

Noninvaziv Ventilasyonda Kullanılan Cihazlar, Modlar ve Maskeler

Equipments, Modes and Masks in Noninvasive Ventilation

Dr. Kürşat UZUN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bilim Dalı, Konya

ÖZET

Noninvaziv ventilasyon hem akut hem de kronik solunum yetmezliğinde kullanılmaktadır. NIV çeşitli ekipman ve arayüzler ile uygulanabilmektedir. Yoğun bakım, bilevel ve ara yoğun bakım ventilatörleri ile birlikte noninvaziv ventilasyon için özel tasarlanan cihazlar ile günümüzde NIV uygulanabilmektedir. NIV uygulamasında çeşitli modlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Basınç destekli ventilasyon en sık kullanılan moddur. NIV başarısında en önemli etkenler hastanın uyumu ve maske seçimidir. Akut solunum yetmezliğinde en sık kullanılan maske çeşidi oronazal maskelerdir. Son zamanlarda hipoksemik akut solunum yetmezliğinde helmet maskeleri kullanımı bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: NIV, mod, cihaz, maske.

SUMMARY

Noninvasive ventilation is a real advance in the management of both chronic and acute respiratory failure. NIV can be delivered using various types of ventilatory equipment and interfaces. Intensive care ventilators, portable bilevel pressure generators, intermediate ventilators and devices specifically designed to be used for NIV are now available. A wide variety of modes can be used to deliver NIV. Pressure support ventilation is commonly used successfully for NIV. The most important element of successful implementation of NIV is patient tolerance, and the most fundamental determinant of a patient's acceptance of NIV is the suitability of the interface. The most commonly used interfaces for patients with acute respiratory failure is oronasal masks. More recently the use of a helmet has been described in hypoxaemic acute respiratory failure.

Key Words: NIV, mode, equipment, mask.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Prof. Dr. Kürşat UZUN

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bilim Dalı, Konya
e-posta: uzunkur@yahoo.com

GİRİŞ

Noninvaziv ventilasyonun (NIV) kullanım sıklığı zamanla ülkeler ve disiplinler arasında değişmektedir. Fransa'da yoğun bakımda ventile edilen hastaların tümünde 1997-2002 yılları arasında NIV kullanımını %16'dan %23'e ve yoğun bakım öncesi entübe edilme- yen hastalarda %35'den %52'ye arttığı, bildirilmiştir. Avrupa'da yoğun bakımda NIV kullanım oranı ventile edilen hastalarda %35, solunum yoğun bakım ünitelerinde veya acil ünitelerinde %60 bulunmuştur⁽¹⁾. Bu nedenle son yıllarda NIV kullanımının artmaya başlaması ve özellikle KOAH, kardiyojenik akciğer ödemi ve bağı- şıklığı baskılanmış kişilerde gelişen solunum yetmezli- ğinde standart tedavi olarak yer alması NIV de kullanı- lan cihaz ve modlarda hızlı bir şekilde gelişmelere neden olmuştur. Akut ve kronik solunum yetmezliğinde kulla- nılan NIV'in başarısını etkileyen kaçak kompanzasyonu, hasta-ventilatör uyumsuzluğu gibi ventilatörleri ilgilen- diren faktörler bu cihazların seçimini önemli kılma- ktadır. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde ventilatör seçimi ve hastanın talebine göre modların ayarlanması NIV başarısı için önemli olabilmektedir. Solunum yet- mezliğinde NIPV kullanan sağlık personelinin kullandığı cihazlardaki tetikleme, sonlandırma, rise time, kaçak kompanzasyonu, rebreathing, FiO₂ ve monitörizasyon gibi tüm teknik özellikleri bilmesi gerekmektedir. Akut veya kronik solunum yetmezliğinde NIV'nun yaygın kullanılması ticari olarak firmaların birçok özelliğe sahip cihazları piyasaya sürmelerine neden olmaktadır⁽²⁻⁴⁾. Bu nedenle bu bölümde günlük pratikte akut ve kronik so- lunum yetmezliğinde kullandığımız cihaz, modlardan ve maskelerden bahsedilecektir.

VENTİLATÖRLER

Yirminci yüzyılın ilk yarısında pozitif basınçlı ven- tilasyon anestezi odalarının önemli bir faktörü ol- makla birlikte 1950 yıllarında Kopenhag'da polio salgınına bağlı gelişen solunum yetmezliğinde anes- tezi cihazları tedaviye yardımcı olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Daha sonra anestezi odalarının dışın- da kullanılan pozitif basınçlı ventilatörler yapılmaya başlanılmıştır. Bu pirimitif pozitif basınçlı ventila- törler hava akımını az miktarda değiştirebilme yete- neğine sahip olan bir piston veya sıkıştırılmış hava kaynağına bağlı olan valv sistemini içerirdi. Bununla birlikte son yıllarda hastanın solunum talebini kar- şılayan alarm ve monitör sistemindeki gelişmeler ile pozitif basınçlı ventilatörlerde müthiş bir gelişme ya- şanmıştır. Ventilatör gelişiminde gözlenen teknoloji noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon kullanımında artma noninvaziv ventilatörleride etkilemiştir⁽⁵⁾.

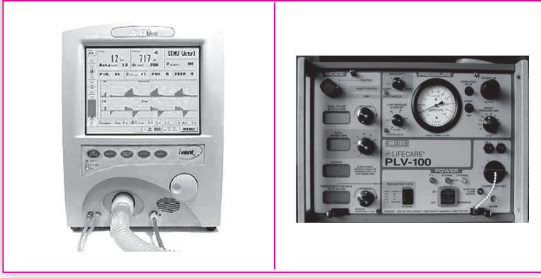
Noninvaziv ventilasyonda kullanılan ilk cihazlar özellikle evde ventilatöre bağlı yaşayan hastalarda kullanılan karmaşık olmayan volüm kontrollü ev tipi ventilatörler idi. Daha sonraları standart yoğun bakım ventilatörleri NIV için yaygın olarak kulla- nılmaya başlanılmıştır. İhtiyacın ve kullanımın art- ması firmaları NIV için özel cihazların yapılmasına itmiştir. NIV uygulaması sırasında meydana gelen hava kaçaklarının kompanzasyonu amacıyla 1980'li yıllarında ilk bilevel (BiPAP) cihazlar yapılmıştır. Bilevel kelimesi iki farklı basınçla spontan solunu- mun inspirasyon (IPAP) ve ekspirasyon (EPAP veya PEEP) fazlarını destekleme kabiliyetini tanımlar. İlk prototip bilevel cihazlar Respirationics firması tarafın- dan BIPAP olarak üretilmiş, bu nedenle bu cihazlar BIPAP olarak adlandırılmaktadırlar. Fakat bu cihaz- larda alarm ve monitörizasyon yeteneği olmamasına rağmen kolay kullanımı, taşınır olması ve ucuz olma- sı NIV'de büyük bir avantaj sağlamıştır. Orijinal Res- pirationics BIPAP cihazları tek devre üzerinden IPAP ve EPAP sağlayan bir magnetik valv ile modifiye edilmiş bir hava üfleyen körük içermektedir^(6,7).

VENTİLATÖRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Noninvaziv ventilasyonda kullanılan tüm ventila- törler hem akut hem kronik solunum yetmezliğinde başarılı bir şekilde kullanılabilmeyle birlikte birbirle- rinden hava kaçak kompanzasyonu, hasta-ventilatör uyumunun monitörizasyonu, inspirasyon havasın- daki fraksiyone oksijeni (FiO₂) ayarlayabilme oksijen blendirine sahip olabilme özelliği ve inspiratuar te- tikleme-ekspiratuar sonlanma ayarı gibi özellikler ile farklılık gösterebilmektedir. Noninvaziv pozitif hava yolu basınç sağlayan ventilatörler volüm kontrollü ev tipi, yoğun bakım, ara ve bilevel ventilatörler olmak üzere 4 grupta toplanmaktadır⁽⁸⁾.

Volüm Kontrollü Ventilatörler

Otuz yıldan beri kullanılan ev tipi volüm kontrollü portabl ventilatörler, seçilmiş nörmuskuler hastalı- klarda noninvaziv ve ventilatöre bağımlı trakeostomi hastalarda invaziv olarak kullanılmıştır. Günümüzde hava kaçığını kompanse etmedeki yetersizliği ve sa- bit tidal volüm verme özelliğinden dolayı noninvaziv ventilasyonda kullanımını sınırlamıştır. Ancak bu ci- hazların hiçbiri hastanın talebine bağlı olarak de ği- şken akım sağlamaz. Bütün piston ile çalışan gaz dağı- tım sistemleri kare akım şeklini zorunlu kılar. Volüm kontrollü ventilatörlerin diğer bir kısıtlayıcı özelliği ise PEEP sağlamadaki yetersizliğidir. Diğer yandan bu ventilatörlerin tümü iyi bir alarm ve batarya sis- temine sahiptir (Resim 1)⁽⁵⁾.

Resim 1. Volüm kontrollü ventilatörler.

Yoğun Bakım Ventilatörleri

Yoğun bakım ventilatörleri normalde şiddetli solunum yetmezliği olanlarda invaziv olarak bir endotrakeal tüp veya trakesotomi kanülü ile pozitif basınçlı hava vermek üzere tasarlanmıştır. İnvaziv olarak kullanılan bu ventilatörler NIV'nun kullanımının artması ile NIV' da kullanılmaya başlanılmıştır. Daha geniş mod seçeneği, %100 FiO₂ verme, alarm, monitörizasyon, dalga formlarını izleme ve daha yüksek basınç sağlama imkanları olmasına rağmen klasik ventilatörlerde meydana gelen hava kaçağını kompanse edememesi bu makinelerin NIV da kullanımını sınırlamıştır. Daha sonra yeni jenerasyon yoğun bakım ventilatörlerin geliştirilmesi, bu ventilatörlere NIV seçeneğinin eklenmesi ve hava kaçağını kompanse edebilme özelliğinin kazandırılması akut durumlarda NIV gereken hastalarda sıklıkla kullanılmaya başlamasına neden olmuştur (Resim 2)^(8,9).

Ara Yoğun Bakım Ventilatörleri

Bu cihazlar yoğun bakım hastaların transportunda, evde ve hastanede hastaların ihtiyacını karşılamak için tasarlanmıştır. Geliştirilen bu cihazların bir diğer özelliği çift kollu devre, gelişmiş alarm, monitörizasyon, batarya, hem volüm hem de basınç modlarının

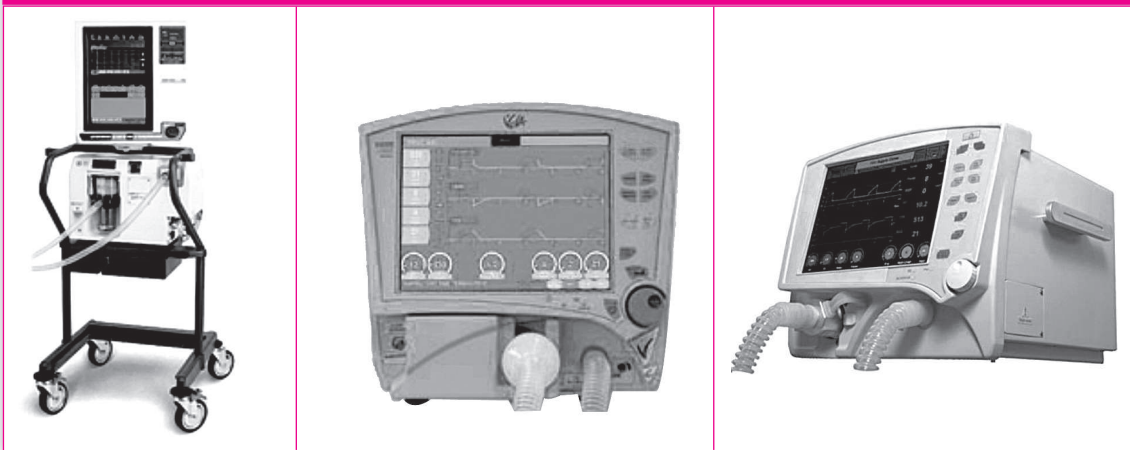
bulunması gibi bilevel, yoğun bakım ve volüm kontrollü ventilatörlerin özelliklerini bünyesinde bulundurmasıdır. Ayrıca, bu ventilatörlerde PEEP'de uygulanabilmektedir (Resim 3)⁽⁸⁾.

Bilevel Ventilatörler

Bilevel ventilatörler ilk olarak Respironics firması tarafından obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda uyumu düzeltmek için CPAP cihazından geliştirilmiştir. Bu prototip cihaz iki farklı hava yolu basıncı (IPAP, EPAP) sağlayan bir magnetik valv ile geliştirilmiş basit bir CPAP körüğü içeren bilevel pozitif hava yolu basıncı veya BiPAP olarak adlandırılmıştır. Taşınabilir ve kompakt olması, kullanım kolaylığı, kaçak kompanzasyonu, rahatsız edici alarmlarının olmaması ve yoğun bakım, ev tipi ventilatörlere göre ucuz olması bilevel ventilatörleri avantajlı kılmaktadır. Bu avantajlarının yanında bilevel cihazlarda alarm, monitörizasyon, oksijen bilendiri ve bataryanın olmaması ile birlikte rebreathing riski ve sınırlı basınç oluşturma yeteneği dezavantaj olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle bu dezavantajları konuları gidermek için firmalar yeni jenerasyon bilevel ventilatörlerini geliştirmiştir (BiPAP Vision). Bu cihazlarda inspiratuar basınç miktarı 40 cmH₂O'ya kadar çıkabilmekte, gelişmiş alarm sistemine sahip olabilmekte, inspirasyon zamanı, rise time ayarlanabilmekte ve monitörizasyon özelliği ile volüm, hava yolu basıncı ve hava akım hızı grafikler ile takip edilebilmektedir (Resim 4,5)^(7,10-12).

NONİNVAZİV VENTİLYASYON MODLARI

İlk zamanlar birkaç çeşit ventilatörler ile sınırlı sayıda mod ve ayar imkanı mevcut iken günümüzde 30'dan fazla noninvaziv ventilatör markası ile bir çok mod ve ayar seçeneği bulunmaktadır. Normalde invaziv ventilatörlerin tümü NIV için kullanılabilir. NIV için kullanılan ventilatörler ya basınç yada volüm kontrollü ventilasyon sağlamaktadır.

Resim 2. Yoğun bakım ventilatörleri.

Resim 3. Ara ventilatörler.**Resim 4. BIPAP vision.**

Kontrollü Mekanik Ventilasyon (CMV)

Bu mod kontrollü zorunlu ventilasyonda hasta eforuna ihtiyaç göstermeden tam bir solunum desteği sağlar. İnspiratuar basınç veya tidal volüm ile birlikte solunum sıklığı ve solunum süresi bu modda ayarlanır. İnspirasyonda verilen temel parametreye göre (volüm, basınç) volüm hedefli veya basınç hedefli ventilasyon olarak adlandırılır. Noninvaziv ventilatörlerde CMV zaman (timed (T) modu olarak tanımlanabilir. Bazı ventilatörlerde hasta konforunu sağlayan rise time seçeneği olabilir. Ventilatör ayarlarında inspirasyon süresi çok kısa veya rise time çok uzun ayarlandığında ventilatör yeterli tidal volümü sağlayamadığından hedef basınç değerine ulaşamayabilir⁽¹²⁾.

Volüm Hedefli Ventilasyon

Bu mod ile ventilatör belirli bir zaman süresinde sabit bir VT verir. Bu volümü verirken gereken hava yolu basıncı ise hasta akciğerlerinin kompliyansına, hava yolu direncine, ventilatör ayarlarına ve spontan inspiratuar çabasına göre değişkenlik gösterir. Bu mod esnasında herhangi bir ek inspiratuar çaba verilen tidal volüm veya akımda değişikliğe neden olmazken sadece hava yolu basıncında düşüklüğe neden olur. Bu modun avantajı kompliyans ve rezistans değerleri ne olursa olsun ayarlanan volüm kaçak yokluğunda tam olarak verilir, dezavantajı ise verilen sabit ventilatuar yardımın hastanın değişen ihtiyaçlarına göre cevap verememesidir. Diğer bir durum ise kaçak oluşursa bunu kompanse etmek için akım hızında artmaya neden olamaması ve yeterli basınç oluşmamasına bağlı olarak etkili bir tidal volümün verilememesine neden olacaktır⁽⁵⁾.

Asist/kontrol ventilasyon (A/C)

Volüm kontrollü ventilasyonun modlarından olan asist/kontrol ventilasyon hem invaziv mekanik ventilatör hem NIV de kullanılmaktadır. Bir dakikada ayarlanan zorunlu solunum sayısınca hastaya soluk verir. Asist/kontrol ventilasyon modu seçildiğinde bir back-up solunum sayısı, tidal volüm, inspirasyon:ekspirasyon oranı (veya inspiratuar akım hızı) ve inspiratuar tetikleme hassasiyeti seçilmelidir. Özellikle nöromuskuler hastalarda kullanılmakta birlikte yaygın olarak kullanılan ayarlar; VT 10-15 mL/kg'dır. Tidal volümün invaziv mekanik ventilasyondaki miktardan fazla olmasının sebebi meydana gelen kaçağı kompanse etmek içindir. Amaç ise ekspirasyon tidal volümünün 7-9 mL/kg olmasıdır. Back-up rate ise spontan solunumun biraz altında olacak şekilde 16-20/dakika olmalıdır. İnspiratuar akım hızı nöromuskuler hastalıklarda genellikle 40-60 L/dakika veya I:E oranı 1:2-1:1.5 ayarlanmaktadır. İnspiratuar tetikleme hassasiyetini ise oto-cycling'e neden olmaksızın inspiratuar çabayı minimize edecek şekilde ayarlamak gerekir⁽⁵⁾. Bu mod noninvaziv ventilatörlerde spontan/Time (S/T) olarak adlandırılır.

Resim 5. Bilevel ventilatörler.

Basınç hedefli ventilasyon

Bu modda önceden ayarlanan basınç ayarı ile hava yolunda sabit bir hava yolu basıncı sağlanarak hava akımı verilir. Verilen tidal volüm sabit değildir ve ayarlanan basınç düzeyi hastanın inspirasyon çabası, solunum sisteminin fiziksel özelliklerine (kompliyans, rezistan) ve inspirasyon zamanı arasındaki ilişkiye bağlı olarak değişecektir. Bu modun önemli bir avantajı hafif-orta düzeyde hava kaçaklarını kompanse edebilme özelliğine sahip olmasıdır^(13,14).

Basınç Destekli Ventilasyon (Pressure support ventilation (PSV))

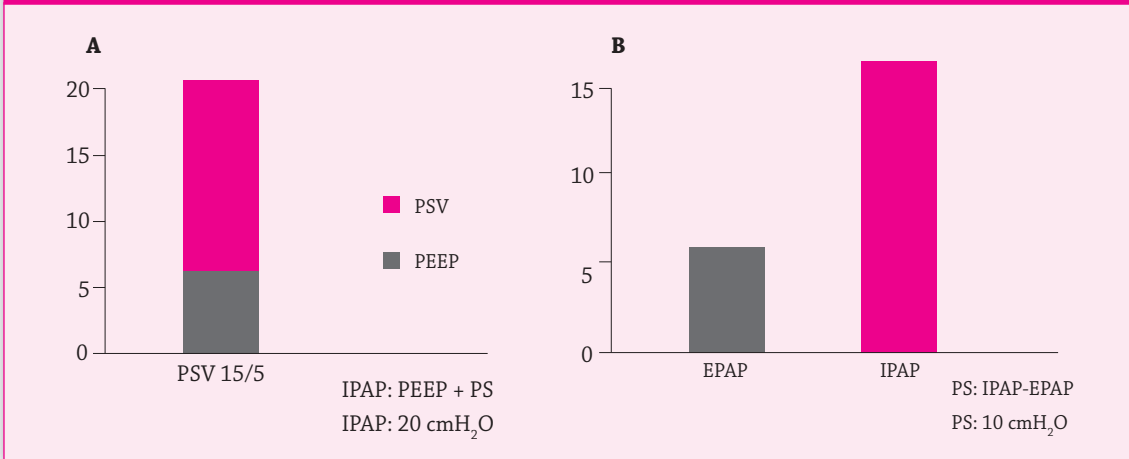
Noninvasiv ventilasyonda en sık kullanılan moddur. Bu mod hasta tetiklemeli ve akım sikluslu bir moddur. Yoğun bakım ventilatörlerinde basınç desteği düzeyi PEEP'in üzerine uygulanan inspirasyon basınç ile saptanır. Bilevel ventilatörlerde ise inspiratuar (IPAP) ve ekspiratuar (EPAP) basınç ayarlanır, bu iki basınç arasındaki fark basınç desteği düzeyini verir (Şekil 1). Bilevel ventilatörler yüksek ve düşük pozitif basınç arasındaki siklularda yüksek akımlı pozitif hava yolu basıncı sağlar. Spontan modda BiPAP hastanın kendi solunum sayısına göre tepki verir. BiPAP devre üzerinde kaçaklar olsa bile hastanın solunum eforunu hiseder ve solunum siklusu sırasında sabit bir zamanda ve gaz akımının belli bir değeri altına düşünceye kadar (ekspiratuar volümün %25'i) yüksek basınç verir. Bu noktadan sonra sabit bir alveoler basıncı sağlayan düşük hava yolu basıncı verilmesiyle EPAP başlar. EPAP hava yollarında ve alveollerdeki kollapsı, atelektaziyi önler ve fonksiyonel rezidüel kapasiteyi artırır. EPAP etkili bir oksijenasyonu sağlarken, IPAP tidal volümü ve hava yolu basıncını artırır, yorgunlukta azaltır. Noninvasiv ventilasyonda BiPAP terimi basınç desteği

ventilasyona eş değer bir terim olarak kullanılmaktadır. Bu modda her bir spontan solunumu desteklenmesi yanında bir backup solunum sayısı ayarlanabilir. Basınç desteği modunda yetersiz basınç desteğinin solunum iş yükünde artmaya, aşırı desteğin ise obstrüktif akciğer hastalığında dinamik hiperinflasyonun ve PEEP'in kötüleşmesine neden olduğu unutulmamalıdır. İlk başlangıçta IPAP/ EPAP 8-4 cmH₂O olacak şekilde düşük ayarlanmalı ve daha sonra hastanın uyumuna göre IPAP/EPAP 15-5 cmH₂O düzeylerine yükseltilmelidir. NIV'de daha sonra basınç desteği hastada ekspirasyon VT'nin 8-10 mL/kg ve solunum sayısının 30/dakikanın altında olacak şekilde titre edilmelidir⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Ortalama Volüm Garantili Basınç Desteği (Average Volume Assured Pressure Support (AVAPS))

AVAPS basınç destekli ventilasyon ile birlikte sabit bir tidal volüm veren hibrid bir moddur. İnspiratuar basınç bu modda değişkendir. Bu modu seçerken 8-12 mL/kg VT, maksimum ve minimum IPAP ve EPAP 6 cmH₂O ayarları seçilmektedir. AVAPS'in Obezite hipoventilasyon sendromu, obstrüktif uyku apne sendromunda uzun süreli faydaları gösterilmiştir. OHS'lu hastalarda AVAPS ile BiPAP/ST'nin etkinliğini karşılaştıran çalışmalarda altı hafta tedavi sonrasında gündüz ve gece ventilasyonunu düzeltmede, CO₂ düzeylerindeki azalmada, uyku ve hayat kalitesini arttırmada AVAPS'in BiPAP/ST ile aynı etkiye sahip olduğu gösterilmiştir⁽¹⁶⁾. Claudett ve arkadaşları hiperkapnik ensefalopatili ve akut solunum yetmezlikli KOAH hastalarında AVAPS ile BiPAP/ST'nin etkinliğini karşılaştırmışlardır. AVAPS'in BiPAP/ST'ye göre daha yüksek IPAP değerleri oluşturduğu ve Glasgow koma skalasında daha hızlı düzelmeye meydana getirdiği, fakat NIV süresinde ve kalış süresinde bir farklılık meydana getirmediğini göstermişlerdir⁽¹⁷⁾.

Şekil 1. Yoğun bakım ventilatörleri (A) ve Bilevel ventilatörlerinde (B) IPAP, EPAP ve PS düzeyleri arasındaki ilişki.



Senkronize İntermitant Mandatory Ventilasyon (SIMV)

Ventilatörde ayarlanan zorunlu solunumlar arasında spontan solunuma izin veren bir moddur. Bu modun NIV kullanımında bir çok sınırlamaları olduğundan günümüzde pek kullanılmamaktadır.

Orantılı Yardımlı Ventilasyon (Proportional Assist Ventilation (PAV))

Orantılı yardımcı ventilasyon (PAV) hastanın solunum eforuna orantılı olarak ventilatuar basınç uygulayan senkronize kısmi ventilatuar destek modudur. Hastanın talebi yüksek ise daha fazla mekanik yardım alır, talep düşük olduğunda ise yardım daha az olmaktadır, böylece daha iyi hasta-ventilatör uyumu sağlanmaktadır. Ventilatör hastanın solunum sisteminin hareket denklemine bağlı olarak belli bir basınç miktarına dönüşen akım ve volüm analizine bağlı olarak hastanın inspiratuar çabasını güçlendirir. Solunumu güçlendirmenin yoğunluğu solunum sisteminin elastikiyetine (volüm yardımı ile) ve direncine (akım yardımı ile) bağlıdır. PAV direnç ve elastikiyet yükünü azaltabilen akım (FA, cm H₂O/l/s) ve volüm yardımı (VA, cm H₂O/l) sağlar. Elastikiyet volüm yardımının giderek artmasıyla, direnç ise farklı tepe akımları ile meydana gelmektedir. PAV ile önceden ayarlanan hedef akım, basınç veya volüm yoktur. Hasta-ventilatör uyumsuzluğunu düzeltmek için amaçlanan PAV modu ile yapılan çalışmalarda noninvasiv ventilasyonda en fazla kullanılan PSV'ye herhangi bir üstünlüğü gösterilememiştir. Klinik uygulamada elastik yardım volüm ve basınç ile aşırı yardım meydana gelinceye kadar genellikle kazanım kademeli olarak artması ile saptanır. Kazanç ya maksimal düzeyde (%100) veya maksimumun %60-80'ni gibi düşük düzeylerde ayarlanabilir. Bu modun kullanımında yakın takip ve tecrübe önem kazanmaktadır⁽¹⁸⁾.

Noninvasiv Nöral Ayarlı Ventilatuar Yardım (Noninvasive Neurally Adjusted Ventilatory assist (NAVA))

NAVA 10 yıl önce tanımlanmasına rağmen ticari olarak sadece birkaç yıl önce kullanılmaya başlanılmıştır. Bu mod verilirken basınç miktarı ile birlikte aynı zamanda zamanlamasını kontrol etmek için diyafragmanın elektriksel aktivitesi kullanılır. Ventilatör ayarlanabilir sabit bir kazanç ile çarpılan (NAVA düzeyi) diyafragmanın elektriksel aktivitesine göre inspirasyon boyunca hava yoluna basınç uygulanır. Ventilatör diyafragmanın elektriksel aktivitesi ile solunumu tetikler, sınırlar ve sonlandırır. İdeal NAVA düzeyi halen bilinmemektedir. Diyafragmanın elektriksel aktivitesi özefagusu yerleştirilen bir dizi elektrotlar ile ölçülmektedir. Bununla birlikte NAVA'da ve-

rilen ventilatör desteği solunum sistemi mekanikleri, PEEPi ve havakaçakları ile etkilenmez^(9,19).

Devamlı Pozitif Hava yolu Basıncı (Continue Positif Airway Pressure(CPAP))

Solunumun herhangi bir evresini desteklemediği için bir mod olarak kabul edilmez. Fakat hava yolunda devamlı sabit bir basınç sağladığı için özellikle obstrüktif uyku apne sendromunda ve hipoksemik solunum yetmezliğinde kullanılan bir seçenektir. CPAP diğer oksijen tedavi uygulamalarından daha yüksek oranda FiO₂ uygulamasına olanak verir, ortalama hava yolu basıncını artırır ve kollaps olan akciğer bölge-lerinin ventilasyonunu düzeltir. Kollaps olan kısımların açılmasını sağlaması mekanik ventilasyonda entübe olan hastalarda uygulanan PEEP'e benzerdir. CPAP solunum kas yükünü azaltarak solunum iş yükünü azaltır. KOAH atak nedeni ile oluşan solunum yetmezliğinde CPAP PEEPi dengeleyerek solunum iş yükünü azaltır ve bunun sonucu olarak solunum sayısında azalma, ventilasyonda artma ve PaCO₂ de düşme meydana gelir. Basit ve ucuz olduğundan özellikle acil servislerde ve kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır⁽¹¹⁾.

NONİNVAZİV VENTİLYASYONDA SOLUNUMUN BAŞLATILMASINA GÖRE OLUŞAN MODLAR

Spontan mod (S)

Bu mod sadece basınç hedefli ventilasyonda mevcuttur. Hasta inspirasyonun başlatılmasını ve sonlandırılmasını kontrol eder. Ventilatör hasta tarafından tetiklendiğinde inspirasyon başlar. Basınç önceden ayarlanan minimal inspiratuar akım meydana geldiği sürece korunur. İspirasyonun sonlanması (inspirasyondan ekspirasyona geçişi) inspiratuar akımın önceden saptanan bir yüzde değerinin altına düştüğünde meydana gelir. Bu modda hedeflenen inspiratuar basınç, inspiratuar tetikleme hassasiyeti ve ekspirasyona geçişi sağlayan tepe akım hızının yüzde eşik değeri seçilmelidir. Bazı ventilatörlerde bu seçilen tüm parametreleri klinisyen ayarlamaktadır, bazı ventilatörlerde ise sadece inspiratuar basınç ayarlanmaktadır. Burada her bir siklus akım ölçütüne göre sonlandırılır ve hasta siklusun tüm kontrolünü kendisi sağlar. Bu mod basınç basınç destek ventilasyon olarak da adlandırılır⁽²⁰⁾.

Asist Mod (A)

Bu mod da hasta inspirasyonun başlamasını kontrol eder, fakat inspirasyonun süresi ventilatör tarafından düzenlenir. Klinisyen hedeflenen volüm veya basınç, I:E oranı veya inspirasyon süresi ve inspiratuar tetikleme hassasiyeti seçilmelidir⁽²⁰⁾.

Kontrol mod (C)

Bu modda zamana bağlı olarak önceden ayarlanan otomatik sikluslar vardır. Ventilatör inspirasyonun başlaması ve sonlandırılmasını kontrol eder. Bazı ventilatörlerde “Timed” (T) mod olarak adlandırılır ve nadiren kullanılır⁽²⁰⁾.

Spontan/Time modu (S/T)

Bazı noninvaziv ventilatörlerde “spontaneous” ve “timed” modlarının kombinasyonu olarak S/T modu bulunmaktadır. Bu mod temel olarak bir back-up oranı sağlayan bir basınç desteği (PSV) ventilasyonudur. Burada inspirasyondan ekspirasyona geçiş hasta tetiklemeli, sikluslarda ise akım sınırlıdır. Bunun haricinde hastanın solunum sayısı ayarlanan back-up solunum sayısının altına düştüğünde ve inspirasyon süresi spontan sikluslar sırasında önceden ayarlanan maksimum süreyi aştığında inspirasyondan ekspirasyona geçiş zaman sınırlı olmaktadır⁽²⁰⁾.

NONİNVAZİV VENTİLYASYONDA KULLANILAN AYARLAR

İnspiratuar Tetikleme

Tetikleme hassasiyeti hastanın gereken en az çaba ile ventilatörü aktive etmek için en yüksek hassasiyet ile ayarlanmalıdır. Hassas bir tetikleme hastaya solunumun verilmesinde hızlı bir tepki süresine olanak verir. Hassas olmayan bir tetikleme olduğunda hasta ventilatörü tetiklemek için ventilatör ile savaşır ve buda solunum iş yükünü artırır. Bilevel ventilatörlerin çoğu daha az tetikleme süresi ve solunum iş yükü ile ilişkili olan akım tetikleme ile donatılmıştır. NIV sırasında kaçaklar ventilatör tarafından yanlışlıkla bir inspiratuar çaba olarak algılanır ve ventilatörü tetikler, bu oto-tetiklemenin sıklığı kaçığın miktarı ile doğru orantılıdır^(5,8,9,20,21).

Ekspiratuar tetikleme

Basınç destekli modda sonlanma (cycling) olarak bilinen inspirasyondan ekspirasyona geçiş ani inspiratuar akımda önceden ayarlanan tepe inspiratuar akıma azalma meydana geldiğinde meydana gelir ve bu olay ekspiratuar tetikleme olarak adlandırılır. İdeal bir durumda sonlanma hastanın inspiratuar çabasının sonu ile çakışır. Çoğu ventilatörde ekspirasyon tetikleme eşik değeri önceden %25 olarak ayarlanmıştır. İnspiratuar akım tepe inspiratuar akımın %25'ine azaldığında ventilatör inspirasyonu sonlandırır. Hava yolu direnci arttığında veya kaçak durumunda inspiratuar sonlanmada gecikme meydana gelir, yani %25 değeri daha geç meydana gelir,

bu nedenle inspirasyondan ekspirasyona geçiş geç meydana gelmesiyle hasta ventilatör uyumsuzluğu meydana gelmiş olur^(5,8,9,20,21).

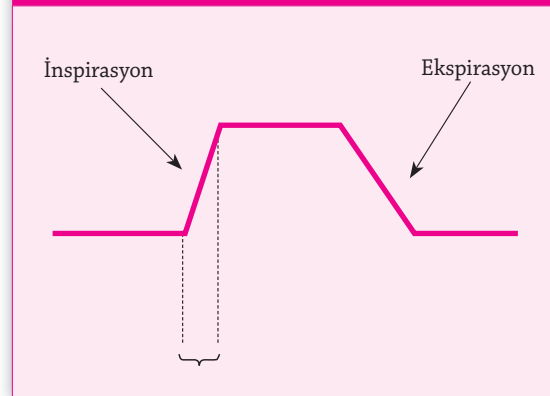
Rise time (Pressurization (basınçlandırma zamanı))

Basınç destekli ventilasyonda doğru bir basınçlandırma zamanı hasta-ventilatör uyumunu düzeltmek ve inspirasyon çabasını azaltmak için gereklidir. Bilevel ventilatörlerin tümünde ayarlanabilir bir rise time ayarı mevcuttur. Ventilatörlere bağlı olarak rise time ayarı olarak hedef inspiratuar basınca ulaşma zamanı 0.05-0.9 saniye arasında değişmektedir. KOAH'lı hastalarda hızlı inspiratuar akım hızı gerektiğinden hasta konforunu artırmak için 0.05-0.1 saniye arasında kısa bir rise time ayarlamak gerekebilir. Kronik solunum yetmezliği olan nöromusküler hastalıklarda 0.3-0.4 saniye gibi daha yavaş bir rise time ayarlanabilir. Yatak başında hasta ile konuşarak hastanın konforuna en iyi rise time ayarlanabilir (Şekil 2)⁽²¹⁾.

Backup Solunum Sayısı

Bazı bilevel ventilatörlerde backup solunum sayısı ayarı yoktur. Bununla birlikte yeni bilevel ventilatörler, ara ve yoğun bakım ventilatörde ayarlanabilir backup solunum sayısı ayarı bulunmaktadır. Akut durumlarda backup sayısı rutin olarak apne veya hava kaçakları karşısında tetiklemeyi sağlamak için kullanılmaktadır. Kronik durumlarda, nöromusküler hastalıklarda özellikle uykuda solunum kontrol edilebilmesi için genellikle yüksek bir backup solunum sayısı ayarlanmaktadır. Tipik olarak nöromusküler hastalıklarda backup solunum sayısı 12-24/dakika olarak ayarlanmaktadır. KOAH'lı hastalarda yapılan çalışmalarda ise backup solunum sayısının kullanılmasının veya kullanılmamasının gaz alışverişinde etkisi gösterilememiştir. Özellikle NIMV uyumunu artırmak için kullanılan sedasyon, Cheyne-Stokes solunum ve apne durumlarında backup solunum sayısı ayarlanmalıdır^(5,8,9,20,21).

Şekil 2. Rise time (pressurization).



Rampa Zamanı

Ayarlanan IPAP basıncına ulaşma zamanı olarak tanımlanır. EPAP değerinden IPAP değerine her solukta 0.5, 1, 2 ve 3 cmH₂O artarak belirlenen zamanda IPAP değerine ulaşır. Cihazlarda rampa zamanı 5-45 dk arasında bir sürede ayarlanabilir.

Ekspirasyon Sonu Pozitif Basınç (PEEP)

Obstrüktif hastalıklarda oluşan PEEP'i tetikleme eşik değerini azaltabilir, buda hastanın inspirasyon çabasının başlaması ile ventilatör tetiklemesi arasında gecikmeye veya etkisiz çabaya neden olur. Bu olgularda dışarıdan PEEP uygulaması PEEP'i dengeler ve hasta-ventilatör uyumunu düzeltir. PEEP ekspirasyon sırasında uygulanan atmosfer üzerinde bir pozitif basınçtır. Bazı ventilatörlerde EPAP olarak adlandırılır. Yoğun bakım ve ev tipi ventilatörlerde PEEP ayarı IPAP ve PS düzeylerini etkiler. Yoğun bakım ventilatörlerinde PEEP ve PS ayarları, ev tipi ventilatörlerinde PEEP ve IPAP, bilevel ventilatörlerde ise IPAP ve EPAP ayarları bulunmaktadır. Bundan dolayı yoğun bakım ventilatörlerinde PEEP ayarı IPAP düzeyini artırırken, ev tipi ventilatörlerinde PEEP ayarı PS düzeyini azaltır (Şekil 1). Noninvaziv ventilasyonda dışarıdan PEEP uygulaması ölü boşluktan CO₂ nin atılmasını, maske içinde rebreathing riskini önlemesine, uykuda hava yolunun açık kalmasını sağlamasına ve alveollerin açık kalmasına neden olur. Gereksiz olarak PEEP artırımlarından kaçınılması gerekir, eğer PEEP artırılırsa inspiratuar desteğin sağlanması için IPAP da artırılması gerekiyor, buda uyumsuzluğa ve kaçağa neden olur, kaçaklarda EPAP'ın olması gereken düzeyde kalmasını imkansızlaştırır⁽²¹⁾.

Hava Kaçak Kompanzasyonu

Hava kaçağı kullanılan maskelerden dolayı NIMV sırasında neredeyse rutin bir hal almıştır. Akut durumda oluşan kaçaklar hasta konforunu azaltabilir, bu durum hasta-ventilatör uyumsuzluğuna ve başarısızlığa neden olabilir. İstenmeyen kaçaklar nazal ventilasyon uygulanıyorsa ağızdan veya maske ile deri arasında meydana gelebilir. Bundan dolayı kaçağı ortadan kaldırmak için maske bağlarının sıkı bağlanması hastayı rahatsız ettiğinden ve hasta-ventilatör uyumunun bozulmasına neden olduğundan tavsiye edilmemektedir. NIMV sırasında meydana gelen bazı kaçaklar kaçınılmaz olduğundan kaçak kompanzasyonu olan ventilatörlerin kullanılması önemli bir hal almaktadır. Hava kaçağı kompanzasyonu bilevel ventilatörde ev tipi ventilatörlere göre daha iyidir. Kaçak durumunda VT ev tipi ventilatörde %50'den fazla meydana gelirken, bilevel ventilatörlerde ise kaçak

durumunda %10'den az ve inspirasyon basıncında %8'den az azalma meydana gelir^(5,8,9,20,21).

NONİNVAZİV MEKANİK VENTİLYASYONDA KULLANILAN MASKELER

Akut ve stabil kronik hiperkapnik solunum yetmezliğinin tedavisinde noninvaziv ventilasyon önemli bir role sahiptir. Noninvaziv ventilasyon uygulamasında cihaz seçiminden daha önemli olan maske seçimi hasta konforunu etkilemesinden dolayı NIV başarısında en önemli etkidir⁽²²⁾. Maske seçimi hava kaçağı, klostrfobi, yüz derisinde eritem, akne benzeri döküntü, deri hasarı ve göz irritasyonu gibi problemlerin gelişmesini güçlü bir şekilde etkiler. Maske seçiminde hastada bulunan solunum yetmezliğinin tipide önemlidir. Akut solunum yetmezliğinde tam yüz maskeleri daha sık kullanılırken, kronik solunum yetmezliğinde nazal maskeler daha sık kullanılmaktadır. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde en sık %70 oranında tüm yüz maskesi kullanılmakta, ikinci sıklıkta nazal maskeler %30 oranında kullanılmaktadır⁽²³⁾.

Son yıllarda maske endüstrisinde ortaya çıkan gelişmeler hastaların ve hekimlerin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik, daha konforlu, iyi tolere edilebilen ve kullanması daha kolay olan güvenli maskelerin yapılmasına yöneliktir. İdeal bir maskede bulunması gereken özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir. Hasta anatomisi farklı olduğu için uygun maske ölçüsünü seçmek en iyi klinik sonuçları elde etmek için zorunludur. Noninvaziv mekanik ventilasyonda kullanılan maskeler şekillerine göre sınıflandırılırlar (Tablo 2)⁽²⁴⁾.

Kullanılan maskelerin ticari olarak erişkin ve çocuk şekilleri ve bunlarında boyutlarına göre büyük (large), orta (medium) ve küçük (small) olarak piyasada bulunmaktadır. Piyasada bulunan maskelerin bir kısmı tek bir parçadan, bir kısmında ikiden fazla parçadan oluşmaktadır. Maskede bulunan bu parçalar; yüze temas bölgelerinde zararı azaltan yumuşak yastık kısmı (slikon, hidrojel, polipropilen, polivinil klorid) ve maskenin esas yapısını oluşturan çatı kısmıdır (polivinil klorid, polikarbon, termoplastik). Bu maskelerin çoğu şeffaf görünüme sahiptir. Maskelerin temel özelliklerinde biri kafaya sabitlemek için birden fazla bağlantı odaklarının olmasıdır. Bu bağlantı odaklarının sayısının fazla olması maskenin kafaya daha iyi bağlanmasına ve bundan dolayı NIV uygulamasında uygulanacak hedef basınca daha etkili ulaşabilmesine neden olmaktadır.

Maskelerin ana çatısında bir veya birden fazla delikler olabilir, bu deliklerin bir kısmı hastanın ekspirasyonda çıkardıkları havanın tekrar solunmasını önlemek (rebrathing) içindir. Maske veya devre üzerinde hastaya dışarıdan oksijen vermeye yarayan oksijen

Tablo 1. İdeal bir maskede bulunması gereken özellikler.

Kaçığın az olduğu	En az ölü başlık
Sağlam	Düşük fiyat
Travmatik olmayan	Değişik ölçülerde bulunması
Hafif ve yumuşak	Maskenin kolayca hareket etmemesi ve yer değiştirmemesi için stabil olması
Dayanıklı	Takılıp çıkarılması kolay olması
Kolay eğilip bükülmeyen	Yıkabilir olması (evde kullananlar için)
Nonallerjik materyal	Hastane kullanımı için tek kullanımlık olması
Hava akımına düşük rezistans	

kanülünün takılmasını sağlayan deliklerde bulunabilir. Bunların dışında uygulanacak NIV cihazınının markasına bağlı olarak hasta verilerini ölçen (akım, volüm, basınç) makine ile maske veya devre üzerinde bağlantıyı sağlayan üçüncü bir delik olabilir⁽²⁵⁾.

Maske Seçimi

Solunum yetmezliğinde noninvaziv ventilasyon için nazal ve tüm yüz maskeleri hem bilevel ventilatör ile hemde yoğun bakım ventilatörleriyle başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Noninvaziv ventilasyonda sıklıkla ağız ve burunu kapatan tümyüz ve sadece burunu kaplayan nazal maskeler kullanılmaktadır. Bu maskelerin dışında daha nadir olarak nazal yastık, ağız parçası ve helmet maskeleri de noninvaziv ventilasyonda kullanılmaktadır. Noninvaziv ventilasyonun başarısında maskenin etkinliği hava kaçağı, rebreathing, dinamik total ölü boşluk ve konfor gibi etkenlere bağlıdır. Bu nedenle akut solunum yetmezliğinde hastaya en uygun maskenin seçilmemesi başarısızlığın en önemli nedeni olabilmektedir⁽²⁵⁾.

Tam Yüz Maskeleri

Akut solunum yetmezliğinde hastalar sıklıkla ağız solunumu yaptıklarından dolayı en sık kullanılan maske çeşididir. Bu maske çeşitleri ağız ve burunu kaplayan oronazal maskeler veya tüm yüzü kaplayan maskeler şeklinde olabilir (Şekil 3). Tüm maskelerde olduğu gibi tüm yüz maskelerinde de kafayı saran bir bağ, burun köküne veya alın bölümüne temas eden noktalar mevcuttur. Bu nedenle temas noktalarında

ki zararı önlemek için çeşitli mekanizmalar firmalar tarafından geliştirilmiştir. Bunun yanında kusma sonrası asfiksiyi önlemek için çabuk çözülen bağlar, anti-asfiksi valvleri ve rebreathing önleyen portlar geliştirilmiştir. Bununla birlikte tüm yüz maskelerinde ventilatör bozulduğunda veya hava yolu basıncı 3 cmH₂O'nun altına düştüğünde otomatik olarak oda havasına açılan anti-asfiksi valvleride yer almaktadır^(24,26).

Avantajları: Uyumu iyi olmayanlarda, hastalık şiddeti ağır olanlarda, ağız ve büyük dudak solunumu yapanlarda, dişsiz hastalarda ve etkili ventilasyon ihtiyacı olan durumda en uygun maske çeşididir.

Dezavantajı: Kolostrofobisi olan hastalarda uyumsuzluk problemi meydana getirir. Konuşma ve öksürüğü engeller. Kusması olanlarda aspirasyon riski vardır⁽²⁶⁾.

Nazal Maskeler

Sadece burunu kaplayan burun köküne bası uygulayan kafayı saran bağları olan ve uzun süreli ventilasyonda tercih edilen bir maske çeşididir. Akut hipoksemik ve hiperkapnik solunum yetmezliğinde kullanılmaz^(24,26).

Avantajları: Uyumlu hastalarda, hastalık şiddetinin düşük olduğu hastalarda, kolostrofobisi olanlarda daha uygun, hastaların konuşmasına, yemek yeme ve içmesine, öksürmesine ve balgam çıkarmasına izin verir. Aspirasyon riski düşüktür. Daha iyi tolerans sağlar. Mide şişkinliği daha az görülür.

Tablo 2. Maske çeşitleri.

Ağız yerleşen: hastanın dudakları arasına yerleşen ve dudak tutucusuyla tutulan araçlar
Burun maskeleri: Sadece burunu kaplayan maskeler
Burun yastıkçıkları: Burun deliklerine yerleşen tıkaçlar
Oronazal: Hem ağız hem burunu kaplayan maskeler
Tüm yüz maskesi: Ağız, burun ve gözleri kaplayan maskeler
Helmet: Boyundan itibaren tüm kafayı içine alacak şekilde yüz ve kafa ile temas etmeyen maske şekli.

Dezavantajları: Kaçak riski çok fazladır. Burun patolojisi olanlarda ve burun tıkanıklığı olanlarda etkinliği azdır. Akut durumlarda etkinliği daha azdır^(24,26).

Helmet Maskesi

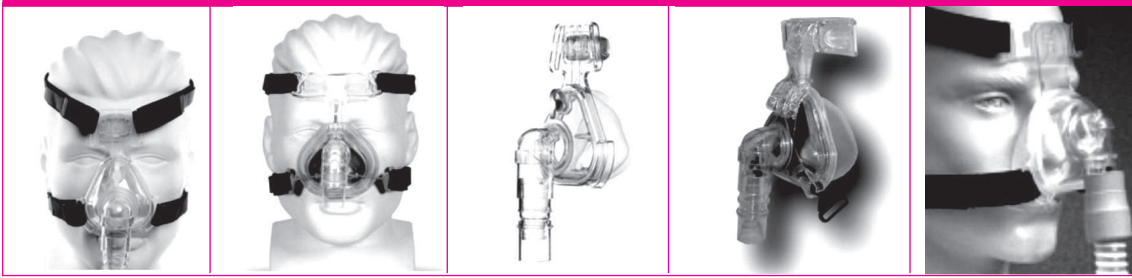
Noninvaziv ventilasyonda uyumu ve hasta konforunu artırmak için geliştirilmiş bir maske çeşididir. Bu maskenin kullanımında hastalar çevresi ile iletişim halinde olup çevresini rahatlıkla görebilir, gazete ve kitaplarını okuyabilir. Kafaya sabitlenen bağları ve burun ve alın bölgesine temas eden noktaları olmadığından basıya bağlı deri hasarı riski yoktur. Bu maske çeşidinde kafaya tamamen geçirilen şeffaf bir parça ve bu parçaya takılan inspiratuar ve ekspiratuar tüp portları ve bu maskeyi koltuk altından vücuda sabitleyen bağları mevcuttur. Hiperkapnik solunum yetmezliğinde çok fazla ölü boşluk meydana getirdiğinden dolayı kullanımı uygun değildir. Yapılan çalışmalarda hipoksemik solunum yetmezliğinde

oksijenasyonu düzelttiği bu nedenle bu hastalıklarda daha sıklıkla kullanılmıştır. Bir çalışmada akut postop solunum yetmezlikli seçilmiş hastalarda helmet maskesinin etkili olabileceği gösterilmiştir⁽²⁷⁾.

Avantajları: Akıma karşı daha az direnç gösterir. Yüz travması veya şekil bozukluklarında uygulanabilir. Hastanın konuşmasına ve öksürmesine izin verir. Hasta uyumu ve konforu daha iyidir. Burun kökünde hasar riski düşüktür.

Dezavantajları: Gürültünün yüksek olması ve orta kulak fonksiyonlarında bozulmaya neden olması, PaCO₂ düzeylerini azaltmada etkisiz ve CO₂ rebreathing riski yüksektir. Maske içinde geniş hacimler meydana getirdiğinden dolayı yetersiz tetikleme gibi hasta ventilatör asenkronisine neden olabilmektedir. Nemlendirici kullanma imkanı yoktur. Kolostrofobi riski olanlarda kullanımı zordur⁽²⁷⁾.

NAZAL MASKELER



NAZAL YASTIKÇIKLAR



ORONAZAL MASKELER



TÜM YÜZ MASKELERİ**HELMET MASKESİ****Şekil 3. Maske çeşitleri.****KAYNAKLAR**

1. Boldrini R, Fasano L, Nava S. Noninvasive mechanical ventilation. *Curr Opin Crit Care* 2012; 18:48-53.
2. Mehta S, Hill NS. Noninvasive Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-577.
3. Dean R Hess. The Evidence for Noninvasive Positive-Pressure Ventilation in the Care of Patients in Acute Respiratory Failure: A Systematic Review of the Literature. *Respir Care* 2004;49(7):810-829.
4. N. Ambrosino, G. Vaghegini. Noninvasive positive pressure ventilation in the acute care setting: where are we? *Eur Respir J* 2008; 31: 874-886.
5. Kacmarek RM, Hill NS. Ventilators for noninvasive positive pressure ventilation: technical aspects. *Eur Respir Mon* 2001;6(16):76-103.
6. Chatburn RL. Which Ventilators and Modes Can Be Used to Deliver Noninvasive Ventilation?. *Respir Care* 2009;54(1):85-99.
7. Scala R, Naldi M. Ventilators for Noninvasive Ventilation to Treat Acute Respiratory Failure. *Respir Care* 2008; 53(8): 1054-1080.
8. Scala R. Ventilators for noninvasive mechanical ventilators. in *Noninvasive Mechanical Ventilators*. Ed: Esquinas AM. Springer-Verlag, Berlin, 2010: 27-38.
9. Vargas F, Thille A, Lyazidi A, Brochard L. NIV for acute respiratory failure: modes of ventilation and ventilators. *Eur Respir Mon* 2001;6(16):76-103.
10. Schonhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002; 20: 1029-1036.
11. Hess DR. The growing role of noninvasive ventilation in patients requiring prolonged mechanical ventilation. *Respir Care* 2012;57:900-918.
12. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
13. Liesching T, Kwok H, Hill NS. Acute Applications of Noninvasive Positive Pressure Ventilation. *Chest* 2003;124:699-713.
14. Highcock MP, Shneerson JM, Smith IE. Functional differences in bi-level pressure preset ventilators. *Eur Respir J* 2001; 17: 268-273.
15. Barreiro TJ, Gemmel DJ. Noninvasive ventilation. *Crit Care Clin* 2007; 23:201-222.
16. Mokhlesi B, Tulaimat A. Recent Advances in Obesity Hypoventilation Syndrome. *Chest* 2007;132(4): 1322-36
17. Briones Claudett KH, Briones Claudett M, Chung Sang Wong M, et al. Noninvasive mechanical ventilation with average volume assured pressure support (AVAPS) in patients with chronic obstructive pulmonary disease and hypercapnic encephalopathy. *BMC Pulm Med* 2013;13(1):12. doi: 10.1186/1471-2466-13-12.
18. Ambrosino N, Rossi A. Proportional assist ventilation (PAV): a significant advance or a futile struggle between logic and practice? *Thorax* 2002;57:272-276.
19. Navalesi P, Colombo D, Cammarota G, Vaschetto R. Neurally adjusted ventilatory assist. *Eur Respir Mon* 2012;55: 116-123.
20. Rabec R, Rodenstein D, Leger P, Rouault S, Perrin C, Gonzalez-Bermejo J, on behalf of the SomnoNIV group. Ventilator modes and settings during non-invasive ventilation: effects on respiratory events and implications for their identification. *Thorax* 2011;66:170-178.
21. Jolliet P, Tassaux D. Clinical review: patient-ventilator interaction in chronic obstructive pulmonary disease. *Critical Care* 2006;10:1-6.
22. Ambrosino N, Vaghegini G. Noninvasive positive pressure ventilation in the acute care setting: where are we?. *Eur Respir J* 2008;31:874-886.

Noninvaziv Ventilasyonda Kullanılan Cihazlar, Modlar ve Maskeler /
Equipments, Modes and Masks in Noninvasive Ventilation

23. Nava S, Navalesi P, Gregoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care* 2009;54(1):71-82.
24. Navalesi P, Frigerio P, Gregoretti C. Interfaces and humidifications in the home setting. *Eur Respir Mon* 2008;41:336-349.
25. Schonhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002; 20: 1029-1036.
26. Ozsancak A, Sidhom SS, Liesching TN, Howard W, Hill NS. Evaluation of the total face mask for noninvasive ventilation to treat acute respiratory failure. *Chest*. 2011 May;139(5):1034-41. doi: 10.1378/chest.10-1905. Epub 2011 Feb 17.
27. Moerer O, Sinderby C, Brunet F. Patient-ventilator Interaction During Non-invasive Ventilation with the Helmet Interface. *Intensive Care Med* 2007: 358-367.