

SOLUNUM YETMEZLİĞİNDE NONİNVAZİF MEKANİK VENTİLASYON

Pınar ERGÜN

Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim Araştırma Hastanesi, ANKARA

Noninvazif mekanik ventilasyon (NIMV), herhangi bir yapay solunum yolu olmaksızın uygulanan mekanik ventilasyondur. İlk kez 150 yıl kadar önce negatif basınçlı ventilatörlerin prototipi olan tank ventilatörlerin kullanımından sonra birçok noninvazif ventilatör tipi geliştirilmiştir. 1920-1950'ler arasında polio epidemileri nedeni ile çelik akciğer gibi tank ventilatörler mekanik ventilatuar desteğin temelini oluştururken, 1960'larda akut solunum yetmezliğinin tedavisinde invazif mekanik ventilasyon tercih edilen tedavi yaklaşımı olmuştur. Noninvazif mekanik ventilatörler esas olarak da negatif basınçlı tipleri 1980'lerin başına kadar kronik solunum yetmezliğinin tedavisinde sporadik olarak kullanılmaya devam etmişlerdir. 1980'lerin sonunda nazal pozitif basınçlı ventilasyonun kronik solunum yetmezliklerinde özellikle de uyku-apne sendromunun tedavisinde kullanılmaya başlaması ile NIMV solunum yetmezliğinde tercih edilen ventilatuar destek formlarından olmuştur (1,2).

Bu bölümde akut ve kronik solunum yetmezliğinde noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon (NIPPV) kullanım gerekçeleri, endikasyonları, kontrendikasyonları, hasta seçimi, başarıyı etkileyen faktörler ve komplikasyonlardan söz edilecektir.

NIPPV KULLANIM GEREKÇELERİ

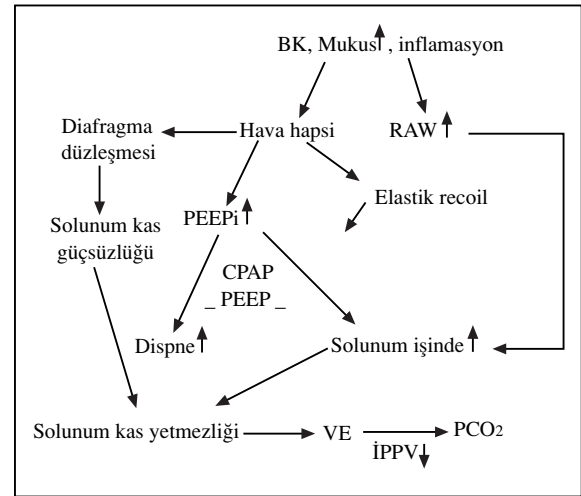
Hastalar ventilatuar desteğe PaCO₂'nin azaltılması ve/veya oksijenizasyonun düzeltilmesi gibi gerekçelerle ihtiyaç duyarlar.

Hiperkapninin düzeltilmesi:

PaCO₂ arttığında dakika ventilasyonu normal ya da artmışken, solunum kasları CO₂ eliminasyonu için gerekli alveoler ventilasyonu oluşturmakta yetersiz kalırlar. Bu patofizyolojinin düzeltilmesi tidal volümün

ve/veya solunum sayısının artırılması ile alveoler ventilasyonun artırılması ve solunum işini azaltarak CO₂ üretiminin azaltılması ile sağlanabilir.

Solunum kas yetersizliği, solunum işi normal (ör. Akut veya kronik nöromusküler problemler) veya artmışken (ör. KOAH, astım yada obezite-hipoventilasyon sendromu) ve solunum kaslarının yetersiz oksijenlenmesine bağlı (ör. Kardiyojenik pulmoner ödem) gelişebilir⁽³⁾. Bronkokonstrüksiyon, artmış mukus sekresyonu ve havayolu inflamasyonu gibi nedenlerle havayolu rezistansında artma ve hava hapsi gelişir. Hava hapsine ikincil gelişen oto-“Positive End-Expiratory Pressure” (PEEP)'in dışarıdan uygulanan pozitif basınçla (oto-PEEP'in 2/3'ü kadar) yenilmesi solunum işinin azalmasını ve sonuçta solunum yetersizliğinin önlenmesinde önemlidir (Şekil 1).



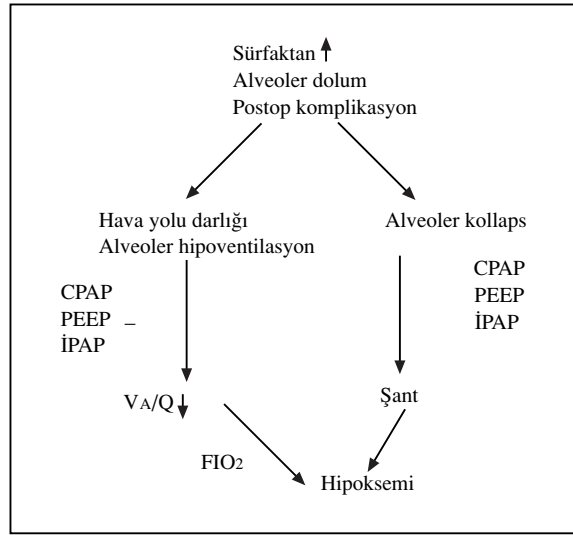
Şekil I: NIPPV uygulanmasında patofizyolojik gerekçeler

Kronik hiperkapnik hastalarda solunum merkezinin CO₂'e duyarlılığı azalmıştır. NIMV ile uygulanan pozitif basınç desteği CO₂'in normal sınırlara çekilerek solunum merkezinin CO₂'e duyarlılığını artırıp hipoventilasyonu önler^(1,2,3).

Hipokseminin düzeltilmesi:

Hipoksemi alveoler hipoventilasyonun bir sonucu olarak hiperkapni ile birlikte olabileceği gibi perfüzyonun, alveoler ventilasyonun perfüzyona oranının (VA/Q) < 1 olduğu bölgelere yönelmesi sonucu şanta bağlı olarak da gelişebilir.

Hipoksemi FIO₂'nin artırılması ve kollabe alveollerin açılması ile düzeltilebilir. Alveoler kollaps transpulmoner basıncın kapanma basıncının altına düştüğü durumlarda ya da inhalasyon sırasında hava boşluğu açılma basıncını aşmadığı durumlarda oluşur. Bu patofizyolojinin düzeltilmesinde transpulmoner basıncın artırılarak ki bu NIMV ile CPAP, PEEP uygulayarak ya da inspiriyumun pozitif basınçla desteklenmesiyle sağlanabilir (Şekil II).



Şekil II: NIPPV uygulanmasında patofizyolojik gerekçeler

NIPPV kalbe venöz dönüşü azaltıp, sol ventrikülün ön yüzünü ve sol ventrikül transmural basıncını azaltarak ard yükünü azaltır. Kardiyojenik pulmoner ödemli olgularda ejeksiyon fraksiyonunun artmasına, ventrikül işi ve oksijen tüketiminin azalmasına olanak tanır^(3,4). Hipoksemik ve/veya hiperkapnik solunum yetmezliğinin de ventriküler destek pozitif basınçlı ventilatörler ile invazif ya da noninvazif yöntemlerle uygulanabilir. İnvazif mekanik ventilasyon etkili ve güvenilir olmakla birlikte, endotrakeal tüp aracılığı ile uygulanmasının potansiyel komplikasyonları vardır.

İnvazif mekanik ventilasyonun komplikasyonları aşağıdaki gibi kategorize edilebilir:

1. Travmatik komplikasyonlar (ör. hemoraji, trakeal laserasyon, vokal kord paralizisi)
2. Havayolu defans sistemlerinin ortadan kalkması ile ilgili komplikasyonlar (mukosilyer aktivitenin

bozulması, inflamasyon)

3. Hasta rahatsızlığı (ör. ağrı, çevre ile iletişimin bozulması, oral beslenmenin engellenmesi^(1,2)).

Bu komplikasyonlar akut translaringeal entübasyonlar için olduğu kadar, kronik trakeostomiler için de geçerlidir. Bunun da ötesinde endotrakeal entübasyona bağlı iritasyon, aşırı mukus sekresyonu hastanın sürekli aspire edilmesini gerekli kılar⁽²⁾. İnvazif mekanik ventilasyon (IMV) sırasında ventilatöre bağlı pnömoni insidansı ilk üç gün %30, daha sonra ise her gün %1 artmaktadır. NIMV'da ise pnömoni komplikasyonu %5'in altında olarak bildirilmektedir⁽²⁾. NIMV ile IMV'ye göre hasta morbidite ve mortalitesindeki anlamlı azalma daha çok enfeksiyöz komplikasyonların belirgin azalması ile açıklanmaktadır. Ayrıca ventilatöre bağlı pnömoninin önlenmesiyle yoğun bakım ve hastanede kalış süresinde de azalma sağlanarak hasta maliyeti düşürülür^(2,3). Ancak NIMV için hasta seçiminin dikkatlice yapılması gerektiği unutulmamalıdır. NIMV için uygun hasta havayollarını koruyabilen, klinik tablosu stabil olan ve maskenin uygulanabileceği hastalardır. Hiperkapni nedeniyle oluşmuş olan bilinç bozukluğu NIMV için hasta ile kooperasyon kurula-bildiği sürece kontrendikasyon oluşturmaz. NIMV'nin kalp ve/veya solunum durması, anstabil anjina pektoris, akut miyokard infarktüsü, şok, ciddi üst gastrointestinal kanama gibi stabil olmayan durumlarda uygulanması kontrendikedir (Tablo I)^(1,2,3).

Tablo I: NIMV'un kontrendikasyonları

1. Kalp ve/veya solunum durması
2. Solunum dışı organ yetersizliği
 - . Ciddi ensefalopati
 - . Şok
 - . Stabil olmayan hemodinamiye yol açan kalp patolojisi
 - . Ciddi üst gastrointestinal kanama
3. Hava yollarının korunamaması
4. Sekresyonların atılamaması
5. Aspirasyon riski
6. Üst havayolu obstrüksiyonu
7. Yüz cerrahisi, travması, deformitesi ya da yanığı

NIMV ENDİKASYONLARI

NIMV seçilmiş hastalarda akut ve kronik solunum yetmezliğinde uygulanmaktadır.

Akut solunum yetersizliklerinde NIMV:

Akut solunum yetmezliğindeki olgularda NIMV endikasyonu tedavi hedefine bağlıdır. NIPPV'nun terapötik hedefleri Tablo II'de özetlenmiştir^(2,3).

Tablo II: Akut solunum yetmezliğinde NIPPV terapötik hedefleri

1. Endotrakeal entübasyonun önlenmesi
2. Solunum kas yükünün azaltılması
3. Hasta rahatı
4. Alveoler gaz değişimini düzeltmek
. Oksijenizasyonun sağlanması
. Asidozun düzeltilmesi
5. Hemodinamik stabiliteyi düzeltmek
6. Yoğun bakımda kalış süresini kısaltmak, ilgili komplikasyonları önlemek
7. Hastanede kalış süresini kısaltmak
8. Mortaliteyi azaltmak

Hipoventilasyona bağlı akut solunum yetmezliğinde NIMV

KOAH atağına bağlı hiperkapnik ve hipoksemik solunum yetmezliğinde NIPPV kullanımı ile ilgili randomize, kontrollü çalışma sonuçlarının irdelendiği iki yeni metaanalizde NIPPV'nin standart tedavi alan grupla karşılaştırıldığında solunum hızını azalttığı, dispne, gaz değişimini düzelttiği ve mortaliteyi azalttığı bildirilmiştir. Bu çalışmaların analizinde NIMV uygulanan gruplarda entübasyon ihtiyacının yaklaşık %20, standart tedavi alan olgularda ise %50 oranında olduğu görülmüştür^(1,4). Avrupa çalışmalarının sonuçlarına göre NIMV hastanede kalış süresini azaltmaktadır. Fakat bu parametre Kuzey Amerika sonuçları ile uyumlu değildir⁽¹⁾. Ağır klinik ve kan gazı parametreleri olan hastalarda başarı oranları düşmektedir. Bu nedenle KOAH atağına bağlı akut solunum yetmezliğinde NIMV solunum yetmezliğinin erken döneminde ciddi asidoz gelişmeden önce ve seçilmiş olgularda uygulanmalıdır (Tablo III)^(1,2,5,6).

Tablo III: KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliğinde NIMV endikasyonları

1. Mekanik ventilatör gereksinimi olan hastanın saptanması
a. Akut solunum sıkıntısı ile ilgili semptom ve bulgular
. Artan orta/ciddi derecede dispne
. Solunum sayısının > 24/dk, yardımcı solunum kas kullanımı, paradoksal solunum
b. Gaz değişim kriterleri
. PaCO ₂ > 45 mmHg
. pH < 7.35
. PaO ₂ / FiO ₂ < 200
2. NIMV için uygun hasta olması

Hipoksemiye bağlı akut solunum yetmezliğinde NIMV Hipoksemik solunum yetersizliği ARDS, akut pnömoni, travma ve akut pulmoner ödem gibi farklı kategorilerdeki birçok durumda karşılaşılabilen bir tablodur. Akut pulmoner ödem, KOAH ya da immün yetmezlikli

olgulardaki pnömoni hariç NIMV'nun kullanımı ve sonuçları ile ilgili yeterli veri yoktur. Hipoksemik akut solunum yetmezliği olan olgularda NIPPV destek ile standart medikal tedavi alan olguların karşılaştırıldığı randomize kontrollü üç çalışmanın ilkinde NIPPV uygulanan olgularda entübasyon gerekliliği ya da mortalite oranlarında herhangi bir azalma olmadığı saptanırken, PaO₂ > 45 mmHg olan alt grupta NIMV'nun entübasyon, yoğun bakımda kalış süresi ve mortalite oranlarında anlamlı azalma sağladığı saptanmıştır. Buna karşın pnömoniyeye ikincil akut hipoksemik solunum yetmezliği gelişen ve NIMV uygulanan olguların hepsinde endotrakeal entübasyon ihtiyacı doğmuştur⁽⁷⁾. Başka bir çalışmada ise ciddi toplum kökenli pnömoniyeye ikincil gelişen akut hipoksemik solunum yetmezliği olan olgularda NIPPV uygulanması ile entübasyon ihtiyacı ve yoğun bakımda kalış sürelerinde önemli azalmalar saptanırken hastanede kalış sürelerinde veya hastanedeki mortalite oranlarında farklılık saptanmamıştır⁽⁸⁾. Akut hipoksemik solunum yetmezliğinde NIPPV'nun IMV destek ile karşılaştırıldığı çalışmalarda NIPPV'nun gaz değişimini-nin düzeltilmesinde IMV kadar etkili olduğu, ciddi komplikasyon oranlarının daha az ve yoğun bakımda kalış sürelerinin de anlamlı düzeyde kısa olduğu gösterilmiştir⁽³⁾.

Akut pulmoner ödemli hastalarda NIPPV'nun yararlı etkilerinin olduğu uzun süreden beri bilinmektedir. NIMV bu grup olgularda kompliansı ve oksijenizasyonu, fonksiyonel rezidüel kapasiteyi artırarak ve kollabe alveollerini açarak düzeltir.

Akut pulmoner ödemli olgularda noninvazif yöntemle yalnızca CPAP uygulanmasının incelendiği en az dört randomize kontrollü çalışmada dispnenin azaldığı, oksijenizasyonun düzeldiği ve entübasyon oranlarının düştüğü gösterilmiştir.

Yakın zamanda NIMV [PEEP'e ilave olarak inspiratuar basınç desteği (PSV)]'un tek başına O₂ veya tek başına CPAP uygulanması ile karşılaştırıldığı çalışmalarda, NIMV'un CPAP uygulamasına bir üstünlüğü gösterilememiştir. Ayrıca NIMV'un bu olgularda miyokard infarktüs riskini artırdığı gösterilmiştir. Bu nedenle sadece dispnesi süren ya da hiperkapnisi olduğu bilinen olgularda PSV eklenmesi düşünülmelidir^(9,10,11).

Akut solunum yetmezliğinde NIMV'un kullanılabileceği diğer durumlar

1. İmmünesüpresif hastalar

Solid organ ya da kemik iliği transplantasyonu uygulanan olgularda ventilatuar destek gereksinimi

doğuran akut solunum yetmezliği geliştiğinde, NIMV ile entübasyon gereksiniminin azaldığı ve buna bağlı yoğun bakım mortalite oranlarında anlamlı düşüşler olduğu bildirilmiştir^(1,12).

2. Mekanik ventilatörden ayırma ve reentübasyonun önlenmesi

Üç günden uzun süre IMV uygulanan olgularda nazokomiyal pnömoni gelişimi (%25) hastanın prognozunu ve maliyeti olumsuz etkiler. Mekanik ventilatörden ayırma işlemi sonrasında pnömoni gelişme riski yüksek olup kötü prognostik faktör olarak kabul edilmektedir. KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliği nedeniyle entübasyon gereken olgularda yapılan randomize kontrollü iki çalışmada mekanik ventilatörden ayırma aşamasında NIMV kullanımının IMV gereksinim süresinde ve IMV ilişkili komplikasyon gelişim oranlarında azalma sağladığı gösterilmiştir^(13,14). Ekstübasyonu zor olan olgularda yapılan retrospektif çalışmalarda NIMV'nun weaning' de etkin bir yöntem olduğu saptanmıştır⁽¹⁵⁾.

3. Entübe edilmesi istenmeyen hasta

Solunum yetmezliği gelişen ve entübe edilmesi istenmeyen olgularda NIPPV ile tedavi edildiklerinde mortalite oranları yüksektir. Ancak bu tabloda olup kooperasyonun kurulabildiği ve öksürük yetisi olan konjestif kalp yetmezliği veya KOAH olguları daha iyi prognoza sahiptir⁽¹⁶⁾.

4. Cerrahi hasta

Randomize kontrollü çalışmalarda, kardiyopulmoner baypas cerrahisi uygulanan olgularda cerrahi sonrası NIMV uygulamasının gaz alışverişini ve akciğer mekaniklerini düzelttiği, ekstrasvasküler akciğer sıvı içeriğini azalttığı gösterilmiştir. Bu çalışmalarda ateletazi prevalansına etkisi olmadığı da görülmüştür⁽²⁾. Benzer şekilde akciğer rezeksiyonu ve skolyoz cerrahisi sonrası bilevel NIMV uygulanmasının önemli hemodinamik etki olmaksızın gaz alışverişinde kısa süreli olumlu fizyolojik etkilerinin olduğu gösterilmiştir⁽¹⁷⁾. Üst abdominal cerrahi sonrası NIPPV (maske ile CPAP) uygulanması, konvansiyonel tedavi ile karşılaştırıldığında ilk yetmiş iki saatte akciğer volümlerinde daha fazla artış sağlamak ve ateletazileri önlemektedir⁽¹⁸⁾. NIPPV, solid organ transplantlı olguların akut hipoksemik solunum yetmezliğinde endotrakeal entübasyon gereksinimini, fatal komplikas-

yon insidansını, yoğun bakımda kalış süresini ve yoğun bakım mortalitesini azaltmaktadır⁽¹⁹⁾.

5. Obezite-hipoventilasyon sendromu (OHS)

Gözlemsel çalışmalar OHS'da NIPPV'un etkili olduğunu bildirmektedir. Eğer hastada ciddi obstrüktif apne varsa nazal CPAP ve oksijen tedavisi veya bilevel-pozitif basınçlı ventilasyon endikasyonu vardır. Eğer hipoventilasyon santral apne veya hipopne ile birlikte ise volüm kontrollü ventilatörler tercih edilmelidir⁽²⁾.

NIMV uygulanması

NIMV'nun en uygun şekilde uygulanabilmesi hastaya uygun maskeyi, uygun ventilatör ve bağlantılarını, yanıtın takibinde ise uygun ekipman ve tecrübeli ekibi gerektirir.

a. NIMV nerede, kim tarafından uygulanmalı?

Akut solunum yetersizliğinde NIMV yoğun bakım ünitesinde (YÜB), ara yoğun bakım ünitesinde, acil serviste ya da hastane kliniklerinde doktorlar ve hemşireler tarafından uygulanabilir⁽²⁾. KOAH'a bağlı akut solunum yetmezliğinde NIMV'nin hem YBÜ hem de kliniklerdeki uygulamalarında mortalite ve entübasyon ihtiyacını azalttığı gösterilmiştir. YBÜ dışındaki uygulamalarında hastanede kalış süresini de kısalttığını gösteren çalışmalar sınırlıdır^(2,20,21). Progressif solunum yetmezliğinin önlenmesinde YBÜ dışında erken dönemde başlanması potansiyel fayda oluşturur. NIMV'nin etkinliği uygulayıcı tecrübesi, yatak, personel ve teknik donanımın yeterliliği, altta yatan hastalığın ciddiyeti gibi birçok faktöre bağlıdır^(2,3).

b. Maskeler

NIMV'de en sık kullanılan maskeler tam yüz maskesi veya nazal maskelerdir. Maske kafayı saran bantlar (headstrap) aracılığı ile kuvvetli ancak çok sıkı olmayacak şekilde uygulanır. Tam yüz maskesi nazal maskeye göre daha az hava kaçığı ile yüksek ventilasyon basıncı sağlar. Yüz maskesi kullanımında daha az hasta kooperasyonu gerekir. Nazal maske kullanımında nazal pasajın açık olması önemlidir, hava kaçığının önlenmesi için ağız kapalı tutulmalıdır. Nazal maskeler daha çok kronik solunum yetmezliğinde ve daha önceki kullanımlarda toleransın yüksek olduğu olgularda tercih edilir. Maske kenarından hava kaçığı olması etkinliği azaltırken tidal volümün monitörizasyonunu güçleştirir. Tedavi başarısızlığının önemli bir nedenidir⁽²²⁾.

c. Ventilatörler ve ventilatör modları

NIPPV basınç ya da volüm kontrollü ventilatörler aracılığı ile uygulanabilir. Bu ventilatörler yoğun bakım ventilatörleri olabileceği gibi, pozitif basınç sağlayan taşınabilir cihazlar da olabilir. Yoğun bakım ventilatörlerinin alarm ve monitörizasyon olanakları daha fazladır ve inspirasyonda daha fazla basınç verebilirler, fakat pahalı cihazlardır.

Hem basınç hem de volüm sınırlı ventilatör kullanımında başarı oranları benzerdir. Akut tabloda noninvazif mekanik ventilasyon için özel dizayn edilmiş O₂-gaz karışımı sunan basınç sınırlı ventilatörler (bilevel-tip) uzun süreli kullanımda günümüzde daha popülerdir. Taşınabilir volüm sınır ventilatörler daha gelişmiş alarm sistemlerine sahip olduklarından nöromusküler sorunları olan olgularda tercih edilmektedirler⁽¹⁾. Volüm sınırlı NIPPV’de ventilatör daha önceden ayarlanan tidal volümü (VT) her solukta hastaya sunar, inflasyon basınçları değişebilir. Volüm sınırlı ventilasyon modları kullanıldığında maske pik basınçları sınırlandırılmadığından hava kaçağı, gastrik distansiyon, basınç ağrı ve nekrozuna yatkınlık daha fazladır^(3,20).

Basınç sınırlı modlarda VT değişebilir. Spontan inspiratuar çaba olmadığında ya da ventilatörü tetikleyecek yeterlilikte değilse inspirasyon/ekspirasyon oranı ve solunum hızı ayarlanabilmektedir (basınç kontrollü ventilasyon-PCV). PCV’de ventilatör hasta tarafından tetiklenir ve inspiratuar akım hızı eşik değerini ya da ayarlanan sürenin altında kaldığında ekspirasyon fazı başlar. Bu modlar konvansiyonel ventilatörler ile ya da yüksek akım sürekli hava yolu basıncı (CPAP) ve yüksek inspiratuar (IPAP) -düşük ekspiratuar basınç (EPAP) sağlayan bilevel pozitif hava yolu basıncı (BIPAP) sağlayan ventilatörler ile uygulanabilir. Bütün modların teorik olarak avantaj ve kısıtlamaları vardır. Volüm sikluslu destek solunum impedansı değişen hastalarda güvenle kullanılabilir. Akciğer kompliansı sabit olduğu sürece PSV hasta konforunu artırıp yan etkileri en aza indirerek güvenli ventilasyon sağlar. NIPPV modlarının fizyolojik etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalar sınırlıdır. KOAH’a bağlı akut hiperkapnik solunum yetmezliğinde ACV ile PSV modlarının karşılaştırıldığı iki çalışmada klinik sonuçlar ve arter kan gazları açısından herhangi bir fark saptanmamıştır . ACV solunum iş yükünü daha fazla azaltmakla birlikte, PSV hasta rahatı, maskeden kaçakların önlenmesi ve solunumun senkronizasyo-

nunda daha üstün bulunmuştur. Spesifik bir ventilasyon modunun önerilmesi için yeterli verinin olmaması mod seçiminde kullanıcı tecrübesi, etyoloji ve akut solunum yetmezliğinin ciddiyetini belirleyen patofizyolojik durum dikkate alınmalıdır(). Kontrollü modlar ciddi solunum sıkıntısı, stabil olmayan solunum kontrolü veya mekanikleri, apne veya hipoventilasyonu olan olgularda tercih edilmeli, diğer durumlarda asiste modlar kullanılmalıdır^(2,3).

d. Ventilatör ayarları

Başlangıç ventilatör ayarları hasta uyum ve rahatını sağlamak için düşük seviyeden başlatılabilir, fakat inspiratuar basınçlar veya tidal volüm hasta tolere ettiğinde yeterli ventilatuar desteği sağlamak için artırılmalıdır. Basınç sınırlı ventilatörlerde başlangıç için önerilen IPAP 8-12 cmH₂O ve EPAP 4-5 cmH₂O (PSV 5-10 cmH₂O ve PEEP 4-5 cmH₂O) dur. Solunum sıkıntısını düzeltmek için inspiratuar basınçlar ve oto-PEEP, hipoksemi veya obstrüktif apneyi yenmek için ekspiratuar basınç düzeyleri artırılabilir. Diğer bir uygulama ise yüksek inspiratuar basınç düzeyinden (IPAP 20 cmH₂O) başlayarak hasta tolere edemezse düşürülmesidir^(1,2,3). Akut klinik tabloda apneleri engellemek ve hava kaçağından dolayı ventilatörün tetiklenmemesinin yol açacağı inspirasyondan ekspirasyona geçememe olasılığını yenmek için geri destek solunum sayısı (0-14/dk) konulabilir^(2,6). Volüm kontrollü ventilasyonda başlangıç tidal volümleri 10-15 mL/kg arasında değişir. Genellikle ACV modu kullanılır^(1,2,3). NIMV başlanmasında önerilen protokol Tablo IV’de verilmiştir.

e. Ek uygulamalar

Akut uygulamalarda kısa süreli kullanımda (<6-12 saat) humidifikasyona ihtiyaç olmamakla birlikte uzun süreli kullanımda hasta rahatı için ek olarak uygulanabilir. O₂ desteği yeterli O₂ saturasyonuna (SaO₂>%90) ulaşmak için verilmelidir. Rutinde nazogastrik sonda takılması gerekli değildir^(1,2,3).

f. Monitörizasyon

Monitörizasyon düzeyi hastanın durumuna, bakımın yapıldığı yere göre belirlenir. Klinik değerlendirmede hasta rahatı, yardımcı solunum kas kullanımı, stres yanıtının varlığı ya da yokluğu monitörize edilmelidir. Siyanoz, taşikardi, takipne ve vital bulgular değerlendirilmelidir. Arter kan gazları (AKG) baz açığını, PaCO₂’yi göstermek için gerekir. Oksijenizasyon düzeyi

pulse oksimetre ile sürekli monitörize edilmelidir. Akut hipoksemi, persistan asidoz, solunum sistemi dışı organ tutulumu veya progressif kötüleşen olgularda santral venöz ve/veya arteriyel kanülasyon gerekebilir. İlk birkaç saat birebir izlem önemlidir. Solunum sayısının NIMV başladıktan sonra 1-2 saat içinde normale dönmesi en önemli başarı göstergelerinden biridir. NIMV'ye yanıt alınmadığına dair en önemli bulgular kan gazı değerlerinde düzelleme olmaması ya da bozulma, solunum paterni ya da frekansı, hemodinamik instabilite ya da ensefalopati ve hastanın aleti tolere edememesidir (2,3). Kronik solunum yetmezliğinde NIMV'ye uyum uykuda kullanım gerekliliğinden dolayı daha uzun süre alır. Uzun süre NIMV kullanan olgular adaptasyon periyodunda birkaç haftada bir görülmelidir. Hastanın semptomları, noktürnal hipoventilasyon ya da korpulmonaleye ilişkin fizik muayene bulguları değerlendirilmelidir. Başlangıç kontrollerinde AKG, oksijen saturasyonu, end-tidal CO₂ düzeyleri incelenmelidir. Konsensus olmamakla birlikte end-tidal CO₂ düzeyinin 40-55 mmHg arasında olması iyi semptom kontrolünü göstermektedir(23,24).

Tablo IV: NIMV başlanmasında önerilen protokol

<ul style="list-style-type: none"> . İzlem ve monitörizasyon için uygun yer . Gövdenin en az 30° yükseltilmesi . Uygun maske seçimi . Ventilatör seçimi <ul style="list-style-type: none"> BIPAP: Spontan modda, "geri destek solunum sayısı" ayarlanır <ul style="list-style-type: none"> IPAP _ 8-12cm H₂O EPAP _ 3-5 cm H₂O . Volüm kontrollü: Spontan ya da ACV modu <ul style="list-style-type: none"> Volüm 10 mL/kg Geri destek solunum sayısı . SaO₂ >%90 olacak şekilde oksijen desteği . Hava kaçağı kontrol edilir . Nemlendirici takılabilir . Hafif sedasyon yapılabilir . Hasta teşvik edilmeli, sık kontrollerle gerekli ayarlamalar yapılmalıdır . AKG ilk 1-2 saatte kontrol edildikten sonra gerektiğinde tekrarlanmalıdır

Sık karşılaşılan problemler ve çözüm önerileri NIMV uygun seçilmiş hastalarda iyi tolere edilebilen ve güvenli bir yaklaşımdır. En sık karşılaşılan problemler maske, basınç ya da akımla ilgilidir. Hastalar sıklıkla maske kaynaklı rahatsızlık hissinden yakınır. Bu problemin çözümünde kafayı saran bantların gerginliğinin azaltılması veya farklı maske tip ve boyutlarının denenmesi yardımcı olabilir. Akut uygulamalarda hasta ajitasyonu soluk-ventilatör senkronizasyonunu önler. Bu tabloda PSV modu hasta

uyumunu artırır. İnspiratuar ve ekspiratuar basınç düzeylerinde ayarlamalar ve hastanın sedasyonu etkili ventilasyona yardımcı olabilir. Ciddi KOAH'ı olan olgularda ekspiratuar basınç düzeyinin artırılması intrinsek PEEP'in yenilerek ventilatörün tetiklenmesini kolaylaştırır. Sinüslere aşırı hava basıncı olması ya da kulak ağrısı sık karşılaşılabilen diğer yakınmalardır. Basıncın yavaş yavaş düşürülmesi ve tolerans sağlandıktan sonra yeniden artırılması önerilir. Hastalar burunda ve/veya ağızda kuruluk ya da konjesyondan yakınabilirler. Nazal konjesyon ve akıntı için topikal steroidler veya dekonjestanlar ya da oral antihistaminik/dekonjestan kombinasyonları önerilir.

Yüksek akımın neden olduğu burun ve ağız kuruluğu genellikle ağızdan hava kaçağını düşündürür, nazal serum fizyolojik yanı sıra ısıtılmış nemlendiricilerin kullanımı önerilmektedir. Diğer sık karşılaşılan problemlerden biri de maske basısına bağlı burun sırtında eritem, ağrı, ülserasyondur. Bu durumda maske bağının gevşetilmesi, maske ile burun sırtı arasına yapay deri yerleştirilmesi ya da nazal yastıklık gibi başka bir maske formunun denenmesi önerilmektedir. Gastrik distansiyona da sık rastlanılmakla birlikte, genellikle IMV'de gelişenden daha hafiftir. Nazal ve oronazal maskeler hastaya uygun boyutta olmadıklarında konjonktival iritasyon gelişebilir. Basınç sınırlı ventilatörlerin kullanımı ile hava kaçağı sırasında inspiratuar akım yaratılarak kaçak daha kolay kompanse edilir, volüm kontrollü ventilatörlerde ise tidal volüm düzeyinin artırılması gerekir. Ağızdan hava kaçağı olduğunda çene bandı ya da oronazal maske kullanılmaktadır. NIMV'nin yan etkileri ve komplikasyonlar Tablo V'de gösterilmiştir(1).

Tablo V: NIMV'nin yan etki ve komplikasyonları

<ul style="list-style-type: none"> I. Maske ilişkili <ul style="list-style-type: none"> . Rahatsızlık hissi . Burun sırtında kızarıklık, ülserasyon . Anksiyete, klostrofobi . Akne benzeri döküntü II. Hava akımı ve basınç ilişkili <ul style="list-style-type: none"> . Nazal-oral kuruluk veya konjesyon . Göz iritasyonu . Sinüs veya kulak ağrısı . Hava kaçağı III. Ventilatör tipi ile ilişkili <ul style="list-style-type: none"> . Senkronizasyon bozukluğu . İnspirasyon veya ekspirasyona duyarlılık . Karbondioksitin yeniden solunması IV. Major komplikasyonlar <ul style="list-style-type: none"> . NIMV'nin tolere edilememesi, entübasyon ihtiyacı . Aspirasyon pnömonisi . Pnömotoraks . Hipotansiyon

NIMV'nin akut uygulamaları sırasında başarı olasılığının yüksek olduğunu gösteren veriler Tablo VI'da verilmiştir⁽²⁾.

Tablo VI: NIMV'nin başarılı olmasını belirleyen faktörler

<ul style="list-style-type: none"> . Uygun maske kullanımı ve uyumu . Solunum cihazına hızlı adaptasyon ve koordine solunum eforu . İyi zihinsel ve nörolojik fonksiyonlar . Genç yaş . Düşük hastalık ciddiyet skoru . Dişlerin olması . Az miktarda oral veya havayolu sekresyonu . Pnömoni olmayışı . Ciddi olmayan hiperkapni ($45 < PaCO_2 < 100$ mm Hg) . Ciddi olmayan asidemi ($7.1 < pH < 7.35$) . Apache II skoru < 21 . NIMV uygulanmasının ilk iki saati içinde vital bulgular ve kan gazlarında düzelme
--

NIMV'ye ciddi asidoz gelişmeden mümkün olduğu kadar erken başlanmalı ve NIMV'nin entübasyonun yerine geçen değil, entübasyonu geciktiren bir yöntem olduğu da unutulmamalıdır.

Kronik solunum yetmezliğinde uzun süreli NIMV Prospektif randomize çalışmalar olmamakla birlikte 1980'lerin sonu ve 1990'ların başında yayınlanan çalışma verilerine göre NIPPV kronik solunum yetmezliğinde ilk tercih edilen tedavi yaklaşımlarından biri olmuştur. Kronik solunum yetmezliğinde NIMV kullanımı ile ventilasyonun düzeltilmesinde üç temel mekanizma ileri sürülmektedir^(1,2,23). 1-Solunum kaslarının dinlendirilmesi, 2-Solunum merkezinin CO₂'ye duyarlılığının düzeltilmesi, 3-Pulmoner mekaniklerde düzelme.

Restriktif torasik hastalıklarda uzun süreli NIMV kullanımı

Prospektif randomize çalışmalar olmamakla birlikte kifoskolyoz, nöromüsküler hastalıklar ve obezite-hipoventilasyon sendromunda noktürnal nazal NIMV noktürnal hipoventilasyonun ve yaşam kalitesinin düzeltilmesinde etkili bir yaklaşımdır^(2,24). Uzun takipli çalışma sonuçlarına göre (3-5 yıl) uzun süreli NIMV'ye en iyi uyumu olan olgular postpolio sendromlu, miyopati ve kifoskolyozlu olgulardır. Amyotrofik lateral sklerozda NIMV'nin sağkalıma olumlu katkısı olduğu gösterilmiştir⁽¹⁾. Restriktif torasik hastalıklarda NIMV'nin olumlu etkileri bilinmekle birlikte optimal başlama zamanı net değildir. Birçok otör semptomlar başladıktan sonra ya da gündüz hipoventilasyona ait bulgular ortaya çıktığında uzun süreli NIMV'ye başlanmasını önermektedir.

KOAH'da uzun süreli NIMV kullanımı NIMV'nin uzun dönem kullanımında en tartışmalı hasta grubunu ciddi stabil KOAH'lı olgular oluşturmaktadır. 1980'lerin başında araştırmacılar KOAH'lı olgularda solunum kaslarında kronik yorgunluk olduğunu ve solunum kas istirahatinin faydalı olacağı teorisini ileri sürmüşlerdir⁽¹⁾. Ciddi stabil KOAH'lı olgularda uzun süreli NIMV kullanımı ile ilgili çalışma sonuçlarının karşılaştırılmasında, çalışmaya alınan olguların bazal AKG değerlerinde, mekanik ventilasyon değerlerinde farklılıklar ve etkili ventilasyonun denetlenmesindeki sorunlar değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır. KOAH'ta uzun süreli NIMV kullanımında sonuçların olumlu olduğu çalışmalarda PaCO₂ değerlerinin daha yüksek (PaCO₂; 56 mmHg'ye karşılık 46 mmHg) gece desaturasyonun daha fazla, ancak bazal FEV1 değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır⁽²³⁾. Çalışma sonuçları yalnızca oksijen tedavisi sonuçları ile karşılaştırıldığında kronik CO₂ retansiyonu olan ciddi stabil KOAH'lı olgularda NIPPV'nin gaz değişiminde, yaşam kalitesinde düzelme ve hastanede kalış sürelerinde anlamlı azalma sağladığını göstermektedir^(1,2,23,25). Kronik solunum yetersizliklerinde uzun süreli NIMV kullanımında hasta seçim kriterleri Tablo VII'de verilmiştir.

Tablo VII: Kronik solunum yetersizliklerinde uzun süreli NIMV kullanımında hasta seçim kriterleri

<p>I. Restriktif torasik hastalıklar</p> <p>a. Optimal medikal tedaviye rağmen; sabah baş ağrısı, gün içi hipersomnolans, kronik yorgunluk ve</p> <p>b. Gaz değişim kriterleri</p> <ul style="list-style-type: none"> . Kronik CO₂ retansiyonu ($PaCO_2 > 45$ mmHg) veya . Noktürnal hipoventilasyon (oda havası solurken SaO₂'nin en az beş dakika süre ile $< \%88$ olması) <p>c. Ciddi solunum fonksiyon bozukluğu</p> <ul style="list-style-type: none"> . FVC $< \%50$ (beklenen) veya . MIP < 60 cmH₂O veya <p>d. Diğer</p> <ul style="list-style-type: none"> . Hiperkapnik solunum yetmezliği nedeniyle tekrarlayan hastaneye yatış <p>II. KOAH</p> <p>a. Optimal medikal tedaviye rağmen semptomatik hasta (sabah baş ağrısı, gün içi hipersomnolans, kronik yorgunluk, dispne)</p> <p>b. Gaz değişim kriterleri</p> <ul style="list-style-type: none"> . Kronik CO₂ retansiyonu, PaCO₂ 55 mmHg ya da . 50 PaCO₂ 54 mmHg ve noktürnal desaturasyon (2 L/dk O₂ solurken SaO₂'nin en az beş dakika süre ile $< \%88$ olması) <p>c. 50 PaCO₂ 54 mmHg iken bir yıl içinde ikiden fazla akut hiperkapnik solunum yetmezliği ile hospitalizasyon</p>

Bu kriterlere uyan hastalarda dahi NIPPV'ye tolerans düşük olabilir. Uzun süreli NIPPV, uyumun yüksek olabileceği semptomatik olgularda optimal medikal tedaviye rağmen yanıt alınamıyorsa başlanmalıdır⁽²⁾.

KAYNAKLAR

1. Hill NS. Noninvasive mechanical ventilation. In: Albert RK, Spiro SG, Jett JR, eds. *Clinical respiratory medicine*. 2nd eds. Philadelphia, Mosby 2004;(Chapter 15)211-220.
2. Mehta S, Hill N. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-577.
3. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Acute Respiratory Failure. Organised Jointly by the American Thoracic Society, The European Respiratory Society, European Society of Intensive Care Medicine, and the Societe de Reanimation de L'Europe Française, and approved by the ATS Board of Directors, December 2000. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:283-291.
4. Lightowler JV, Weazicha JA, Eliot MW, Ram FS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure resulting from exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: Cochrane systematic review and meta- analysis. *BMJ* 2003; 326:177-178.
5. Cochrane Data base Syst Rev.2004;(1):CD004104
6. Kaya A. KOAH atağında noninvaziv mekanik ventilasyon. In: Saryal SB, Acıcan T, eds. *Güncel bilgiler ışığında Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı*. 1st ed. Ankara, Bilimsel Tıp 2003;237-249.
7. Wysocki M, Tric L, Wolff MA, Millet H, Herman B. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure: a randomized comparison with conventional therapy. *Chest* 1995;107:761-768.
8. Confalonieri M, Potena A, Carbone G, ve ark. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia: a prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1585-1591.
9. Bertsch AD, Holt AW, Vedig AE, ve ark. Treatment of severe cardiogenic pulmonary edema with continuous positive airway pressure delivered by face mask. *N Engl J Med* 1991;325:1825-1830.
10. Meduri GU, Fox RC, Abbou-Shala N, ve ark. Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med* 1994;22:1584-1590.
11. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, ve ark. Randomised, prospective trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25:620-628.
12. Nava S, Cuomo AM. Acute respiratory failure in the cancer patient: the role of non invasive mechanical ventilation. *Crit Rev Oncol Hematol* 2004;2:91-103.
13. Nava S, Ambrosino N, Clini E, ve ark. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to COPD: a randomized controlled trial. *Ann Intern Med* 1998;128:721-728.
14. Girauld C, Daudentehun I, Chevron V, ve ark. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic failure: a prospective randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:86-92
15. Jeang JS, Kao SJ, Vang SN. Effect of early application of biphasic positive airway pressure on outcome of extubation in ventilator weaning. *Respirology* 1999; 4:161-165.
16. Leavy M, Tonios MA, Nelson D, ve ark. Outcomes of patients with do-not intubate orders treated with noninvasive ventilation. *Crit Care Med* 2004;32:2002-2007.
17. Pinilla JC, Oleniuk FH, Tan L, ve ark. Use of a nasal continuous positive airway pressure mask in the treatment of post operative atelectasis in aortocoronary bypass surgery. *Crit Care Med* 1990;18:836-840.
18. Norregaard O, Jensen TM, Vindelev P. Effects of inspiratory pressure support on oxygenation and central haemodynamics in the normal heart during the post operative period. *Respir Med* 1996;90:415-417.
19. Stock MC, Downs JV, Gaoer PK, ve ark. Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. *Chest* 1985;87:151-157.
20. Scala R, Navaldi M, Archinucci I, Coniglio G. Noninvasive positive pressure ventilation in acute hypercapnic respiratory failure: clinical experience of a clinical ward. *Monaldi Arch Chest Dis* 2004;61:94-101.
21. Guerra JF, Bodinecu JL, Lopez E Pm. Non invasive ventilation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease: a meta analysis. *Med Clin* 2003;120:281-286.
22. Navalesi P, Fanfulla F, Frigerio P, ve ark. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of mask in patients with chronic respiratory failure. *Crit Care Med* 2000;28:1785-1790.
23. Clinical Indications for Noninvasive Positive Pressure Ventilation in Chronic Respiratory Failure Due to Restrictive Lung Diseases, COPD, and Nocturnal Hypoventilation-A Consensus Conference. *Chest* 1999;116:521-534.
24. Karakurt S. KOAH'lı hastalarda uzun süreli evde mekanik ventilasyon. In: Saryal SB, Acıcan T, eds. *Güncel bilgiler ışığında Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı*. 1st ed. Ankara, Bilimsel Tıp 2003;267-281.
25. Domenech-Clar R, Nauffal- Monzur D, Perpina- Tordera M, ve ark. Home mechanical ventilation for restrictive thoracic diseases: effects of patient quality of life and hospitalization. *Respir Med* 2003;97:1320-1327.