

Perioperatif Noninvazif Ventilasyon

Dr. Şennur Uzun, Dr.Elif Başgöl

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

ÖZET

Noninvazif mekanik ventilasyon (NIMV); endotrakeal tüp kullanmaksızın uygulanan çeşitli ventilasyon destek şekilleri olarak tanımlanmıştır. Ventilasyon endikasyonu reversibl solunum yetmezliğidir. Solunum yetmezliği, ventilasyon veya oksijenizasyon yetmezliğine bağlı olabilir. Ventilasyon bozukluğu birçok farklı patolojilerden kaynaklanabilir ve mekanik ventilasyon uygulanması ile düzelir. Oksijenizasyon bozukluğu ise genellikle akciğer hastalıklarına bağlı olarak gelişir. Noninvazif mekanik ventilatörler, noninvaziv negatif basınçlı ve noninvaziv pozitif basınçlı ventilatörler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Duchenne kaslar distrofi, amiotrofik lateral sklerozis, konjestif kalp yetmezliği, obstruktif uyku apne sendromu olgularında, noninvaziv ventilasyon, cerrahi işlem gerektiğinde, derin sedasyon veya genel anestezi altında solunum desteği sağlanması için kullanılabilir bir seçenektir.

Anahtar Kelimeler: Noninvazif mekanik ventilasyon, solunum yetmezliği, kronik obstruktif akciğer hastalığı, nöromusküler hastalıklar.

SUMMARY

Non-invasive mechanical ventilation (NIMV) is defined as the respiratory support without endotracheal intubation. Indication for mechanical ventilation is the reversible respiratory insufficiency. Respiratory insufficiency may be due to ineffective ventilation or oxygenation. Ventilation disorder may be caused by different pathologies and it resolves by mechanical ventilation. Oxygenation disorder arises from the lung diseases. Non-invasive mechanical ventilators are classified as; non-invasive negative pressure ventilators and noninvasive positive pressure ventilators. NIMV is a choice when an invasive surgical procedure is needed under general anaesthesia or deep sedation, in patient with Duchenne muscular dystrophy, amyotrophic lateral sclerosis, congestive heart failure, obstructive sleep apnea syndrome.

Key Words: Non-invasive mechanical ventilation, Respiratory insufficiency, Chronic obstructive pulmonary disease, Neuromuscular diseases.

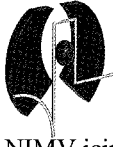
Noninvazif mekanik ventilasyon (NIMV); endotrakeal tüp kullanmaksızın uygulanan çeşitli ventilasyon destek şekilleri olarak tanımlanmıştır (1). Mekanik ventilasyonun amaçları, respiratuar asidozun kontrol edilmesi, gaz değişiminin düzeltilmesi, solunum ve kardiyak iş yükünün azaltılması, ateletazinin önlenmesi ile solunum desteğine bağlı komplikasyonların en aza indirilmesidir. Bu derlemede, perioperatif noninvazif mekanik ventilasyonun amaçlarından ve yöntemlerinden söz edilecektir.

1930'larda, Alvan Barach'ın akut pulmoner ödem tedavisinde sürekli pozitif basınçlı ventilasyonun yararını göstermesinden sonra, noninvaziv pozitif basınçlı ventilatörler kullanıma girmiştir (2). Amerikada, 1947'de ilk kez tanımlanan, bir ağız aparatı yardımıyla uygulanan aralıklı pozitif basınçlı ventilasyon (IPPB) 1980'lerin başına kadar kullanılmıştır. Noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon (NPPV), nöromusküler hastalığı olanlarda gece ve gereklikçe gündüz, ağıza uyan parça yardımıyla uygulanmıştır, o dönemde yüz maskeleri, uzun süreli uygulamada hasta uyumunu bozduğu için geniş kullanım alanı bulamamıştır. 1980'lerden itibaren, obstruktif uyku apne sendromunda yararlı olabilecek sürekli pozitif hava basınçlı nazal (CPAP) maske kullanıma girmiştir (3).

Mekanik ventilasyon endikasyonu reversibl solunum yetmezliğidir. Solunum yetmezliği, ventilasyon veya oksijenizasyon yetmezliğine bağlı olabilir. Ventilasyon bozukluğu birçok farklı patolojilerden kaynaklanabilir ve mekanik ventilasyon uygulanması ile düzelir (Tablo 1). Oksijenizasyon bozukluğu ise genellikle akciğer patolojilerine bağlı olarak gelişir. Düzeltilmesi için inspire edilen oksijen konsantrasyonunun artırılması ve PEEP uygulanması gerekir. Ancak çoğu hastalıkta ventilasyon ve oksijenizasyon yetmezlikleri bir arada bulunmaktadır. Mekanik ventilasyon invazif ve noninvaziv yollar ile olabilir, endotrakeal entübasyon ile yapılan mekanik ventilasyon yöntemleri invazif mekanik ventilasyon desteği başlığı altında incelenebilir.

Tablo 1: Ventilasyon bozukluğuna sebep olan durumlar

- Solunum kas disfonksiyonu
- Göğüs duvarı anomalileri
- Solunumun santral kontrolünün bozulması
- Havayolu direncinde artma veya obstrüksiyon
- Nöromusküler hastalıklar



NIMV için uygun hasta, havayollarını koruyabilen, klinik tablosu stabil olan ve maskenin uygulanabileceği hastalardır. Bilinci kapalı ve yutma fonksiyonları bozulmuş hastalar aspirasyona eğilimli olduklarından alt hava yollarını koruyamazlar ve NIMV'na uygun hastalar değildir. NIMV başlanmasında önerilen protokol Tablo 2'de, verilmiştir.

Tablo 2: NIMV başlama protokolü

1. Hastanın uygun bir şekilde gözlenebilecek yerde olması, oksimetre takibi, klinik olarak gereklikçe vital bulgularının takibi
2. Gövdenin en az 30 yükseltilmesi
3. Uygun maskenin seçimi
4. Ventilatör seçimi
5. Maskenin uygun bir başlık ile yerleştirilmesi, başlık kayışları ile yüz arasında 2 parmak sokulabilmeli
6. Maske, ventilatör hortumuna bağlanıp, ventilatör çalıştırılır
7. Uygun backup verilerek düşük basınç (inspirasyon: 8-12 cmH₂O, ekspirasyon: 3-5 cmH₂O) ya da volüm sınırlı (10 ml/kg) ventilasyona başlanır.
8. Hasta tolere ettikçe inspirasyon basıncı (10-20 cmH₂O) ya da tidal volüm (10-15 ml/kg) artırılır. Solunum sayısının azalması, tidal volümün artması ve hasta-ventilatör uyumu kontrol edilir.
9. Oksijen saturasyonu % 90'nın üzerinde olacak şekilde O₂ verilir.
10. Hava kaçağı kontrol edilir.
11. Nemlendirici takılabilir.
12. Hasta telkin edilmeli, sık kontrollerle gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.
13. Arter kan gazı ilk 1-2 saatte kontrol edildikten sonra, gereklikçe tekrarlanmalıdır.

NIMV yöntemleri; negatif ve pozitif basınçlı ventilasyon olmak üzere iki grupta incelenebilir (4). Tablo 3'te NIMV yöntemleri özetlenmiştir.

Tablo 3: NIMV yöntemleri

- I. Noninvazif negatif basınçlı ventilasyon (NNPV)
 1. İntermitan negatif basınçlı ventilasyon (INPV)
 2. Negatif/pozitif basınçlı ventilasyon
 3. Sürekli negatif eksternal basınç (CNEP)
- II. Noninvazif pozitif basınçlı ventilatörler (NPPV)
 1. Yoğun bakım ventilatörleri
 2. Bilevel ventilatörler (Bilevel Positive Airway Pressure: BiPAP)
 3. Sürekli pozitif basınçlı ventilatör (CPAP)

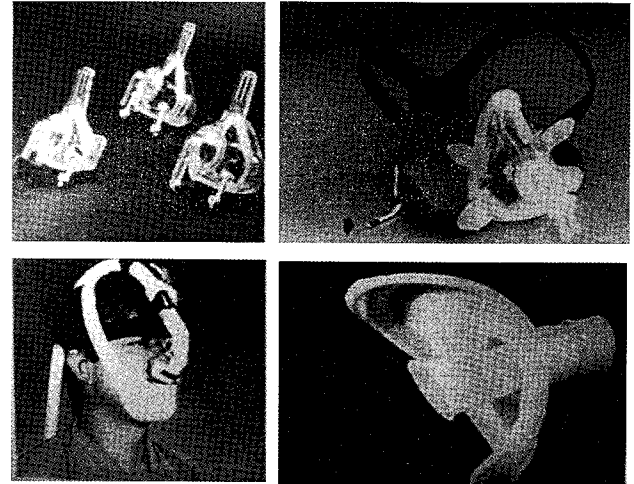
Noninvazif negatif basınçlı ventilasyon (NNPV), eskiye göre daha az kullanılmaktadır. Negatif basınçlı noninvazif ventilatörler göğüs kafesine ve abdomene aralıklı atmosfer basıncının altında basınç uygulayarak çalışırlar. Transpulmoner basıncı artırarak ve ağızda atmosferik basınç oluşturarak akciğerlerin inflasyonu sağlanmaktadır. Ekspirasyon, pasif olarak akciğerlerin elastik geri kapanması ile oluşur.

NNPV'un etkinliği göğüs kafesi ve abdomenin genişleyebilme kapasitesine ve negatif basınç uygulanan alanın genişliğine bağlı olarak değişir. Tank ventilatörler negatif basınç uygulayan noninvazif ventilatörler içinde en etkin olanıdır ancak taşınabilir olmamaları en büyük dezavantajlarıdır. Bütün negatif basınçlı noninvazif ventilatörler ek sorunu olmayan hastalarda bile obstrüktif uyku apnesine neden olabilirler (5). Bunun fizyolojisi, inspirasyon öncesi üst hava yollarında kapanmayı engelleyecek farengeal kaslarda kasılmanın olmaması ve

üst hava yolunun tıkanmasıdır (6). Noninvazif pozitif basınçlı ventilatörler (NPPV), transpulmoner basıncı artırarak basınçlı gazın havayollarından ilerlemesine yardımcı olurlar. Ekshalasyon, pasif olarak akciğerin elastik geri kapanması ve ekspiratuar kasların kasılması ile oluşur. Nazal, oronazal veya uygun ağızlıklar yardımıyla noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon uygulanır. Nazal maskeler, NPPV veya CPAP'un (sürekli pozitif basınçlı ventilasyon) özellikle kronik uygulamalarında kullanılır (Şekil 1).

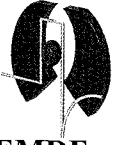
BiPAP ventilatörler, yüksek akım ve düşük akım pozitif hava basıncı uygulayan ventilatörlerdir. BiPAP, hastanın kendi solunum hızına uyum sağlar ve yüksek basınçlı inspirasyon ve düşük basınçlı ekspirasyon yaptırır. Hastanın solunum isteğini algılar ve ona uygun basınç sağlar. İspirasyon algılanırsa, inspirasyon basıncına, inspiratuar pozitif havayolu basıncı (İPAP), ekspirasyondaki basınca da ekspiratuar pozitif havayolu basıncı (EPAP) adı verilir. İPAP, tidal volümün artmasını sağlar. EPAP, alveollerin kollapsını önler, fonksiyonel rezidüel kapasitenin korunmasını sağlar. BiPAP, basınç destekli ventilasyon moduna benzer.

CPAP, hava yollarında sürekli pozitif basınç oluşturur ve spontan solunumu olanlarda etkin bir şekilde kullanılabilir. Nazal maske ile kullanıldığında, düşük basınç (5 cmH₂O) üst havayollarında kapanmayı önler. CPAP ile sürekli pozitif basınç verildiğinden özellikle üst havayolları sürekli açıktır (7).



Şekil 1: Noninvazif mekanik ventilasyonda kullanılan nazal maskelere örnekler

Akut solunum yetmezliğinde NIMV yararları, inspiratuar kasların iş yükünde azalma sağlaması ve solunum kaslarındaki yorulmayı engellemesi olarak sayılabilir (8). Pekçok çalışmada, obstrüktif ve restriktif akciğer hastalıklarında NIMV'nun solunum şekillerine ve işine etkileri araştırılmıştır (9-11). Başarıyla tedavi edilen hastalarda, solunum sayısı azalır ve tidal volüm artar (12, 13). Negatif basınçlı çalışmaların sonuçları çelişkilidir. Braun ve Rochester (14) kronik obstrüktif akciğer hastalarında, tank ventilasyon ile diyaframdaki elektromyografik aktivitenin tamama yakın ortadan kalktığını



bulmuşlar ancak Rodenstein ve ark'ı (15) bu aktivitenin çok azının ortadan kalktığı sonuca varmışlardır. Tablo 4'te NIMV'nun amaçları özetlenmiştir.

Akut solunum yetmezliğinde NIMV ile gaz değişiminde gözle görülür bir iyileşme sağlanır (12, 16, 17). Akut pulmoner ödem veya ARDS'li (acute respiratory distress syndrome) hastalarda ventilasyon/perfüzyon oranında artma görülür, ekspirasyonda uygulanan basınç invazif ventilasyonda uygulanan PEEP etkisine benzetilebilir (18). NIMV sırasında, solunum kaslarındaki kuvvetin azaltılması için hasta uyumu çok önemlidir. Rodenstein ve ark'ı (19), NIMV'ü daha önce kullanan hastaların uyumunun daha iyi olduğunu göstermiştir.

Tablo 4: NIMV amaçları

Kısa süreli amaçları

1. Semptomların iyileştirilmesi
2. Solunum iş yükünün azaltılması
3. Gaz değişiminin iyileştirilmesi veya stabilize edilmesi
4. Hasta konforunun en iyi hale getirilmesi
5. İyi hasta-ventilatör uyumunun sağlanması
6. Risklerin en aza indirilmesi
7. Entübasyonun engellenmesi

Uzun süreli amaçları

1. Uyku süresinin ve kalitesinin artırılması
2. Yaşam kalitesinin iyileştirilmesi
3. Fonksiyonel durumun iyileştirilmesi
4. Yaşam süresinin artırılması

Kronik obstrüktif akciğer hastalığının akut alevlenmesinde, NPPV yeri vardır ancak KOAH'lı hastaların uzun dönem tedavilerinde NPPV kullanımının yararları konusunda çelişkili yayınlar vardır (20-23). Leger P ve ark (24)'nin çalışmasında, KOAH'lı hastalarda NPPV sonrası PaCO₂ değerlerinde düşme ve hastanede kalma sürelerinde belirgin kısalma bulmuşlardır. NIMV'nun KOAH 'ın akut alevlenmesinde kullanma kriterleri Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığının Akut Alevlenmesinde NIMV kılavuzu

1. Basamak. Ventilatör desteğine gereksinimi olan hastanın belirlenmesi
 - A. Akut solunum sıkıntısının belirti ve bulguları
 - a. Orta veya ciddi dispne,
 - b. Solunum sayısı >24, yardımcı kasların kullanımı, paradoksik solunum
 - B. Gaz değişim bozuklukları:
 - a. PaCO₂ >45 mmHg, pH <7.35 veya
 - b. PaO₂/FiO₂ <200
2. Basamak. NIMV ile riski artıranların belirlenmesi
 - A. Kalp ve/ya da solunum durması
 - B. Solunum dışı organ yetersizliği
 - a. Ciddi ensefalopati
 - b. Şok
 - c. Stabil olmayan hemodinamiye yol açan kalp patolojisi
 - d. Ciddi üst gastrointestinal sistem kanaması
 - C. Hava yollarının korunamaması
 - D. Sekresyonların atılamaması
 - E. Ajite ve koopere olamayan
 - F. Maskenin yüze uyumunu engelleyecek yüz cerrahisi, travması, deformitesi veya yanığı

NIMV'NUN PERİOPERATİF DÖNEMDE KULLANIMI

Önleyici NIMV uygulamasının, akciğer segmentektomi ve lobektomi operasyonları öncesi kullanımının postoperatif arteriyel kan gazını ve solunum fonksiyon testlerini iyileştirici etkileri bazı çalışmalarda gösterilmiştir (25-27). Duchenne kaslar distrofi ve amiyotrofik lateral sklerozis olgularında noninvaziv ventilasyon kullanarak gastrotomi başarıyla açılmıştır (28, 29). Duchenne kaslar distrofi ve amiyotrofik lateral sklerozis olgularında iskelet sistemindeki deformiteler, boyun hareketlerinde kısıtlılık ve hipertrofik dil nedeniyle entübasyon zorluğu görülebilir. Ayrıca kas gevşeticinin etki süresi uzayabilir, sedatif ilaçların hipotansif etkileri görülebilir. Bu nedenle, benzer olgularda noninvaziv ventilasyon yeğlenebilir. Noninvazif pozitif basınçlı ventilasyon, yüz deformitesi varlığında, servikal spinal hareket kısıtlılığında, nöromüsküler hastalığı olanlarda invazif cerrahi girişim planlandığında derin sedasyon veya genel anestezi altında solunum desteği sağlanması için kullanılabilir (28-32).

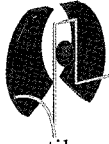
Nöromüsküler hastalığa bağlı üst havayollarında işlev bozukluğu ve kronik solunum sıkıntı olduğunda BiPAP ve CPAP ventilasyon özellikle ilk seçenektir. NPPV akciğer işlevlerindeki bozulmayı düzeltir, gaz değişimini ve bilişsel işlevlerde iyileşme sağlar (33-35). Amiyotrofik lateral sklerozis olgularında NPPV yaşam kalitesinde düzelme sağlar (36-37).

Konjestif kalp yetmezliğinde, santral veya obstrüktif uyku apnesi sıklıkla gözlenir. Kardiyak kaynaklı akut pulmoner ödem tedavisinde noninvaziv ventilasyon başarıyla kullanılmıştır, oksijenizasyonu ve hiperkapniyi düzeltir, solunum iş yükünü azaltır (38).

Obstrüktif sleep apne sendromu (OSAS), uyku sırasında üst havayollarında kapanmayla karakterize kompleks bir durumdur. Bu olgularda kardiyovasküler ve serebrovasküler hastalık görülme olasılığı artmıştır. Nazal CPAP, OSAS'lu olguların tedavisinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

POSTOPERATİF NIMV KULLANIMI

Postoperatif solunum sıkıntısı ve yetmezliği gelişenlerde NIMV kullanımı değişik araştırmalara konu olmuştur. Pennock ve ark (39) BiPAP ile nazal ventilasyonun, değişik cerrahi geçiren 22 hastalık bir seride, % 73 hastada reintübasyonu engellediğini göstermişlerdir. Gust ve ark (40), kardiyak cerrahi geçirmiş hastalarda CPAP veya BiPAP ventilasyonun ekstrasvasküler akciğer sıvısında azalma sağladığını kanıtlamışlardır. Matte ve ark'ı (41), koroner arter bypass cerrahisi sonrası akciğer mekaniklerinin ve oksijenizasyonun iyileştirilmesinde NPPV'nun CPAP'dan daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Aguilo ve ark'ı (26), akciğer rezeksiyonu sonrası 19 hastaya 1 saat nazal



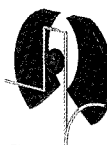
ventilasyon uygulamaları ve rutin bakım alanlara göre oksijenizasyonun arttığını bulmuşlardır. Joris ve ark'ı (27) ise, morbid obez hastalarda gastroplasti sonrası BiPAP maske ventilasyonun sadece oksijen desteğine oranla akciğer disfonksiyonunda iyileşme sağladığını göstermişlerdir. Bu çalışmalar, NPPV'nun, gaz değişiminin ve akciğer fonksiyonlarının iyileştirilmesi için kullanılabileceğini düşündürmektedir.

Udwadia ve ark (42), invazif mekanik ventilasyondan ayrılmayan olgularda, ekstübasyon sonrası kısa süreli NIMV desteği ile ventilatörden ayırmanın daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Çeşitli çalışmalar, NPPV ile ventilatörden ayırmanın daha başarılı olabileceği sonucunu bulmuşlardır (43-45).

NIMV, 1930'lardan itibaren başarıyla kullanılan ventilasyon şeklidir. Perioperatif dönemde solunum fonksiyonlarında ve oksijenizasyonda iyileşme sağlayarak yararlı olmaktadır. Obstrüktif uyku apnesinde, morbid obez olgularda gastroplasti sonrası, mekanik ventilatör desteğinin sonlandırılmasına yardımcı olmak, nöromüsküler hastalığı olanlarda anestezi sonrası destek, akciğer segmentektomi veya lobektomi operasyonları öncesi kan gazında iyileşme sağlamak için kullanılabilmektedir. Postoperatif solunum sıkıntısı olanlarda reintübasyonun engellenmesi için de başarıyla kullanılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Baudouin S, Blumenthal S, Cooper B, et al. (2002) Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. BTS guidelines. Thorax 57: 192-211.
2. Barach AL, Martin J Eckman M. (1938) Positive pressure respiration and its application to the treatment of acute pulmonary edema. Ann Intern Med 12: 754-795.
3. Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. (1981) Reversal of obstructive sleep apnea by continuous positive airway pressure applied through the nares. Lancet 1: 862-865.
4. Ambrosino N, Simonds AK. (2000) Mechanical Ventilation. Eur Respir Mono 13: 155-76.
5. Levy RD, Bradley TD, Newman SL, Macklem PT, Martin JG. (1989) Negative pressure ventilation: effects on ventilation during sleep in normal subjects. Chest 95: 95-99.
6. Scharf SM, Feldman NT, Goldman MD, Haut HZ, Bruce E, Ingram R. (1978) Vocal cord closure: a cause of upper airway obstruction during controlled ventilation. Am Rev Respir Dis 117: 391-397.
7. Barreiro TJ, Gemmel DJ. (2007) Noninvasive ventilation. Crit Care Clin: 23; 201-222.
8. Carrey Z, Gottfried SB, Levy RD. (1990) Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation. Chest 97: 150-158.
9. Brochard L, Isabey D, Piquet J, Amaro P, Mancebo J, Messadi AA. (1990) Reversal of acute exacerbations of chronic obstructive lung disease by inspiratory assistance with a face mask. N Engl J Med 95: 865-870.
10. Rochester DF, Martin LL. (1985) Respiratory muscle rest. In: Roussos C, Macklem PT, editors. The thorax. New York: Marcel Dekker.
11. Belman MJ, Soo Hoo GW, Kuei JH, Shadmehr R. (1990) Efficacy of positive vs negative pressure ventilation in unloading the respiratory muscle. Chest 98: 850-856.
12. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. (1995) Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. Am J Respir Crit Care Med 151: 1799-1806.
13. Celikel T, Sungur M, Ceyhan B, Karakurt S. (1998) Comparison of noninvasive positive pressure ventilation with standart medical therapy in hypercapnic acute respiratory failure Chest 114: 1636-1642.
14. Braun NM, Rochester DF. (1979) Muscular weakness and respiratory failure. Am Rev Respir Dis 119: 123-125.
15. Rodenstein DO, Stanescu DC, Cuttita G, Liistro G, Veriter C. (1988) Ventilatory and diaphragmatic EMG responses to negative pressure ventilation in airflow obstruction. J Appl Physiol 65: 1621-1626.
16. Elliott BE, Steven MH, Philips GD, Branthwaite MA. (1990) Noninvasive mechanical ventilation for acute respiratory failure. BMJ 300: 358-360.
17. Angus RM, Ahmed AA, Fenwick LJ, Peacock AJ. (1996) Comparison of the acute effects on gas Exchange of nasal ventilation and doxapram in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 51: 1048-1050.
18. Lin M, Yang Y, Chiany H, Chang M, Chainy BN, Chitlin MD. (1995) Reappraisal of continuous positive airway pressure therapy in acute cardiogenic pulmonary edema: short-term results and long term follow-up. Chest 107: 1379-1386.
19. Rodenstein DO, Stanescu DC, Delguste P, Liistro G, Aubert-Tulkens G. (1989) Adaptation to intermittent positive pressure ventilation applied through the nose during day and night. Eur Respir J 2: 473-478.
20. Rossi A, Hill NS. (2000) Pro-con debate: noninvasive ventilation has been shown to be effective/ineffective in stable COPD. Am J Respir Crit Care Med: 161; 688-691.
21. Elliott MW, Mulvey DA, Moxham J, Green M, Breantheite MA. (1991) Domiciliary nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation in COPD: mechanisms underlying changes in arterial blood gas tensions Eur Respir J: 4; 1044-1052.
22. Meecham-Jones DJ, Paul EA, Jones PW. (1995) Nasal pressure support ventilation plus oxygen compared with oxygen therapy alone in hypercapnic COPD. Am J Respir Crit Care Med: 152; 538-544.
23. Sivasothy P, Smith IE, Shneerson JM. (1998) Mask intermittent positive pressure ventilation in chronic hypercapnic respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. Eur Respir J: 11; 34-40.
24. Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat o, Langeviv B, Polu JM, Jeannin L, Robert D. (1994) Nasal intermittent positive pressure. Long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. Chest: 105; 100-105.
25. Perrin C, Jullien V, Venissac N, Berthier F, Padovani B, Guillot F, Coussement A, Mouroux J. (2007) Prophylactic use of noninvasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. J. Rmed: 101; 1572-1578.
26. Aguilo R, Togores B, Pons S, Rubi M, Barbe F, Agusti AGN. (1997) Noninvasive ventilator support after lung resectional surgery. Chest 112: 117-121.
27. Joris JL, Sottiaux TM, Chicke JD, Desai CJ, Lamy ML. (1997) Effects of bilevel positive pressure airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. Chest 111: 665-670.
28. Birnkrant DJ, Ferguson RD, Martin JE, Gordon GJ. (2006)



Noninvasive ventilation during gastrostomy tube placement in patients with severe Duchenne muscular dystrophy: case report and review of the literature. *Pediatr Pulmonol*: 41; 188-193.

29. Pope JF, Birnkrant DJ, Martin JE, Repucci AH. (1997) Noninvasive ventilation during percutaneous gastrostomy placement in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol*: 23; 468-471.

30. Pennant JH, Pace NA, Gajraj NM. (1993) Role of the laryngeal mask airway in the immobile cervical spine. *J Clin Anesth*: 5; 226-230.

31. Golisch W, Honig JF, Lange H, Braun U. (1994) Difficult intubation due to facial malformations in a child. The laryngeal mask as an aid. *Anaesthesist*: 43; 753-755.

32. Birnkrant DJ, Petelenz KM, Ferguson RD, Martin JE, Gordon GJ. (2006) Use of the laryngeal mask airway in patients with severe muscular dystrophy who require sedation or anesthesia. *Pediatr Pulmonol*: 41; 1077-1081.

33. Aboussan LS, Khan SU, Meeker DP et al. (1997) Effects of noninvasive positive-pressure ventilation on survival in amyotrophic lateral sclerosis. *ANN Intern Med*; 127; 450-453.

34. Kleopa KA, Sherman M, Neal B et al. (1999) BiPAP improves survival and rate of pulmonary function decline in patients with ALS. *J Neurol Sci*: 164; 82-88.

35. Make BJ, Hill NS, Goldberg AI, et al. (1998) Mechanical ventilation beyond the invasive care unit. Report of a consensus conference of the American College of Chest Physicians. *Chest*: 113; 289S-344S.

36. Cazzoli PA, Oppenheimer EA. (1996) Home mechanical ventilation for amyotrophic lateral sclerosis: nasal compared to tracheostomy-intermittent positive-pressure ventilation. *J Neurol Sci*: 139; 123-128.

37. Lyall RA, Donaldson N, Fleming T et al. (2001) A prospective study of quality of life in ALS patients treated with noninvasive ventilation. *Neurology*: 57; 153-156.

38. Bradley TD, Logan AG, Kimoff RJ et al. (2005) Continuous positive airway pressure for central sleep apnea and heart failure. *N Engl J Med*: 353; 2025-2033.

39. Pennock BE, Kaplan PD, Carlin BW, Sabangan JS, Magovern JA. (1991) Pressure support ventilation with a simplified ventilatory support system administered with a nasal mask in patients with respiratory failure. *Chest* 100: 1371-1376.

40. Gust R, Gottschalk A, Schmide H, Bottiger B, Bohrer H, Martin E. (1996) Effects of continuous (CPAP) and bilevel positive airway pressure (BiPAP) on extravascular lung water after extubation of the trachea in patients following coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med* 22: 1345-1350.

41. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. (2000) Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand* 44: 74-81.

42. Udawadia ZF, Santis GK, Stevan MH, Simonds AK. (1992) Nasal ventilation to facilitate weaning in patients with chronic respiratory insufficiency. *Thorax*: 47; 714-718.

43. Goodenberger DM, Couser J, May JJ. (1992) Successful discontinuation of ventilation via tracheostomy by substitution of nasal positive pressure ventilation. *Chest*: 102; 1277-1279.

44. Restrick LJ, Scott AD, Ward EM, Fenech RO, Cornwell WE, Wedrich JA. (1993) Nasal intermittent positive pressure ventilation in weaning intubated patients with chronic respiratory disease from assisted intermittent positive pressure ventilation. *Respir Med*: 87; 199-204.

45. Mehta S, Hill NS. (2000) Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*: 163; 540-577.