

Solunum Yetersizliğinde Yüksek Akım Oksijen Tedavisi

High Flow Oxygen Therapy In Respiratory Failure

Öz

Yüksek akımlı oksijen tedavisi, orta ciddiyetteki solunum yetersizliğinde invazif mekanik ventilasyon gereksinimini azaltan yeni tedavi yaklaşımlarındandır. Yaşları 3 ay ile 3 yaş arasında değişen akut solunum yetersizliği tanılı beş hastada yüksek akımlı oksijen tedavisi uyguladık. Üç olgu bronşiyolit, bir olgu gazyağı alımı sonrası gelişen şimik pnömoni ve bir olgu da sol ventrikül çıkım yolu darlığı ve akciğer ödemi tablosunda idi. Tedavi başlangıcında ortalama akım hızı 8-10 L/dakika (maksimum 15 L/dakika) ve fraksiyone inspiratuvar oksijen konsantrasyonu %40 olarak uygulandı. Tedavi ikinci saatinde kalp hızı ve solunum hızında sırasıyla %20, %27 azalma, SpO₂/FiO₂ oranında %93 artış oldu. Yüksek akımlı oksijen tedavisi ortalama 3.6 gün uygulandı.

Sonuçlar: Yüksek akımlı oksijen tedavisi orta ciddiyetteki hipoksemik solunum yetersizliğinde güvenle uygulanabilir. Tedavi etkinliğini gösteren önemli değişkenler, kalp tepe atımı ve dakika solunum sayısında azalma ve SpO₂/FiO₂ oranında artıştır.

Abstract

High-flow nasal cannula oxygen therapy is one of the new treatment modalities that reduce to need for invasive mechanical ventilation in moderate hypoxemic respiratory failure. High flow oxygen therapy was performed in three patients with acute bronchiolitis, one patient with severe left ventricular outflow tract obstruction and pulmonary edema and one patient with chemical pneumonia secondary to paraffin oil ingestion. The ages of the patients were between 3 months to 3 years. At the beginning of therapy, the flow rate was generally set as 8-10 L per min (maximum: 15 L per min) and the fraction inspiratory oxygen concentration was set as 40%. At the second hour of high flow oxygen therapy heart rate and respiratory rate was decreased 20% and 27%, respectively. There was 93% improvement in SpO₂/FiO₂ at the second hour of therapy. Duration of treatment was 3.6 days.

Conclusions: High flow oxygen therapy should safely consider in the management of moderate hypoxemic respiratory failure. The most important approach du-

Dr. Seçil KEZER,
Dr. Özlem ERYAVUZ,
Dr. Hacer Efnan OKUYAN,
Dr. Sinem Karaca ATAKAN,
Dr. Damla MUTLU,
Dr. Demet DEMİRKOL
Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi,
İstanbul
¹Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Uzmanı
²Profesör Doktor, Çocuk Yoğun
Bakım Uzmanı

Yazışma Adresleri /Address for Correspondence:

Seçil Kezer
Koç Üniversitesi Hastanesi,
Davutpaşa Caddesi, No:4,
Topkapı 34010, İstanbul

Tel/phone: +90 505 915 27 55
+90 850 250 82 50

Anahtar Kelimeler:

Yüksek Akım Oksijen, Nazal
Kanül, Hipoksemik Solunum
Yetersizliği.

Keywords:

High Flow Oxygen, Nasal
Cannula, Hypoxemic
Respiratory Failure.

Geliş Tarihi - Received
17/02/2018
Kabul Tarihi - Accepted
13/03/2018

ring high flow oxygen therapy is monitoring the improvement in vital signs and SpO_2/FiO_2 ratio especially at the first hours of treatment.

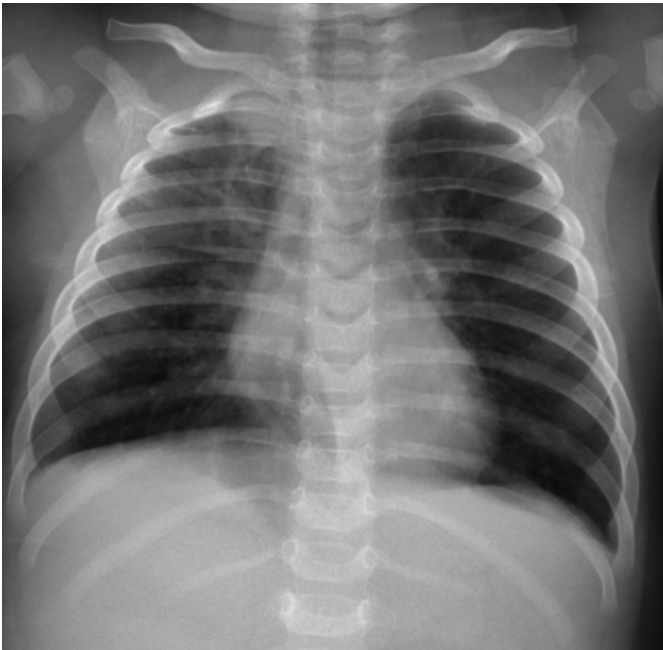
Giriş

Alt solunum yolu enfeksiyonları veya hastalıkları, ciddi inflamasyona ikincil havayolu direncinde artışa, alveolar atelektaziye ve/veya kas güçsüzlüğüne yol açarak solunum yetersizliğine neden olabilirler. Yüksek akımlı ısıtılmış ve nemlendirilmiş oksijen tedavisi, solunum iş yükünü azaltabilir, oksijenizasyonu düzeltebilir ve yardımcı ventilasyona gidiş engellenebilir (1).

Yazımızda, yüksek akımlı oksijen tedavisi (YAO) ile hipoksemik solunum yetersizliği düzelen olgu örneklerine değinerek bu yeni tedavi yönteminin kullanım alanlarını gözden geçirmeyi hedefledik.

Olgular

Olgu 1: Beş aylık kız hasta, 10 gündür devam eden öksürük ve sık nefes alma şikayetleri ile getirildi. Fizik muayenede huzursuz görünümde idi ve yardımcı solunum kaslarını kullanıyordu. Her iki akciğerde sibilan ve kreptan raller duyulmakta idi. Akciğer grafisinde bronş dallarında kalınlaşma ve üst akciğer alanlarında atelektazi saptandı (Şekil 1). Bronşiyolit tanısı kondu. Hastaya, geri dönüşümsüz rezervuarlı maske ile 8 L/dak oksijen (O_2) uygulandı; solunum yetersizliği bulguları düzelmedi. Yüksek akım oksijen tedavisi, akım 10 L/dak ve fraksiyone inspiratuvar O_2 konsantrasyonu (FiO_2) %40 olacak şekilde başlandı. Tedavinin ikinci saatinde bronşiyolit ciddi-



Şekil 1: Bronşiyolit tanılı birinci olgunun akciğer grafisi.



Şekil 2: Bronşiyolit tanılı üçüncü olgunun akciğer grafisi.

yet skoru 12'den 8'e geriledi. Yedi gün YAO tedavisi uygulandı.

Olgu 2: Üç aylık erkek hasta, balgamlı öksürük, sık nefes alma ve beslenememe şikayetleri ile yatırıldı. Öyküde 32 gestasyon haftasında 1.5 kg ağırlığında doğduğu öğrenildi. Fizik muayenede ekspiryum uzunluğu, hışıltı ve her iki akciğerde kreptan raller duyulmaktaydı, oksijen saturasyonu (SpO_2) %92 idi. Laboratuvar testlerinde pH 7.18, parsiyel karbondioksit basıncı (pCO_2) 60 mmHg, bikarbonat (HCO_3) 18.5 mmol/L, baz defisit -6.6 saptandı. Akciğer grafisi, viral bronşiyolit ile uyumluydu. Yüksek akım oksijen tedavisi, akım 10 L/dak ve FiO_2 %40 olacak şekilde başlandı. Tedavinin ikinci saatinde bronşiyolit ciddiyet skoru 8'den 5'e geriledi. Kontrol kan gazı pH 7.34, PCO_2 39 mmHg, HCO_3 21 mmol/L ölçüldü. İki gün YAO tedavisi uygulandı ve maske ile O_2 uygulamasına geçildi (3 L/dak.). Beşinci gün O_2 tedavisi kesilen hasta taburcu edildi.

Olgu 3: Üç buçuk aylık kız hasta, 39°C ateş, balgamlı öksürük, sık nefes alma şikayetleri ile başvurduğu hastanede bronşiyolit tanısı ile yatırılmış, solunum sıkıntısının artması üzerine tarafımıza gönderilmişti. Fizik muayenede yardımcı solunum kaslarını kullanıyordu ve dinlemekle bilateral sibilan ralleri, özellikle üst zonlarda kaba kreptan ralleri vardı. Akciğer grafisinde sol akciğer üst ve orta zonda, sağ akciğer üst zonda konsolidasyon ve infiltrasyon alanları görüldü (Şekil 2). Hasta rezervuarlı mas-



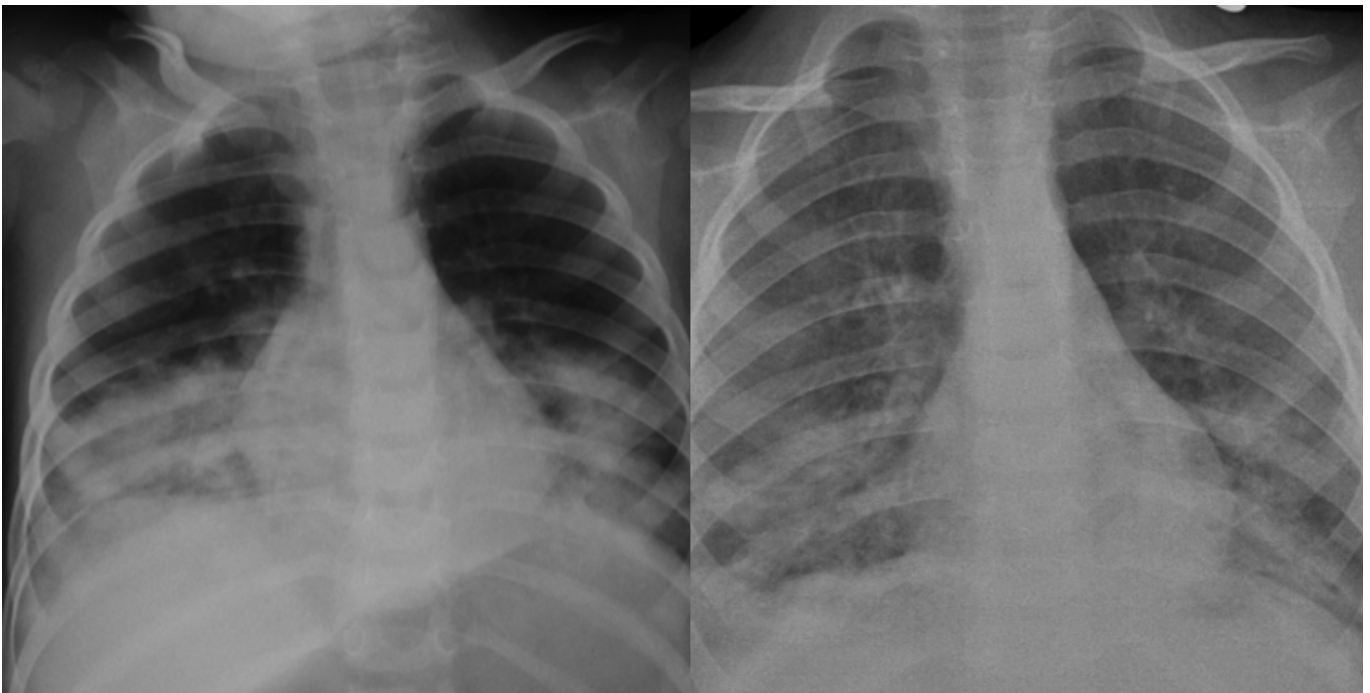
Şekil 3: Akut akciğer ödemi tablosundaki dördüncü olgunun akciğer grafisi.

ke ile O₂ almasına rağmen SpO₂ %84 üzerine yükselmedi. Yüksek akımlı oksijen tedavisi, akım 8 L/dak ve FiO₂ %40 olacak şekilde başlandı. Bronşiyolit ciddiyet skoru 2 saat içinde 10'dan 7'ye geriledi. İki gün YAO alan hasta, yatışının 6. günü taburcu edildi.

Olgu 4: Üç yaş iki aylık kız hasta, balgamlı öksürük, ateş, halsizlik yakınmaları ile hastanemize getirildi. Pnö-

moni ön tanısı ile 5 gündür ampicilin-sulbaktam tedavisi almaktaydı. Özgeçmişinde, konjenital aort koarktasyonu nedeniyle yeni doğan döneminde ameliyat olduğu ve 2 yaşında rekoarktasyon nedeniyle balon anjiyoplasti yapıldığı öğrenildi. Fizik muayenede genel durumu orta, halsiz, bitkin görünümde, taşipneik idi. Tüm odaklara yayılan 4/6 sistolik ejeksiyon üfürüm ve supraklaviküler çenikte trill vardı. Her iki akciğerde yaygın krepitan raller duyulmaktaydı. Akciğer grafisinde sol akciğer alt zonda fokal konsolidasyon alanı ve her iki akciğer santral üst orta ve alt zonlarda peribronşiyal ve interstisyel infiltrasyonlar görüldü (Şekil 3). EKG'de sol ventrikül hipertrofisine bağlı ST segmentinde yüklenme (strain) paterni saptandı. Ekokardiyografik incelemede subaortik membrana bağlı ciddi çıkım yolu obstrüksiyonu izlendi. Hastada sol kalp yetmezliği, akciğer ödemi ve pnömoni tanıları düşünüldü. Destek tedavilerle solunum yetmezliği düzelmeyen hastada YAO tedavisi, akım 8 L/dak ve FiO₂ %40 olacak şekilde başlandı. İki gün YAO tedavisi aldı. Yatışının 6. gününde taburcu edildi.

Olgu 5: 16 aylık erkek hasta, evde gaz yağı içme sonrası gelişen solunum sıkıntısı ile hastaneye getirildi. Fizik muayenede genel durumu orta, ajite, 38.80°C ateş, taşikardi, taşipne ve interkostal çekilmeler vardı. Akciğer oskültasyonunda iki taraflı hava girişi azalmıştı ve ince raller duyuluyordu. Akciğer grafisinde iki taraflı alt ve orta loblara tutan infiltrasyon ve atelektazi görüldü (Şekil 4). Hidrokarbon alımına ikincil şimik pnömoni gelişen hastada YAO tedavisi, akım 8 L/dak ve FiO₂:%40-50 ola-



Şekil 4: Hidrokarbon alımı sonrası 6. saatte ve 4 gün sonraki akciğer grafisi.

Tablo 1. Çocukluk Mastositozunda Tanısal Yaklaşım (24 numaralı kaynaktan uyarlanmıştır)

	SpO ₂ / FiO ₂ oranı		KTA		DSS		YAO süre (gün)
	0.saat	2.saat	0.saat	2.saat	0.saat	2.saat	
Olgu 1	87/1.0 = 87	94/0.5 = 188	152	130	82	65	7
Olgu 2	92/0.8 = 115	98/0.5 = 196	168	124	75	60	2
Olgu 3	84/0.8 = 105	94/0.4 = 235	172	144	80	65	2
Olgu 4	92/0.6 = 153	98/0.4 = 245	124	108	65	40	2
Olgu 5	90/0.8 = 112	98/0.4 = 245	168	120	68	40	5
Ortalama	114	221	156	125	74	54	3.6

FiO₂, fraksiyone oksijen konsantrasyonu; SpO₂, nabız oksimetre oksijen saturasyonu, KTA; Kalp Tepe Atımı (dk), DSS; Dakika solunum sayısı

çak şekilde başlandı. Beş gün YAO tedavisi uygulandı ve 6. gün O₂ gereksinimi kalmayan hasta taburcu edildi.

Olgularda tedavi ikinci saatinde kalp hızı ve solunum hızında sırasıyla %20, %27 azalma, SpO₂/FiO₂ oranında %93 artış oldu. Yüksek akımlı oksijen tedavi ortalama 3.6 gün uygulandı. Olguların klinik bulguları ve tedaviye yanıtları Tablo 1’de özetlenmiştir.

Tartışma

Akut solunum yetersizliği olan çocukta, invazif olmayan solunum destek uygulamaları ile pozitif soluk sonu basıncı oluşturularak atelektaziler açılabilir, fonksiyonel rezidüel kapasite artabilir ve solunum iş yükü azalabilir. Yüz maskesi, nazal maske, nazal kanül aracılığıyla farklı yöntemlerle invazif olmayan solunum desteği yapılmaktadır. YAO tedavisi, son yıllarda kullanılmaya başlayan invazif olmayan solunum destek yöntemlerindedir ve ısıtılmış nemlendirilmiş O₂ hava karışımı nazal kanülden 2-70 L/dak hızında uygulanabilmektedir (2). YAO tedavisi ile akciğer kompliyansının arttığı, gaz değişiminin düzeldiği gösterilmiştir (3-5). Nazofaringeal ölü boşlukta azalma, faringeal ve intratorasik basınçta artışa yol açarak düşük seviyede pozitif soluk sonu basıncı oluşturduğu saptanmıştır (3,6-8). Respiratuvar sinsisyal virus enfeksiyonu sonucu bronşiyolit geçiren ve YAO uygulanan 6 ay altı sütçocuklarında yapılan çalışmada sırasıyla akım 1, 4, 6 ve 7 L/dak düzeyinde iken faringeal ve ösofageal basınç ölçümleri yapılmış ve akım arttıkça faringeal basıncın yükseldiği ve 7 L/dak akım düzeyinde ortalama ve soluk sonu basıncın sırasıyla 4 ve 6.5 cm H₂O düzeyine çıktığı saptanmıştır (9). Kuru ve soğuk havayla karşılaştırıldığında, nemlendirilmiş ve ısıtılmış havanın inflamatuvar reaksiyonları azaltarak, mukozal hasarı önlediği ve pulmoner bronkokonstriksiyonu engellediği gösteril-

miştir (10,11). Ek olarak trakeaya yüksek basınçla O₂-hava karışımı verildiğinde hava yolu direncinin %50’sini oluşturan üst hava yolu direnci de azalmaktadır (12).

Çalışmalarda diğer invazif olmayan solunum destek yöntemleriyle karşılaştırıldığında YAO tedavisi konforlu bulunmuş, sedasyon gereksiniminin azaldığı ve hasta uyumunun arttığı gösterilmiştir (9,11-17). Roca ve ark.’larının (13) yüz maskesi ile invazif olmayan solunum desteği ve YAO uygulamalarını karşılaştırdığı çalışmada; YAO tedavisi uygulanan hastalarda, dispne ve ağız kuruluğu az ve solunum hızı düşük, PaO₂ yüksek (sırasıyla ort. 77 mm Hg ve 127 mm Hg, p=0.002) saptanmış; PaCO₂ düzeyleri arasında fark bulunmamıştır. Yüksek akım O₂ tedavisinin standart O₂ tedavisi ve diğer invazif olmayan solunum destek yöntemleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda ise YAO tedavi grubunda hastaların solunum hızları düşük bulunmuş ve pCO₂ düzeyleri arasında fark saptanmamıştır (16-19). Ancak karbondioksit atılımını arttırdığını gösteren hayvan modelleri ve klinik çalışmalar da bildirilmiştir (1,19-21).

Çocuklarda YAO tedavisinin viral bronşiyolit, bakteriyel pnömoni, reaktif hava yolu hastalıklarında kullanıldığı ve etkin olduğu gösterilmiştir (12). Ek olarak YAO tedavisi kardiyojenik pulmoner ödeme bağlı solunum yetersizliği olan olguda başarılı şekilde kullanılmıştır (22). Yüksek akım O₂ tedavisi uyguladığımız olgular literatür verileri ile uyumaktadır. Akciğer ödemi olgusunda da etkin şekilde kullanılmıştır.

Çalışmalarda YAO tedavisinde akım hızı, sütçocuklarında 4-12 L/dak başlanmış (11,23,24) ve ortalama 2 L/kg/dak uygulanmış; çocuklarda 6 L/dak başlanmış ve ortalama 1 L/kg/dak hızında uygulanmıştır (1,2,6,25). Sütçocukları ve çocuklarda klinik yanıt bakılarak akım hızları, kademeli artırılmakta ve 20-30 L/dak düzeyine çıkıl-

maktadır (11). Erişkin çalışmalarında 30-60 L/dak akım kullanılarak başarılı sonuçlar alınmıştır (14). Başlangıçta akım en az 5 L/dak, FiO₂ %40-60 düzeyinde uygulanır ve SpO₂'nin %94-97 seviyesine çıkması hedeflenir. Kalp tepe atımı, dakika solunum sayısı ve SpO₂ değerleriyle yeterli klinik düzelme görülene kadar akım hızı %10-15 arttırılır. Olası yan etkiler açısından takip edilir. Takiplerinde 4, 8, 12, 24, 36, 48. saatte klinik değerlendirme yapılarak akım ve FiO₂ tedricen azaltılır ve FiO₂ ihtiyacı %21'e düştüğünde standart O₂ tedavisine geçilmesi denenebilir. Olgularımıza baktığımızda birinci olgumuzda başlangıçta SpO₂/FiO₂ oranı 87 saptandı ve ciddi seviyede solunum yetersizliği vardı akım 10 L/dak ile başlanarak 12 L/dak ve 15 L/dak'a kadar çıkıldı. Diğer olgularımızda azami 8 L/dak akım uygulandı.

Yüksek akım O₂ tedavisi yukarıda tanımlanan etki mekanizmaları ile akut solunum yetersizliği olan hastalarda entübasyon gereksinimini azaltmaktadır. Yapılan çalışmalarda akut solunum yetersizliğinde YAO desteğinin entübasyon gereksinimini %8-19 azalttığı gösterilmiştir (11,26,27). Schibler ve ark.'larının (23) 24 ayın altında, akut solunum yetersizliği olan ve 2-10 L/dak akım hızında YAO kullanılan 298 sütçocuğunu dahil ettiği çalışmada, hastaların %56'sının (n=166) viral bronşiyolit tanılı olduğu ve bu grup hastaların yalnızca %3.6'sında (n=6), tüm hastaların ise %12 (n=36)'sinde invazif ventilasyon gerektiği bulunmuştur. Viral bronşiyolite ikincil ciddi solunum yetersizliği olan hastalarda entübasyon gereksinimi 2005 yılında %37 iken, bu oran 2009 yılında %7'ye inmiştir (23). Frat ve ark.'larının (19) yaptığı çok merkezli randomize çalışmada; Tip 1 solunum yetersizliği tanılı 310 hastada standart O₂, invazif olmayan ventilasyon ve YAO tedavilerinde entübasyon oranları karşılaştırılmış ve sırasıyla %47, %50 ve %38 (p= 0.18) bulunmuştur. YAO tedavisi uygulanan grupta ventilatörsüz gün sayısı fazla ve 90. gün mortalitesi düşük saptanmıştır (19). Bu yöntemle hastanede kalış süresi, yoğun bakımda kalış süresi, invazif mekanik ventilasyon yöntemlerinin oluşturduğu yan etkilerin (ventilatör ilişkili akciğer hasarı ve pnömoni) de azaldığı gösterilmiştir (28-30). Olgularımızda entübasyon gereksinimi olmamış ve solunum yetersizliği bulguları saatler içinde gerilemiştir.

Kritik hastalarda YAO tedavisinin etkinliği, vital bulguların monitorizasyonu ile değerlendirilebilir. Abboud ve ark.'larının (31) 113 hasta ile yaptığı çalışmada, YAO tedavisi etkin olan (n=92) ve YAO tedavisine yanıtız entübasyon gereksinimi olan hastalar (n=21) karşılaştırılmış,

YAO tedavisine yanıtız gruptaki hastaların tedavi başlangıcında dakika solunum sayılarının fazla ve pediatrik risk mortalite skorları ve pCO₂ düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yanıtız grupta tedavi sonrası solunum hızında değişiklik olmadığı saptanmıştır (31). İki ayrı çalışmada YAO tedavisi altında klinik göstergelerde 7-14 saatte düzelme olmamasının invazif yardımcı ventilasyon endikasyonu olduğu belirtilmiştir (27,31). McKiernan ve ark.'ları (23) ile Schibler ve ark.'ları (26), YAO uygulamasının 60-90. dakikalarında taşikardide gerileme olmayan hastalarda entübasyon gerektiğini göstermişlerdir. Sztrymf ve ark.'ları (32), YAO tedavisine yanıtız grupta tedavinin ilk 15 dakikasında solunum ve kalp hızlarında, dispne skorunda, supraklavikular retraksiyonlarda azalma ve SpO₂'de düzelme olduğunu göstermişlerdir (32,33). Orta ve ciddi solunum yetersizliği olan ve YAO tedavisi uygulanan hastalarımızda ilk 2 saat içinde solunum ve kalp hızlarında azalma ve oksijenizasyonda belirgin düzelme (S/F oranında %93 artış) gözlemledik. Schibler ve ark.'ları (23) YAO tedavisi kullandıkları sütçocuklarında yaptıkları çalışmada, tedavi sonrası kalp ve solunum hızlarında %20 azalma gerçekleşmesinin invazif ventilasyon olasılığını azalttığını göstermişlerdir. Bizim olgularımızda da YAO uygulamasından sonra iki saat içinde kalp tepe atımı ve dakika solunum sayısında sırasıyla %20, %27; bronşiyolit skorlarında (34) ortalama 10'dan (ciddi), 7'ye (orta ciddiyet) azalma oldu. Hastalara sedasyon tedavisi uygulanmadı.

Yüksek akımlı O₂ tedavisinin olası yan etkileri, nazal kanül etrafından ve ağızından hava kaçağı, pnömotoraks ve pnömomediastinumdur (9,35). Daha nadir görülen diğer yan etkileri nazal travma ve abdominal distansiyondur (2,29). Olgularımızda yan etki gözlenmedi.

Son yıllarda kullanımı artan YAO tedavisi, çocukluk yaş grubunda orta ve ciddi düzeyde hipoksemik solunum yetersizliğinde ilk basamakta düşünülmesi gereken tedavilerdendir (9,18). Yüksek akım O₂ kullanımı ile ilgili olgu sunumları ve gözlemsel çalışmalar az sayıdadır (2,12,13,27,31). Etkinliğini ve güvenilirliğini gösteren diğer invazif olmayan yöntemlerle karşılaştırmalı randomize çift kör kontrollü çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

1. Pham TM, O'Malley L, Mayfield S, Martin S, Schibler A. The effect of high flow nasal cannula therapy on the work of breathing in infants with bronchiolitis. *Pediatr Pulmonol.* 2014 May 21. doi: 10.1002/ppul.23060.
2. Mayfield S, Jauncey-Cooke J, Hough JL, Schibler A, Gibbons K, Bogossian F. High-flow nasal cannula therapy

- for respiratory support in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2014; 3: CD009850.
3. Courtney SE, Pyon KH, Saslow JG, Arnold GK, Pandit PB, Habib RH. Lung recruitment and breathing pattern during variable versus continuous flow nasal continuous positive airway pressure in premature infants: an evaluation of three devices. *Pediatrics* 2001; 107: 304-308.
 4. Richardson CP, Jung AL. Effects of continuous positive airway pressure on pulmonary function and blood gases of infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Res* 1978; 12: 771-74.
 5. Saunders RA, Milner AD, Hopkin IE. The effects of continuous positive airway pressure on lung mechanics and lung volumes in the neonate. *Biol Neonate* 1976; 29: 178-86.
 6. Milési C, Boubal M, Jacquot A, et al. High-flow nasal cannula: recommendations for daily practice in pediatrics. *Ann Intensive Care* 2014; 4: 29.
 7. Wilkinson DJ, Andersen CC, Smith K, Holberton J. Pharyngeal pressure with high-flow nasal cannulae in premature infants. *J Perinatol* 2008; 28: 42-47.
 8. Matthay MA. Saving lives with high-flow nasal oxygen. *N Engl J Med* 2015; 372: 2225-26.
 9. Milési C, Baleine J, Matecki S, et al. Is treatment with a high flow nasal cannula effective in acute viral bronchiolitis? A physiologic study. *Intensive Care Med* 2013; 39: 1088-94.
 10. Fontanari P, Burnet H, Zattara-Hartmann MC, Jammes Y. Changes in airway resistance induced by nasal inhalation of cold dry, dry, or moist air in normal individuals. *J Appl Physiol* 1996; 81: 1739-43.
 11. Spentzas T, Minarik M, Patters AB, Vinson B, Stidham G. Children with respiratory distress treated with high-flow nasal cannula. *J Intensive Care Med* 2009; 24: 323-28.
 12. Dysart K, Miller TL, Wolfson MR, Shaffer TH. Research in high flow therapy: mechanisms of action. *Respir Med* 2009; 103: 1400-405.
 13. Roca O, Riera J, Torres F, Masclans JR. High-flow oxygen therapy in acute respiratory failure. *Respir Care* 2010; 55: 408-13.
 14. Yong S, Chen S, Boo N. Incidence of nasal trauma associated with nasal prong versus nasal mask during continuous positive airway pressure treatment in very low birthweight infants: a randomised control study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005; 90: 480-83.
 15. Ward JJ. High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respir Care* 2013; 58: 98-122.
 16. Patel A, Nouraei SAR. Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia* 2015; 70: 323-29.
 17. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, et al. Pulmonary deadspace fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 2002; 346: 1281-86.
 18. Lee JH, Rehder KJ, Williford L, Cheifetz IM, Turner DA. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med* 2013; 39: 247-57.
 19. Frat JP, Thille AW, Mercat A, et al. High-flow oxygen through nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *N Engl J Med* 2015; 372: 2185-96.
 20. Frizzola M, Miller TL, Rodriguez ME, et al. High-flow nasal cannula: impact on oxygenation and ventilation in an acute lung injury model. *Pediatr Pulmonol* 2011; 46: 67-74.
 21. Dassieu G, Brochard L, Agudze E, Patkai J, Janaud JC, Danan C. Continuous tracheal gas insufflation enables a volume reduction strategy in hyaline membrane disease: technical aspects and clinical results. *Intensive Care Med* 1998; 24: 1076-82.
 22. Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito JA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2005; 294: 3124-30.
 23. Schibler A, Pham TM, Dunster KR, et al. Reduced intubation rates for infants after introduction of high-flow nasal prong oxygen delivery. *Intensive Care Med* 2011; 37: 847-52.
 24. Arora B, Mahajan P, Zidan MA, Sethuraman U. Nasopharyngeal airway pressures in bronchiolitis patients treated with high-flow nasal cannula oxygen therapy. *Pediatr Emerg Care* 2012; 28: 1179-84.
 25. Mayfield S, Bogossian F, O'Malley L, Schibler A. High-flow nasal cannula oxygen therapy for infants with bronchiolitis: pilot study. *J Paediatr Child Health* 2014; 50: 373-78.
 26. Mc Kiernan C, Chua LC, Visintainer PF, Allen H. High flow nasal cannulae therapy in infants with bronchiolitis. *J Pediatr* 2010; 156: 634-38.
 27. Kelly GS, Simon HK, Sturm JJ. HFNC use in children with respiratory distress in the emergency department: predicting the need for subsequent intubation. *Pediatr Emerg Care* 2013; 29: 888-92.
 28. Knudsen N, Fulkerson WF. Ventilator induced lung injury. In: MacIntyre NR, Branson R, eds. *Mechanical Ventilation*. WB Saunders: Philadelphia, 2000; *The ARDS Network* 2000.
 29. Beggs S, Wong ZH, Kaul S, Ogden KJ, Walters JA. High-

- flow nasal cannula therapy for infants with bronchiolitis. Cochrane Database Syst Rev 2014; 1: CD009609.*
30. Dahlem P, Van Aalderen WM, Hamaker ME, Dijkfr-
af MG, Bos AP. Incidence and short-term outcome of acute lung injury in mechanically ventilated children. *Eur Respir J* 2003; 22: 980–85.
31. Abboud PA, Roth PJ, Skiles CL, Stolfi A, Rowin ME. Predictors of failure in infants with viral bronchiolitis treated with high-flow, high-humidity nasal cannula therapy. *Pediatr Crit Care Med* 2012; 13: 343-49.
32. Sztrymf B, Messika J, Mayot T, Lenglet H, Dreyfuss D, Ricard JD. Impact of high-flow nasal cannula oxygen therapy on intensive care unit patients with acute respiratory failure: a prospective observational study. *J Crit Care* 2012; 27: 324.e9-324.e13.
33. Sztrymf B, Messika J, Bertrand F, et al. Beneficial effects of humidified high flow nasal oxygen in critical care patients: a prospective pilot study. *Intensive Care Med* 2011; 37: 1780-86.
34. Wang EE, Milner R, Allen U, Maj H. Bronchodilators for treatment of mild bronchiolitis: a factorial randomized trial. *Arch Dis Child* 1992; 67: 289-93.
35. Hegde S, Prodhan P. Serious air leak syndrome complicating high-flow nasal cannula therapy: a report of 3 cases. *Pediatrics* 2013; 131: 939-44.

Not: Genç Pediatristler Dergisi'nde Eylül - 2015 Cilt: 1 Sayı: 2 tıpkısının aynısı olarak yayınlanmıştır.