

Akut Oksijen Tedavisi

Acute Oxygen Therapy

Dr. Aslıhan GÜRÜN KAYA

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Ankara

ÖZET

Oksijen, akut klinik durumlarda en sık kullanılan medikal tedavilerden birisidir. Bunun yanı sıra hipoksemik olmayan hastalara yüksek konsantrasyonlarda oksijen verilmesi gibi klinikte sıklıkla yanlış uygulanabilen bir tedavi yöntemidir. Oksijen tedavisi doğru endikasyonlar ve dozda uygulandığı zaman, yaşam kurtarıcı olabilmektedir. Tıpkı diğer ilaçlarda olduğu gibi uygunsuz dozlar ve tedavi başarısızlığının ise ciddi sonuçları mevcuttur. Bu derlemede oksijen tedavisinin endikasyonları, veriliş yöntemleri ve dozları özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hipoksemi, oksijen tedavisi, solunum yetmezliği.

SUMMARY

Oxygen is one of the most commonly used drug in the treatment of acute clinical conditions. It is also one of the most frequently misused medications, such as the use of oxygen in high concentrations of non-hypoxemic patients. When oxygen treatment administered correct indication and dosage it may be life saving. Like any drug, inappropriate dose and failure to treatment can have serious consequences. In this review indications for treatment with oxygen, appropriate dosage and methods of delivery were summarized.

Keywords: Hypoxemia, oxygen therapy, respiratory failure.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Uzm. Dr. Aslıhan GÜRÜN KAYA
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Ankara
e-posta: aslihangurun@hotmail.com
DOI: 10.5152/gghs.2018.027

Oksijen tedavisi kolay ulaşılabilen, yaygın olarak kullanılan, hayat kurtarıcı bir klinik uygulamadır. Ancak oksijen tedavisi, tıpkı diğer ilaç tedavileri gibi uygunsuz olarak uygulandığı zaman zararlı etkileri olabilmektedir. Oksijen tedavisinin etkili ve güvenli bir Şekilde uygulanabilmesi için; akım hızının, verilif yntemlerinin, uygulama suresinin ve tedavinin takibi yapılmalıdır⁽¹⁾.

Dokuda uygun oksijenizasyonun devam edebilmesi için uygun ventilasyon, gaz değişimi ve dolaşımın iyi olması gerekmektedir. Bunlardan herhangi birinde oluşabilecek bir aksaklık doku hipoksisine neden olur. Hücresel metabolizma bozuklukları veya aşırı gereksinime bağlı oksijenin bozulmuş kullanımı da doku hipoksisine neden olabilmektedir⁽²⁾.

Hipoksemi, arteriyel kanda parsiyel oksijen basıncı (PaO₂)'nın ya da oksijen satürasyonu (SaO₂)'nun düşük olmasını ifade eder. Hipoksi ise dokuda düşük oksijen düzeyini ifade etmekte olup, oksijenin sunumu ve kullanımı ile ilgilidir. Doku hipoksemi; kalp yetmezliği, hipovolemi gibi dolaşımsal bozukluklarda; ağır anemi gibi kanın oksijen taşıma kapasitesinin azaldığı durumlarda ve anormal hemoglobın-oksijen afinitesine neden olan hemoglobınopatiler ile karbonmonoksit zehirlenmesi, methemoglobınemi durumlarında ortaya çıkabilir. Hipoksemi olmaksızın da doku hipoksemi oluşabilir. Mikst venöz oksijen basıncı, pulmoner arter kateterizasyonu ile elde edilen kanın oksijen basıncı (PvO₂) doku oksijenizasyonunun en iyi gösteren değer olarak kabul edilir^(1,3,4).

Hipoksemi varlığından şüphelenilen hastaların, öncelikle pulse oksimetre ile ölçülen oksijen satürasyonlarının (SpO₂) değerlendirilmesi, genel durumu kritik hastalarda, SpO₂ değeri ölçülemeyen veya hiperkapni şüphesi olan hastalardan en kısa zamanda arter kan gazı alınarak asit baz dengesinin, hipoksemisinin derecesinin ve parsiyel karbondioksit basıncının (PaCO₂) değerlendirilmesi gereklidir. Hipoksemi saptanan hastalara, PaO₂ ve SaO₂ düzeyinin artırılması amacıyla inspire edilen oksijen fraksiyonun (FiO₂) artırılması gereklidir. Akut respiratuar distress sendromu (ARDS), pulmoner emboli, atelettazi gibi pulmoner parankimal şantlar ya da VSD, ASD gibi intrakardiyak şantlar varlığında; özellikle şant fraksiyonu %20'nin üzerinde ise hipoksemi, yüksek düzeylerde verilen FiO₂'ye dirençlidir. Ayrıca, doku oksijenizasyonunun sağlanması için FiO₂ artışıının yanında, iyi bir dolaşım sistemi ve hemoglobın düzeyi gereklidir⁽¹⁻³⁾.

Akut Oksijen Tedavisi Endikasyonları

Akut oksijen tedavisinin en sık endikasyonu hipokse-

minin önlenmesi ve doku hipoksisinin düzeltilmesidir. Akut kritik hastalığı olanlarda, hava yolu açıklığı kontrol edildikten sonra ampirik olarak oksijen tedavisi başlanmalı, başlangıç tedavisinden sonra pulse oksimetre ve gerekirse arter kan gazı rehberliğinde tedavinin devamı ve dozuna karar verilmelidir.

İnspire edilen oksijen fraksiyonunun artırılması ile hemoglobının oksijene doğgunluğu artırılarak, plazmada taşınan oksijen miktarı artar. Ancak oksijenin kanda çözünlüğu düşüktür ve inspire edilen oksijen konsantrasyonu %100 olsa bile, kanda çözünmüş halde bulunan oksijen istirahat halindeki bir dokunun ihtiyacının sadece üçte birini karşılayabilir. Bu nedenle oksijen tedavisinin amacı arteriyel hipoksemiye düzeltmek iken, hipoksemi olmaksızın doku hipoksemi varlığında tedavinin amacı alta yatan hastalığı (anemi, kalp yetmezliği gibi) tedavi etmektir.

Akut oksijen tedavisi endikasyonları;

- Kardiyak arrest veya solunum arresti
- Hipoksemi (PaO₂ < 60 mmHg, SpO₂ < %90)
- Hipotansiyon (sistolik kan basıncının 100 mmHg altında olması)
- Düşük kardiyak output veya metabolik asidoz (bikarbonat < 18 mmol/L)
- Solunum sıkıntısı (solunum sayısı > 24/dakika), olarak sıralanabilir.

Bu hastalarda tedavi başlandıktan sonra tedavinin devamı SpO₂ veya PaO₂ ölçümüne göre karar verilir. Yeterli oksijen düzeyine sahip hastaların, karbonmonoksit zehirlenmeleri ve pnömotoraks dışında oksijen tedavisi endikasyonu bulunmamaktadır^(1,3,5-7).

Oksijen Tedavisinde Uygun Dozun Belirlenmesi

Oksijenin desteğinin de, diğer tedavi yöntemleri gibi uygun dozda verilmesi gereklidir. Yetersiz verilen oksijen hipoksinin etkilerini engellemeyeceği gibi, yüksek dozda verilen oksijen de hiperoksiye neden olarak olumsuz klinik sonuçlara neden olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle oksijen tedavisi düzenlenirken, hedeflenen oksijen satürasyonu doğrultusunda planlanmalıdır⁽⁸⁻¹⁰⁾.

Kardiyak arrest veya pulmoner arrest durumunda yapılan kardiyopulmoner resüstasyon esnasında, 2015 yılında yayınlanan Erişkin İleri Yaşam Desteği Rehberine göre uygulanabilen en yüksek seviyede oksijen desteğinin uygulanması önerilmektedir. Mevcut kılavuzun bu önerileri kardiyopulmoner resüstasyon sırasında geçerli olup, sonraki tedavi yönetimi hasta-

nın alta yatan hastalığına ve mevcut klinik durumuna göre düzenlenir. Kardiyopulmoner resüstasyon sonrası spontan dolaşım döndükten sonra hedef oksijen satürasyonu %94-98 olacak şekilde hedeflenmelidir. Alınan arter kan gazı örneğinde hiperkapnik solunum yetmezliği saptanırsa hedef oksijen satürasyonu %88-92 olacak şekilde hedeflenmelidir⁽¹¹⁾.

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) olanlarda hem akut, hem kronik uygulamalarda SpO₂ %88-92, PaO₂ 60-65 mmHg olarak hedeflenmelidir. Kontrolsüz olarak verilen yüksek düzeyde oksijen desteği sonucu; solunum merkezi üzerine hipoksik stimülasyon etkisinin kalkması ve hipoksi ile ilişkili vazokonstriksiyonun ortadan kalkması ile ventilasyonu bozuk bölgelerde perfüzyonun artması sonucu gelişen ventilasyon/perfüzyon dengesinin bozulması sonucu hiperkapni ortaya çıkabilmektedir. Oksijen tedavisine bağlı hiperkapni riski; akut alevlenmeler sırasında, stabil döneme göre daha yüksektir. Ayrıca, oksijen tedavisinden önce de hiperkapni olan hastalarda daha sık görülür. Hiperkapni gelişim riski bulunan kistik fibrozis, nöromusküler bozukluklar, göğüs duvarı anomalileri ve morbid obezite gibi hastalıkları olanlara da, KOAH hastalarına benzer şekilde oksijen düzeyleri hedeflenerek tedavi düzenlenmelidir. Hiperkapni varlığında oksijen akımının ayarı yalnız oksimetre ile değil seri arteriyel kan gazı incelemeleri ile yapılmalıdır ve gerekli durumlarda non-invaziv mekanik ventilasyon (NIMV) desteği uygulanmalıdır^(1,3,12,13).

Astım, pnömoni, akut koroner sendrom, interstisyel akciğer hastalıklarının akut alevlenmeleri, pulmoner emboli, sepsis gibi diğer akut klinik durumlarda oksijen satürasyonu, daha düşük kanıt düzeyinde öneri olmakla birlikte %94-98 olarak hedeflenmelidir. Gebelikte gelişen akut klinik durumlarda yine hedef SpO₂ düzeyinin %94-98 olması önerilmektedir. Karbonmonoksit zehirlenmelerinde ve drenajın sağlanmadığı pnömotoraks durumunda yüksek akımda oksijen desteği verilmesi ve SpO₂ düzeyinin %100 olarak hedeflenmesi önerilmektedir^(1,3,11,14,15).

Oksijen desteği gerekebileen akut klinik durumlar ve bu klinik durumlara yaklaşım önerileri Tablo 1'de özetlenmiştir⁽³⁾.

Oksijen Tedavisi Yöntemleri

Oksijen destek ihtiyacı saptandıktan sonra, hipokseminin derecesi, hastanın konforu, maliyet ve olanaklar dikkate alınarak, oksijen tedavisi çeşitli sistemlerden biri ile uygulanabilir. Maske ve valf tasarımının özelliğine ve oksijen akım hızına göre değişen FiO₂

uygulanması sağlanır. İnspire edilen oksijen konsantrasyonu, hastanın dakika ventilasyonuna ve oksijenin akım hızına bağlıdır. Hastanın dakika ventilasyonu arttıkça, inspire edilen FiO₂ değerinde azalma meydana gelmektedir. Oksijen tedavisi düşük ve yüksek akımlı sistemlerle uygulanabilmektedir^(3,7,13).

Düşük Akımlı Oksijen Sistemleri

Düşük akımlı oksijen sistemleri nazal kanül, basit yüz maskesi, difüzör maske, parsiyel rebreathing maske, nonbreathing maskeleri olarak sınıflanabilir. Bu cihazlarda saf oksijen belirli bir akım hızında uygulanırken, hastanın dakika ventilasyonunun kalan kısmı oda havasından karşılanır. Bu nedenle değişken dakika ventilasyonu olan hastalarda bu cihazlarla sabit bir FiO₂ verilmesi mümkün olmamaktadır.

Bu durumu bir örnekle açıklayacak olduğumuzda dakika ventilasyonu 24 L/dakika (tidal volüm: 600 mL x solunum sayısı: 40/dakika) olan bir hastaya 2 L/dakika akım hızı ile saf oksijen verildiğinde, kalan 22 L'lik ventilasyon ihtiyacı 0.21'lik oda havasından karşılanacaktır. Bu durumda FiO₂ değeri %26 olacaktır.

$$\{ (2 \times 1.0) + (22 \times 0.21) \} / 24 = 0.27 \text{ (\%27)}$$

Dakika ventilasyonu 6 L/dakika (tidal volüm 500 mL x solunum sayısı: 12/dakika) olan bir hastaya 2 L/dakika akım hızı ile saf oksijen verildiğinde ise, kalan 4 L'lik ventilasyon hacmi oda havasından sağlanacak olup, bu durumda FiO₂ %47 olacaktır.

$$\{ (2 \times 1.0) + (4 \times 0.21) \} / 6 = 0.47 \text{ (\%47)}$$

İşte bu nedenle sabit FiO₂ ihtiyacı olan hastalarda düşük akımlı oksijen sistemleri uygulanırken dikkatli olunmalıdır^(1,6,16).

Düşük akımlı oksijen veren sistemler, akım hızlarına göre tahmini oksijen fraksiyonları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Nazal Kanül

Nazal kanül yaygın olarak kullanılan bir oksijen uygulama sistemidir (Resim 1). Verilen FiO₂ hastanın solunum paternine bağlı olmakla birlikte yaklaşık %24-44 arasında bir FiO₂ sağlamaktadır. 6 L/dakika akım hızlarına kadar, bu artışa paralel olarak oksijen konsantrasyonunda da artış görülür. Hastaların genel olarak iyi tolere etmesi, hareketi, yemek yemeyi, konuşmayı engellememesi, rebreathing riskinin olmaması, yüz maskelerine göre daha az inspiratuar dirence neden olması, ucuz olması önemli avantajları olarak sayılabilir. Nazal irritasyona ve kuruluğa sebep olabilmesi, nazal pasajı tıkayan burun kanamaları ve tıkanıklığında et-

Tablo 1. Oksijen desteği gerektiren akut klinik durumlar ve bu klinik durumlara yaklaşım önerileri (3 no'lu kaynaktan alınmıştır).

Yüksek konsantrasyonlarda oksijen tedavisi gerektiren kritik durumlar	
Pulse oksimetre veya arter kan gazı ile oksijen satürasyonu ölçümü yapılana kadar; 15 L/dakika ile rezervuarlı maske ile oksijen tedavisi başlanır, Oksijen satürasyonu ölçümü yapıldıktan sonra hedef SO_2 düzeyi %94-98 arası olacak şekilde oksijen dozu azaltılır, Hastanın Tip 2 SY riski var ise SO_2 düzeyi %88-92 olacak şekilde hedeflenir.	
Kardiyak/solunum arrest	CPR sırasında spontan dolaşım sağlanana kadar verilebilen en yüksek oksijen düzeyi verilmelidir
Şok, sepsis, majör travma, anafilaksi, majör pulmoner hemoraji, status epileptikus	Altta yatan hastalığa yönelik spesifik tedavi verilmelidir
Majör kafa travması	Hasta koma durumundaysa erken dönemde entübasyon ve mekanik ventilasyon sağlanmalıdır
CO zehirlenmeleri	Mümkün olan en kısa zamanda rezervuarlı maske ve ambuyla oksijen vermeye başlanmalı ve karboksihemoglobin düzeyi kontrol edilmelidir. Satürasyon ölçümleri oksihemoglobin ve karboksihemoglobin ayırımı yapamadığı için SO_2 normal düzeyde ölçülebilir. PO_2 düzeyi de doku hipoksisi olmasına rağmen normal ölçülebilir
Hipoksemi varlığında orta dereceli konsantrasyonlarda oksijen tedavisi gerektiren durumlar	
Oksijen tedavisi nazal kanül ile 2-6 L/dakika veya basit yüz maskesi ile 5-10 L/dakika olarak başlanır, Eğer Tip 2 SY riski yoksa ve $SO_2 < \%85$ ise 15 L/dakika ile rezervuarlı maskeye geçilir, Hedef SO_2 %94-98 olacak şekilde oksijen desteği verilmelidir, Tip 2 SY riski var ise SO_2 hedefi %88-92 olmalı, 30-60 dakika içinde AKG ile NIMV veya IMV ihtiyacı açısından değerlendirilmelidir.	
Akut hipoksemi (nedeni henüz belirlenmemiş)	$SO_2 < \%85$ ise rezervuarlı maske ile, aksi halde nazal kanül ve basit yüz maskesi ile tedavi verilmelidir. Rezervuarlı maske gerektirenler klinisyen tarafından acil değerlendirilmelidir.
Astım atağı, pnömoni, akciğer kanseri, interstisyel akciğer hastalığı alevlenmeleri	$SO_2 < \%85$ ise rezervuarlı maske ile, aksi halde nazal kanül ve basit yüz maskesi ile tedavi verilmelidir.
Pnömotoraks	Hasta hipoksemik ise aspirasyon veya drenaj gerektirir. Eğer hasta gözlem amacıyla hastanede takip ediliyorsa 15 L/dakika rezervuarlı maske uygulanarak SO_2 %100 olacak şekilde hedeflenmelidir (drenajın gerekli olmadığı hastalarda plevral boşluktaki havanın absorpsiyonunu hızlandırır).
Plevral efüzyon	Plevral efüzyonlu hastaların çoğu hipoksemik değildir. Hipoksemi mevcut ise, efüzyon oksijen tedavisi verilerek drene edilmelidir
Pulmoner emboli	Masif olmayan pulmoner embolili hastaların çoğu hipoksemik değildir ve oksijen tedavisi gerektirmez.
Akut kalp yetmezliği	Pulmoner ödem vakalarında CPAP veya NIV düşünülmelidir
Şiddetli Anemi	Hastaların çoğunda oksijen tedavisi gerekliliği yoktur. Tedavi hedefi aneminin düzeltilmesidir.
Postoperatif nefes darlığı	Tedavi yöntemi altta yatan nedene bağlıdır.

Tablo 1. Oksijen desteği gerektiren akut klinik durumlar ve bu klinik durumlara yaklaşım önerileri (3 no'lu kaynaktan alınmıştır) (devamı).

Yakın monitörize edilmesi gereken, hipoksemisi olmadıkça oksijen tedavisi gerekmeyen durumlar	
Eğer hastanın hipoksemisi varsa nazal kanül ile 2-6 L/dakika veya basit yüz maskesi ile 5-10 L/dakika olarak oksijen tedavisi başlanmalıdır.	
Eğer Tip 2 SY riski yoksa ve $SO_2 < \% 85$ ise 15 L/dakika ile rezervuarlı maskeye geçilmelidir.	
Hedef SO_2 %94-98 olacak şekilde oksijen desteği verilmelidir.	
Eğer oksimetre yoksa, temin edilene veya AKG alınana kadar yukarıda belirtilen şekilde oksijen tedavisi uygulanmalıdır.	
Tip 2 SY riski var ise SO_2 hedefi %88-92 olmalı, 30-60 dakika içinde AKG ile NIMV veya IMV ihtiyacı açısından değerlendirilmelidir.	
Miyokard infarktüsü veya akut koroner sendrom	Bu hastaların çoğu hipoksemik değildir ve bu gibi durumlarda oksijen tedavisinin kar / zarar oranı kesin olarak bilinmemektedir. Gereksiz verilen yüksek konsantrasyondaki oksijen infarkt alanını genişletebilir.
İnme	İnmeli hastaların çoğu hipoksemik değildir. Hafif-orta düzeyde inmesi olan, hipoksemik olmayan hastalar için oksijen tedavisi zararlı olabilir.
Hiperventilasyon veya fonksiyonel olmayan solunum	Altta yatan organik bir nedenin dışlanması gerekir. Anksiyete veya panik atak nedeniyle saf hiperventilasyonu olan hastalara oksijen tedavisi gerekmez. Kese kağıdından solutmak hipoksemiye neden olabileceği için önerilmez.
Çoğu zehirlenmeler ve yüksek doz ilaç toksisiteleri	Hipoksemimin meydana gelmesi, solunum depresyonu yapan ilaçlarla daha olasıdır, mümkünse antidot verilir (örneğin; opiat zehirlenmesi için nalokson). Solunum depresyonu yapan bir ilaç alınmışsa, hiperkapniyi dışlamak için AKG görülmelidir. Asit aspirasyonlarında oksijenin zararlı olabileceğine dair teorik kanıtlar olduğundan dolayı, yüksek kan oksijen seviyelerinden kaçınılmalıdır. Hastalar 2. ve 3. basamak yoğun bakım ünitelerinde izlenmelidir.
Parakuat veya bleomisin ile zehirlenme	Parakuat zehirlenmesi veya bleomisin akciğer hasarı olan hastalar ek oksijen ile zarar görebilir. Hasta hipoksemik olmadığı sürece oksijenden kaçınılmalıdır. Hedef SO_2 düzeyi %85-88 olmalıdır.
Metabolik ve renal bozukluklar	Çoğu hastada oksijen desteğine ihtiyaç duyulmaz (bu hastalarda asidoz nedeniyle takipne olabilir)
Kas güçsüzlüğüne neden olan akut/ subakut nörolojik durumlar	Bu hastalar ventilatör desteği gerektirebilir ve spirometrik ölçümleri de içeren dikkatli bir izlem gerektirirler. Hastanın oksijen seviyesi hedef değerlerin altına düşerse, ventilatör ihtiyacı açısından acil AKG ile değerlendirilmelidir.
Gebelik ve obstetrik acil durumlar	Anne hipoksemik değilse, oksijen tedavisi fetüse zarar verebilir.
Kontrollü ve düşük konsantrasyonda oksijen gerektiren klinik durumlar	
AKG sonucu elde edilene kadar %24 veya %28'lik ventüri maskesi ya da nazal kanül ile 1-2 L/dakika ile oksijen tedavisi verilmelidir.	
Kan gazında PCO_2 normalse (önceden NIMV veya IMV'nin geçmişi yoksa) hedef aralığı %94-98'e ayarlanır ve 30-60 dakika sonra kan gazlarını tekrar kontrol edilir.	

Tablo 1. Oksijen desteği gerektiren akut klinik durumlar ve bu klinik durumlara yaklaşım önerileri (3 no'lu kaynaktan alınmıştır) (devamı).

KOAH ve sabit hava akımı obstrüksiyonuna neden olan diğer durumlar (örneğin; bronşektazi)	Asidozu olan veya oksijen tedavisine çok duyarlı olduğu bilinen hastalarda oksijen tedavisi hedef SO_2 aralığı çok sıkı takip edilmelidir. İdeal olarak bu hastalarda tedaviyi yönlendirmek için "uyarı kartları" kullanılmalıdır. Eğer solunum sayısı > 30/dakika ise ventüri maskesi %50'ye kadar artırılabilir.
Kistik Fibrozis alevlenmesi	Mümkünse deneyimli merkezde ve deneyimli ekip rehberliğinde takip edilmelidir. İdeal olarak bu hastalarda tedaviyi yönlendirmek için "uyarı kartları" kullanılmalıdır. Eğer solunum sayısı > 30/dakika ise ventüri maskesi %50'ye kadar artırılabilir.
Nöromusküler hastalık, nörolojik durum ve göğüs duvarı deformitesi	Ventilatör desteği gerekebilir. Hiperkapnik solunum yetmezliği riski bulunmaktadır.
Morbid obezite	Hiperkapnik solunum yetmezliği riski bulunmaktadır.

CPR: Kardiyopulmoner resüstasyon, AKG: Arter kan gazı, PaO_2 : Parsiyel arteriyel oksijen basıncı, PCO_2 : Parsiyel karbondiyoksit basıncı, SO_2 : Oksijen saturasyonu, KOAH: Kronik obstrüktif akciğer hastalığı, NIMV: Noninvaziv mekanik ventilasyon, IMV: İnvaziv mekanik ventilasyon, CPAP: Sürekli pozitif hava yolu basıncı, SY: Solunum yetmezliği, CO: Karbonmonoksit.

Tablo 2. Düşük akımla oksijen veren sistemler ve tahmini oksijen fraksiyonları (15 no'lu kaynaktan alınmıştır).

İnspire edilen oksijen fraksiyonu (%FiO ₂)			
Akım hızı (L/dakika)	Nazal kanül	Basit yüz maskesi	Rezervuarlı maske
1	%24		
2	%28		
3	%32		
4	%36		
5	%40	%40	
6	%44	%40-50	%60
7		%50-60	%70
8		%60	%80
9			>%80
10			>%80

kinliğini yitirmesi ve sabit FiO_2 değerinin sağlanamaması ise dezavantajları olarak sıralanabilir^(1,3,6,7,16).

Basit Yüz Maskesi

Basit yüz maskelerinde 5-10 L akım hızlarına göre, %40-60 arasında değişen oksijen konsantrasyonlarında uygulama sağlanabilir (Resim 2). FiO_2 bu sistemde de oksijenin akım hızına ve hastanın solunum paternine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Basit yüz maskelerinde 5 L'nin altında verilen akım hızlarının, direnci artıracığı ve rebreathing riski oluşturabileceği için uygulanması önerilmemektedir.

Maske yüksek konsantrasyonlarda oksijen desteği sağladığı için, hiperkapni riski bulunan düşük konsantrasyonda oksijen ihtiyacı bulunan hastalarda kullanılması önerilmemektedir^(1,3,7,16).

Rezervuarlı Yüz Maskeleri (Parsiyel Rebreathing Kısmi Geri Solunumlu Maske, Non-Rebreathing Geri Solumasız Maske)

Yüz maskesine 600-1000 cc'lik bir rezervuar kese eklenmesi ile oluşturulan 8-15 L/dakika akım hızlarında %60-100 arasında FiO_2 sağlayan oksijen dağıtım sistemleridir (Resim 3). Rezervuarda yeterli distan-

Resim 1. Nazal kanül (Konfarma® Türkiye).**Resim 2. Basit yüz maskesi (Plasti-med® Türkiye).****Resim 3. Rezervuarlı maske (Galenamed® Türkiye).**

siyonun sağlanması ve CO₂'nin maskeden eliminasyonu için en az 5-8 L/dakikalık akım hızı ile oksijen uygulanması gerekir. Rezervuar kesede inspirasyon gazını ekspirasyon gazından ayıran tek yönlü bir kapak olmadığında, cihaz parsiyel rebreathing maske olarak adlandırılır ve hastanın ekspirasyon havasının bir kısmını tekrar inhale etmesi önlenemez. Bu maskeler ile %80-85 konsantrasyonlarında oksijen uygulanabilir. Gerçek nonbreathing maske ise oda havasının solunmasını engelleyen ve sadece rezervuardan solunuma izin veren, ekspirasyon havasından inspirasyon havasının ayrıldığı tek yönlü bir kapak vardır ve %100'lük konsantrasyonlara ulaşabilen oksijen desteği sağlar^(3,6,7,13,16,17).

Difüzör Maske

Oksijen sistemleri içinde akım hızları 1-15 L/dakika arasında %24-90 konsantrasyonlarda oksijen verebi-

len bir sistemdir (Resim 4). Maske üzerinde bulunan açıklıklar, düşük akım hızlarında bile karbondioksitin geri solunmasını engeller. Oksijen tedavisi sırasında sekresyonların aspirasyonla temizlenmesi, nazogastrik tüp takılması veya ağız bakımı yapılmasına olanak sağlar. Üzerinde bulunan açıklıklar sayesinde aspirasyon riskini azaltabilir^(16,17).

Yüksek Akımlı Oksijen Sistemleri

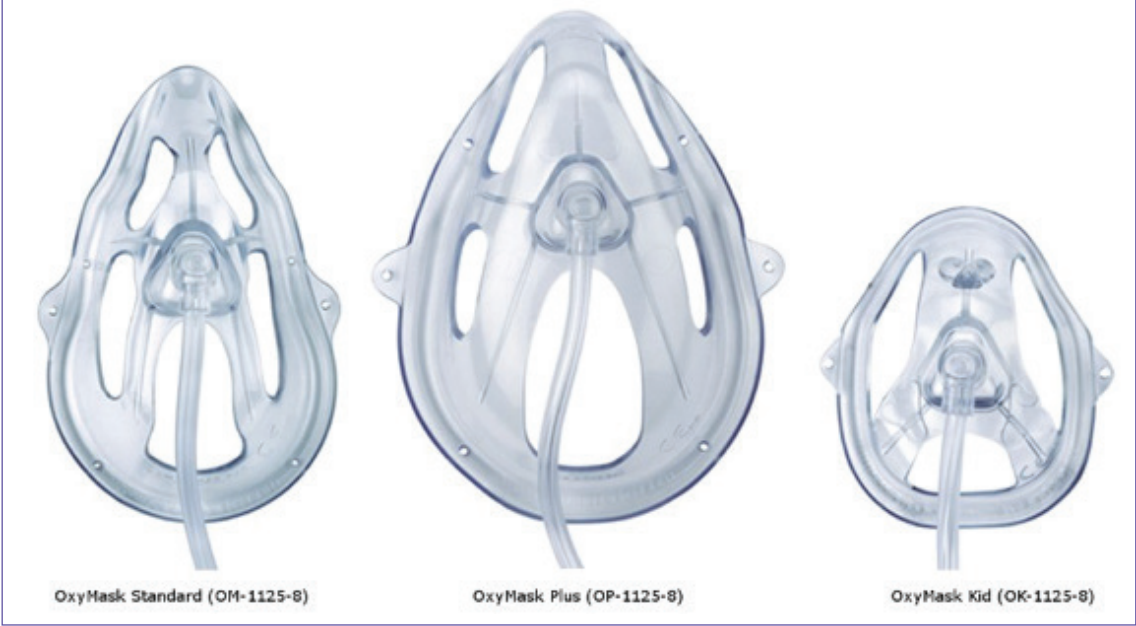
Yüksek akımla oksijen veren sistemler hastanın anatomik ölü boşluğunu aşan hacimde bir rezervuar yardımı ile veya çok yüksek akımda oksijen uygulayarak, belirlenmiş FiO₂ değerlerinde oksijen sağlayan sistemlerdir. Kontrollü FiO₂ gereken hastalar ile anormal solunum paterni olup, solunum ihtiyacı düşük akımlı oksijen sistemlerinin kapasitelerini aşan hipoksemili hastalardır. Klinik olarak kontrollü FiO₂ endikasyonunda veya yüksek akımlar gerektiğinde, yüksek akımlı oksijen sistemleri kullanılmalıdır. Yüksek akımlı sistemlerin örnekleri Ventüri maskesi, yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi (HFNO/YANK) ve ventilatörlerdir^(1,3,13,16).

Ventüri Maske

Ventüri maskeleri, oksijenin akım hızından bağımsız olarak hastaya kontrollü bir oksijen konsantrasyonu sağlayan sistemlerdir (Resim 5). Bu maskeler ile %24-60 oranında FiO₂ verilebilmektedir. Maskeler, jet karıştırma prensibini (Bernoulli etkisi) kullanan ventüri valfleri içerir. Maskeden giren havanın hızı valflerin açıklıklarının boyutuna ve oksijen akım hızına bağlıdır. Ayrıca, bu valfler, hastanın verdiği soluğun bir kısmının dışarı çıkmasını sağlarken diğer kısmının tüpten gelen oksijenle karışarak hastaya geri verilmesini sağlar. Böylece sürekli ve sabit bir oranda oksijen uygulanmış olur. %24, %28, %31, %35, %40, %50 ve %60 oksijen konsantrasyonu sağlayan adaptörleri vardır. %24 ve %28'lik formları hiperkapni riski bulunan hastalar için uygundur^(1,3,6,7,13,16).

Yüksek Akımlı Nazal Oksijen Tedavisi

Yüksek akımlı nazal oksijen tedavisi son yıllarda kullanım sıklığı giderek artan ve kullanımı ile ilgili çalışmaların devam ettiği, orta-yüksek düzeyde oksijen konsantrasyonları sağlayan bir tedavi yöntemidir. Bu sistem; hava ile oksijeni karıştırıcı, aktif bir ısıtıcı nemlendirici, ısıtılmış tek bir devre ve nazal kanülden oluşan yüksek akımla oksijen veren bir sistemlerden oluşmaktadır. 60 L/dakika akım hızına kadar artan hızlarda %21-100 arasında değişen FiO₂ düzeyleri hastaya uygulanabilir. Hasta

Resim 4. Difüzör maske (Oxymask®, Southmedic, Kanada).**Resim 5. Ventüri maske (Tekmed®, Türkiye).**

geniş çaplı nazal kanül aracılığı ile ısıtılmış, nemlendirilmiş havayı solur. Terapötik etkinliğini; sabit bir FiO_2 düzeyi sağlayarak, PEEP etkisi oluşturarak, nazofarengeal ölü boşluk hacmini azaltıp karbondioksitin atılımını sağlayarak, inspiratuar direnci azaltarak oluşturur.

Yüksek akışlı nazal oksijen tedavisi, hiperkapnik ve hipoksemik solunum yetmezliğinin yanında akut kardiyojenik pulmoner ödem, entübasyon öncesi oksijenizasyon ve uyku apnesinde de kullanılabilir^(1,3,16).

Mekanik Ventilasyon

Mekanik ventilasyon, oksijenizasyon bozukluklarında genellikle ilk basamak tedavisi değildir. Mekanik ventilasyon endikasyonları hemodinamik instabilite, oksijen tedavisine yanıt vermeyen hipoksemi (%50'lik FiO_2 'ye rağmen $PaO_2 < 60$ mmHg), pH'da düşme ve $PaCO_2$ 'de yükselme ile seyreden ventilasyon patolojileri, solunum iş yükünde artışa neden olan durumlar olarak sayılabilir. Mevcut hipoksemi için FiO_2 artırılarak kısmen kontrolüne karşın, PCO_2 artışı da mekanik ventilasyon uygulaması gerektirir. MV bir taraftan yüksek FiO_2 sağlarken aynı zamanda kollabe olan alveolleri pozitif basınçla havalandırıp V/Q dengesindeki bozulmayı düzeltir. Mekanik ventilasyon invaziv veya noninvaziv olarak uygulanabilir. İnvaziv mekanik ventilatörler ve yoğun bakım tipi noninvaziv mekanik ventilatörlerde FiO_2 düzeyi %100'e kadar artan konsantrasyonlarda uygulanabilirken, maske üzerinden oksijen uygulanan noninvaziv mekanik ventilasyonda %40-50 üzerine çıkamaz. Mekanik ventilasyon uygulamalarında FiO_2 dışında, ekspiryum sonunda pozitif basınç uygulamaktır (invaziv mekanik ventilasyon sırasında uygulanıyorsa, PEEP= positive end-expiratory pressure; noninvaziv mekanik ventilasyon sırasında uygulanıyorsa, CPAP= continuous positive airway pressure veya EPAP= ekspiratuar positive airway pressure). PEEP'in oksijenizasyonu düzeltme mekanizmaları; ekspiryum sonunda akciğer volümlerini artırmak, atelektatik alveolleri açmak, atelektatik alveollerin perfüzyonunu

azaltmak, V/Q oranını düzeltmek ve intrapulmoner şanti azaltmaktır. Mekanik ventilasyon sırasında, recruitment manevraları ve inspiryum/ekspiryum oranının 1'den büyük olduğu ters oranlı ventilasyon oksijenizasyonu düzeltmeye yönelik yapılabilecek diğer uygulamalardır^(7,18-20).

Hiperbarik Oksijen Tedavisi

Basınç odasında, 760 mmHg'den daha yüksek basınç altında hastaya maske, özel başlık, endotrakeal tüp ile veya ortamdan aralıklı olarak %100 oksijen solutulması işlemidir. Hiperbarik oksijen tedavisi, oksijenin dokulara difüzyonunu artırır, karboksi-hemoglobin konsantrasyonunu hızla düşürür, trombüs lizisini sağlar. Ayrıca, kapiller anjiyogenezisi artırır ve infeksiyon oluşumunu engeller. Dekompresyon hastalığı, arteriyel gaz embolisi ve karbonmonoksit zehirlenmeleri mutlak endikasyonlar iken, nekrotizan yumuşak doku infeksiyonları, intrakraniyel apseleler, refrakter osteomyelit, gecikmiş radyasyon hasarı gibi durumların tedavisinde de kullanılmaktadır⁽²¹⁾.

Oksijen Tedavinin Monitörizasyonu

Pulse oksimetri, oksijen tedavisinin verilebildiği her sağlık merkezinde bulunabilen, ulaşımı kolay sık kullanılan bir noninvaziv monitörizasyon aracıdır. Ancak pH ve PaCO₂ düzeyi konusunda bilgi vermesi, düşük satürasyon değerlerinde güvenilirliğin az olması önemli dezavantajlarıdır. Kapiller dolaşımda arteriyel pulsasyon üzerinden, oksijene hemoglobin ve redukte hemoglobinin ayırt edilmesi yöntemi ile çalışır. Bu nedenle dolaşım bozuklukları, soğuk cilt, Raynoud fenomenine neden olan bağ doku hastalıkları, koyu cilt rengi, tırnak cilası varlığı gibi durumlar yanlış ölçümlere neden olabilir. Oksijen tedavisi verilen bütün hastalarda pulse oksimetre ile SpO₂ takibi yapılmalı, gerekli durumlarda ise arter kan gazı incelemesi yapılmalıdır.

Arter kan gazı analizinin önerildiği durumlar;

- Tüm yoğun bakım hastaları
- Açıklanamayan/uygunsuz hipoksemi (SpO₂ değerinin %94 altında olması veya bu değeri ancak oksijen desteği ile sürdürebilmesi)
- Daha önce stabil olan bir hastada SpO₂ değerinin düşmesi, oksijen ihtiyacının artması veya dispnenin artması
- Tip 2 solunum yetmezliği gelişim riski olan hastalarda ortaya çıkan dispne, SpO₂ düşüşü, bilinç bulanıklığı veya hiperkapni düşündürülen diğer semptomların olması

- Metabolik asidoz riski olan dispneik hastalar (diyabet ve böbrek yetmezliği gibi)
- Zayıf periferik dolaşım nedeniyle pulse oksimetre sinyalinin yetersiz olması
- Oksijen satürasyon takibinde beklenmedik değişiklikler

Oksijen tedavisine başlandıktan sonra, oksijen satürasyon düzeyleri ve verilen FiO₂ düzeyi düzenli olarak kayıt altına alınmalıdır. Tip 2 solunum yetmezliği riski olanlarda, FiO₂ düzeyi hedef SaO₂ %88-92 olacak şekilde, Tip 2 solunum yetmezliği riski olmayanlarda SaO₂ düzeyi %94-98 olacak şekilde ayarlanmalıdır. Oksijen tedavisinde PaO₂'nin 60 mmHg, SaO₂'nin %90'ın üstünde olması tedaviden yeterli yanıt alındığının göstergesidir. Hipoksemik hastalarda aritmi ve solunum yetmezliği riski olduğundan, hem oksijen satürasyonu hem de kardiyak monitörizasyon takibi sürekli olmalıdır^(1,3,6,13).

Oksijen Tedavisinin Sonlandırılması

Akut hastalıkların çoğunda, altta yatan hastalığın tedavisi ile birlikte, hastanın oksijen ihtiyacı da kademeli olarak azalacaktır. Oda havası solurken oksijen satürasyonu %94-98 düzeyini (ya da biliniyorsa hastanın bazal değerleri düzeyini) koruyabildiğinde oksijen tedavisi kesilebilir. Satürasyon değerleri kabul edilebilir düzeyde olmasına rağmen, doku hipoksisi şüphesi varsa, oksijen tedavisini sonlandırmak için asit-baz dengesi ve vital organlar ile ilgili klinik bulguların dikkate alınması gerekir^(3,13).

Oksijen Tedavisi Komplikasyonları ve Oksijen Toksikitesi

Oksijen tedavisi genellikle güvenli bir tedavi yöntemi olup, komplikasyonları sık değildir. Oksijen tedavisinin önemli bir komplikasyonu karbondioksit retansiyonudur. Oksijen tedavisi ile solunum merkezi üzerine hipoksik stimülasyon etkisinin kalkması sonucu hipoksik vazokonstrüksiyonun engellenmesi ile ventilasyonu bozuk bölgelerde perfüzyonun artması sonucu gelişen V/Q dengesinin bozulması karbondioksit retansiyonun gelişiminde yer aldığı düşünülmektedir. Oksijen tedavisinin uygunsuz olarak verilmesiyle ortaya çıkabilecek hiperoksemi durumu koroner vazokonstrüksiyona neden olabilir ve akut kardiyak patolojilerde verilecek yüksek akımlı oksijen tedavisi paradoksal olarak kalp kasının oksijenizasyonunu engelleyebilir. Benzer etki serebral kan akımında da ortaya çıkabilir Oksijen tedavisinde diğer bir önemli tehlike yangın ve patlamalardır. Sigara içen hastalarda, yüz yanıkları ve ölümler bildirilmiş-

tir. Çoğu kez yangın, oksijen almakta olan hastanın sigarasını yakmasıyla başladığı için sigara içen hastalarda evde oksijen konsantratörü önerilmemektedir. Yüksek konsantrasyonlarda oksijen (> %60) 48 saatten fazla solunduğunda alveoler harabiyete neden olabilir. Yüksek konsantrasyonda oksijen alan bir hastada göğüs ağrısı, takipne veya öksürüğün gelişmesi muhtemel oksijen toksisitesi yönünden kuşku oluşturmaktadır. Vital kapasite, akciğer kompliyansı ve CO difüzyon kapasitesinde azalma ve alveolo-arteryel oksijen gradiyentinde artma görülebilir ve bu durumun yetişkin respiratuvar distress sendromuna ilerlemesi yüksek mortalite ile ilişkilidir^(1,3,6,13,22,23).

Sonuç olarak oksijen tedavisi hayat kurtarıcı bir tedavidir. Oksijen tedavisinde de tıpkı diğer ilaç tedavileri gibi uygun hastaya, uygun dozda ve uygun yöntemle uygulanarak başarıya ulaşılabilir.

KAYNAKLAR

- Pilcher J, Beasley R. Acute use of oxygen therapy. *Australian prescriber* 2015; 38: 98-100.
- Leach RM, Treacher DF. Oxygen transport-2. *Tissue hypoxia. Bmj* 1998; 317: 1370-3.
- O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, Mak V, British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline G, Group BTSEOGD. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax* 2017; 72 (Suppl 1): ii1-ii90.
- Kır Bünyamin BB, Cinel İsmail. Mixed venous oxygen saturation and clinical significance. *Anestezi Dergisi* 2014; 22: 181-5.
- MacDuff A, Arnold A, Harvey J, Group BTSPDG. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. *Thorax* 2010; 65 (Suppl 2): 18-31.
- Bateman NT, Leach RM. ABC of oxygen. *Acute oxygen therapy. Bmj* 1998; 317: 798-801.
- Özlu T ÇA, Kaya A. Oksijen Tedavisi ve Diğer Solunumsal Tedaviler. In: Özlu T MM, Karadağ M, Kaya A, editor. *Solunum Sistemi ve Hastalıkları*. İstanbul: İstanbul Medikal Yayıncılık 2010: 1861-74.
- Cameron L, Pilcher J, Weatherall M, Beasley R, Perrin K. The risk of serious adverse outcomes associated with hypoxaemia and hyperoxaemia in acute exacerbations of COPD. *Postgraduate Medical Journal* 2012; 88: 684-9.
- Bellomo R, Bailey M, Eastwood GM, et al. Arterial hyperoxia and in-hospital mortality after resuscitation from cardiac arrest. *Critical Care* 2011; 15: R90.
- Eastwood G, Bellomo R, Bailey M, et al. Arterial oxygen tension and mortality in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Medicine* 2012; 38: 91-8.
- Soar J, Nolan JP, Bottiger BW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015: Section 3. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2015; 95: 100-47.
- Austin MA, Wills KE, Blizzard L, Walters EH, Wood-Baker R. Effect of high flow oxygen on mortality in chronic obstructive pulmonary disease patients in prehospital setting: randomised controlled trial. *BMJ* 2010; 341: 5462.
- Cousins JL, Wark PA, McDonald VM. Acute oxygen therapy: A review of prescribing and delivery practices. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2016; 11: 1067-75.
- Ranchord AM, Argyle R, Beynon R, et al. High-concentration versus titrated oxygen therapy in ST-elevation myocardial infarction: A pilot randomized controlled trial. *American Heart Journal* 2012; 163: 168-75.
- Perrin K, Wijesinghe M, Healy B, et al. Randomised controlled trial of high concentration versus titrated oxygen therapy in severe exacerbations of asthma. *Thorax* 2011; 66: 937-41.
- Ebru Ortaç Ersoy AT. Solunum Yetmezliğinde Oksijen Uygulama Sistemleri. *Yoğun Bakım Derg* 2016; 7: 99-105.
- Paul JE, Hangan H, Hajgato J. The OxyMask development and performance in healthy volunteers. *Medical devices*. 2009; 2: 9-17.
- Barbas CS, de Matos GF, Pincelli MP, et al. Mechanical ventilation in acute respiratory failure: Recruitment and high positive end-expiratory pressure are necessary. *Current opinion in Critical Care* 2005; 11: 18-28.
- Bowton DL, Scott LK. Ventilatory Management of the Noninjured Lung. *Clinics in Chest Medicine* 2016; 37: 701-10.
- Chiumello D, Brioni M. Severe hypoxemia: which strategy to choose. *Critical Care* 2016; 20: 132.
- Kuffler DP. Hyperbaric oxygen therapy: An overview. *Journal of Wound Care* 2010; 19: 77-9.
- McNulty PH, King N, Scott S, et al. Effects of supplemental oxygen administration on coronary blood flow in patients undergoing cardiac catheterization. *American journal of physiology Heart and Circulatory Physiology* 2005; 288: H1057-62.
- Farquhar H, Weatherall M, Wijesinghe M, et al. Systematic review of studies of the effect of hyperoxia on coronary blood flow. *American Heart Journal* 2009; 158: 371-7.