

Hiperkapnik Solunum Yetmezliği ve Yüksek Akım Nazal Oksijen Tedavisi

Hypercapnic Respiratory Failure and High Flow Nasal Oxygen Therapy

Fatma İrem Yeşiler¹, Deniz Kosovalı², Ümit Gökhan Şendur³, Abdülhamit Sutukoğlu³, Mustafa Kemal Bayar⁴

Özet

Akut hipoksemik solunum yetmezlikli hastalarda, konvansiyonel oksijen tedavisi yerine son yıllarda ısıtılmış ve nemlendirilmiş yüksek akımda oksijenin nasal kanülle (HFNC) uygulanması popülerite kazanmıştır. Bu uygulama ile anatomik ölü boşluk, nazofaringeal direnç azalması, pozitif ekspiruar basınç etki ve alveoler rekrütment sağlanır. Hastaların konforu ve toleransını arttırdığı, solunum işini ve sayısını azalttığı ve değişik etyolojilere bağlı solunum yetersizliklerinde solunum desteğini artırma gereksinimini azalttığı saptanmıştır. Hiperkapnik solunum yetmezlikli hastalarda da solunum işini, solunum sayısını azalttığını, ventilasyon etkinliğini, tidal volümü ve egzersiz toleransını arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur. İki olgumuzu da kronik obstrüktif akciğer hastalığına bağlı hiperkapnik solunum yetmezliğinde noninvaziv mekanik ventilasyon tedavisinin etkin olmadığı durumlarda yüksek akımda oksijenin nasal kanülle uygulanmasının etkinliğini göstermek ve kullanımına yönelik farkındalığı arttırmak amacıyla sunuyoruz.

Anahtar Sözcükler: Hiperkapnik solunum yetmezliği, tip 2 solunum yetmezliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA), obstrüktif akciğer hastalığı, yüksek akım nazal oksijen (HFNC).

Abstract

The use of heated and humidified high-flow nasal cannula oxygen (HFNC) is increasingly popular in place of conventional oxygen therapy for patients with acute hypoxemic respiratory failure. HFNC oxygen rapidly alleviates symptoms of respiratory distress and the effort to breathe through several mechanisms, including dead space washout, reduction in inspiratory nasopharyngeal resistance, and a positive airway pressure effect that may generate alveolar recruitment. HFNC oxygen increases the comfort and tolerance of patients and reduces the requirement for respiratory support in patients with respiratory failure. Several studies have shown that HFNC oxygen may also reduce breathing effort and respiratory rate, and increase alveolar ventilation, tidal volume, and exercise tolerance in patients with hypercapnic respiratory failure. Presently described are 2 cases in which a HFNC system was used to successfully manage hypercapnic respiratory failure secondary to chronic obstructive pulmonary disease in 2 patients unable to tolerate conventional noninvasive mechanical ventilation. This report is presented in order to draw attention to the use of HFNC oxygen in patients with hypercapnic respiratory failure.

Key words: Hypercapnic respiratory failure, Type 2 respiratory failure, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), obstructive pulmonary disease, high flow nasal oxygen (HFNC).

¹Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı, Ankara

²Malatya Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Yoğun Bakım Ünitesi, Malatya

³Şanlıurfa Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği, Şanlıurfa

⁴Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı, Ankara

¹Department of Anesthesiology and Reanimation, Intensive Care Unit, Baskent University, Ankara, Turkey

²Department of Intensive Care Unit, Malatya Education and Research Hospital, Malatya, Turkey

³Department of Internal Medicine, Şanlıurfa Education and Research Hospital, Şanlıurfa, Turkey

⁴Department of Anesthesia and Reanimation, Intensive Care Unit, Ankara University, Ankara, Turkey

Başvuru tarihi (Submitted): 28.06.2018 **Kabul tarihi (Accepted):** 17.09.2018

İletişim (Correspondence): Fatma İrem Yeşiler, Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı, Ankara

e-mail: fatmairem84@hotmail.com



Akut hipoksemik solunum yetmezlikli hastalarda, konvansiyonel oksijen tedavisi yerine son yıllarda ısıtılmış ve nemlendirilmiş yüksek akımda oksijenin nasal kanülle (HFNC) uygulanması popülerite kazanmıştır. Bu uygulama ile anatomik ölü boşluk, nazofaringeal direnç azalması, pozitif ekspiratuar basınç etki ve alveoler rekrütment sağlanır. Hastaların konforu ve toleransını arttırdığı, solunum işini ve sayısını azalttığı ve değişik etyolojilere bağlı solunum yetersizliklerinde solunum desteğini artırma gereksinimini azalttığı saptanmış (1-7). Hiperkapnik solunum yetmezlikli hastalarda da solunum işini, solunum sayısını azalttığını, ventilasyon etkinliğini, tidal volümü ve egzersiz toleransını arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur (8-11). İki olgumuzu da kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve hiperkapnik solunum yetmezlikli hastalarda noninvaziv mekanik ventilasyon tedavisinin (NIMV) etkin olmadığı durumlarda HFNC uygulanmasının etkinliğini göstermek ve kullanımına yönelik farkındalığı arttırmak amacıyla sunuyoruz.

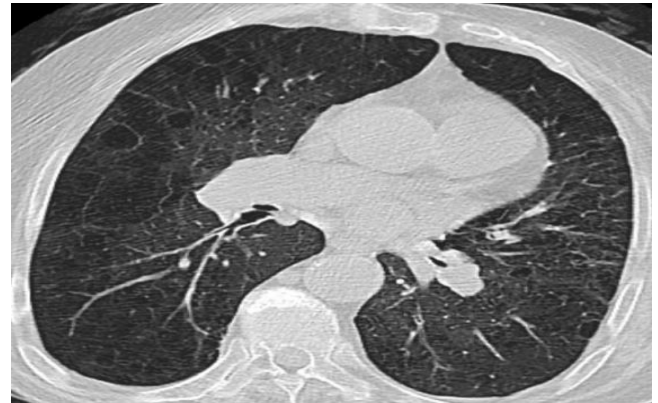
OLGU

Olgu 1: Seksen dokuz yaşındaki kadın hasta KOAH, hipertansiyon (HT), kronik böbrek hastalığı (KBH), üreterolitiazis, postrenal akut böbrek yetmezliği (ABY), ürosepsis ve hiperkapnik solunum yetmezliği tanılıyla yoğun bakım ünitesine alındı. Fizik muayenede; genel durumu kötü, bilinci açık, takipneik (24/dk), normotansif (TA: 117/60 mmHg), normokardik (88/dk ritmik) ve aksiller vücut ısısı: 36,5°C idi. Akciğer oskültasyonunda her iki hemitoraksta orta-alt alanlarda kaba ral mevcuttu. Akut fizyoloji ve kronik sağlık değerlendirme skoru (APACHE II):34, sepsise bağlı organ yetmezliği skoru (SOFA):7, glaskow koma skalası (GKS) 9 idi. Üç lt/dk nasal oksijen verilirken alınan arteriyel kan gazında (AKG) pH: 7,11 PaO₂:45 mmHg, PaCO₂: 51 mmHg, HCO₃: 15 mmol/l

SaO₂: %63 olarak ölçüldü. Hesaplanan PaO₂/FiO₂=140,6 idi olan hastanın yapılan tetkiklerinde beyaz küre: 52.200/mm³, polimorfonükleer lökosit %92,7, hemoglobin: 8,4 gr/dL, hematokrit: %25,3, trombosit: 216.000/mm³, CRP: 298 mg/L, prokalsitonin: 0,53 ng/ml, üre: 116 mg/dL, kreatinin: 3,14 mg/dL, AST (aspartat aminotransferaz): 42 U/L, ALT (alanin aminotransferaz):14 U/L, LDH (laktat dehidrogenaz):363 U/L idi. İdrar çıkışı olmayan hastanın çekilen abdomen bilgisayarlı tomografisinde (BT) solda hidroüreteronefroz ve sol üreter alt ucunda lümeni tam tıkayan taş saptandı (Şekil 1). Hastaya Üroloji bölümü tarafından sol üretere double J katater takıldı. Piyürisi ve idrar kültüründe *escherichia coli* üremesi olan hastaya meropenem 1x1 gr tedavisi başlandı. Toraks BT' de bilateral akciğerlerde hava kistlerinin yer aldığı havalanma artışı mevcuttu ve göğüs ön-arka çapı artmıştı (Şekil 2). Balgam kültüründe *acineobacter baumannii* üremesi olması nedeni ile kolimisin inhaler 2x75 miligram (mg), sistemik kolimisin intravenöz 2x100 mg başlandı. Hiperkapnik solunum yetmezliği tanısıyla 4 gün sürekli bilevel pozitif havayolu basıncı (BİPAP) modunda inspiratuar pozitif hava yolu basıncı (İPAP): 18 cmH₂O, ekspiratuar pozitif havayolu basıncı (EPAP): 6 cmH₂O ve FiO₂: %40 ayarlarıyla NIMV tedavisine başlandı. NIMV tedavi altında alınan AKG' de pH: 7,24 PaO₂: 73,9 mmHg, PaCO₂: 70 mmHg, HCO₃: 29 mmol/l SaO₂: %92 idi, asidozu ve hiperkapnisi düzelmemesi üzerine 5. gün HFNC (Akım: 50lt/dk, FiO₂: %50) tedavisi başlandı. Kontrol AKG' de pH: 7,39 PaO₂: 101 mmHg, PaCO₂: 46 mmHg, HCO₃: 27 mmol/l SaO₂: %97 olarak ölçüldü. Hasta toplam bir gün seftriakson, 22 gün meropenem, 18 gün teikoplanin, 10 gün inhaler kolimisin ve 6 gün sistemik kolimisin tedavisi verildi. Yatışının 17. günü septik şok nedeni ile entübe olan hasta 22. günde eksitus oldu.



Şekil 1: Olgu 1- Abdomen BT sol hidroüreteronefroz ve sol üreter alt ucunda lümeni tam tıkayan taş.



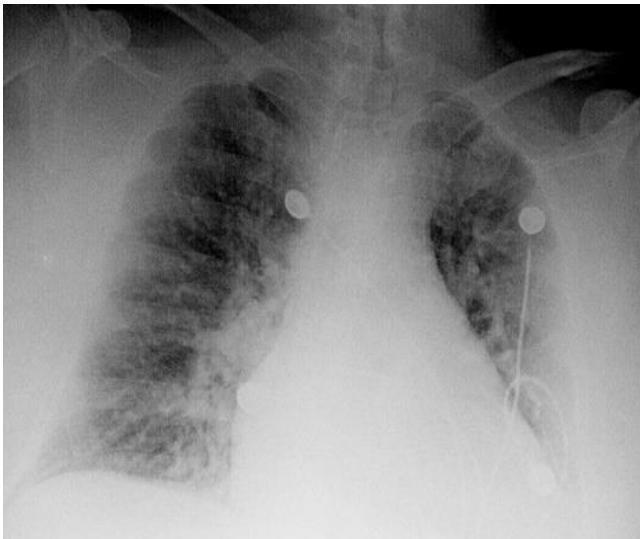
Şekil 2: Olgu 1- Toraks BT' de hava kistleri mevcut.

Olgu 2: Elli iki yaşında erkek hasta KOAH, obstrüktif uyku apne sendromu (OSAS), derin ven trombozu (DVT), sellülit ve tip 2 solunum yetmezliği tanılarıyla enfeksiyon hastalıkları servisinden yoğun bakım ünitesine nakil alındı. Özgeçmişinde 7 yıldır KOAH, HT ve 2 yıldır alt ekstremiteler venöz yetmezlik tanıları ve 30 paket/yıl sigara içme öyküsü mevcut. Fizik muayenede; genel durumu orta, bilinci açık, koopere, morbid obez görünümünde, APACHE II:19, SOFA:2, GKS:15, takipneik (28/dk), normotansif (TA: 123/69 mmHg), taşikardik (112/dk ritmik) ve aksiller vücut ısısı: 36,8°C idi. Akciğer oskültasyonunda her iki hemitoraksta solunum sesleri ileri derecede azalmış. Akciğer grafisinde bilateral retikülodüler tarzda nonhomojen dansite artımı ve kardiyotorasik indekste artış mevcuttu (Şekil 3). Alt abdomenden ayaklara kadar ödem, hipere-mi, bilateral tibia ön yüzünde keratotik sellülit görünüm ve +++ pretibial ödemi mevcut. Bilateral alt ekstremiteler venöz doppler ultrasonografide (USG) sağ bacak derin krural venlerde tromboz saptandı, enoksaparin 8000 ünite 2x1 subkutan uygulandı. Solunum yolları viral-bakteriyel panel tetkikinde *Rhinovirus* ve *Haemophilus influenzae* pozitif saptandı. Hem sellülit hem de pnömoni si nedeni ile 13 gün meropenem intravenöz 3x2 gr, 13 gün daptomisin intravenöz 1x750 mg, 12 gün metronidazol 3x500 mg tedavisi verildi. Sağ kalp yetmezliği ön tanısıyla istenen ekokardiyografide (EKO) sol kalp boşluk boyutları hafif büyük, sol ve sağ ventrikül duvar hareketlerinde belirgin bozukluk izlenmeyip, pulmoner arter basıncı (PAB) 30 mmHg olarak ölçüldü. AKG' de pH: 7,23 PaO₂:42 mmHg, PaCO₂: 85,5 mmHg, HCO₃: 35 mmol/l SaO₂: %73 olarak ölçüldü. NIMV ile CPAP maske ile tedavisi başlandı. On iki saatlik takip sonrası genel durumu bozulup satürasyon düşüklüğü ve respiratuvar

asidozu olan hasta yatışının 1. günü ve 7. günü olmak üzere 2 kez entübe edildi. Yatışının 7. gününde AKG' de pH: 7,39 PaO₂:64,6 mmHg, PaCO₂: 58,7 mmHg, HCO₃: 28 mmol/l SaO₂: %92,4 olması üzerine ekstübe edildi. HFNC tedavisi akım: 40 litre/dakika, FiO₂: %50 değerleri ile uygulanmaya başlandı. Tedavi ilk 24 saat sürekli uygulandı, sonra aralıklı uygulama yapıldı (4 saatte bir ve tüm gece). OSAS tanısı olması nedeni ile uykuda BİPAP S/T IPAP: 14 cmH₂O, EPAP: 6 cmH₂O, FİO₂: %40 tedavisi uygulandı, gündüz HFNC FiO₂: %40, akım:35 L/dk olarak ayarlandı. Kontrol akciğer grafisinde, retikülodüler nonhomojen dansitelerde regresyon mevcuttu (Şekil 4). Yatışının 13. günü klinik bulguları gerileyen hasta Göğüs Hastalıkları kliniğine devir edildi.

TARTIŞMA

HFNC özellikle kritik hastalarda kullanıma girmiş, bir hava ile oksijen karıştırıcı, aktif bir ısıtıcı nemlendirici, ısıtılmış tek bir devre ve nazal kanülden oluşan yüksek akımla oksijen veren bir sistemdir. FiO₂, hava oksijen karıştırıcısında %21-100 arasında ayarlanabilir, ayarlanan hava 60 L/dk akım hızına kadar artan hızlarda ve aktif nemlendirici ile ısıtılarak tek devreli bir sistem ile hastaya uygulanır. Hasta geniş çaplı nazal kanül aracılığı ile ısıtılmış, nemlendirilmiş havayı solur. Literatürde mini-sürekli pozitif havayolu basıncı [continuous positive airway pressure (CPAP)], transnazal üfleme (blow) ve yüksek akımlı tedavi gibi isimlerle de adlandırılmaktadır. HFNC'nin geleneksel oksijen verme yöntemlerine göre birtakım avantajları vardır. Bunlar; anatomik ölü boşluğun süpürülmesi (washout), nemlendirme gibi fizyolojik etkiler, PEEP etkisi, rekrütman etkisi ve sabit FiO₂ sağlanabilmesidir. Hiperkapnik solunum yetmezliğinde



Şekil 3: Olgu 2- kabul posterior anterior akciğer grafisi.



Şekil 4: Olgu 2- kontrol posterior anterior akciğer grafisi.

NIMV tedavisini tolere edemeyen hastalarda, hipoksemik solunum yetmezliğinde PEEP etkisi ile oksijenizasyonu düzeltebilmek için kullanılabilir (1-3).

HFNC'nin fizyolojik etkileri: gaz 60 L/dk akım hızına kadar artan akım hızında ve ısıtılıp nemlendirilerek verildiği için anatomik ölü boşlukta biriken karbondioksitin hızlı süpürülmesine (washout) neden olur ve böylece karbondioksit atılımı artar. Yapılan bir hayvan modeli deneyinde akım hızında artış olduğunda PaCO₂'deki düşüşün arttığı gösterilmiştir (4). Uygulanan yüksek akım değerleri anatomik ölü boşlukta azalma ile ventilasyon ve gaz değişiminde iyileşme görülür. Yüksek akım hızları ekspiratuvar akıma karşı direnç oluşturarak nazofarinkste pozitif bir basınç meydana getirip fonksiyonel rezidüle kapasiteyi artırır ve kapalı alveollerin açılmasını sağlar (5,6). Böylece hastaların solunum hızları da azalır. Verilen hava ısıtılıp nemlendirildiği için sekresyonların atılımı kolaylaşır ve hasta konforu daha iyi olur (11).

Millar ve ark. (8) tarafından KOAH tanısı ve hiperkapnik solunum yetmezliği olan 57 yaşında kadın hastaya HFNC tedavisi uygulanmış ve 6. saat sonunda klinik ve laboratuvar olarak anlamlı yanıt alınmıştır.

Braunlich ve ark. (9) tarafından yapılan çalışmada, 16 sağlıklı gönüllü, 15 KOAH ve 13 idiyopatik pulmoner fibrozisli (IPF) hasta alınmıştır. HFNC tedavisi ile KOAH'lı hastalarda tidal volümde artış gözlenirken, sağlık gönüllülerde düşüş gözlenmiş. Her üç grupta da benzer oranlarda solunum sayısından azalma görülmüş. Sekiz saatlik HFNC uygulaması ile hem KOAH hem de IPF'li hastalarda PaCO₂ değerlerinde belirgin azalma saptanmıştır.

Nillus ve ark. (10) kronik hiperkapnik solunum yetmezliği olan 17 KOAH hastasının dahil edildiği çalışmada HFNC tedavisi ile solunum sayısında azalma saptanmış. ısıtılmış ve nemlendirilmiş yüksek akım oksijen tedavisi ile hiperkapni olmadan solunum sayısından anlamlı azalma görülmüştür.

Chatilia ve ark. (11) stabil 10 KOAH hastasına istirahat ve egzersizde düşük akım oksijen ve HFNC uygulayarak etkilerini araştırmışlar. HFNC tedavisi ile oksijenizasyonda ve egzersiz kapasitesinde artış saptanmıştır.

Sonuç olarak; HFNC tedavisinin hiperkapnik solunum yetmezlikli ve/veya obstrüktif akciğer hastalığı olan hastalarda uygulanmasına yönelik literatürde kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu iki olgu ile NIMV tedavisini tolere edemeyen ve/veya bu tedaviden fayda göremeyen hem KOAH hem de hiperkapnik solunum yetmezlikli hastalarda, HFNC uygulanmasının etkinliğini göstermek ve kullanımına yönelik farkındalığı arttırmayı amaçlıyoruz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Bu makalede herhangi bir çıkar çatışması bildirilmemiştir.

YAZAR KATKILARI

Fikir - M.K.B., F.İ.Y., D.K., Ü.G.Ş., A.S.; Tasarım ve Dizayn - F.İ.Y., D.K., Ü.G.Ş., A.S., M.K.B.; Denetleme - M.K.B., D.K., F.İ.Y., Ü.G.Ş., A.S.; Kaynaklar - F.İ.Y., D.K., M.K.B.; Malzemeler - Ü.G.Ş., A.S., F.İ.Y.; Veri Toplama ve/veya İşleme - Ü.G.Ş., A.S.; Analiz ve/veya Yorum - F.İ.Y., D.K., Ü.G.Ş.; Literatür Taraması - Ü.G.Ş., A.S.; Yazıyı Yazan - F.İ.Y., D.K.; Eleştirel İnceleme - M.K.B.

KAYNAKLAR

1. Ricard JD. High flow nasal oxygen in acute respiratory failure. *Minerva Anestesiol* 2012; 78:836-41.
2. Ward JJ. High-flow oxygen administration by nasal cannula for adult and perinatal patients. *Respir Care* 2013; 58:98–122. Review. [\[CrossRef\]](#)
3. Nishimura M. High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults. *J Intensive Care* 2015; 3:15. [\[CrossRef\]](#)
4. Frizzola M, Miller TL, Rodriguez ME, Zhu Y, Rojas J, Heseck A, et al. High-flow nasal cannula: impact on oxygenation and ventilation in an acute lung model. *Pediatr Pulmonol* 2011; 46:67-74. [\[CrossRef\]](#)
5. Gotera C, Lobato SD, Pinto T, Winck JC. Clinical evidence on highflow oxygen therapy and active humidification in adults. *Rev Port Pneumol* 2013; 19:217-27. [\[CrossRef\]](#)
6. Parke RL, McGuinness SP. Pressures delivered by nasal high flow oxygen during all phases of the respiratory cycle. *Respir Care* 2013; 58: 1621-4. [\[CrossRef\]](#)
7. Chikata Y, Izawa M, Okuda N, Itagaki T, Nakataki E, Onodera M, et al. Humidification performances of two high flow nasal cannula devices: a bench study. *Respir Care* 2014; 59:1186-90. [\[CrossRef\]](#)
8. Millar J, Lutton S, O'Connor P. The use of high-flow nasal oxygen therapy in the management of hypercarbic respiratory failure. *Ther Adv Respir Dis* 2014; 8:63–4. [\[CrossRef\]](#)
9. Bräunlich J, Beyer D, Mai D, Hammerschmidt S, Seyfarth H-J, Wirtz H. Effects of nasal high flow on ventilation in volunteers, COPD and idiopathic pulmonary fibrosis patients. *Respiration* 2013; 85:319–25. [\[CrossRef\]](#)
10. Nilius G, Franke KJ, Domanski U, Rühle KH, Kirkness JP, Schneider H. Effects of nasal insufflation on arterial gas exchange and breathing pattern in patients with chronic obstructive pulmonary disease and hypercapnic respiratory failure. *Respir Care* 2013; 58:1621-4. [\[CrossRef\]](#)

ry failure. *Adv Exp Med Biol* 2013; 755:27–34.
[\[CrossRef\]](#)

advanced obstructive airways disease. *Chest* 2004;
126:1108–15. [\[CrossRef\]](#)

11. Chatila W, Nugent T, Vance G, Gaughan J, Criner GJ.
The effects of high-flow vs low-flow oxygen on exercise in