



Önsöz

Son yıllarda noninvasif ventilasyon konusunda önemli gelişmeler olmuştur. Özellikle akut solunum yetmezliğinde hastaları entübe etmeden NIV uygulamasının mortalite ve morbiditede azalmaya neden olması, konuyu daha önemli hale getirmiştir. Bu nedenle uygulama alanı ve kullanım sıklığı genişleyen noninvasif ventilasyona, göğüs hastalıkları ve yoğun bakım hekimlerinin ilgisi giderek artmaktadır. Bu kitap-çık yoğun bakım, yataklı ve acil servislerde kullanılan NIV uygulamalarında hekimlere yardımcı olabilmek amacıyla kısa ve öz bilgileri içermektedir. Eserin redaksiyonunu yapan Prof. Dr. Akın KAYA, Prof. Dr. İrfan UÇGUN ve Prof. Dr. Levent KART'a değerli katkıları için teşekkür ediyorum. Faydalı olması dilekleriyle, bu çalışmayı kendini yoğun bakıma aday meslektaşlarıma ithaf ediyorum.

TANIM

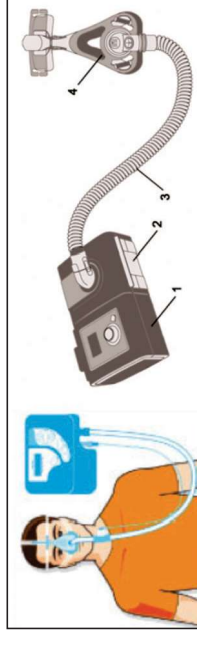
Akut ve kronik solunum yetmezliğinde nazal/oronazal bir maske aracılığı ile pozitif veya negatif basınç ile akciğerleri solutma olarak tanımlanır. Noninvasif ventilasyon (NIV) endikasyonu olan akut solunum yetmezlikli uygun hastalarda mortalite ve morbiditeyi azaltmak için biran önce başlamak gerekir. Eğer endikasyon olduğu halde NIV başlamada gecikme olursa mortalite ve morbiditede artma meydana geldiğini unutmamak gerekiyor (Şekil 1).

Uygulama yerleri: NIV acil servis, normal servis, ara yoğun bakım ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılabilir.

ENDİKASYON VE HASTA SEÇİMİ

Kanıt düzeyi A olanlar: KOAH atak, kardiyojenik akciğer ödemi, başlıklığı baskılanmış hastalarda solunum yetmezliği (SY) ve Wean olan KOAH'da kanıt A düzeyinde standart tedavi olarak NIV kullanılmaktadır.

Kanıt düzeyi B olanlar: Entübasyon endikasyonu olmayanlar (DNR), son dönem hastalar, ekstübasyon yetersizliği (KOAH



Şekil 1. Noninvasif ventilasyon.



ve KKY), pnömonili KOAH, postop SY, astım, şiddetli toplum kökenli pnömoni, bronkoskopi esnasında destek için.

Kanıt düzeyi C olanlar: Nöromusküler hast/kifoskolyoz, üst havayolu obstrüksiyonu, toraks travması, astım, SARS, Yaşlı hastalar (> 75 y), kistik fibrozis, obezite hipoventilasyon sendromu, idiyopatik akciğer fibrozisi, entübasyon öncesi oksijenasyonun sağlanması, ekstübasyon yetersizliği.

Kullanılmaması gereken durum: Ekstübasyon yetersizliği saptanmış kişiler.

Başlama kriterleri:

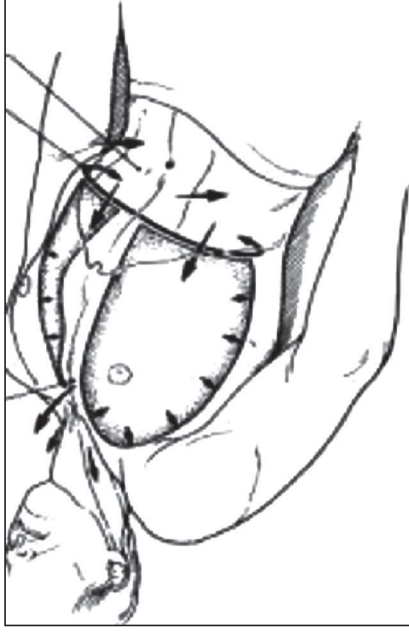
1. Uyanık hasta*
2. Uygun hasta
 - a. Nefes darlığında artma (orta-şiddetli)
 - b. Takipne
 - > 24/dakika SS, Obstrüktif
 - > 30/dakika SS, Restriktif
 - c. Solunum iş yükünde artma
 - Akseuar kas kullanımı
 - Abdominal paradoks (Şekil 2)
 - d. AKG
 - PaCO₂ > 45 mmHg
 - pH 7.10-7.35
 - Hipoksemi, PaO₂/FIO₂ < 200

3. Sekresyon kontrolü olan hasta

- Hiperkapnik SY'li hastalarda CO₂ düzeyinin yüksekliğine bağlı olarak şuur kapalı olabilir, NIV uygulandıktan sonra CO₂ düzeyinin düşmesine bağlı olarak şuur geri gelecektir.

Kontrendikasyonu:

1. Tam kontrendikasyon
 - Koma
 - Solunum arrest
 - Maskenin oturmasındaki güçlük



Şekil 2. Paradoksal solunum.



2. Kısmi kontrendikasyon

- Medikal instabil durumlar
- Hipotansif şok
- Kontrol altına alınmamış
 - Kardiyak iskemi
 - Aritmi
- Üst GİS kanaması
- Ajitasyon, iletişim kurulamama
- Hava yolunu koruyamama
- Yutkunma bozukluğu
- Aşırı sekresyon
- Birden fazla organ yetmezliği
- Yeni üst solunum yolu veya GİS cerrahisi

NONINVAZİV VENTILASYON İÇİN GEREKLİ GEREÇLER (ŞEKİL 3):

Tecrübeli ekip: Eğitim, pratik, deneyim, güven.

Cihazlar: Yoğun bakım ventilatörleri, bilevel cihazlar ve ev tipi ventilatörler.

Maskeler: Tüm yüz, oronazal ve nazal maskeleri ve diğer aparatlar (ağız içi ve nazal yastıklar) ile NIV uygulanabilir.

Diğerleri: Ventilatör devresi, bakteri filtresi, sulu/ısıtıcı nemlendiriciler, nebulizatör ve inhale ilaç uygulayıcıları.



Şekil 3. NIV için gerekli ekipmanlar.

VENTİLATÖRLER

Noninvasif ventilasyon için ventilatör seçiminde önemli olan faktörler kaçak kompozasyon yeteneği, hastanın solunum şekline bağlı olarak tetikleme ve sonlandırma özelliği, oksijen sunumu, monitör özelliği, alarmlar, taşınabilirliği, dayanıklılığı ve fiyatıdır (Şekil 4).



Şekil 4. Yoğun bakım, ara yoğun bakım, ev tipi ve bilevel ventilatörler.

Volüm kontrollü ventilatörler: Nörmusküler hastalıklarda NIV ve ventilatöre bağımlı trakeostomili hastalarda invaziv olarak kullanılmaktadır. Hava kaçığını kompanse etmedeki yetersizliği ve sabit tidal volüm verme özelliğinden dolayı noninvasif ventilasyonda kullanımını sınırlıdır.

Yoğun bakım ventilatörleri: Daha geniş mod kullanma, %100 FiO₂ verme, alarm, monitörizasyon, dalga formları izleme ve daha yüksek basınç sağlama imkanları vardır.

Ara yoğun bakım ventilatörleri: Bu cihazlar yoğun bakım hastaların transportunda, evde ve hastanede hastaların ihtiyacını karşılamak için tasarlanmıştır. Bu cihazlar çift kollu devre, gelişmiş alarm, monitörizasyon, batarya, hem volüm hem de basınç modlarının bulunması gibi bilevel, yoğun bakım ve volüm kontrollü ventilatörlerin özelliklerini bünyesinde bulundurmaktadır.

Bilevel ventilatörler: Avantajları; taşınabilir, kompakt, kullanım kolaylığı, kaçak kompanzasyonu, rahatsız edici alarmlarının olmaması ve ucuz olması. Dezavantajları; gelişmiş alarmlarının, monitörizasyon, oksijen blendiri ve bataryanın olmaması ile birlikte rebreathing* riski ve sınırlı basınç oluşturma yeteneği.

Hastane tipi bilevel cihazlarda inspiratuar basınç miktarı 40 cmH₂O'ya kadar çıkabilmekte, gelişmiş alarm ve monitörizasyon sistemi (hacim, basıncı ve akım grafipleri), inspirasyon zamanı, rise time ayarlanabilmektedir.

NONİNVAZİV VENTİLASYON MODLARI

Volüm hedefli ventilasyon: Belirli bir zaman süresinde sabit bir volümü verir (hava yolu basıncı hasta akciğerlerinin kompliyansına, hava yolu direncine, ventilatör ayarlarına ve spontan inspiratuar çabasına göre değişir). Dezavantajı; kaçak olursa bunu kompanse etmek için akım hızında artmaya neden olamaması ve yeterli basınç oluşmamasına bağlı olarak etkili bir tidal volümün verilememesidir.

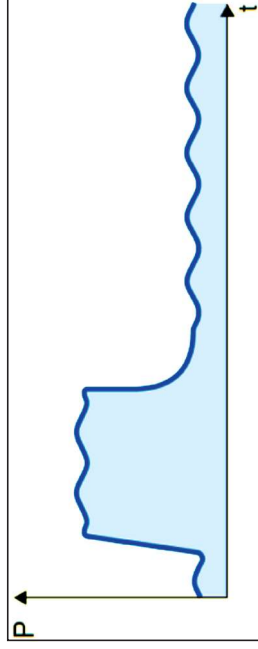
Asist/kontrol ventilasyon (A/C): Bir back-up solunum sayısı, tidal volüm, inspirasyon:ekspirasyon oranı (veya inspiratuar akım hızı) ve inspiratuar tetikleme hassasiyeti seçilir. Yaygın olarak kullanılan ayarlar; VT 10-15 mL/kg (kaçığı kompanse etmek için yüksek tutulur). Takipte ekspirasyon tidal volüm 7-9 mL/kg olmalıdır. Back-up rate ise spontan solunumun biraz altında olacak şekilde 16-20/dakika olmalıdır. Inspiratuar akım hızı genellikle 40-60 L/dakika veya I:E oranı 1:2-1:3 ayarlanmaktadır.

***Rebreathing: Bilevel cihazlarda tek devre kullanıldığında hasta inspirasyon ve ekspirasyonu tek devre içine yapar, bu nedenle hasta ekspirasyon ile attığı CO₂'yi inspirasyona geri alması olabilir. Bu nedenle devre veya maske üzerinde ekspirasyon sırasında havanın dışarıya atılmasını sağlayan bir deliğin olması gerekir.*



Basınç destekli ventilasyon (PSV): Önceden ayarlanan basınç ayarı ile hava yolunda sabit bir hava yolu basıncı sağlanarak hava akımı verilir. NIV'de en sık kullanılan ve hasta tetiklemeli ve akım sikluslu bir moddur. Yoğun bakım ventilatörlerinde basınç desteği (PS) düzeyi PEEP'in üzerine uygulanan inspirasyon basınç ile saptanır. Bi-level ventilatörlerde ise inspiratuar (IPAP) ve ekspiratuar (EPAP) basınç ayarlanır, bu iki basınç arasındaki fark PS düzeyini verir (Şekil 10). İlk başlangıçta IPAP/ EPAP 8-4 cmH₂O olacak şekilde düşük ayarlanmalı ve daha sonra hastanın uyumuna göre IPAP/EPAP 15-5 cmH₂O düzeylerine yükseltilmeli. NIV'de basınç desteği hastada ekspirasyon V_T'nin 8-10 mL/kg ve solunum sayısının 30/dakikadan altında olacak şekilde titre edilmelidir (Şekil 5).

Devamlı pozitif hava yolu basıncı (CPAP): Solunumun herhangi bir evresini desteklemediği için bir mod olarak kabul edilmez. Fakat havayolunda devamlı sabit bir basınç sağladığı için özellikle obstrüktif uyku apne sendromunda ve hipoksemik solunum yetmezliğinde kullanılan bir seçenektir (Şekil 6).



Şekil 5. BIPAP.

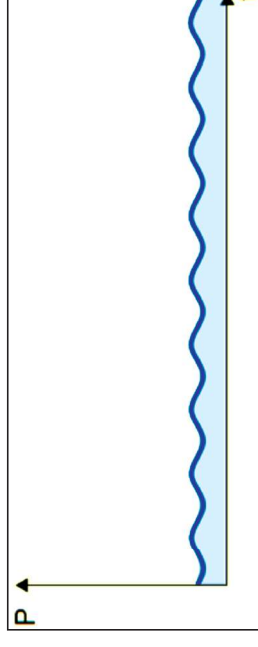
SOLUNUMUN BAŞLATILMASINA GÖRE OLUŞAN NİV MODLARI

Spontan mod (S): Sadece basınç hedefli ventilasyonda mevcuttur. Hasta inspirasyonun başlatılmasını ve sonlandırılmasını kontrol eder.

Asist mod (A): Hasta inspirasyonun başlamasını kontrol eder, fakat inspirasyonun süresi ventilatör tarafından düzenlenir.

Kontrol mod (C): Zamana bağlı olarak önceden ayarlanan otomatik sikluslar vardır. Ventilatör inspirasyonun başlaması ve sonlandırılmasını kontrol eder. Bazı ventilatörlerde "Timed" (T) mod olarak adlandırılır.

Spontan/time modu (S/T): Spontaneous" ve "timed" modlarının kombinasyonudur. Bu mod temel olarak bir back-up oranı sağlayan bir basınç desteği (PSV) ventilasyonudur.



Şekil 6. CPAP.



NONINVAZİV VENTİLYASYONDA KULLANILAN AYARLAR (ŞEKİL 7)

İnspiratuar tetikleme: Bilevel ventilatörlerin çoğu akım tetikleme ile donatılmıştır. Kaçak olduğunda ventilatör tarafından bir inspiratuar çaba olarak algılanır ve ventilatörü tetikler (oto-tetikleme) bunun sıklığı kaçığın miktarı ile doğru orantılıdır.

Ekspiratuar tetikleme: Çoğu ventilatörde ekspirasyon tetikleme eşik değeri önceden %25 olarak ayarlanmıştır. inspiratuar akım tepe inspiratuar akımın %25'ine azaldığında ventilatör inspirasyonu sonlandırır.

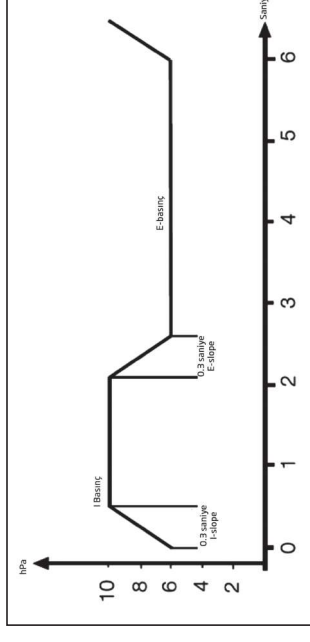


Şekil 7. Bilevel cihazlarda ayarlar.

Rise time (I-slope): Bilevel ventilatörlerin tümünde ayarlanabilir bir rise time ayarı mevcuttur. Hedef inspiratuar basınca ulaşma zamanı (0,05-0,9 saniye)'dir. KOAH'lı hastalarda (0,05-0,1 saniye) ve nöromusküler hastalıklarda (0,3-0,4 saniye) (Şekil 8).

Ekspirasyon eğim süresi (E-slope): Inspirasyon basıncından ekspirasyon basıncına basınç azalma süresi (basınç azalma hızı) olup, 0,1-1,5 saniye arasında ayarlanır.

Backup solunum sayısı: Akut durumlarda apne veya hava kaçakları karşısında tetiklemeyi sağlamak için kullanılmaktadır. Nöromusküler hastalıklarda 12-24/dakika ayarlanabilir. Fakat KOAH'lı hastalarda backup solunum sayısının kullanımının etkisi gösterilememiştir. Sedasyon, Cheyne-Stokes solunum ve apne durumlarında backup solunum sayısı ayarlanmalıdır.

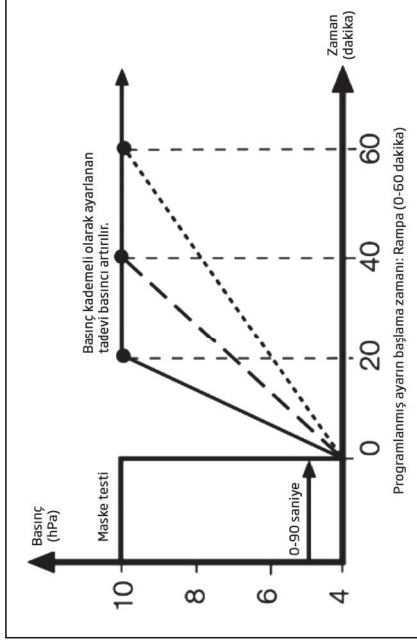


Şekil 8. Rise time (I-slope) ve E-slope.



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 dakika arasında bir sürede ayarlanabilir (Şekil 9).

Ekspirasyon Sonu Pozitif Basıncı (PEEP): Ekspirasyon sırasında uygulanan atmosfer üzerinde bir pozitif basınçtır (PEEP=EPAP=CPAP). Obstrüktif hastalıklarda dışarıdan PEEP uygulaması PEEPi'yi dengeler ve hasta-ventilatör uyumunu düzeltir. 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.

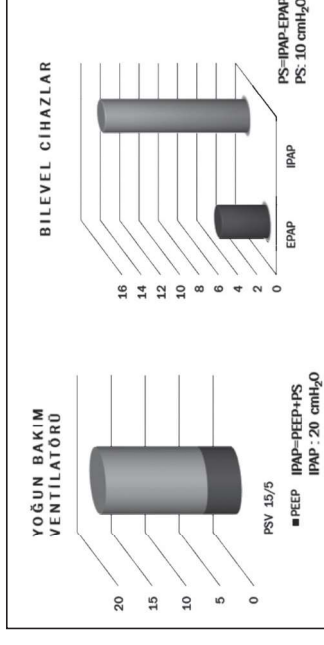


Şekil 9. Rampa zamanı.

Yoğun bakım ventilatörlerinde PEEP ayarları IPAP düzeyi artar, ev tipi ventilatörlerinde PEEP ayarı PS düzeyini azaltır (Şekil 10). Gereksiz olarak EPAP artırımlarından kaçınılması gerekir, eğer EPAP artırılırsa inspiratuar desteğin sağlanması için IPAP'da artırılması gerekiyor, buda uyumsuzluğa ve kaçağa neden olur, kaçaklarda EPAP'ın olması gereken düzeyde kalmasını imkansızlaştırır.

MASKELER

Noninvasif ventilasyon uygulamasında cihaz seçiminden daha önemli olan maske seçimi olup hasta konforunu etkilemesinden dolayı NIV başarısında en önemli etkidir. Maskelerin ana çatısında bir veya birden fazla delikler olabilir, bu delikler hastanın ekspirasyonda çıkardıkları havanın tekrar solunmasını önlemek (rebreathing) içindir. Maske veya devre



Şekil 10. Yoğun bakım ventilatörleri ve bilevel cihazlarda IPAP, PS ve EPAP (PEEP) arasındaki ilişki.



üzerinde hastaya dışarıdan oksijen vermeye yarayan oksijen kanülünün takılmasını sağlayan deliklerde bulunabilir. Bunun dışında kullanılacak NIV cihazına bağlı olarak hastanın ventilasyonunu ölçen makine ile maske veya devre üzerinde bağlantıyı sağlayan üçüncü bir delik olabilir.

Maske Çeşitleri: Ağız aparatları, nazal yastıklar, nazal, oronazal, tüm yüz ve helmet maskesi (Şekil 11).

Maske özellikleri: Kaçağı olmamalı, kafaya iyi oturmalı, nontravmatik, hafif, dayanıklı, nonallerjik, hava akımına düşük dirençli, en az ölü boşluğa sahip, ucuz ve bütün ölçülerini olmalıdır. Uzun süreli evde kullanımı için yıkanabilir olması önemlidir.

Nazal maskeleri: Avantajları: Hastaya konuşabilme yemek yiyebilme, öksürme ve su içebilme imkanı sağlar. Kusmaya bağlı asfiksi riski çok düşüktür. Klostrofobi olanlar için uygundur. Gastrik distansiyon daha az gelişir. Makine bozulduğunda asfiksi riski yoktur. Dezavantajı: ağızdan kaçak olması, ağır solunum yetmezliğinde kullanılmaz.

Oronazal ve tüm yüz maskeleri: Avantajları: daha az hava kaçağı, daha etkili basınç sağlama, daha az hasta kooperasyonu. Dezavantajları: kusmaya bağlı aspirasyon riski ve klostrofobi.

Komplikasyonları: Hava kaçağı, klostrofobi, yüz derisinde eritem, aknebenzeri döküntü, deri hasarı ve göz irritasyonu.

Kullanılan maskelerin boyutlarına göre büyük (large), orta (medium) ve küçük (small) olarak piyasada bulunmaktadır.



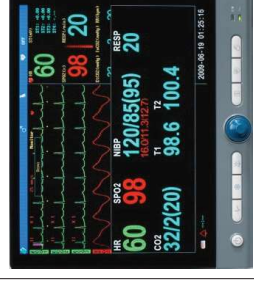
Şekil 11. NIV de kullanılan maske çeşitleri.



PRATİKTE NIV UYGULAMASI

<ul style="list-style-type: none">Hastaya 45° pozisyon vermeDoğru maske ve bağlama setini seçmeHastaya işlemi açıklama	
<ul style="list-style-type: none">Maskeyi ventilatöre devre ile bağlamaBaşlangıç ayarlarını ayarlamaVentilatörü çalıştırma	
<ul style="list-style-type: none">Maskeyi hastanın yüzüne kibarca yerleştirme (belli bir süre bağlamadan elle tutma)Daha sonra maskeyi bağlayıp uyuma göre IPAP ve EPAP ayarlarını titre etKaçakları kontrol et	

- FiO₂ ayarlamak, sat O₂ > %90 olacak şekilde
- Hastayı yakın monitörize et (SS, N, şuur, aksesuar kaslar)
- Hasta-ventilatör uyumunu takip et
- Bir saat sonra kan gazı al



NIV UYGULANAN HASTANIN TAKİBİ

Düzenli klinik değerlendirme: Konfor (maske ve ventilatör ayarlar), solunum eforu (paradoksal solunum, aksesuar kasların kullanımı), hasta-ventilatör uyumu (tetikleme, ekspiratuvar uyum), hava kaçakları, ajitasyon, deliryum, sekresyon atabilmesi, komplikasyonların takibi. Düzenli SS, N ve pulse oksimetre takibi yap. NIV başladıktan 1-4 sonra arter kan gazı al, her ventilatör ve FiO₂ ayarından bir saat sonra kan gazı al.

BAŞARISIZLIK GÖSTERGELERİ

Akut hiperkapnik SY'de:

NIV öncesi: Düşük BMI, ileri yaş, iletişimsizlik, düşük Glasgow Coma Skala (GCS), dişsiz olma, kötü klinik, pnömoni, aşırı sekresyon, gram-negatif basil ile kolonizasyon, SS > 30/dakika, pH < 7.18, APACHE II > 29.



NIV sırasında: İki saat içinde SS, GCS, pH ve PaO_2/FiO_2 'da düzelmeme, geç yetersizlik, kaçağı kontrol edememe, hasta-ventilatör uyumsuzluğu, kötü kooperasyon.

Akut hipoksemik SY'de:

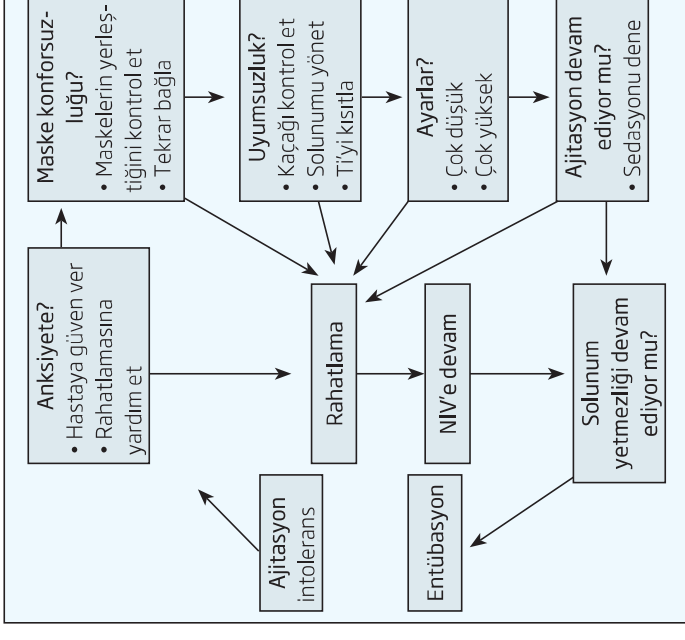
NIV öncesi: ARDS, pnömoni olması, yaş >40, sistolik basınç < 90 mmHg, pH < 7.25, SAPS II > 35, $PaO_2/FiO_2 \leq 100$, septik şok, multiorgan yetmezliği.

NIV sırasında: Bir saat sonra $PaO_2/FiO_2 > 175$ olmaması, SAPS II skor > 34.

HASTA-VENTİLATÖR UYUMSUZLUĞU

Hasta-ventilatör uyumsuzluğunun en önemli nedenlerin başında sistemde meydana gelen kaçaklar (inspirasyon ve ekspirasyondaki kaçaklar) gelir. İkinci önemli neden dinamik hiperinflasyon (oto-PEEP)'dir. Bu nedenle kaçakları kontrol edip oto-PEEP oluşumunu önleyen ayarlar yapmak önemlidir. Inspirasyon da meydana gelen kaçaklar inspirasyon uzamasına, ekspirasyonda oluşan kaçaklar ise oto tetiklemeye neden olmaktadır. Yetersiz basınç desteği varsa çift tetiklemeye neden olur.

Çözüm: Kaçakları önlemek (maskenin iyi yerleştirilmesi), uygulanan basınçları sınırlandırmak, ekspiratuar tetiklemeyi arttırmak, inspirasyon zamanını kısaltmak, akımın artırılması, tetikleme hassasiyetini azaltmak. Yetersiz basınç desteği varsa bunu düzeltmek.



Algoritma 1. NIV kullanılması sırasında meydana gelen ajitasyona yaklaşım.



<p>KOAH atak</p> <p>pH \leq 7,36 veya PaCO₂ \geq 55 mmHg</p> <p>NIV için Kontrendikasyon durumlarını değerlendir.</p>
<p>NIV başlatmak için</p> <p>Maske seçimini yap, yüze ve kafaya uygun şekilde yerleştirip kaçakları kontrol et.</p> <p>Hastanın konforuna göre ayarlanan basınçları titre et</p> <p>Hasta ile konuş ve sakinleştir.</p>
<p>Eğer Hastada solunum sayısı artıyorsa, Glascow skalası azalıyorsa, ajitasyon artıyorsa, solunum iş yükü artıyorsa, pH \leq 7,25 oluyorsa, PaO₂/FIO₂ \leq 150 ise, Hemodinamik instabilite varsa</p> <p>HASTAYİENTÜBEEET</p>

Algoritma 2. Hiperkapnik solunum yetmezliği (KOAH atak) NIV uygulama şeması.

NIV UYGULAMASINDA WEANİNG

- NIV süresinin azaltılması ve spontan solunuma izin verme (gün boyunca),
- Ventilator desteğinin (basınç desteği) azaltılması,
- Veya bu ikisinin kombinasyonu şeklinde cihazdan ayırma gerçekleştirilebilir.

NIV KOMPLİKASYONLARI (ŞEKİL 12)

- Pnömoni,
- Aspirasyon,
- Pnömotoraks,



Şekil 12. NIV komplikasyonları.

- Hipotansiyon,
- Gastrik gerginlik,
- Maske komplikasyonları (cilde baskı yerlerinde nekroz),
- Ağız ve burunda kuruluk,
- Sinüzit.

KAYNAKLAR

1. Uzun K. Noninvasif Ventilasyonda Kullanılan Cihazlar, Modlar ve Maskeler. *Güncel Göğüs Hastalıkları Serisi 2013*; 2: 15-26.
2. Uzun K. Noninvasif mekanik ventilasyonda kullanılan maskeler. *Türk Toraks Dergisi 2011*; 12 (Ek 1): 35-7.
3. Elliott M, Nava S, Schönhofer B. Noninvasive ventilation and weaning: principles and practice. Hodder Arnold, FL. http://www.hoffrichter-gmbh.de/fileadmin/user_upload/GA/Englisch/TREND-Il-eng-1009-04.pdf
4. <http://www.frca.co.uk/documents/bipap-booklet.pdf>
5. Rabec C, Rodenstein D, Leger P, et al. Ventilator modes and settings during non-invasive ventilation: Effects on respiratory events and implications for their identification. *Thorax 2010*; doi: 10.1136/thx.2010.142661.