto-PEEP) değerlendirilmesi

Bu evrelerin değerlendirilebilmesi için akım, volüm, basınç eğrileri monitörize edilmeli ve klinisyen, yatak başında bu eğrileri inceleyerek hasta-ventilatör uyumsuzluğunu tanımlayabilmelidir.

1. Tetikleme Uyumsuzluğu (Evre 1)

Tetikleme. Tetikleme değişkeni, inspirasyon akımını başlatmak için ayarlanabilir bir değişken olarak tanımlanır. Tetikleme, tüm inspirasyon döneminin küçük bir bölümünü oluşturmaya rağmen, uygun ayarlanmaması, hasta-



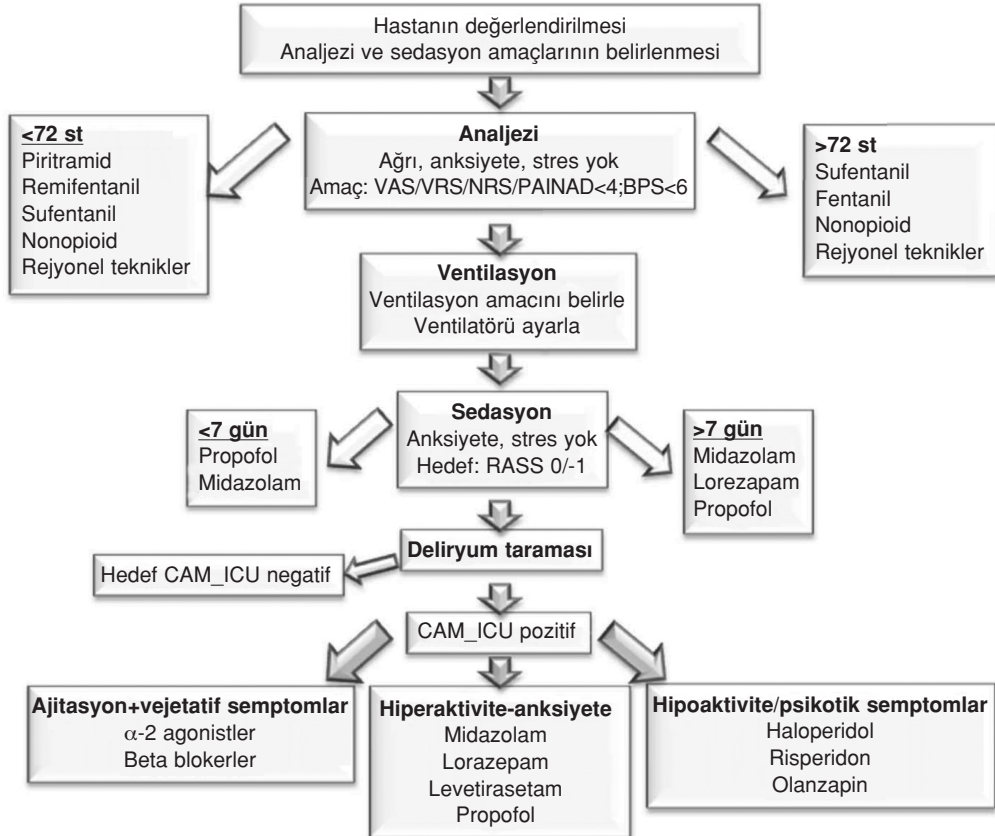
Şekil 1 • Senkronize aralıklı zorunlu solunum ve basınç desteği sırasında kaydedilen akım (üst), basınç (orta) ve hacim (alt) zaman eğrilerinde solukların 4 fazı işaretlenmiştir. (1) hasta eforunun başlangıcı ile tetiklemenin gerçekleşmesi. (2) inspirasyon valfinin açılması ile başlayan inspirasyon dönemi. Bu dönemde oluşan dalga şekilleri, hasta eforu ve uygulanan ventilasyon moduna bağlıdır. İlk ve üçüncü soluklar basınç destekli ikinci soluk ise zorunlu soluk. (3) İnspirasyonun sonlanması. (4) ekspirasyon dönemi.

taminin, kalp cerrahisi uygulanan hastalarda, postoperatif dönemde görülen bilişsel işlevleri düzelttiğini ve deliryumu azalttığını gösteren yayınlar mevcuttur.^{69,70} Ağır sepsis ve karaciğer yetersizliği gibi durumlarda, enflamasyonu azalttığı, kafa içi basınç artışı olan hastalarda nörolojik iyileşmeye katkıda bulunduğu da bildirilmiştir.⁷¹⁻⁷² Bununla birlikte, yoğun bakım hastalarında tam olarak rolünün belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Yoğun bakım hastaları için hazırlanan kılavuzlarda, deliryumun rutin değerlendirmesinin yapılması (CAM-ICU); profilaktik tedavide yaşlı hastalara düşük doz haloperidol verilmesi; deliryum tedavisinde risperidon veya olanzepinin de kullanılabileceği; tedavi planının hastaların semptomlarına belirlenmesi gerektiği önerilmektedir.^{24,25}

Mekanik ventilasyon tedavisi alan hastalarda, sedasyon sıklıkla gerekmektedir. Uygun sedasyonun sağlanması için hastaların analjezik ihtiyaçları ve deliryum varlığı beraberinde değerlendirilmelidir (Şekil 1). Sedasyon, analjezi ve deliryum tedavisinin planlanması ve takibi için skalaların ve protokollerin kullanımı mekanik ventilasyon tedavi süresini kısaltabilmektedir. Her hasta için uygun bir hedef belirlenerek, tedavi planlanması mekanik ventilasyon süresi yanında yoğun bakım ve hastanede kalış sürelerini de olumlu yönde etkileyebilmektedir.

KAYNAKLAR

- 1-Novaes MA, Knobel E, Bork AM et al. Stressors in ICU: perception of the patient, relatives and health care team. *Intens Care Med* 2001;27:937.



Şekil 1 • Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda sedasyon, analjezi ve deliryum tedavisi algoritması.²⁴

Mekanik Ventilasyon Sırasında Nemlendirme ve Aerosol Tedavisi

Dr. Tuğhan Utku

NEMLENDİRME TEDAVİSİ

Üst havayolu normal koşullarda, solunan havayı filtre eder, ısıtır ve nemlendirir. Bu normal koşulların bozulduğu durumlara verilebilecek en iyi örnek, mekanik ventilasyon sırasında üst havayolunun baypas edilmesi ve solutulan yüksek akımlı kuru havanın yarattığı koşuldur. Eğer bu koşul giderilmezse, doğal hücresel yapı bozulur, mukosilyer etkinlik kaybı ile birlikte mikro-atolektazilerin gelişmesi, intrapulmoner şant artışı, hipoksemi ve pnömoni riskinin artışından söz edilir.¹

Soluma sırasında akciğerlerde çeşitli parçacıklar (bakteri, virüs, çevresel zararlı maddeler vb) birikir. Akciğerlerin temiz tutulabilmesi için solunan ve akciğer içinde biriken bu maddelerin uzaklaştırılmasına yarayan başlıca mekanizmalar; mukosilyer temizlik (MST), öksürük ve alveol temizliğidir (AT). İletici havayollarında bulunan mukus ve bu seviyede tutulmuş maddelerin uzaklaştırılmasında asıl görev MST'dir. Bu mekanizmanın yetersiz kaldığı durumlarda, öksürük yedek sistem olarak çalışır.² Akciğer yüzeyinde biriken eriyebilir nitelikte olmayan maddelerin uzaklaştırılmasını AT mekanizması sağlar.

Mukosilyer Temizlik

Söz edilen koruyucu mekanizmalar içinde en önemlisi MST olup, konumuz olan mekanik ventilasyon uygulamaları için ayrıcalıklı bir yer oluşturur. Akciğer yüzeyinin sıvı ve parçacıklardan temizlenmesi, aşağıdan yukarı doğru olan bir “merdiven” mekanizması ile sağlanır. Bu,

silyalı epitel hücrelerinin hareketine, mukus ve epitel üzerinden sıvı akışına bağlıdır.

Havayolunun hücresel yapısı, tek tip bir düzen göstermez. Değişik seviyelerde yer alan hücre tipleri farklılıklar gösterir. İletici havayolları; psödostratifiye silyalı kolumnar tipte epitel hücrelerinden oluşur ve sıvı salgılayan bezler yer alır. Alt seviyelere indikçe terminal bronşiyol hizasında, epitel stratifiye kuboidal seyrek silyalı hale dönüşür ve çok az sayıda salgı bezi bulunur.

Havayolu Mukusu ve Perisilyer Sıvı

Havayolu mukusu, zararlı maddelerin uzaklaştırılması için bir fiziksel ve kimyasal engel oluşturur. Mukus, goblet hücreleri, submukozal bezler, Klara hücreleri ve kapiller transüstasyondan oluşan ürünlerin bir karışımıdır. Mukus; %1 tuz, %2-3 musinler (protein ve glikoprotein) ve %95 sudan oluşur.²

Solunum yollarında mukus, havayollarını korur, nemlendirir ve sulandırır. Yüzeyde filtrasyon ve difüzyon açısından bir engel oluşturur.³ Ana bronş seviyesinde, mukusun akım hızı sağlıklı, sigara içmeyen kişilerde 2,4-5,5 mm/dak olarak bildirilmiştir.⁴

Mukus tabakası, havayolu epitel hücresinin silya tabakası ve etrafında bulunan perisilyer sıvının üzerini tamamen kaplayan bir yapıdır (sol tabakası). İşlevi büyük ölçüde perisilyer sıvı (gel tabakası) arasındaki dengeyle ilişkilidir. Mukus tabakası ile silyalı epitel yüzeyi arasında perisilyer sıvı tabakası yer alır. Perisilyer sıvının derinliği 5-10 µm arasındadır. Mukosilyer etkinliği belirleyen etkenlerden biri de bu sıvının

Tablo 4 • Evde Mekanik Ventilasyon Komplikasyonları**Medikal**

- Hipoksi
- Hipokapni/solunumsal alkaloz
- Hiperkapni/solunumsal asidoz
- Konvülsiyon
- Barotravma
- Hemodinamik parametrelerde bozulma
- Havayoluna ait komplikasyonlar
 - Stoma/trakea infeksiyonu
 - Mukus tıkaçları
 - Trakeal erozyon/stenoz
- Trakeobronşit/pnömoni
- Bronkospazm
- Alttı yatan hastalığın ağırlaşması/doğal seyri

Ekipmana Bağlı

- İşlev bozukluğu
- Yetersiz ısıtma ve nemlendirme
- Ventilator ayarlarında istemsiz değişiklik
- Ventilatörden istemsiz ayrılma
- Trakeostomi kanülünün çıkması

Psikososyal

- Depresyon
- Anksiyete
- Ekonomik ve personel desteğinin azalması

Hasta için uygun olan ventilatörün dahil olduğu ekipman ile teknik fiziksel şartlar tamamlandıktan sonra hastanın bakımını sağlayacak ekibin belirlenmesi gereklidir (Tablo 5).

Hastanın bakımı, günlük fizyolojik gereksinimlerinin ve beslenmesinin takibi, ekipmanın yeterliliğinin değerlendirilmesi, acil durumların tespit edilmesi ve gerekli müdahale veya ilgili kişiye haber verilmesi, infeksiyon kontrolü gibi

sorumlulukları yerine getirebilecek sağlık personeli sağlanmalı veya bu konularda aile bireyleri eğitilmelidir.

Hastanın tıbbi ve fiziksel durumunun izlenmesi ve komplikasyonların önlenmesi açısından aralıklı olarak periferik oksijen saturasyonu, ekspirasyon sonu karbondioksit düzeyi, nabız ve kan basıncı, gereğinde elektrokardiyogram, akciğer grafisi, arter kan gazı analizi, tam kan sayımı ve infeksiyon takibi açısından kültür örnekleme yapılabilir. Evde mekanik ventilasyon desteği ile bakım uygulanan hastaların morbiditesini belirleyen en önemli faktör infeksiyon gelişimidir. İnfeksiyon kontrolü açısından hasta, hasta yakınları ve hastanın bakımından sorumlu kişilerin eğitilmesi gereklidir. El yıkama, ortam havasının yeterli değişimi, medikal atıkların uygun şartlarda uzaklaştırılması, akut infeksiyonu olan kişiler ile hastanın temasının önlenmesi, ventilator devrelerinin, ısı ve nem değiştirici filtrelerin değişim planının uygulanması infeksiyon kontrolü için önemlidir.

Ekipmana ait izlemde, ventilator ayarları (havayolu basınçları, ayarlanan soluk hacmi, solunum frekansı, oksijen konsantrasyonu, PEEP), nemlendirme sistemi, ventilator devresi, ventilator alarmlarının çalışması, cihazın filtrelerinin temizliği, internal ve eksternal batarya kontrolü, ambu ve aspirasyon sistem fonksiyonu ve temizliğinin kontrolü yapılmalıdır.

Evde invazif mekanik ventilasyon, yoğun bakım takibine gereksinimi ortadan kalmış olan hastaların ve hasta yakınlarının öncelikli olarak yaşam kalitesini artırmak amacı ile planlanmaktadır. Ancak bu karardan hastanın zarar görmemesi için şartların olası en ideal hale getirilmesi ve en önemlisi bu şartların devamlılığının sağlanması gereklidir.

Tablo 5 • Hasta Bakımından Sorumlu Kişiler

Tıbbi Bakım	Evde aralıklı bakım sağlayabilecek doktor
Monitorizasyon (tıbbi, solunum ve kalp damar sistemleri)	Cihazlar (solunumsal,kardiyak parametreleri içeren), Personel (hemşire, fizyoterapist, sağlık memuru, aile)
Solunum açısından bakım	Hemşire, solunum fizyoterapisti, sağlık memuru, aile
Rehabilitasyon	Fizyoterapist ve/veya fizik tedavi uzmanı doktor

ARADIĞINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESTE



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
Faks: (0212) 356 87 44

KOŞUYOLU ŞUBE

Koşuyolu Caddesi No: 51/1
Koşuyolu-Kadıköy/İstanbul
Tel & Faks: (0216) 546 03 47

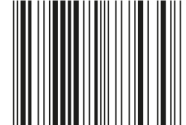
www.guneskitabevi.com
info@guneskitabevi.com



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



978-975-277-430-8



9 789752 774308