

Noninvaziv Mekanik Ventilasyon Başarısını Etkileyen Arayüz (Maske), Devre, Ekshalasyon Portu ve Oksijen Destek Girişi Nasıl Olmalıdır?

Müge Aydoğdu

*Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı,
Yoğun Bakım Ünitesi, Ankara*

GİRİŞ

Noninvaziv ventilasyon (NİV) hem akut solunum yetmezliği hem de stabil kronik hiperkapnik solunum yetmezliği hastalarının tedavisinde önemli bir role sahiptir. NİV tedavisinin etkinliğini, başarısını belirleyen en önemli faktör ise uygun ara yüz (maske) ve devre seçiminin yapılabilmesidir (1,2). Ara yüz (maske), ventilatör devresinin hastanın yüzüne bağlanmasını ve basınçlı havanın üst hava yollarından hastanın akciğerine iletilmesini sağlayan ara parçalardır. Akut, yaşamsal risk taşıyan durumlarda NİV tedavisi uygulanırken ara yüz seçimi ve hastanın konforu ikinci plana itilmekte, öncelikle etkin pozitif basınç uygulaması yapılmaya çalışılmaktadır. Ancak uygun bir ara yüz (maske) kullanılmadığında kısa süreli NİV tedavilerinde bile hastalarda önemli komplikasyonlar, ciltte ülserasyonlar gelişebilmekte ve bu durum hastanın tedaviye uyumunu zorlaştırmaktadır (1,2). Uygun maske seçimi ile hava kaçağı, kloströfobi, yüzde ve ciltte eritem ve ülserasyonlar, akne benzeri döküntüler ve göz irritasyonu gibi önemli NİV komplikasyonlarının birçoğunun gelişmesini engellemek, hasta konforunu artırmak mümkündür (3).

Günümüzde kullanımda olan ara yüzler; nazal maskeler, oronazal maskeler (tam yüz maskeleri), total yüz maskeleri, helmet (miğfer tipi) maskeler, burun yastıkcıkları ve ağız parçacıklarıdır. Yapılan çalışmaların çoğunda ve internet aracılığıyla Avrupa'daki 300 yoğun bakım ünitesi ve göğüs hastalıkları servisinde gerçekleştirilen ankette akut solunum yetmezliğinde en çok oronazal maskelerin tercih edildiği, bunu nazal mas-

ke, total yüz maskesi ve helmetin (miğfer tipi maske) izlediği bildirilmiştir. Bu tercihin sebebi ise hemşirelerin ve/veya solunum terapistlerinin oronazal maske ile hastaların daha güvende, konforlarının daha iyi, hava kaçaklarının ve komplikasyonların daha az olduğunu düşünmeleri olarak saptanmıştır (4).

Günümüzde, klinik kullanımda ideal NİV ara yüzü ve sabitleme (kafa bandı) sistemi bulunmamaktadır. Ama bugün için tanımı yapılan bu ideal ve konforlu ara yüzlerin ilerleyen teknoloji ile yakın gelecekte geliştirilme ve kullanıma sunulma olasılıkları yüksektir (Tablo 1) (3).

I. NİV Ara Yüz (Maske) Çeşitleri (3)

1. Ağız parçacığı: Hastanın dudaklarının arasına yerleştirilir ve bir dudak tutucu ile yerinde tutulur.
2. Nazal maske: Sadece burnu kaplayan maskedir.
3. Nazal yastıkçık: Burun deliklerinin içine yerleştirilir.
4. Oronazal maske: Ağız ve burnu içine alır.
5. Tam yüz maskesi: Ağız, burnu ve gözleri de içine alır.
6. Helmet (miğfer) maske: Tüm kafayı ve boynun bir kısmını veya tamamını kaplar, yüzle ve kafayla direkt teması yoktur.

Tablo 1. İdeal NİV arayüzü ve sabitleme sistemlerinin özellikleri (3).

İdeal arayüz (maske)

- Kaçaksız
- Sağlam
- Non-travmatik
- Hafif
- Uzun süreli kullanıma uygun
- Deforme olmayan
- Allerjik olmayan materyalden yapılmış
- Hava akımına karşı düşük rezistanslı
- Minimal ölü boşluğa sahip
- Düşük maliyetli
- Değişik boyutlarda

İdeal sabitleme sistemi

- Maskenin kaymasını, çıkmasını engelleyecek şekilde stabil
- Kolay takılıp, çıkarılabilen
- Non-travmatik
- Hafif ve yumuşak
- Değişik boyutlarda
- Farklı arayüzlere uyumlu
- Yıkanebilir (evde uygulayanlar için)
- Disposable (tek kullanımlık) (hastanede kullanım için)

II. NİV Arayüz ve Devreleri Teknik Özellikleri

Bazı maskeler tek parça olarak üretilir ama piyasada kullanılmakta olan maskelerin pek çoğunda ≥ 2 parça bulunur; yumuşak yüze oturan kısım (polivinilklorid, polipropilen, silikon, silikon elastomer veya hidrojel) ve sert çerçeveyi oluşturan transparan kısım (polivinilklorid, polikarbonat veya termoplastik). Bu iki parça birbirine geçirilmiş veya yapıştırılmıştır. Yüzü koruyan yastıkçığın dört çeşidi vardır; transparan şişirilmeyen, transparan şişirilebilen, ful hidrojel, ful köpük. Maske çerçevesinin kafa bandı ile ne kadar çok bağlantı noktası olursa maske yüze o kadar iyi oturur ve maksimum basınç hedefine daha iyi ulaşılabilir. Kafa bandı maskenin kenarındaki kancalar ile maskeye sabitlenir, bu kancalar hastanın yüzüne ne kadar uzaksa o kadar az ve eşit basınç dağılımı gerçekleşir (5). Bazı maskelerin üzerlerinde rebreathing (ekspiryum havasının yeniden solunmasını) engellemek amacıyla bir veya daha fazla hava çıkış deliği bulunur. Bu maskeler inspiratuvar ve ekspiratuvar kolu olan ikili devreler ve mekanik ventilatörlerle, CO_2 atılımını sağlayacak ekspiratuvar valvler ile kullanılmamalıdır. Maskeler kaçaklı maskeler olarak da isimlendirilirler, tekli devreler ile portable NİV cihazları ile kullanılırlar. Kaçaksız maskelerde ise maske üzerinde hava çıkışına izin verecek hiç bir delik bulunmaz, bu maskeler aktif ekshalasyon valvi olan mekanik ventilatörler ile çiftli devre yardımıyla kullanılırlar. Bu maskelere dirsek bağlantısıyla ekshalasyon valvleri eklenebilir, böylelikle tekli devreler ve portable NİV cihazları ile de kullanılabilirler. Maske çerçevesi üzerinde ek giriş delikleri de bulunabilir; buradan oksijen eklenebilir; hava yolu açıklık basıncı ve endtidal CO_2 basıncı ölçülebilir (5).

Bazı nazal maskelerde maske ve devre arasında esnek tüp şeklinde ek bir bağlantı bulunur. Bu bağlantı maskenin stabilitesini bozmadan hastanın hareket etmesini sağlar. Ancak eklenen bu ara parça ölü boşluğu (VD) artırır ve düşük tidal volüm alan hastalarda bu durum önem taşıyabilir. Benzer şekilde diğer maskeler ile devre arasına eklenen her uzatma parçası VD artırarak $PaCO_2$ düşüşünü engelleyebilir (3).

Maske ile NİV uygulanırken cilt hasarını, zedelenmesini önlemek majör hedeftir. En sık sürtünme ve hasar bölgeleri; burun kökü, üst dudak, nazal mukoza ve helmet tipi maskelerde ise aksilladır. Ciltteki irritasyon bazen maskenin içerisindeki maddelere cildin hipersensitivite göstermesine, bazen de aşırı terlemeye bağlıdır. Ama ciltteki zedelenmeyi önlemedeki en önemli strateji maskenin çok sıkı bağlanmamasıdır. Bunun basit metodu kafa bandı ile yüz arasında iki parmak geçişine izin verecek bir boşluk bırakılmasıdır. Diğer stratejiler ise, maskenin alın tutucu kısmı ile maske arasındaki açığı ayarlamayı sağlayacak sistemin bulunması, böylelikle burun köküne uygulanan basıncın ve sürtünmenin azaltılması; yara olan bölgeye kaçağı artırmayacak şekilde kapama, pansuman uygulanması ve maskelerin değiştirilmesidir (3).

Az miktarda hava kaçağı hasta ventilatör uyumunu çok fazla bozmadığı sürece kabul edilebilir (5,6). Hava kaçağının fazla olması, NİV etkinliğini düşürebilir, hasta toleransını azaltabilir, tetikleme hassasiyetinin kaybına böylelikle hasta ventilatör

uyumunun bozulmasına, sık uyanmaya ve uyku bölünmesine yol açabilir. Kaçak fazla olduğunda inspirasyon-ekspirasyon sonlandırma kriterleri karşılanamaz ve uzun inspiriyum ekspiriyum süreleri oluşur. Bu da hastanın hiperkapnisinin derinleşmesi ile sonuçlanabilir (7-10).

NİV sırasında hava kaçağını en aza indirmek üzere yapılabilecekler; uygun maske büyüklüğünün ve şeklinin tercih edilmesi, uygun kafa bandının seçilmesi, maske destekleyen yüzüklerin, halkaların varlığı, tüp adaptör kullanımı, hidrojel veya köpük kaplı maskeler, çene bantı, dudak veya ağız kapatıcılarıdır (3).

III. NİV Arayüzleri ve Solunum Fizyolojisine Etkileri

Dinamik VD= fizyolojik VD + maske ve sistem VD'tan oluşmaktadır ve dinamik VD arttıkça alveolar ventilasyon azalır. Fizyolojik VD, tidal volüm (VT) ile ilgilidir; öte yandan sistemin VD'si maskenin iç volümüne bağlıdır. Navalesi ve ark. nazal maske ve tam yüz maskenin VD'sini karşılaştırmışlardır. In vitro fark belirgin (205 mL tam yüz maskesinde, 120 mL nazal maske), anatomik yapıları dikkate alan in vivo sonuçlar birbirine benzer bulunmuştur (118 mL tam yüz maskesi, 97 mL nazal maske). Nazal yastıkcıklar çok az VD yaratırlar PaCO₂'yi ve pH'yı düşürmede yüz maskesi kadar etkindirler, ama hastalar tarafından daha az tolere edilirler (12).

Helmet (miğfer) tip maske, diğer NİV arayüzlerine göre daha büyük volüme sahiptir; her zaman için daha yüksek VT gerektirir. Helmet yarı kapalı bir ortam gibi davranır; solunan CO₂ düzeylerindeki artış önemli bir konudur. Yarı kapalı ortamlarda inspire CO₂ düzeyleri, hasta tarafından üretilen CO₂ düzeyi ve ortamı yıkayan temiz gazın akımına bağlıdır (helmet ventilasyonu). Dolayısıyla helmetin volümü direkt olarak inspire solunan CO₂'yi etkilemez, tahmin edilen inspire CO₂ düzeyine ulaşma hızını belirler. Helmetin boyutunun küçültülmesi CO₂ yeniden solunmasını önlemez. Helmet ventilasyonunu artıran herhangi bir olay (hava kaçağı, taze havanın verilmesi) inspire CO₂'yi düşürebilir. NİV sırasında helmet maskenin CO₂ düzeyine etkileri iki fizyolojik çalışmada değerlendirilmiştir. Her iki çalışmada da inspire CO₂ düzeyleri, helmetle NİV yapıldığında maskeyle yapıldığına göre daha yüksek saptanmıştır (13,14). Maske ile helmetin karşılaştırıldığı çalışmalarda; helmetin solunum kaslarının yükünü almada, dinlendirmede daha az etkin olduğu bulunmuştur; bu durum özellikle rezistif yükler fazla olduğunda ve hasta-ventilatör asenkroni riski yüksek olduğunda daha belirgindir (15,16). Bu durum hedeflenen basınca helmet maskede daha geç ulaşılması ile açıklanabilir; ventilator tarafından uygulanan gazın bir kısmı helmetin şişirilmesi için kullanılır. İspiratuvar ve ekspiratuvar tetiklemedeki gecikme nedeniyle inspiratuvar çabanın bir kısmı desteklenmeden kalır. Helmet ventilasyonda NİV uygulanırken diğer maske ventilasyonlarına benzer end-tidal CO₂ sağlayabilmek için dakika ventilasyonunu iki katına çıkarmak gerekebilir. Uygulanan basıncın artırılması helmet basıncındaki gecikmeyi ortadan kaldıracaktır dolayısıyla mümkün olduğunca basınçlar artırılmalıdır.

IV. NİV Arayüzleri Avantaj ve Dezavantajları

Ağır akut solunum yetmezliğinin başlangıç tedavisinde öncelikli olarak oronazal ve tam yüz maskeleri tercih edilir. Bunun sebebi bu hastaların nazal rezistansı yenmek için ağızdan solunum yapmalarıdır. BTS rehberinde akut hiperkapnik solunum yetmezliğinin NİV ile tedavisinde öncelikli seçilecek maske olarak oronazal maske önerilmiştir. Çeşitli boyutlarda, tiplerde maskelerin olması ve bunu uygulayacak personelin bu maskeler konusunda deneyimli olması gerektiği vurgulanmıştır. Buna alternatif olarak aşırı hava kaçağının önlenemediği ve burun kökünde baskı yararı gelişen hastalarda tam yüz maskesinin, alternatif olarak miğfer tipi maskenin kullanılabilmesi belirtilmiştir (19). Günümüz teknolojisi bu maskeleri de güvenli hale getirmiştir; kafa bantlarının kolayca çıkarılabilmesi, ventilatörden hava akımı kesildiğinde oda havası ile solumaya izin veren anti-asfiksi (güvenlik) valvlerinin bulunması gibi. Daha az ciddi solunum yetmezliğinde veya kronik solunum yetmezliğinde daha konforlu olduğu için nazal maske veya nazal yastıklık tercih edilebilir (19).

Total yüz maskesi tüm yüzü çevreler, gözleri de içine alır; dolayısıyla oronazal maskenin baskı uyguladığı yerlere baskı uygulamaz. Tam yüz maskelerinde de hava yolu basıncı $< 3 \text{ cmH}_2\text{O}$ olduğunda, ventilator çalışmadığında açılan anti-asfiksi valvleri mevcuttur. Criner ve ark. kronik solunum yetmezliği olan hastalarda total yüz maskesi ile NİV etkinliğini nazal ve oro-nazal maskeler ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışma göstermiştir ki, seçilmiş kronik solunum yetmezliği hastalarında total yüz maskesi ile NİV uygulanması konforu artırır, maskeden hava kaçaklarını minimuma indirir ve alveolar ventilasyonu düzeltir. Bu çalışmacılar bu tip maskenin yoğun bakım ortamında NİV uygulanması planlanan akut solunum yetmezliği hastalarında da başarılı olacağını ileri sürmüşlerdir (20). Ancak total yüz maskeleri ile ilgili bazı endişeler mevcuttur. Bu yüz maskesi daha büyük bir volüme sahip olduğu için daha fazla VD solunumu yaratabileceği düşünülmüştür; ama hava akımının maske çıkışından direkt hastanın ağzına ve burnuna yönlendirilmesi bu sorunu minimum indirmektedir. Göz iritasyonu, artmış gastrik distansiyon gibi komplikasyonlar beklenebilir, ancak yapılan çalışmalarda bu problemlerin artmış oranda görüldüğüne dair bulgu saptanmamıştır (21-23). NİV arayüzlerinin avantaj ve dezavantajları **Tablo 2'**de özetlenmiştir.

V. NİV'de Nemlendirme

Soğuk kuru havanın havayolu epiteli üzerine zararlı etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla inspire edilen gazın ısıtılması ve nemlendirilmesi gereklidir. Tek yönlü inspiratuvar nazal hava akımı, ağızdan hava kaçağı da varsa nazal mukozayı kurutabilir. Nazal mukoza kurudukça lökotrienler gibi inflamatuvar medyatörler salınırlar ve böylelikle vaskülarite artar. Ventilatörden gelen hava nemlendirilmediği takdirde normal ortam havasından daha düşük nem sağlar.

Tablo 2. .NİV arayüzleri avantaj ve dezavantajları.	
<p>Nazal maske</p> <p>Avantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konuşmaya ve su içmeye izin vermesi • Öksürmeye izin vermesi • Kusma sonrası aspirasyon riskinin en az olması • Minimum asfiksi riski <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ağız açıldığında hava kaçaklarının fazla olması • Nazal cilt hasarları • Açık nazal pasaj gerektirmesi 	<p>Helmet Maske</p> <p>Avantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimum hava kaçağı • Daha az kooperasyon gerektirmesi • Yüzde, burun kökünde yara olması durumunda kullanılabilmesi <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rebreathing (yeniden soluma) • Aşırı sesli /gürültülü olması • Kusma • Pressure support ventilasyon ile asenkroni • Bağları nedeniyle aksillada cilt lezyonları
<p>Nazal maske</p> <p>Avantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Daha az hava kaçağı • Daha az kooperasyon gereksinimi • Hasta rahatına göre ayarlanabilir <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kusma • Klostrofobi • Nazal cilt ülserasyonları • Konuşma ve öksürme zorluğu 	<p>Ağız parçacığı</p> <p>Avantajı:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diğer arayüzler ile değişmeli olarak kullanılabilirler <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kusma ve aşırı tükürük • Artmış hava kaçağı • Gastrik distansiyon • Konuşma güçlüğü
<p>Total yüz maskesi</p> <p>Avantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimum hava kaçağı • Daha az kooperasyon gereksinimi • Kolay takma ve uygulama <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kusma (aspirasyon riski) • Klostrofobi • Konuşma güçlüğü 	<p>Nazal yastıklık</p> <p>Avantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diğer arayüzler ile değişmeli olarak kullanılabilirler • Burun kökü hasarına neden olmaması <p>Dezavantajları</p> <ul style="list-style-type: none"> • İnspiratuvar ve ekspiratuvar hava kaçağı • Ekshale edilen tidalvolumün güvenilir ölçülememesi • Burun kanatlarında ülserasyonlar

İki tip nemlendirici mevcuttur; ısıtıcı nemlendirici ve ısı nem-değiştiriciler (HME). Isı nem-değiştiriciler (HME), daha ucuz ve kullanımları daha kolay olduğu için sıklıkla entübe hastalarda kullanılırlar. NİV sırasında maskeyle devrenin Y parçacığı arasına yerleştiren HME, ısıtıcı nemlendirici ile karşılaştırıldığında önemli bir VD yaratır. Jaber ve ark. 24 hastada HME ile ısıtıcı nemlendiriciyi karşılatırmışlar, HME kullanan hastalarda daha yüksek PaCO₂ düzeyleri tespit etmişlerdir. HME aynı zamanda daha yüksek dakika ventilasyonu ve 0.1 saniyede daha yüksek ağız oklüzyon basıncı ile ilişkili bulunmuştur (24). Lellouche ve ark. hiperkapnik hastalarda HME kullanımı ile hasta eforunun belirgin olarak daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. HME'de alveoler ventilasyon daha fazla solunum iş yükü harcanarak sağlanabilir (25). Bu iki çalışmada da ısıtıcı nemlendirici kullanımının avantajları ön plana çıkmıştır. Ama bu çalışmalar yüz maskeleri ile yapı-

mıştır. Aynı yorumu helmet maskeler için yapmak doğru olmaz, çünkü bu maskeler ile ısıtıcı nemlendirici kullanılması maske içinde buhar oluşmasına neden olabilir.

BTS rehberine göre akut NİV uygulamalarında nemlendirme kullanımı ile ilgili yeterli kanıt yoktur, rutin kullanımı önerilmez (19). Isıtıcı nemlendirme kullanılması üst hava yolu rezistansını azaltabilir ve kaçak fazla olduğunda hasta konforunu artırabilir (19). Kısa süreli çalışmalarda ısıtıcı nemlendirmenin üst havayolu kuruluğunu azalttığı, bu durumun toleransı artırabileceği ve sekresyon atılımına yardım edebileceği bildirilmektedir ama bu konu ispatlanmamıştır. Hasta mukozal kuruluğundan ve koyu yapışkan sekresyondan şikâyet ediyorsa bu durumlarda kullanımları düşünülmelidir.

VI. NİV Sırasında Devre ve Ekshalasyon Portu Kullanımı

NİV uygulamak için geliştirilen portable cihazlar (BİPAP cihazları) genellikle tekli devre kullanımı gerektirirler, öte yandan invaziv mekanik ventilasyon uygulamak için geliştirilen cihazlar ile NİV uygulanması ikili devre gerektirir (inhalasyon ve ekshalasyon için iki ayrı kolu olan). NİV sırasında iki farklı tekli devre kullanılabilir; hava kaçaklı devre ve aktif ekshalasyon valvli devre. Hava kaçaklı devrede, CO₂'i yıkamak için devreye veya maskeye hava çıkışını sağlayan bir açıklık yerleştirilir. Aktif valvli devrelerde ekshalasyon portu yer alır ve bu valv ekspirasyonda açılır, inspirasyonda kapanır. Portable NİV cihazları tekli devre ile kullanıldığı için bu cihazlarda CO₂ rebreathing'in daha fazla olacağı endişesi doğmuştur (17). Akciğer model çalışmasında daha küçük volümlü maskelerin daha az rebreathing'e neden oldukları gösterilmiştir. Aynı zamanda maske-deki ekshalasyon portunun devredeki ekshalasyon portuna göre daha az rebreathing ile ilişkili olduğu saptanmıştır (18). NİV sırasında CO₂ rebreathing'i için olası sebepler; gerçek ekshalasyon valvi olmayan tekli devre kullanılması, yüksek solunum sayısı, PEEP uygulanmaması ve büyük maske VD 'dir. Öneriler; ikili devre kullanılması veya tekli devrenin non-rebreathing aktif ekshalasyon valvi ile kullanılması, minimum 3-4 cmH₂O PEEP eklenmesi, solunum sayısının azaltılması ve maske VD mümkün olduğunca azaltılmasıdır (17,18).

Non-rebreathing ekshalasyon portları ekspiriyum valvi bulunmayan tekli devreli cihazlarda kullanılırlar. Çeşitli nonrebreathing ekshalasyon portları mevcuttur bunlardan en sık kullanılanları whisperswivel adaptör ve plato tipi ekshalasyon valvidir. Bu valvlerin etkinliğine yönelik çok az çalışma vardır. İki çalışma benzer dönemlerde Ferguson ve Gilmartin (17) ve Lofaso ve ark. (26) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmalarda rebreathing'i engelleyecek düzeyde 4 cmH₂O'luk EPAP uygulandığında PaCO₂'nin plato tipi valv kullananlarda whisperswivel kullananlara göre 5 mmHg daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ama öte yandan bu olumlu akut etkinin yanı sıra iki cihazın uzun dönem etkilerine bakıldığında herhangi bir fark saptanmamış, ikisinin de uzun dönem ventilasyonda güvenle kullanılabileceği belirtilmiştir. Dikkat edilmesi gereken nokta üzerinde hava kaçak delikleri bulunan maske ile bu ekshalasyon valvlerinin bir arada kullanılmaması gerektiğidir. Böyle bir durum ile karşılaşıldığında maske üzerindeki kaçaklar kapatılmalıdır.

VII. NİV Sırasında Oksijen Desteğinin Uygulanması

NİV tedavisi uygulanan tüm akut hiperkapnik solunum yetmezliği vakalarına SaO_2 %88-92 olacak şekilde oksijen desteği sağlanmalıdır (19). Yoğun bakım ventilatörü ile NİV uygulandığında oksijen kaynağı ile ventilatörden ayarlanan sabit FiO_2 düzeyi ile hastaya gönderilen pozitif basınçlı hava oksijenlendirilir. Daha küçük portable NİV ventilatörlerinde ise tekli devre kullanılır; oksijen dışarıdan bir oksijen kaynağından maskeye veya devreye bir bağlantı ile eklenerek uygulanır. Ama bu durumda hasta tarafından solunan gerçek oksijen konsantrasyonu bilinmemektedir; oksijen akımından, oksijenin bağlandığı yerden, NİV sırasında uygulanan basınçlardan, maskeden olan kaçaklardan ve ekshalasyon valvinin tipinden etkilenebilir (27).

Storre HJ ve ark. yaptıkları çalışmalarında NİV sırasında oksijen uygulamasına CO_2 ekshalasyon valvlerinin ve kaçakların etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonunda NİV uygulaması sırasında maskedeki oksijen konsantrasyonunun sabit kaçaklı devre kullanıldığında aktif ekshalasyon valvi kullanımına göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Ek olarak hava kaçağı arttığında bunu kompanze etmek için ventilatörün akımını artırması sonucu yine maskedeki oksijen konsantrasyonunun daha düşük olduğu gösterilmiştir (28).

Sonuç

Portable cihazlar ile NİV uygulandığında maskeden kaçakların fazla olması, maske üzerinde oksijen bağlantı yeri ile ekspiryum valvinin birbirine yakın olması, uygulanan basınçların yüksek olması, aktif ekshalasyon valvi yerine sabit kaçaklı maske veya devre kullanılması durumunda hastaya giden oksijen konsantrasyonu düşük olabilir, hastanın daha yüksek oksijen desteği ihtiyacı olabilir. Oksijenin mümkün olduğunca hastaya en yakın yerden sisteme eklenmesi önerilir (19).

KAYNAKLAR

1. Meduri GU. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1996;17(3):513-553.
2. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163(2):540-577.
3. Nava S, Navalesi P, Gregoretti C. Interfaces and humidification for noninvasive mechanical ventilation. *Respir Care* 2009; 54(1):71-82.
4. Schönhofer B, Sortor-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002;20(4):1029-36.
5. Meduri GU, Spencer SE. Noninvasive mechanical ventilation in the acute setting. Technical aspects, monitoring and choice of interface. *Eur Respir Mon* 2001;16:106-124.
6. Calderini E, Confalonieri M, Puccio PG, et al. Patient-ventilator asynchrony during noninvasive ventilation: the role of expiratory trigger. *Intensive Care Med* 1999; 25(7):662-7.
7. Meyer TJ, Pressman MR, Benditt J, et al. Air leaking through the mouth during nocturnal nasal ventilation: effect on sleep quality. *Sleep* 1997;20(7):561-69.

8. Bach JR, Robert D, Leger P, Langevin B. Sleep fragmentation in kyphoscoliotic individuals with alveolar hypoventilation treated by NIPPV. *Chest* 1995;107(6):1552-58.
9. Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. *Eur Respir J* 2001;17(2):259- 67.
10. Gonzalez J, Sharshar T, Hart N, et al. Air leaks during mechanical ventilation as a cause of persistent hypercapnia in neuromuscular disorders. *Intensive Care Med* 2003; 29(4):596-602.
11. Schettino GP, Tucci R, Sousa R, et al. Mask mechanics and leak Dynamics during noninvasive pressure support ventilation: a bench study. *Intensive Care Med* 2001;27(12): 1887-1891.
12. Navalesi P, Fanfulla F, Frigerio P, et al. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Crit Care Med* 2000;28(6):1785-90.
13. Costa R, Navalesi P, Antonelli M, et al. Physiologic evaluation of different levels of assistance during noninvasive ventilation delivered through a helmet. *Chest* 2005; 128(4):2984-90.
14. Racca F, Appendini L, Gregoretti C, et al. Effectiveness of mask and helmet interfaces to deliver noninvasive ventilation in a human model of resistive breathing. *J Appl Physiol* 2005;99(4):1262-71.
15. Racca F, Appendini L, Gregoretti C, et al. Effectiveness of mask and helmet interfaces to deliver noninvasive ventilation in a human model of resistive breathing. *J Appl Physiol* 2005;99(4):1262-71.
16. Navalesi P, Costa R, Ceriana P, et al. Non-invasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients: helmet versus facial mask. *Intensive Care Med* 2007;33(1): 74-81.
17. Ferguson GT, Gilmartin M. CO₂ rebreathing during BIPAP ventilator assistance. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151(4):1126-35.
18. Schettino GP, Chatmongkolchart S, Hess DR, Kacmarek MR. Position of exhalation port and mask design affect CO₂ rebreathing during noninvasive positive pressure ventilation. *Crit Care Med* 2003;31(8): 2178-82.
19. Davidson AC, et al. BTS/ICS guidelines for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *Thorax* 2016; 71: ii1-ii3.
20. Criner GJ, Travaline JM, Brennan KJ, et al. Efficacy of a new full face mask for noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 1994;106:1109-15.
21. Bruce Roy MD, Cordova F, Travaline J, et al. Full face mask for noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *J Am Osteopath Assoc* 2007;107(4):148-156.
22. Liesching TN, Cromier K, Nelson D, et al. Total face mask TM vs standard full face mask for noninvasive therapy of acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:A996
23. Navalesi P, Fanfulla F, Frigeiro, P et al. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Chest* 2000;28:1785-90.
24. Jaber S, Chanques G, Matecki S, et al. Comparison of the effects of heat and moisture exchangers and heated humidifiers on ventilation and gas Exchange during non-invasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002;28(11):1590-94.
25. Lellouche F, Maggiore SM, Deye N, et al. Effect of the humidification device on the work of breathing during noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2002; 28(11):1582-89.
26. Lofaso F, Aslanian P, Richard JC, et al. Expiratory valves used for home devices: experimental and clinical comparison. *Eur Respir J* 1998;11(6):1382-8.
27. Thys F, Liistro G, Dozin O, et al. Determinants of FiO₂ with oxygen supplementation during noninvasive two-level positive pressure ventilation. *Eur Respir J* 2002; 19(4):653-57.
28. Storre JH, Huttmann SE, Ekkernkamp E, et al. Oxygen supplementation in noninvasive home mechanical ventilation: the crucial roles of CO₂ exhalation systems and leakages. *Respir Care* 2014; 59 (1): 113-20.

