

Akciğer Rezeksiyonu ve Künt Toraks Travması Sonrası Noninvaziv Ventilasyon Desteği

Noninvasive Ventilatory Support After Lung Resectional Surgery and Blunt Thoracic Trauma

Dr. Necati ÇITAK¹, Dr. Muzaffer METİN²

¹ Kars Devlet Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, Kars

² Yedikule Göğüs Cerrahisi ve Göğüs Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul

ÖZET

Akciğerin rezeksiyonel cerrahisi sıklıkla cerrahi sonrası birkaç gün süren solunum bozukluğuna yol açar. Bu etmenlerin hepsi balgam birikimi, atelektazi, pnömoni ve uzun süre mekanik ventilatöre bağımlı kalan akut solunum sıkıntısı gibi pulmoner komplikasyonlara neden olur. Uzamış invaziv mekanik ventilasyon pulmoner komplikasyonların oluşmasıyla ilişkili en önemli risk faktörüdür. Noninvaziv mekanik ventilasyon (NIV) desteği akut solunum yetmezliği oluşan olgularda gaz değişimini düzeltme yeteneğine sahiptir. NIV akciğer rezeksiyonu sonrası başarılı şekilde uygulanmaktadır. Akciğer rezeksiyonu sonrası akut solunum yetmezliği gelişen seçilmiş olgularda NIV, invaziv mekanik ventilasyon ihtiyacını azaltma ve klinik gidişatı düzeltme yeteneğine sahiptir. Ancak akciğer rezeksiyonu sonrası NIV uygulanan olgularda yaklaşık %20 oranında entübasyon ihtiyacı olmaktadır. Mevcut kanıtlar NIV yönteminin güvenli ve etkili olarak postoperatif komplikasyonları azalttığını ve hastaların erken geri dönüşünü sağladığını belirttiği için bu yöntemin akciğer rezeksiyonu sonrası sonuçları düzelttiği açıktır.

Künt toraks travması geçiren olgularda hipoksemik solunum yetmezliği gelişme riskinin yüksek olduğu çok iyi bilinmektedir. Bu hipoksemi nedeniyle entübasyon ve mekanik ventilasyona ihtiyaç duyulabilir. Ama entübasyon desteği künt toraks travmalı olgularda solunum komplikasyonlarını arttıran en önemli faktörlerdendir. NIV ile ilgili rehberlerde künt toraks travması sonrası bölgesel anesteziye rağmen hipoksik kalan olgularda devamlı pozitif hava yolu basıncı önerilmektedir. Birçok çalışmada travma sonrası hipoksinin NIV'e cevap verdiği ve bunu çok ılımlı bir oranda başarısızlıkla gerçekleştirdiği gösterilmiştir.

Bu derlemede elektif şartlarda akciğer rezeksiyonu uygulanan veya künt toraks travması sonrası takip edilen hastalarda NIV'in gaz değişimi, solunum paterni, sistemik hemodinami ve istenmeyen yan etkiler (hava kaçağı, barotravma, ventilatörle ilişkili pnömoni gibi) üzerine etkisi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Noninvaziv ventilasyon, akciğer rezeksiyon cerrahisi, künt toraks travması, solunum komplikasyonları, mortalite.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Doç. Dr. Muzaffer METİN

Yedikule Göğüs Cerrahisi ve Göğüs Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul
e-posta: mmetindr@hotmail.com

ABSTRACT

Lung resectional surgery are often complicated by significant pulmonary dysfunction that persists for a few days after surgery. This pulmonary function impairment may lead to postoperative pulmonary complications such as sputum retention, atelectasis, pneumonia and acute respiratory failure with prolonged mechanical ventilation. Prolonged invasive mechanical ventilation is an important risk factor associated with the occurrence of respiratory complications. Noninvasive ventilatory support (NIVS) improves gas exchange in patients with several forms of acute respiratory failure. NIVS has been successfully used after thoracic surgery. In selected patients with acute respiratory failure following lung resection, NIVS is able to decrease the need for invasive mechanical ventilation and to improve clinical outcome. However, about 20% of patients under NIVS needed to be subsequently intubated after lung resection. Current evidence shows NIVS associated with chest physiotherapy management to be safe and effective in reducing postoperative complications and in improving patient recovery, thus enhancing the choice of available medical care and bettering outcome in lung resection surgery.

It is well known that patients with blunt thoracic trauma are at increased risk to develop hypoxemic respiratory failure. This hypoxemia may necessitate intubation and ventilatory support. But intubation and ventilatory support is an important risk factor associated with the occurrence of respiratory complications for patients with blunt thoracic trauma. Guidelines for NIVS recommend continuous positive airway pressure in patients with blunt thoracic trauma who remain hypoxic despite regional anesthesia. NIMV reduced intubation compared with oxygen therapy in severe thoracic trauma related hypoxemia. In the multiple study, posttraumatic hypoxemic respiratory failure responded favorably to NIVS, with a moderate rate of NIMV failure.

In this review, we investigated the effects of NIVS on pulmonary gas exchange, ventilatory pattern, systemic hemodynamics, and side effects (pleural air leaks, barotrauma, ventilator-associated pneumonia, etc) in patients submitted to elective lung resection or in patients with blunt thoracic trauma.

Key words: *Non-invasive ventilation, lung resection surgery, blunt thoracic trauma, respiratory complications, mortality.*

Akciğer Rezeksiyonu Sonrası Noninvaziv Mekanik Ventilasyon Desteği

Akciğerin rezeksiyonel cerrahisi sıklıkla cerrahi sonrası birkaç gün süren solunum bozukluğuna yol açar⁽¹⁻³⁾. Solunum fonksiyonundaki bu bozukluk torakotomi ağrısı, anestezi, frenik sinirin refleks inhibisyonu, distal hava yollarında kapanma ve parankim fonksiyonlarının kaybı gibi çok etmenlidir^(2,3). Cerrahi, anestezi, ameliyat sonrası ağrı veya opioidler gibi ağrı kesiciler solunum iş yükünün artmasına, akciğer volümünün azalmasına, solunum kaslarının güçsüzlüğüne ve de diyafragma aktivitesinin bozulmasına sebep olarak hipoksemi ve hiperkapniye yol açarlar. Cerrahi; abdominal, torasik ve diyafragmatik kas gücünü olumsuz etkiler, frenik sinir uyarısını azaltır ve ağrıyı indükler. Ağrı da, öksürük refleksini baskılayarak fonksiyonel rezidüel kapasitenin (FRK) azalmasına katkıda bulunur⁽⁴⁾. Kaybedilen akciğer parankimi ve narkotiklerin neden olduğu solunum depresyonu gibi nedenlerden ötürü pulmoner gaz değişimi kötüleşir^(5,6). Plevral hava kaçağının varlığı da solunum için harcanan iş yükünü arttırarak pulmoner gaz değişiminin bozulmasının

ilerlemesine sebep olabilir^(5,6). Bu etmenlerin hepsi akciğerin rezeksiyonel cerrahisi sonrasında balgam birikimi, atelektazi, pnömoni ve uzun süre mekanik ventilatöre bağımlı kalan akut solunum sıkıntısı gibi pulmoner komplikasyonlara neden olur ve komplikasyon oranlarının %14-59'lara kadar çıkmasına katkı sağlarlar⁽⁷⁻⁹⁾. Bu da hastanede yatış süresi, maliyet ve mortaliteyi arttırmaktadır⁽¹⁰⁾.

Akut solunum yetmezliği (ASY) majör cerrahiler sonrasında, özellikle akciğer rezeksiyonu sonrası, sıklıkla pulmoner komplikasyonlarla ilişkili, sık görülen ağır bir komplikasyondur^(8,11,12). Genellikle solunum sayısında artış (> 25/dakika), yardımcı solunum kas kullanımı, paradoksal solunum ve arter kan gazlarında bozulma (oda havasında PaO₂ < 60 mmHg, PaO₂/FiO₂ < 250, PaCO₂ > 50 mmHg) olarak tanımlanan postoperatif ASY gelişme riski akciğer cerrahisi sonrasında %9-16.3 arasında bildirilmektedir^(8,11). Yapılan birçok çalışma da rezeksiyonel akciğer cerrahisi sonrası PaO₂'nin düştüğü ve P[A-a]O₂'nin arttığı gösterilmiştir^(13,14). Akciğer rezeksiyonu sonrasında ASY gelişip trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon

(tEMV) uygulanan hastalarda %60-80 gibi yüksek mortalite oranları verilmektedir^(8,15,16). Bu yüksek mortalite oranları sıklıkla postoperatif entübasyon komplikasyonlarına ve uzamış mekanik ventilasyona bağlanmaktadır^(17,18). Ayrıca tEMV açık bir şekilde pulmoner enfeksiyon, bronşiyal güdükte ayrılma, uzun süren parankimal hava kaçağı ve bronkoplevral fistül (BPF) gibi birçok hayati komplikasyonla ilişkilidir^(8,18-20). Bu yüzden akciğer rezeksiyonu sonrasında tEMV'den olabildiğince uzak durulması ve öncelikli olarak seçilmiş olgularda konservatif tedavinin (noninvasif mekanik ventilasyon-NIV) uygulanması gerekmektedir⁽¹¹⁾. Ameliyat olan hastada ASY gelişiminin önlenmesi birincil hedef olmakla birlikte ASY gelişen hastalarda invazif mekanik ventilasyonun mümkün olduğunca önlenmesi bu hastalarda prognozu olumlu yönde değiştirecektir^(4,8).

NIV'in Cerrahi Öncesi veya Sonrası Kullanımı

NIV genel olarak ASY durumunda etkili bir solunum desteği olarak kabul edilmektedir ve artan bir şekilde akut ve kronik ASY'li hastalarda kullanılmaktadır⁽²⁰⁻²²⁾. Yoğun bakımlarda NIV kullanımının incelendiği çalışmalarda son beş yıl içinde NIV kullanımının %16'dan %24'e yükseldiği görülmektedir^(21,23). Carlucci ve arkadaşlarının kronik obstrüktif akciğer hastalıklı (KOA) olgularda NIV tecrübelerini ilettikleri sekiz yıllık retrospektif çalışmalarında, yıllar geçtikçe artan deneyimle beraber daha ağır hasta gruplarında bile tedavinin başarılı olduğu belirtilmektedir⁽²⁴⁾. Birçok randomize kontrollü çalışmayla cerrahi nedeni olmayan ASY'de NIV kullanımı çok iyi tariflenmesine rağmen^(8,25,26) cerrahi öncesi ve/veya sonrası kullanımı için tam bir konsensus bulunmamaktadır^(8,20,27). Obez hastalara gastropласти sonrası, üst abdomen cerrahisi sonrası atelektazinin tedavisinde, toraks cerrahisi öncesi ve sonrası profilaksi için ve koroner arter cerrahisi sonrasında postoperatif koruyucu olarak NIV uygulanımı raporlanmıştır^(13,26,28-32). Postoperatif NIV'in klinik uygulanımı üzerine yapılan bir ankete göre merkezlerin postoperatif ASY tedavisi için %69'u ve atelektaziye engellemek için %54'ü NIV kullanmaktadır⁽³³⁾. Ancak bu destekleyici sonuçlar ve yaygın kullanıma rağmen NIV'in toraks cerrahisi öncesi ve/veya sonrası kullanımı hakkında çok az spesifik araştırma vardır ve bu yüzden bu konu tartışmalı kalmıştır^(8,11,13,14,20,23,34).

NIV Başlangıcı İçin Kriterler ve Uygulanım Prosedürü

Operasyon sonrası süreçte;

1. Solunum hızının dakikada 25'den fazla olması,
2. Yardımcı solunum kaslarının aktif olarak çalışması,

3. Paradoksal abdominal hareket,
4. Oda havasında PaO₂'nin 60 mmHg ve aşağıda olması,
5. Oksijen desteğinde PaO₂/FiO₂'nin 250 mmHg ve daha aşağıda olması,
6. PaCO₂'nin 50 mmHg'dan büyük olması,
7. Akciğer grafisinde anormallik (alveoler konsolidasyon, atelektazi, veya interstisyel pulmoner ödem, gibi) kriterlerinden en az üçüne sahip olanlar ASY olarak kabul edilebilirler.

Bu bulguların yanında bilinç bozukluğu olmayan, iletişim kurulabilen, hemodinamik olarak stabil olan ve hava yollarını koruyabilen hastada NIV tedavisi uygulanabilir. Postoperatif NIV tedavisinin mutlak ve rölatif kontrendikasyonları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Akciğer rezeksiyonu sonrası ASY'de NIV sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) veya iki düzeyli pozitif hava yolu basıncı (BiPAP) şeklinde uygulanabilir⁽³⁵⁾. Maskenin burun ve ağızı kaplayacak şekilde (oronazal veya fasiyal maske) olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılan fasiyal maskeyle ağızdan olan kaçaklar azaltılacağı için uyku halinde bile en iyi yarar sağlanmış olacaktır. Kwok ve arkadaşları belirttiği gibi oronazal maskeler akut durumlarda nazal maskelere göre daha iyi tolere edilmektedirler⁽³⁶⁾.

CPAP ile spontan soluyan bir hastada tüm solunum siklusu boyunca sabit bir pozitif basınç uygulanırken, BiPAP ile daha yüksek bir inspiratuar hava yolu basıncı (IPAP-inspiratuar positive airway pressure) ve daha düşük bir ekspiratuar hava yolu basıncı (EPAP-expiratuar positive airway pressure) ile ventilasyon sağlanır. Yoğun bakım dışı ventilatörler için geçerli olan IPAP ve EPAP ayarları, yoğun bakım tipi ventilatörlerde ise basınç destekli ventilasyon (PSV-pressure support ventilation) ve pozitif ekspiryum sonu basınç (positive end-expiratory pressure-PEEP) ile benzerdir^(37,38).

CPAP için 7-10 cmH₂O'luk bir pozitif basınç, tüm solunum siklusu süresince trakeal basıncı pozitif tutmak için yeterlidir. Aynı zamanda bu basınç düzeyi iyi tolere edilir ve belirgin hemodinamik etkiler de görülmez. BiPAP moduna ise öncelikle EPAP yani PEEP ile başlanması, daha sonra IPAP'ın, PEEP'in 2 cmH₂O üzerinde olacak şekilde en fazla 20 - 25 cmH₂O olarak veya 6 - 10 mL/kg ekspiratuar tidal volüm olacak şekilde, hastanın solunum sayısı ve konforu göz önüne alınarak artırılması önerilmektedir^(4,32,39). Riviere ve arkadaşları akciğer cerrahisi sonrası NIV uygulama

Tablo 1. Postoperatif noninvaziv ventilasyon (NIV) için kesin ve muğlak kontrendikasyonlar.

| Kesin Kontrendikasyonlar | Muğlak Kontrendikasyonlar |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Kardiyak veya solunumsal arrest • Çoklu organ yetmezliği • Ciddi ajitasyon veya ensefalopati • Bol sekresyon • Retorakotomi ihtiyacı • Hava yolunu koruyamama • Ciddi hemoptizi • Acil entübasyon gereksinimi • Hemodinamik instabilite veya stabil olmayan kardiyak aritmi | <ul style="list-style-type: none"> • Hafif bilinç bozukluğu • İlerleyici ciddi solunum yetmezliği • Sesli veya fiziksel uyarı ile kooperasyon sağlanabilen hasta • Hiperkapnik hipoksi^a • Drene edilmemiş pnömotoraks varlığı^b • Akciğer grafisinde fokal konsolidasyon varlığı |
| <p>^a Bu konu tartışmalıdır; bazı çalışmalar tam tersi görüşü savunsa da (11,46) postoperatif hiperkapnik akut hipoksi durumunda NIV uygulananının rölatif kontrendike olduğunu belirten yayınlar bulunmaktadır (8,23).</p> <p>^b NIV pnömotoraks varlığında başarıyla kullanılmasına rağmen, pnömotoraks olan hastaların çoğunda dren uygulananı NIV başlamadan önce yapılmalıdır.</p> | |

nan 135 olguluk çalışmalarında basınç desteğinin zamanla arttırıldığı ve başlangıçta 8 cmH₂O iken sonrasında ekshale edilen tidal volümün 8-10 mL kg⁻¹ ve solunum hızının dakikada 25'den az olacak şekilde ayarlandığı belirtilmektedir. Aynı çalışma da PEEP başlangıçta 4 cmH₂O olarak ayarlanmıştı⁽²³⁾. Çoğu olguda hedef kan gazı değerlerine inspiratuar 8 cmH₂O ve ekspiratuar 4 cmH₂O basınçlarıyla ulaşılabildiği daha önceden yayınlanmış yayınlarda belirtilmiştir^(40,41). Uygun basınç desteğinin önemi solunum uyumunun yanı sıra solunum sıkıntısının evre ve tipleriyle alakalıdır (Tablo 2).

Postoperatif uygulanan CPAP fonksiyonel rezidüel kapasiteyi preoperatif değerlere yükseltmeyi⁽⁴²⁾, oksijenizasyonu düzeltmeyi⁽⁴³⁾, solunum kaslarının korunmasını⁽⁴⁴⁾ sağlayabilir. CPAP kullanımı postoperatif ateletaziye azaltma, gaz değişimini düzeltme, entübasyon ihtiyacını azaltma ve çabuk geriye dönüş sağlama gibi özellikleri olan bir tekniktir^(28,42). CPAP'ın rutin solunum fizyoterapisine karşılık daha efektif olduğu gösterilse de⁽⁴⁵⁾ CPAP'a ara verildiğinde fonksiyonel rezidüel kapasitede bozulma birkaç dakika içinde gerçekleşmektedir⁽⁴²⁾. Noninvaziv pozitif basınçlı ventilasyon (noninvazive positive pressure ventilation-NPPV) veya diğer bilinen adıyla BiPAP, akut hiperkapnik ve hipoksemik ASY'de tedavi edici olarak kabul görmüştür⁽⁴⁶⁾. CPAP ile karşılaştırıldığında BiPAP'da rölatif olarak yüksek inspiratuar basınç kullanılmaktadır. Böylece BiPAP ile ventilasyonun alveoler kollaps olan bölgelerin hepsine ulaşması sağlanmaktadır⁽⁴⁷⁾. BiPAP solunum iş yükünü en aza indirmektedir⁽⁴⁴⁾. BiPAP'ın teorik olarak yararı; PEEP ve inspiratuar basınç desteğinin kombine edilmesi ile akciğer ventilasyonunda artma, ateletatik alveollerde tekrar açılma veya iyileşme ve dolayısıyla gaz

değişiminde düzelmez⁽²⁰⁾. Ancak CPAP ve BiPAP'ın akciğer rezeksiyonu sonrası uygulananını karşılaştıran bir çalışma bulunmamaktadır.

BiPAP uygulanmasının bir diğer yararı da bu işlemin servis koşullarında da yapılabilmesidir. Yüzde sekseni cerrahi hastalardan oluşan 110 ASY'li olgunun yer aldığı bir çalışmada BiPAP, araştırma takımı tarafından 31 hastaya, araştırma takımıyla beraber yardımcı sağlık personeli ile 45 hastaya ve sadece yardımcı sağlık personeli ile 34 hastaya uygulanmıştır⁽⁴⁸⁾. Gruplar arasında fark saptanmamış olması BiPAP'ın servis koşullarında da kolayca uygulanabileceğini göstermiştir.

Son yayınlanan çalışmalara göre koruyucu (profilaktik) NIV'in ilk 24 saatte iki-dört saat aralıklı yaklaşık 30-45 dakika, tedavi edici (terapotik) NIV'in ise iki-üç saat aralıklı yaklaşık 60-90 dakika uygulanması ve toplam uygulamanın günde 3-12 saat olması önerilmektedir^(4,35,39). Akciğer cerrahisi sonrası tedavi edici NIV'in aralıklı olarak her üç-dört saatte bir saat, koruyucu NIV'in her gün birer saatten en az beş kez uygulanması önerilmiştir^(8,11,14,23).

NIV'in Genel Olarak Faydaları ve Olası Zararları

NIV çeşitli ASY paternlerine sahip olgularda gaz değişimini entübasyon kadar etkin şekilde düzelterken güvenli bir yöntemdir ve invaziv mekanik ventilasyona çok iyi alternatif olduğu gösterilmiştir^(26,40). Birçok kontrollü çalışmada NIV'in açık bir şekilde entübasyon ihtiyacını, alt solunum yolları enfeksiyonu ve pnömoni riskini azalttığını dolayısıyla hastanede kalış ve mortalite/morbiditeyi azalttığı ve hava yolu sekresyonu ile uğraşmanın daha başarılı olacağı belirtilmektedir^(37,38,49-52). Genel olarak NIV'in daha önceden kapanmış olan akciğer bölümlerini açarak

pulmoner gaz değişimini düzelttiğine inanılmaktadır^(31,53). Aguilo ve ark⁽¹³⁾ çalışmalarındaki NIV uygulanım süresince P[A-a]O₂'de olan anlamlı şekildeki düşmeyi bu mekanizma ile açıklamaktadırlar. Joris

ve arkadaşları gastroplasti yapılan obez hastalara uygulanan NIV'in pulmoner fonksiyonlara etkisini inceledikleri çalışmalarında inspiratuar desteğin doza bağımlı etkisinin daha önemli olduğunu görmüşler-

Tablo 2. Postoperatif ASY'de NIV uygulama prosedürü^a.

- Hastanın tedavi başlanması için uygun koşulların sağlandığı üniteye alınması ve tedavi hakkında bilgilendirilmesi
- Uygun monitörizasyon (parmak ucu saturasyon aleti ve gerekli olduğu sıklıkta vital bulgu takibi) ve yatak başının 45°'ye yükseltilmesi
- Uygun ve doğru boyutta maskenin seçilmesi (sıklıkla tüm yüzü kaplayacak fasyal maske)
- Ventilatörün ayarlanması:
Cihaz ve mod: CPAP veya BiPAP (PSV + PEEP ya da IPAP + EPAP)
İnspiratuar trigger (tetikleme): Otomatik tetiklemeye neden olmayacak en düşük düzey yani genellikle akım tetiklemede (-1)-(-2) L/dakika, basınç tetiklemede (-1)-(-2) cmH₂O
- İnspirasyon akım hızı: Orta-yüksek
Başlangıç CPAP düzeyi: 7-10 cmH₂O
Başlangıç PEEP veya EPAP düzeyi: 3-5 cmH₂O
Başlangıç PSV veya IPAP düzeyi: 3-5 cmH₂O
Ekspiratuar trigger: Genellikle cihazlar otomatik olarak kendilerini ayarlamakla birlikte ayarlanacaksa akım tetiklemede akım hızı %40-60'a düştüğünde, zaman tetiklemede sabit 1 saniyelik inspirasyon zamanı olacak şekilde
Başlangıç FiO₂: %50-60
- Cihazın açılarak hazırlanması, maskenin cihaza bağlanmadan hastanın yüzüne tutulması veya hastanın tutulmasının sağlanması, bu arada hastaya sakin ve rahat nefes almasının telkin edilmesi
- Cihazın maskeye bağlanması ve hasta tedaviye uyum sağladığında kafa bantlarıyla aşırı sıkı olmayacak şekilde sabitlenmesi
- Başlangıçta düşük düzeyde ayarlanan PSV veya IPAP düzeyinin, hastanın tolerasyonu ve klinik yanıtı göre 10-15 cmH₂O'ya, PEEP düzeyinin 5-8 cmH₂O'ya kadar artırılması, PSV düzeyinin 25 cmH₂O'yu geçmemesine dikkat edilmesi. Bu arada hastanın genel durumunun, dispne düzeyinin, solunum sayısının, yardımcı solunum kas kullanımının, ekspiratuar tidal volümün, kaçak varlığının ve hasta-ventilatör uyumunun takip edilmesi
- Ekshale edilen tidal volümün 8-10 mL kg⁻¹ ve solunum hızının dakikada 25'den az olacak şekilde ayarlanması⁽³⁵⁾
- Oksijen saturasyonu ≥ %90-95 olacak şekilde FiO₂'nin ayarlanması
- Gerekli görülürse nemlendirici eklenmeli ve ajite olan hasta da orta düzey sedasyon akılda tutulmalı
- Sık takiplerle ayarların gerekli şekilde düzenlenmesi
- İlk bir-iki saat içinde arter kan gazı kontrolü ve gerekli olduğu aralıklarla tekrarlanması
- Koruyucu NIV'in ilk 24 saatte iki-dört saat aralıklı yaklaşık 30-45 dakika, tedavi edici NIV'in ise iki-üç saat aralıklı yaklaşık 60-90 dakika uygulanması ve toplam uygulamanın günde 3-12 saat olması^(4,35,39)
- Akciğer cerrahisi sonrası tedavi edici NIV'in aralıklı olarak her 3-4 saatte 1 saat, koruyucu NIV'in her gün birer saatten en az 5 kez uygulanması^(8,11,14,23)
- Maskenin sebep olabileceği özellikle burun üzeri yaralardan korunmak için yara koruyucu bakım veya maskenin kullanımı sırasında sık aralıklar yerinin değiştirilmesi
- NIV uygulanımı aralarında hastanın Venturi maskesi ile solutulması

ASY: Akut solunum yetmezliği, NIV: Noninvaziv mekanik ventilasyon, CPAP: Sürekli pozitif hava yolu basıncı, BiPAP: İki düzeyli pozitif hava yolu basıncı, PSV: Basınç destekli ventilasyon, IPAP: İnspiratuar hava yolu basıncı, EPAP: Ekspiratuar hava yolu basıncı.

^a Bu tablo "Özyılmaz E, Kaya A. Postoperatif hastada gelişen solunum yetmezliğinde noninvaziv mekanik ventilasyonun yeri. Tuberk Toraks 2012; 60(2): 185-192" çalışmasından modifiye edilerek alınmıştır.

^b Çoğu olguda hedef kan gazı değerlerine inspiratuar 8 cmH₂O ve ekspiratuar 4 cmH₂O basınçlarıyla ulaşılabildiği belirtilmiştir^(40,41)

dir⁽²⁹⁾. Bu durum BiPAP ile kullanılan IPAP bölümünün akciğerin şişmesini destekleyerek alveoler iyileşmeyi hızlandırmasına bağlanabilir.

NIV'in postoperatif ASY tedavisinde etkili olmasının altında yatan en önemli fizyopatolojik mekanizma intratorasik basınç artışıdır⁽³⁵⁾. İntratorasik pozitif basınç ile hava yolları ve alveoldeki kollaps önlenir, FRK artar, atelektazi gelişimi önlenir, interstisyel ödem azalır ve gaz değişimi artar. Ayrıca kalbin ard yükü azalır, diyafram aktivitesi iyileşir ve solunum iş yükü azalır^(35,37-39,54). Pozitif basınçla uygulanan NIV mikrotelektatik alanların re-ekspansiyonuna sebep olur ve bu da kan gazında ve solunum fonksiyon testlerinde düzelmeyi kolaylaştırır^(53,55). Bir tomografi çalışmasında, NIV'in postoperatif ASY gelişen olgularda alveoler iyileşmeyi hızlandırdığı gösterilmiştir⁽⁵⁶⁾. Pennock ve arkadaşları BiPAP'ın etkisini inceledikleri ASY ile etkilenen 31 olgulu çalışmada bir saatlik terapi sonrasında gaz değişiminde anlamlı düzelmeye ve solunum hızında dramatik olarak azalma saptanmıştır⁽⁴⁸⁾.

NIV'in ölü boşlukların ve plevral hava kaçağının artmasına sebep olarak istenmeyen yan etkilere sebep olabileceği düşünülmektedir⁽¹³⁾. Bundan başka venöz dönüşü azaltarak kardiyak out-put'ta düşüşe ve organlara oksijen transportuna engel olabileceği belirtilmiştir⁽⁵⁷⁾. Ancak bu konular tartışmalıdır. NIV uygulanan ve uygulanmayan benzer hasta gruplarını inceleyen bir çalışma da kalp hızı, sistolik ve diastolik kan basıncının her iki grupta da benzer olduğu ve çalışma boyunca değişiklik göstermediği saptanmıştır⁽¹³⁾. Ayrıca, postoperatif hiperkapnik ASY durumunda NIV uygulananın rölatif kontraendike olduğu belirtilmektedir^(8,23). Bazı çalışmalar ise tam tersi görüşü savunmakta ve NIV'in postoperatif hiperkapnik ASY'de etkili olduğunu göstermiştir^(11,46).

Akciğer rezeksiyonu öncesi ve/veya sonrası koruyucu ve/veya tedavi edici NIV kullanımı

Akciğer rezeksiyonu öncesi ve/veya sonrası koruyucu ve/veya tedavi edici NIV kullanımı cesaret verici fizyolojik ve başlangıç klinik çalışmalarına rağmen halen tartışmalı bir konudur (Tablo 3)^(8,11,13,14,20,23,34).

Perrin ve arkadaşları postoperatif bozulan pulmoner fonksiyonların düzeltilmesinde koruyucu (pre- ve postoperatif) NIV'in etkisini incelemişlerdir⁽¹⁴⁾. Randomize, kontrollü ve paralel bu çalışmada akciğer kanseri nedeniyle elektif lobektomi planlanan ve FEV₁'i < 70% olan 32 olgu çalışmaya alınmış ve randomize olarak kontrol grubu (n= 18, standart tedavi) ve çalışma grubu (n= 14, standart tedaviye ek olarak preoperatif yedi gün ve postoperatif üç gün NIV uygulananı)

olarak gruplandırılmıştı. Postoperatif ilk saatlerde oda havasında arter kan gazı, FVC ve FEV₁'in preop değerlere göre her iki grupta da anlamlı şekilde düştüğü, ancak PaO₂, FVC ve FEV₁'in çalışma grubunda anlamlı düzeyde daha yüksek düzeyde kaldığı görülmüştü. NIV kullanımının arteriyel kan gazı verilerini (pH, p= 0.0003; PaO₂, p= 0.0006; PaCO₂, p= 0.04) ve solunum fonksiyonlarını (FVC, p= 0.03; FEV₁, p= 0.02) kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı şekilde düzelttiği görüldü. Atelektazi oranı NIV grubunda %14.2 iken, kontrol grubunda %38.9 idi (p= 0.15). Aritmi ve drenaj süresi iki grup arasında farksızdı. Hastanede yatış süresi kontrol grubunda çalışma grubuna göre istatistiksel olarak daha yüksekti (19 ± 3 güne karşılık 12 ± 1 gün, p= 0.04). Bu çalışmayla preoperatif ve postoperatif koruyucu olarak kullanılan NIV'in akciğer cerrahisi sonrası postoperatif erken hipokseminin düzeltilmesini hızlandırdığı ve solunum fonksiyonlarındaki bozulmayı düzelttiği gösterilmiştir⁽¹⁴⁾. KOAH akut alevlenmesi olan olguların incelendiği bir çalışmada daha önceden evde NIV kullanan olgularda ASY'nin daha kolay tedavi edildiğinin gösterilmiş olması da seçilmiş olgularda preoperatif olarak NIV uygulananın akıld tutulması gerektiğini düşündürmektedir⁽⁵¹⁾.

Auriant ve arkadaşları 48 olgulu prospektif randomize kontrollü çalışmalarında akciğer rezeksiyonu sonrası ASY gelişen olgularda standart oksijen tedavisi (n= 24) ile standart tedaviye ek NIV uygulananını (n= 24) karşılaştırmışlardır⁽⁸⁾. Sadece standart tedavi uygulanan grupta NIV uygulanan gruba göre entübasyon gereksinimi (%50'ye karşılık %20.8, p= 0.035) ve mortalitenin (%37.5'a karşılık %12.5, p= 0.045) daha fazla olması nedeniyle yarıda bırakılan bu çalışmayla NIV'in akciğer rezeksiyonu sonrası ASY gelişen seçilmiş olgularda yan etki sıklığında artışa neden olmadan invaziv mekanik ventilasyon gereksinimi ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir⁽⁸⁾.

Aguiro ve arkadaşlarının prospektif, randomize, kontrollü ve paralel çalışmasında NIV'in pulmoner gaz değişimi, sistemik hemodinami ve plevral hava kaçağı üzerine olan kısa süreli etkisi akciğer rezeksiyonu uygulanan 19 hastada incelenmiştir⁽¹³⁾. Solunum fizyoterapisi içeren medikal tedavi tüm hastalara uygulanırken postoperatif olarak dokuz hastaya eş zamanlı NIV uygulanmıştı. Preoperatif değerlerle karşılaştırıldığında her iki grupta da cerrahi sonrası PaO₂'nin düştüğü (p< 0.01) ve P[A-a]O₂'nin arttığı (p< 0.05) görülmüştü. NIV uygulanan grupta anlamlı şekilde PaO₂'nin arttığı (p< 0.01) ve alveoler oksijen basınç gradientinin (P[A-a]O₂) azaldığı (p<

Tablo 3. Akciğer rezeksiyonu öncesi ve/veya sonrası NIV uygulananını içeren geniş serili çalışmaların bulguları ve sonuçları.

| Yazar ve çalışma tipi | Hasta grubu | Amaçlanan çıktılar | Anahtar sonuçlar | Yorum |
|--|---|--|---|---|
| Aguilo ve arkadaşları ⁽¹³⁾ Prospektif, randomize, kontrollü ve paralel çalışma (seviye = 1b) | FEV1'i %70'in üzerinde olup elektif akciğer rezeksiyonu uygulananlar Grup 1 – NIV (n= 9) Grup 2 – NIV yok a (n= 10) | PaO ₂ (mmHg) Sistolik kan basıncı (mmHG) Plevral hava kaçağı Vd/Vt | NIV kullanımı sırasında anlamlı artış; 68.0±2.7'den 76.7±3.0'ya, p<0.01 Grup 1 = 114±6 Grup 2 = 124±4, p>0.05 Sadece Grup 1'de bir olgu, p>0.05 Her iki grupta normal sınırlarda ve NIV grubunda artış yok | NIV cerrahinin sebep olduğu pulmoner gaz değişimi dengesizliğini düzeltmekte ve bunu ölü boşluk, hemodinamik instabilite veya plevral hava kaçağı miktarındaki değişiklik gibi kötü yan etkilere sebep olmadan başarmakta |
| Evans ve ark. ⁽³⁷⁾ Sistemik derleme (seviye = 2a) | ASY'li olgular ATS/ERS/ESICM/SRLF çalışma grubu | Akciğer rezeksiyonu için toraks cerrahisi önerisi | NIV yan etkilere sebep olmadan kısa dönemde fizyolojik yarar sağlamakta | Tam bir değerlendirme için daha fazla çalışmaya ihtiyaç var |
| Auriant ve ark. ⁽⁸⁾ Prospektif, randomize çalışma (seviye = 1b) | Akciğer rezeksiyonu sonrası ASY gelişenlerde standart tedavi a ve standart tedaviye ek NIV uygulananlar Grup 1 – NIV (n = 24) Grup 2 – NIV yok a (n = 24) | Entübasyon gereksinimi Mortalite Hastane kalış süresi (ortalama gün) | Grup 1 = %20.8 Grup 2 = %50, p = 0.035 Grup 1 = %12.5 Grup 2 = %37.5, p = 0.045 Grup 1 = 27.1±19.5 Grup 2 = 22.8±10.7, p = 0.61 | NIV akciğer rezeksiyonu sonrası ASY gelişen seçilmiş olgularda yan etki sıklığında artışa neden olmadan invaziv mekanik ventilasyon gereksinimini ve mortaliteyi azaltmakta |
| Perrin ve ark. ⁽¹⁴⁾ Prospektif, randomize çalışma (seviye = 1b) | FEV1<%70 olup elektif lobektomi yapılanlarda profilaktik (pre- ve post-operatif) NIV ve standart tedavi a uygulananlar Grup 1 – NIV (n = 14) Grup 2 – NIV yok ^a (n = 18) | Arter kan gazı, FVC ve FEV1 Atelektazi Hastane kalış süresi (ortalama gün) | NIV grubunda anlamlı şekilde düzelmeye [pH (p = 0.0003), PaO ₂ , (p = 0.0006), PaCO ₂ (p = 0.04), FVC (p = 0.03), FEV1 (p = 0.02)] Grup 1 = %14.2 Grup 2 = %38.9, p = 0.15 Grup 1 = 12±1 Grup 2 = 19±3, p = 0.04 | Preoperatif kullanılan NIV akciğer cerrahisi sonrası postoperatif erken hipoksemimin düzelmesini hızlandırmakta ve solunum fonksiyonlarındaki bozulmayı düzeltmekte |
| Lefebvre ve ark. ⁽¹¹⁾ Prospektif çalışma (seviye = 2b) | Akciğer cerrahisi sonrası ASY gelişenlerden NIV uygulananlar Hipoksik ASY (n = 59) Hiperkapnik ASY (n = 30) | NIV başarısızlığı YBÜ kalış süresi (ortalama gün) Mortalite | Hipoksik grupta %18.6, hiperkapnik grupta %6.6; p = 0.1 Hipoksik grupta 11.1 ± 10.9, hiperkapnik grupta 8.86 ± 13.7, p = 0.4 Hipoksik grupta %13.5, hiperkapnik grupta %3.3, p = 0.26 | NIV akciğer rezeksiyonu sonrası gelişen hem hiperkapnik hem de hipoksemik ASY'de uygulanabilen etkili bir yöntem |
| Riviere ve ark. ⁽²³⁾ Prospektif çalışma (seviye = 2b) | Akciğer cerrahisi sonrası ASY gelişenlerde NIV uygulananlar Akciğer rezeksiyonu sonrası (n = 97) Tromboendartektomi sonrası (n = 38) | NIV başarısızlığı için risk faktörleri Başarısız NIV sonuçları | SaO ₂ <%92 ve PaCO ₂ >45 mmHg (p = 0.02), NIV için harcanan toplam sürenin fazlalığı (p = 0.04), bronkoskopi ihtiyacının çokluğu (p = 0.0008), solunum hızında artma (p = 0.003), SOFA skorunun yüksek olması (p = 0.03) Daha uzun hastanede kalış ve artmış mortalite (p < 0.0001) | NIV akciğer cerrahisi sonrası solunum yetmezliğinin başlangıç tedavisi olarak bir rolü olmasına rağmen, başarısız olunan hastalarda veya birbirini izleyen bronkoskopi uygulananlarda devam edilmemeli |

NIV, noninvasif ventilasyon; PaO₂, arterial oksijen tansiyonu; FVC, zorlu vital kapasite; FEV1, zorlu ekspiratuar volumü; ATS, American Thoracic Society; ERS, European Respiratory Society; ESICM, European Society of Intensive Care Medicine; SRLF, Société de Reanimation de Langue Fran, caise.

^a Standart tedavi: oksijen desteği, bronkodilatatörler, hasta kontrollü analjezi (PCA), solunum fizyoterapisi.

0.05) saptanırken bu değerler kontrol grubunda çalışma boyunca değişmemiştir. Her iki grupta PaCO₂ ve sistemik hemodinamide çalışma boyunca anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır. Çalışma grubunda NIV bırakıldıktan 60 dakika sonra PaO₂'nin progresif olarak düştüğü (p < 0.05), ancak ilginç olarak P[A-a] O₂'nin yükselmediği hatta düşük kaldığı görülmüştü (p < 0.05). Vd/Vt (ölü boşluk/tidal volüm) oranı her iki grup içinde normal sınırlardaydı. Ancak önemli olan NIV grubunda artış göstermemiş olmasıydı. Çünkü bilindiği üzere Vd/Vt'de artma ölü boşluk solunumunda artma olduğunu ve ventilasyonun etkinliğinin azaldığını göstermektedir. Bu çalışma NIV'in cerrahinin sebep olduğu pulmoner gaz değişimi dengesizliğini düzelttiği ve bunu ölü boşluk, hemodinamik instabilite veya plevral hava kaçağı miktarındaki değişiklik gibi kötü yan etkilere sebep olmadan başardığını göstermiştir⁽¹³⁾.

Conti ve arkadaşları non-sistemik derlemelerinde toraks ve abdomen cerrahisi sonrası ASY gelişen olgularda NIV uygulananının klinik sonuçları ve endikasyonlarını incelemişlerdir⁽²⁰⁾. Bu çalışmanın sonucunda; toraks cerrahisinde NIV uygulananını ile postoperatif gelişen ASY yönetiminin kolaylaştığı ve postoperatif komplikasyonların azaldığı belirtilmiştir.

NIV'in Postoperatif Uygulanımı Komplikasyon Riskini Arttırır Mı?

NIV ile hava yolu savunma mekanizmaları olumsuz etkilenmediğinden ve daha az sedasyon ve inotropik destek gerektiğinden invaziv mekanik ventilasyonla ilgili komplikasyonlar görülmez^(11,12). Bu yüzden NIV invaziv mekanik ventilasyona göre morbiditesi daha düşük bir tedavi yöntemidir^(37,38). Birçok yazar NIV'in doğal avantajının alt solunum yolları enfeksiyon riskini azalttığına altını çizmektedir^(23,40,59,60). Örneğin; akciğer rezeksiyonu sonrası tekrar entübasyon gerektiren olguların %53'ünde pnömoni görülürken entübasyon yerine NIV uygulanan olguların sadece %6'sında görülmüştür⁽²³⁾.

Postoperatif NIV kullanımına bağlı olarak gelişebilecek komplikasyonlar diğer endikasyonlarda kullanılan NIV komplikasyonlarından farklıdır⁽³⁵⁾. Hasta-ventilatör uyumsuzluğu, maske intoleransı, ciddi hava kaçağı, gastrik distansiyon, gözlerde kuruma ve yüz ya da burunda ciltte erozyon bu hastalarda görülebilse de pek çoğu tedavinin kesilmesini gerektirmez^(11,37,38,54). Akciğer rezeksiyonu sonrası NIV uygulanan olgularla ilgili geniş serili yayınlarda komplikasyon oranı %0-37 arasında verilmektedir^(8,11,14,23). Bu oran herhangi bir nedenle akciğer rezeksiyonu

sonrası saptanan komplikasyon oranlarıyla benzerdir^(61,62). Çalışmalardaki hasta sayısı az olduğu için NIV'in postoperatif komplikasyonlara etkisi hakkında kesin bir yorum yapılamamasına rağmen bazı çalışmalar da postoperatif atelettazinin azaldığı gösterilmiştir^(14,28,42).

Postoperatif NIV uygulanan olguların hastanede kalış süreleri hakkında farklı sonuçlar verilmektedir^(8,14,63). Bazı yayınlar NIV ile solunum fonksiyonlarının postoperatif normal düzeye daha çabuk dönmesi nedeniyle hastanede ve yoğun bakımda kalışı kısalttığını belirtse de bazıları fark olmadığını belirtmektedir^(8,14). Ancak unutulmamalıdır ki hastanede yatış birçok medikal durum ve her merkezin kendi tutumuna bağlı olduğu için kesin bir yargıya varmak zordur. Örneğin Auriant ve ark⁽⁸⁾ NIV uygulanan ve uygulanmayan hastalar arasında hastanede yatış süresi açısından fark olmamasını uyguladıkları weaning protokolünün uzunluğuna bağlamışlardır.

Teorik olarak NIV ile yüksek basınç uygulanması plevral hava kaçağının artması açısından potansiyel risk yaratmasına rağmen çalışmalarda saptanan uzamış hava kaçağı oranı %1.1-3.2 arasında verilmektedir^(11,13). Lefebvre ve arkadaşları bunun nedenini muhtemelen düşük seviyede uyguladıkları inspiratuar ve ekspiratuar basınca (sırasıyla, 20 cmH₂O ve 8 cmH₂O basıncın üzerine hiçbir zaman çıkmayarak) bağlamaktadırlar⁽¹¹⁾. Jaber ve arkadaşları da komplikasyon riski yüksek olan hastalarda NIV gerekli olduğunda düşük basınç düzeylerinin (IPAP= 6-8 cmH₂O) uygulanmasını önermektedirler⁽⁴⁾.

NIV'den Standart Tedaviye Geçiş veya Entübasyona Gidiş İçin Kriterler

NIV periodlarının kan gazları ve klinik durum iyileştiğinde progresif olarak azaltıldığı;

1. Solunum sıkıntısının olmaması,
2. Solunum hızının dakikada 25'den az olması,
3. PaO₂'nin oda havasında 60mmHg'dan yüksek olması,
4. Oksijen desteği altında PaO₂/FiO₂'nin 250 mmHg'dan yüksek olması,
5. Son 24 saatlik pH'nın 7.35'den yüksek olması, gibi durumlarda NIV'in sonlandırılarak standart tedaviye geçildiği belirtilmiştir^(4,11,35,39).

Ancak tabii ki en önemli olan hekimlerin kendi merkezlerinde sık kullandıkları kriterlere bakarak karar vermeleridir.

Benzer şekilde trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon (tEMV) uygulanması kararı da hekimlerin kendi merkezlerinde sık kullandıkları kriterlere bakılarak karar verilmelidir. Genel yaklaşımda da geçerli olduğu gibi ajitasyonla birlikte ağır nörolojik bozulma, inme veya koma (Glaskow'un 8'den aşağı olması), kardiyak arrest, hemodinamik instabilite (sistolik kan basıncının 80 mmHg'dan aşağı olması), EKG'de iskemi veya hayatı tehdit eden aritmilerin olması, PaO₂/FiO₂'nin NIV'e rağmen 100mmHg'nın altında kalması, NIV tedavisi altında kötüleşme veya acil cerrahi müdahale gereksiniminde doğrudan tEMV'ye geçilmesi önerilmektedir^(4,11,35,54). Ayrıca, bazı yazarlar akciğer rezeksiyonu sonrası tekrar entübasyonu en az bir majör kriter (solunum arresti, bilinç kaybıyla beraber solunumda durma veya gasping, ensefalopati ve kardiyak instabilite) veya en az iki minör kriter (%20'den fazla solunum hızında veya PaCO₂'de artma, %20'den fazla PaO₂'de azalma) varlığında uyguladıklarını belirtmişlerdir^(8,23,64).

NIV Uygulanımında Başarısızlık (Endotrakeal Entübasyona Gidiş) Nedenleri

Genel olarak NIV başarısızlığı için %14.6 ile %72 arasında geniş aralıkta oranlar verilmektedir^(8,11,40,65-67). Bu uyumsuzluğun muhtemel iki büyük sebebi popülasyonun çeşitliliği ve ASY olguların karakteristik özelliklerinin her çalışma da farklı olmasıdır^(11,23). Örneğin ARDS sonrası ASY gelişen medikal hastalarda başarısızlık %51 oranında belirtilirken, akciğer rezeksiyonu sonrası ASY gelişen cerrahi hastalarda bu oran en fazla %29.6 olarak bulunmuştur^(23,66). Bu durumun muhtemel sebebi akciğer rezeksiyonu sonrası çoğu olgunun erken safhada anestezi ve cerrahi tarafından indüklenen ama sıklıkla geçici solunum sıkıntısı çekmesine bağlanabilir⁽¹¹⁾.

Yaşlılık, daha fazla kardiyovasküler komorbiditeye sahip olma, postoperatif pnömoni nedeniyle NIV uygulanımı, NIV uygulanımı sonrası erken düzelmenin olmaması, solunum sayısında artış, NIV sonrası enfeksiyöz olmayan (sıklıkla GİS) komplikasyonların gelişmesi, NIV başlangıcında daha çok hipoksemik (SaO₂ < %92) ve hiperkapnik (PaCO₂ > 45 mmHg) olma, düşük basınç düzeylerinin uygulanması, SAPS II skorunun (basitleştirilmiş akut fizyolojik skor) yüksek olması, NIV için harcanan toplam sürenin gün içinde artması, PaCO₂'de artış, ilk bir saatte PaO₂/FiO₂ oranının düşmesi, ensefalopati gelişimi, hasta ventilatör uyumsuzluğu, hava kaçağı ve arttırılan inspiratuar basınç desteğine rağmen hastanın halen istenilen komfora ulaşamaması, sepsis varlığı, FOB ihtiyacının daha fazla olması, SOFA skorunun (eklenmiş organ bozukluğu

değerlendirme skoru) ilk 24 saatte daha yüksek olması, radyolojik skorun (radyolojik bozukluğun varlığı veya yokluğuna göre) 48. saatin sonunda halen yüksek kalması gibi durumlar çalışmalarda tek değişkenli (ing; univariate) analizlere göre NIV başarısızlığı için risk faktörleriydi^(8,11,23,68).

Çalışmalarda çoklu değişkenli (ing; multivariate) analizlere göre ise kardiyak komorbidite, başlangıç NIV'e cevapsızlık, yaşın 40'ın üzerinde olması, SAPS II'nin ≥35 olması, önceden var olan ARDS veya toplum kökenli pnömoni, bir saatlik NIV uygulanımı sonrası PaO₂/FiO₂ ≤ 146 mmHg olması, FOB ihtiyacının daha fazla olması, SOFA skorunun (eklenmiş organ bozukluğu değerlendirme skoru) ilk 24 saatte daha yüksek olması, NIV için harcanan toplam sürenin gün içinde artması ve solunum sayısında artma gibi durumlar NIV başarısızlığı için bağımsız risk faktörleriydi^(11,23,66,68).

Medikal olguları içeren birçok çalışmada arteryel kan gazlarındaki erken iyileşme NIV başarısındaki önemli kriterler olarak belirtilmekte ise de cerrahi sonrası olguları içeren çalışmalarda sıklıkla önemli kriterler arasında yer almamaktadır^(66,69).

Sekresyon yönetimi NIV başarısızlığı ve başarısından bahsedilirken mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır⁽⁵⁰⁾. Temiz bir hava yolunun sağlanamaması havayolu direncini arttırarak hastanın yorulmasına ve NIV'in başarısız olmasına sebep olacaktır⁽⁵⁰⁾. NIV başarısız grupta FOB ihtiyacının NIV'in başarılı olduğu gruba göre daha çok olduğu saptanması da bu görüşü desteklemektedir (postoperatif ilk 48 saatte NIV başarısız grupta ortalama üç sefer, NIV başarılı grupta ortalama bir sefer; p= 0.0008)⁽²³⁾. Riviere ve arkadaşları çalışmalarındaki NIV başarısızlığının diğer çalışmalara göre daha fazla olmasını NIV'e başlamadan önce olgularının %40'ında balgam retansiyonu olmasına bağlamaktadırlar⁽²³⁾. Keza diğer çalışmalarda NIV öncesi balgam retansiyonu oranı %8 ile %30 arasında verilmektedir⁽¹¹⁾. Ancak bazı çalışmalarda bu durum bir risk faktörü olarak değerlendirilmemektedir⁽²³⁾.

Hastalık yaygınlığının daha önceden yapılmış çalışmalarda NIV başarısını etkilediği belirtilmiştir^(66,67,70). Çoklu organ yetmezliğinin gelişmesi NIV'in bırakılıp entübasyon için karar vermemize yardımcı olmaktadır⁽³⁵⁾. NIV uygulanımı öncesi yoğun bakıma alındığında SOFA skoru benzer olan hastalarda, NIV uygulanımı sonrası takipte, NIV başarısının SOFA skorunun düşmesine bağlı olduğu görülmüştür⁽²³⁾.

NIV uygulanan olgularda solunum hızı terapötik etkinin bir ölçüsüdür ve NIV için harcanan süre solu-

num sıkıntısının düzelmeye hızına bağlıdır⁽⁶⁷⁾. İlginç bir şekilde preoperatif solunum fonksiyon testlerindeki bozukluk postoperatif komplikasyon için önemli biri veri iken⁽¹⁸⁾ NIV başarısızlığını öngören bir veri değildir⁽¹¹⁾.

Başarısız NIV'in Sonuçları

Bazı çalışmalar da NIV ile entübasyonun gecikeceği ve dolayısı ile istenmeyen etkilerin görülmesi veya mortalitede artış olabileceği belirtilmektedir^(65,71,72). NIV'in başarısız olduğu olgularda kesinlikle entübasyon için gecikme yapılmamalıdır⁽¹¹⁾. Tekrar entübasyonda olan gecikmenin solunum sıkıntısını ve acil entübasyon komplikasyonlarını arttırabileceği, aspirasyon pnömonisi, kardiyak veya solunum arresti ve morbidite ile mortalitede artışa ve kötü sağ kalıma sebep olabileceği belirtilmiştir^(59,65,73). Bu yüzden hastaların NIV tedavisi süresince yakın monitörize edilmesinin endotrakeal entübasyonu geciktirmemesi açısından önemli olduğu vurgulanmıştır⁽⁶⁸⁾. Hangi hastalarda NIV'in yarar sağlamayacağı belirlenmeli ve bu hastaların tekrardan entübasyonuna erkenden karar verilmelidir.

NIV başarısız gruptaki hastaların hem hastanede daha uzun süre kaldıkları hem de daha fazla mortalite oranına sahip oldukları görülmüştür^(11,23,40,59,65,66). Lefebvre ve arkadaşları NIV'in başarısız olduğu olgular ile NIV uygulanmadan acilen entübe edilen olgularda mortalite oranlarının benzer olduğunu belirtmişlerdir⁽¹¹⁾. Çalışmalarında NIV'in başarısız olup entübe edilen olguların, yani 13 olgunun, %46.1'inde (n= 6) mortalite geliştiği görülürken NIV uygulananına zaman bulunmadan acilen entübe edilen 24 olgu için mortalite oranı %45.8 (n= 11) idi⁽¹¹⁾.

NIV'den vazgeçilmesi ve hastaların entübe edilmesi noktası her bir olguya ve solunum sıkıntısının nedene göre farklılık gösterebildiği için her olguya özgü olarak değerlendirme yapılmalıdır^(65,66). Hekimler böylelikle olgularda entübasyon için kendi merkezlerinde sık kullandıkları kriterlere bakarak karar vermelidirler.

Çalışmalardaki Eksiklikler

2000 yılında toplanan Uluslararası Yoğun Bakım Konsensus Konferansı tarafından ASY'li cerrahi hastalarda NIV'in anlamlı hemodinamik yan etkilere sebep olmadan gaz değişimine kısa dönem fizyolojik yararı olduğu gösterilmiştir⁽³⁷⁾. Ancak NIV'in klinik sonuçlarının tam olarak araştırılmadığı ve toraks cerrahisi sonrası postoperatif periyotta kullanımı ve klinik cevabıyla ilgili ileri araştırmalara ihtiyaç bulunduğu belirtilmiştir.

Buna ek olarak akciğer rezeksiyonu sonrası NIV uygulanımını inceleyen birçok çalışmanın doğal birkaç farklı kısıtlılığı vardır. Birincisi, akciğer rezeksiyonu sonrası NIV uygulanımı ile ilgili literatürde çok fazla geniş hastalı çalışma bulunmamaktadır. Bulunan az sayıda çalışmanın birçoğu da gözlemsel kohort çalışmadır ve kontrol grupları yoktur. Çünkü kontrol grubu oluşturmanın etik sıkıntılar içereceği açıktır. Keza Auriant ve arkadaşlarının sadece standart tedavi uygulanan grupta NIV uygulanan gruba göre entübasyon gereksinimi ve mortalitenin daha fazla olması nedeniyle çalışmalarını yarıda bırakmalarına ana sebebi budur⁽⁸⁾. Bundan ötürü NIV kullanılan olgularda sonuçların değiştiğine dair tam bir yargı verilememektedir. İkincisi, analizler tek bir merkezde toplanan olgulardan oluştuğu için cerrahi hasta seçimi, postoperatif bakım, yoğun bakımda uygulanan tedavi stratejileri gibi eğilimlerin farklı olabilmesi açısından genel sonuçlara ulaşamayabilir. Üçüncüsü, başlangıç NIV kararı tüm çalışmalarda standardize edilmediği, ki NIV sıklıkla hekimlerin klinik yargılarına göre uygulanmıştır ve çalışmalar çift kör olmadığı için sonuçlar kontrollü değildir. Bu yüzden hekimlerin eğilimini elimine etmek çok zordur. Dördüncüsü, hastaların sıklıkla postoperatif ilk üç gün izlenmesi ancak taburculuk sonrası gözlemlerinin yapılmaması uzun dönem klinik sonuçlar için veri elde etmemizi engellemektedir. Beşincisi, bazı çalışmalarda⁽⁸⁾ entübasyon kriteri olarak kullanılan klinik intolerasyonu olan ağır hipoksi standart tedavi uygulanan gruplarda daha fazla entübasyon sayısına sebep olmuş olabilir çünkü NIV ile uygulanan O₂'nin yararlı etkisi daha çoktur.

Sonuç

Preoperatif FEV₁'i %70'den düşük olanlarda pre- ve postoperatif koruyucu veya postoperatif ASY gelişen olgularda tedavi edici olarak kısa dönemli kullanılan NIV, postoperatif solunum fonksiyonları ve kan gazlarındaki bozulmayı anlamlı düzeyde azaltan ve preoperatif değerlere dönüşü hızlandıran, entübasyon gereksinimini azaltarak sağkalımı arttıran ve bunları yaparken istenmeyen yan etkilere sebep olmayan güvenli ve etkili bir yöntemdir.

Akciğerin rezeksiyonel cerrahisi sonrası ASY'nin hem önlenmesi hem de tedavisinde NIV tedavisinin etkinliği birkaç araştırma ile gösterilmiştir. Bundan ötürü NIV akciğer cerrahisi sonrası ASY gelişen hastalarda standart terapiye eklenmelidir.

Akciğer cerrahisi sonrası solunum yetmezliğinin başlangıç tedavisi olarak bir rolü olmasına rağmen, ba-

şarısız olunan veya başarısız olacağı tahmin edilen hastalarda mortalite ve morbiditeyi arttırabileceği için devam edilmemeli ve tekrar entübasyon geciktirilmemelidir.

Hem postoperatif ASY durumunda NIV tedavisinin yerini daha iyi aydınlatılmak hem de NIV'in postoperatif komplikasyonlar üzerine olan etkisini değerlendirebilmek için daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Künt Toraks Travması Sonrası Noninvaziv Mekanik Ventilasyon Desteği

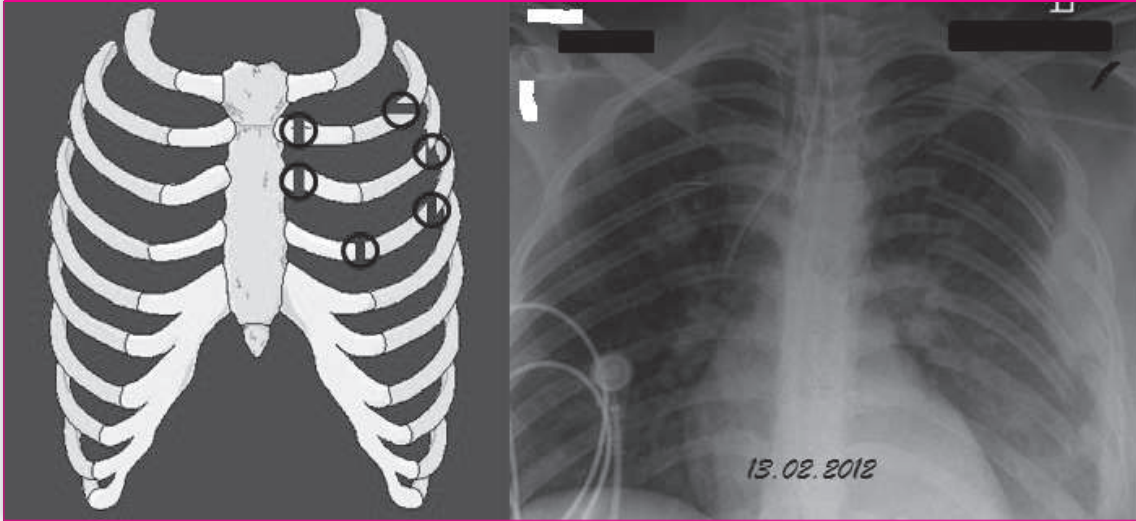
Künt toraks travması geçiren olguların solunum sıkıntısı ve hipoksemi açısından yüksek riskli oldukları çok iyi bilinmektedir⁽⁷⁴⁻⁷⁶⁾. Travma olgularında ARDS insidansının %12-39 arasında olduğu raporlanmıştır⁽⁷⁷⁾. Bu olgularda hipoksemi; ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu ve pulmoner kontüzyon ile atelettazi, sekresyon temizliğinde yetersizlik ve pnömotoraks ve/veya hemotoraks sonucu oluşan sağdan sola şant nedeniyle oluşur (Şekil 1)^(74,75). Toraks travması sonrası analjezi temel öneme sahip iken, hipoksi ve/veya hiperkapni nedeniyle entübasyon ve ventilasyon desteği gerekebilir⁽⁷⁸⁻⁸⁰⁾. Toraks travmalı olgularda entübasyon oranı travma şiddeti (çoklu kaburga kırığı, pulmoner kontüzyon, yelken göğüs vb.), var olan altta yatan pulmoner hastalık, ek yaralanma, akciğer travmasının bilateral olması ve yoğun bakım tedavisinin etkisine bağlı olarak %23-75 arasında verilmektedir^(81,82). Birçok çalışmada pulmoner kontüzyon, kaburga kırığı veya yelken göğüs (komşu üç ya da daha fazla kaburganın iki veya daha fazla yerinden kırılmasıyla göğüs duvarında paradoksal solunum oluşması, Resim 1) sonrası %40-60 oranında trakeal entübasyon gerektiği belirtilmiştir⁽⁸¹⁻⁸⁶⁾.

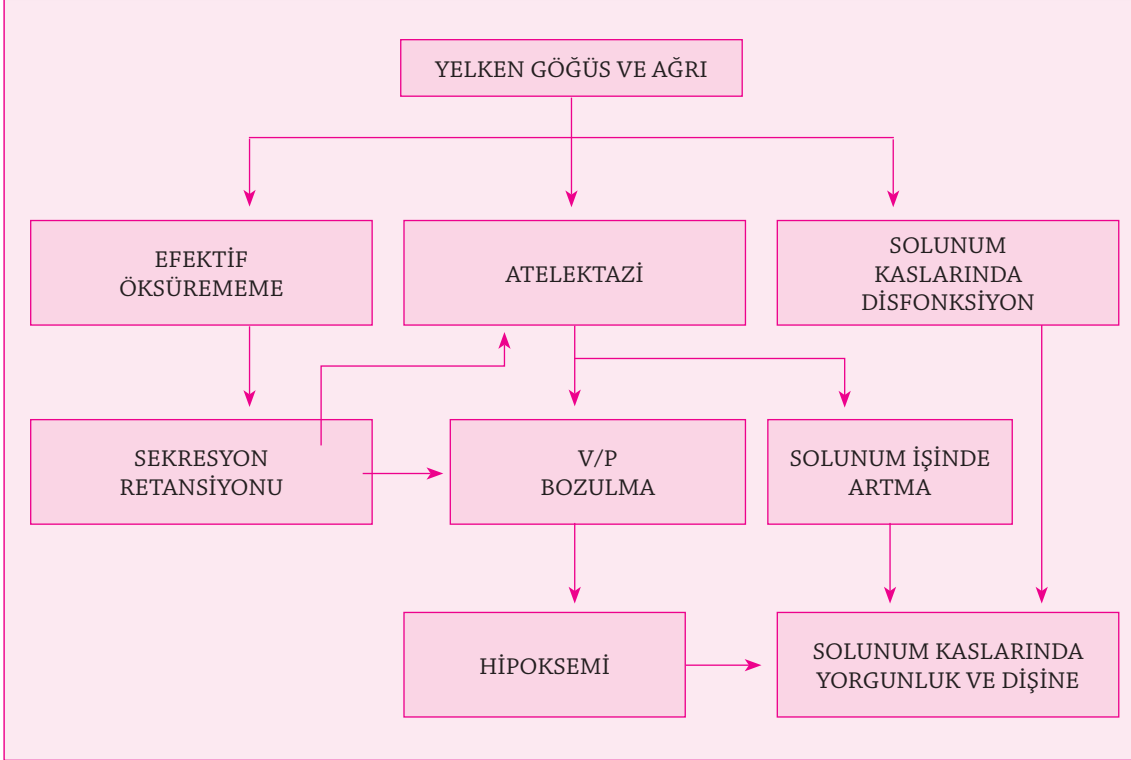
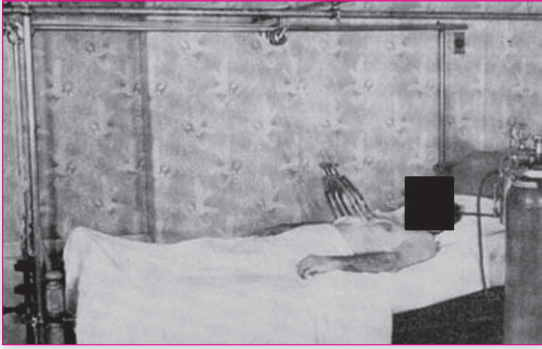
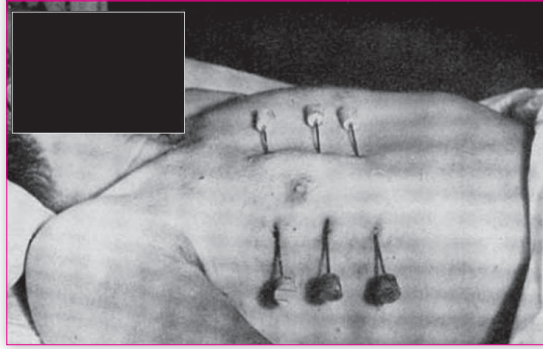
Tarihsel Süreç

Künt toraks travması sonrası tedavi ve takip stratejileri yıllar içinde çok radikal değişiklikler geçirmiştir. Bu olguların tedavi yönetimlerindeki ilgi cerrahi, stabilizasyon, sıvı replasmanı, pulmoner tuvalet ve ağrının kontrolüne odaklanılmıştı ve ventilatör tedavisine çok az dikkat çekilmişti^(83,87-90). Geçmişte, özellikle şiddetli akciğer kontüzyonu ve uzamış mekanik ventilasyon uygulanan olgularda, cerrahi olarak göğüs duvarının eksternal stabilizasyonu önerilmiştir⁽⁹¹⁻⁹³⁾. Örneğin; çoklu kaburga kırığı ve yelken göğüs tedavisinde 1930'lu yıllara kadar kum torbası, eksternal kompresyon, kayışla bağlama ile göğüs duvarının stabilizasyonu sağlanırken (Resim 2), sonraki 20 yılda teller, çengeller, vidalama veya iğneleme gibi (Resim 3) farklı mekanik aletler moda olmuştu^(74,91). Avery ve arkadaşları tarafından 1956 yılında pozitif basınçlı mekanik ventilasyonun göğüs duvarının internal stabilizasyonunu elde etmek için gerekli olduğu bildirildi⁽⁹⁴⁾. Bu yöntem travmatik yelken göğüs tedavisi için ilk modern yaklaşım idi.

Sonrasında künt toraks travmasının patofizyolojik etkisinin anlaşılmasıyla dikkatler göğüs duvarından, gaz değişiminde bozulma ve ARDS gibi komplikasyona sebep olan alttaki akciğerin yaralanmasına ve onun tedavisine doğru kaymıştır^(79,80,87,88). Bundan ötürü mekanik ventilasyon çoklu kot kırığı ve yelken göğüsün tedavisinde kabul edilen bir yöntem olmuştur⁽⁹⁵⁻⁹⁷⁾. Ancak bu invaziv tedavi formunun yaygın kullanımıyla beraber solunum yolu enfeksiyonları, sepsis, barotravma ve trakeal stenoz gibi komplikasyonlar ortaya çıkmıştır. Ayrıca, uzamış mekanik ventilasyonla beraber, ventilatörle ilişkili akciğer

Resim 1. Yelken göğüs oluşma mekanizması ve yelken göğüslü bir hastanın akciğer grafisi.



Şekil 1. Kent toraks travması sonrası hipoksemi mekanizması.**Resim 2.****Resim 3.**

travması, pnömoni, atelektazi ve sepsis gibi komplikasyonlar artmaktadır⁽⁹⁸⁾.

Toraks travması gelişen hastada ASY gelişiminin önlenmesi birincil hedef olmakla birlikte ASY gelişen hastalarda invaziv mekanik ventilasyonun mümkün olduğunca önlenmesi, bu hastalarda prognozu olumlu yönde değiştirecektir. Bu olgularda ideal ağrı tedavisi ve CPAP/BiPAP gibi noninvaziv tedavi modları uygulanmaya başlanmıştır^(87,88,99-106). Künt toraks travmalı olgularda noninvaziv tedavinin uygulanabilirliğini 70'li ve 80'li yıllardaki çalışmaların göstermiş olmasına rağmen bu çalışmalar retrospektif⁽¹⁰⁰⁾, sadece tanımlayıcı veya farklı tedavi grupları arasında randomizasyon bulunmayan çalışmaları^(99,100,104,107).

Son yayınlanan çalışmalarda da bu sıkıntılıların devam ettiği görülmektedir. Bu sıkıntılardan ötürü BTS'in (British Thoracic Society) noninvaziv ventilasyon rehberinde travma olgularında NIV kullanımı düşük düzeyde öneri olarak [grade C ve D] kabul görmüştür⁽¹⁰⁸⁾. Nava ve Hill'in derlemesinin ASY tedavisinde NIV için öneriler bölümünde de toraks travması sonrası NIV kullanımı üçüncü seviyede [level 3] yer almaktadır⁽¹⁰⁹⁾. Benzer şekilde Lieshning ve arkadaşları çalışmasında da NIV'in travmada kullanımı "zayıf deneyim olan grup" olarak belirtilmiştir⁽¹¹⁰⁾. Ancak yeterli analjezi ve yüksek akım nazal oksijen tedavisine rağmen hipoksik kalan toraks travmalı olgularda NIV'in oksijenizasyonu düzeltebileceği ve entübas-

yondan kaçınmayı sağlayabileceği [C düzeyi öneri] ve travmatik yelken göğüs durumunda iyi ağrı kontrolüyle beraber CPAP kullanımının alternatif olarak ilk tedavi seçeneği olduğunun belirtilmesi nedeniyle NIV'e olan ilgi devam etmektedir^(107,111).

Travmatik Olgularda CPAP Kullanımı

CPAP, FRK'yı arttırarak künt toraks travması sonrası altta yatan akciğer kontüzyonu ile beraber bozulmuş gaz değişimini düzeltmeyi amaçlamaktadır^(95,96). Ayrıca, CPAP kullanımı internal pnömatik istikrar ilkesini devam ettirirken trakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon (tEMV) ile ilgili riskleri önlemektedir⁽¹⁰⁰⁾. Tzelepis ve arkadaşları travmatik yelken göğüslü olgularda uygulanan üç değişik ventilatör modunun (CMV-continuous mandatory ventilation, IMV-intermittent mandatory ventilation ve CPAP) göğüs duvarı distorsiyonuna etkisini araştırdıkları çalışmanın sonucunda göğüs duvarı distorsiyonunun IMV'ye göre CPAP ile spontan solunum sırasında daha az bozulduğunu görmüşlerdir⁽¹¹²⁾. Bunun muhtemelen pozitif pleval basınçla ilişkili olduğu düşünülmektedir⁽¹⁰²⁾. Bu sonuç travmatik yelken göğüste CPAP'ın diğer ventilasyon modlarına göre daha efektif stabilizasyon sağladığını desteklemektedir. Ayrıca entübasyon yerine CPAP uygulanan hastalar sedasyon ihtiyacı ve entübasyon tüpü olmadığı için daha çabuk mobilize olacak ve solunum fizyoterapisine daha aktif eşlik edecektir⁽¹⁰¹⁾.

İzole toraks travmasında CPAP kullanımını destekleyen bilinen iki adet randomize kontrollü, üç adet retrospektif ve iki adet olgu serili çalışma vardır^(85,87-103).

Bolliger ve Van Eeden'nin çalışmasında künt toraks travması sonrası çoklu kot kırığı olan 69 olgu bölgesel analjeziyle kombine edilmiş CPAP (n= 36) ve tEMV (n= 33) uygulaması şeklinde randomize edilmişti⁽¹⁰¹⁾. Bölgesel analjeziyle kombine edilmiş CPAP tedavisinin tEMV'ye göre spesifik tedavi sürecini azalttığı (p= 0.0003) ve yoğun bakım ile hastanede yatışı kısalttığı gösterilmiştir (sırasıyla, p< 0.0001 ve p= 0.001). Komplikasyon oranının da CPAP grubunda daha az olduğu saptanmıştı (%28'e karşılık %73, p= 0.002). Ancak bu çalışma rölatif olarak orta düzeyde (ılımlı) gaz değişimi problemi yaşayan olguları içermekteydi. PaO₂/FiO₂ < 150 mmHg olan hastalar ağır hipoksi olarak kabul edilmiş ve çalışma dışı bırakılmıştı. Buna ek olarak, travma ağırlık skoru (ISS-injury severity score) entübe edilen grupta daha yüksekti (p= 0.02)⁽¹⁰¹⁾. Bu durumlar CPAP'ın asıl klinik sonuçlarının değerlendirilmesinin önüne geçmiştir.

Gündüz ve arkadaşları travmatik yelken göğüse sahip 43 olguluk prospektif çalışmalarında olguların 21'i

MV grubuna, 22'si CPAP grubuna randomize edilmişti⁽¹⁰²⁾. Verbal rating skorları ve morfin kullanımını CPAP grubunda zamanla azalmaktaydı ve CPAP alan olguların sağ kalımları daha iyiydi (p< 0.01).

Vidhani ve arkadaşları künt toraks travması sonrası pulmoner kontüzyon saptanan 75 olguyu retrospektif olarak incelemişlerdir⁽⁸⁹⁾. Bu çalışmanın sonucunda travmatik pulmoner kontüzyonu bulunan olguların güvenle NIV desteği alabileceği ve entübasyonun solunum sıkıntısından daha çok diğer nedenlerden dolayı gerekeceği belirtilmiştir. Tanaka ve arkadaşları retrospektif çalışmalarında da CPAP ile basınç desteğinin komplikasyon ve mekanik ventilasyona bağlı kalma süresini azalttığı görülmüştür⁽⁸⁵⁾.

Toraks travması sonrası CPAP uygulanan hastalarda başarısızlık oranları %0-2.7 arasında verilmektedir^(101,102). Ancak bu çalışmalarda hasta sayısının azlığından dolayı kesin bir yargıya varmak zordur.

Travmatik Olgularda BiPAP Kullanımı

İzole toraks travmasında BiPAP kullanımını destekleyen bilinen bir adet prospektif ve bir adet randomize kontrollü çalışma vardır^(105,106). Ayrıca, çeşitli nedenlerle ASY gelişen olguların alt grupları incelendiğinde de künt toraks travması sonrası BiPAP uygulaması hakkında yorum yapılabilmektedir^(25,66).

Xirouchaki ve arkadaşları prospektif çalışmalarında erkenden ve devamlı BiPAP uygulanan künt toraks travmalı 22 hasta incelenmiştir⁽¹⁰⁵⁾. BiPAP uygulaması sonrası birinci saatteki kan gazı, solunum ve kalp hızı değişimlerinin sonuçları incelendiğinde her parametrede iyi yönde iyileşme olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada BiPAP başarısı %81.9 bulunmuştu. BiPAP'ın başarılı olduğu grupta birinci saatte oksijenizasyon anlamlı düzeyde artmaktaydı. Başarısız gruptaki hasta sayısı az olmasına rağmen (n= 4), bu sonuçlar BiPAP uygulamasının birinci saatinde gaz değişiminde olan değişikliğin hastaların klinik sonuçlarını iyileştirebileceğini düşündürmektedir. Bu hipotez başka bir grup hastayla yapılan bir çalışmada BiPAP uygulaması sonrası birinci saat içindeki kan gazı değişikliğinin başarı ve başarısızlık üzerine güçlü ve bağımsız bir etkisinin olduğunun gösterilmesiyle desteklenmektedir⁽⁴²⁾. Bu bulgular künt toraks travması sonrası BiPAP uygulanan olgularda ilk saatlerde kan gazında iyileşme olmaması durumunda BiPAP uygulamasında ısrarcı olunmamasını ve entübasyonun geciktirilmemesi gerektiğini göstermektedir. Çünkü geciktirilmiş entübasyon kardiyak ve solunum arresti gibi istenmeyen yan etkilerle ilişkili olabilir^(65,71,72).

Hernandez ve arkadaşları 50 olguluk prospektif randomize kontrollü çalışmalarında künt toraks travması sonrası hipoksi gelişen olgularda yüksek akım oksijen tedavisi (10 L/dakika) (n= 25) ile BiPAP uygulananını (n= 24) karşılaştırmışlardır⁽¹⁰⁶⁾. Sadece oksijen tedavisi uygulanan grupta BiPAP uygulanan gruba göre entübasyon gereksiniminin (10/25; %40'a karşılık 3/25; %12, p= 0.02) daha fazla olması nedeniyle yarıda bırakılan bu çalışmayla toraks travması sonrası şiddetli hipoksi gelişen olgularda erken ve devamlı uygulanan BiPAP'ın entübasyonu önlediği gösterilmiştir⁽¹⁰⁶⁾. Çoklu analize göre de BiPAP entübasyon oranını azaltan tek faktördü (p= 0.01). Ayrıca, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, BiPAP grubundaki olguların daha uzun süre sonra entübe edildiği görülmüştü (p= 0.01).

Ferrer ve arkadaşlarının çeşitli hipoksemik ASY'li hasta popülasyonundan oluşan (%16'sı travma hastası, n= 18) çok merkezli randomize çalışması ile NIV'in toraks travmalı olgularda potansiyel rolünün entübasyondan kaçınma olduğu kısmen aydınlatılmıştır⁽²⁵⁾. Çünkü bu çalışmada solunum yetmezliğine sebep olan durumlar randomize edilmemiş ve toraks travması nedeniyle BiPAP alan veya almayan hasta sayısı çok az idi (BiPAP grubunda altı olguda ve kontrol grubunda 12 olguda). Torasik travmalı olgularda BiPAP alanların sayısının çok az olması, torasik travma skorunun verilmemesi ve hiperkapnik olguların dışlanmış olmasına rağmen entübasyon oranı BiPAP grubunda %17 iken, BiPAP uygulanmayan grupta %45 idi.

Çok merkezli kontrollü olmayan bir çalışmada, Antonelli ve arkadaşları çeşitli nedenlerle ASY gelişen 354 olguda BiPAP'ın başarısını incelemişlerdir. Bu olguların 72'si pulmoner kontüzyona ikincil akut hipoksemik solunum yetmezliği gelişen olgulardı ve bu alt gruptaki entübasyon oranı (BiPAP başarısızlığı) %18 idi⁽⁶⁶⁾. Travma yaygınlığının verilmemesi ve bu nedenle çalışmaların karşılaştırılmasının zorluğu nedeniyle kesin bir kanıt olmasa da toraks travmasının sebep olduğu ASY'li olgularda BiPAP'ın entübasyonu engellediği öne sürülmüştür.

Toraks Travması Sonrası NIV'in Komplikasyon, Mortalite, Yoğun Bakım ve Hastanede Kalış Üzerine Etkisi

NIV uygulananını sonrası abdominal distansiyon, hipotansiyon, barotrauma ile ilişkili komplikasyonlar (pnömotoraks, cilt altı amfizemi, bronkoplevral fistül), sekresyon retansiyonu, basınca bağlı olarak fasiyal cilt nekrozu ve solunum sıkıntısı ile solunum kaslarında yorgunlukta artış gibi çeşitli komplikas-

yonların görülebileceği belirtilmektedir. Ancak genel görüş NIV uygulananının minör komplikasyonlara yol açabileceği yönündedir ve bu minör komplikasyonlar travmatik olguların tedavi algoritmasında herhangi bir probleme sebep olmamaktadır⁽¹⁰⁵⁾.

Toraks travması sonrası CPAP ve BiPAP uygulanan olgularla ilgili çalışmalarda genel komplikasyon oranları sırasıyla %14-28 ve %13.6 olarak verilmektedir^(99,101,102,105). Bu oranlar entübasyon ve mekanik ventilasyon (tEMV) ile karşılaştırıldığı zaman çok düşük kalmaktadır. Trinkle ve arkadaşları çalışmasında genel komplikasyon oranı tEMV grubunda %100 iken tEMV uygulanmayan grupta %21 idi⁽⁹⁹⁾. Bolliger ve Van Eeden'nin çalışmasında da komplikasyon oranının CPAP grubunda daha az olduğu saptanmıştır (%28'e karşılık %73, p= 0.002). Benzer şekilde enfeksiyöz komplikasyonların tEMV grubunda CPAP grubuna göre daha çok olduğu belirtilmiştir (%48-84'e karşılık %14-18)^(87,99-101,102).

Pnömoninin yelken göğüslü olgularda en sık görülen enfeksiyon olduğu ve önlenmesinde bronşiyal hijyenin en önemli faktör olduğu bilinmektedir. Ancak bronşiyal hijyen bakımı entübe edilmiş olgularda çok zordur. Bu yüzden alt solunum yolları enfeksiyon oranı CPAP grubunda CPAP ile spontan solunum olduğu için daha iyi bronşiyal hijyen sağlanacağından daha düşüktür. Yeterli olmayan bronşiyal hijyen şüphesiz ki pulmoner morbiditeye de katkıda bulunacaktır⁽⁸⁵⁾. Gündüz ve ark⁽¹⁰²⁾ travmatik yelken göğüslü olgularda yaptıkları prospektif çalışmalarında nazokomiyal pnömoni oranlarını tEMV için %48 ve CPAP için %9 olarak vermiştir (p< 0.001).

Diğer yandan, künt toraks travmalı olgularda pozitif basınç ile inspiratuar faz yardımının teorik olarak barotrauma riskini ve bu nedenle morbiditeyi artırabileceği düşünülmektedir^(101,108). BTS rehberinde CPAP'ın kaburga kırığı olan hastalarda kullanıldığında tEMV ile benzer pnömotoraks geliştirme riskine sahip olduğu yer almaktadır⁽¹⁰⁸⁾. Ancak bu konu tartışmalıdır ve yayınlanan çalışmaların sonucu çelişkilidir.

Xirouchaki ve arkadaşları erkenden ve devamlı BiPAP uygulanan künt toraks travmalı 22 hastada yaptıkları prospektif çalışmalarında hiçbir olguda barotrauma ile ilişkili komplikasyon saptamamış ve belli aralıkta pozitif basınç uygulanarak yapılan BiPAP'ın toraks travmalı hastalarda barotrauma riskini arttırmadığını belirtmişlerdir⁽¹⁰⁵⁾. Ancak Hernandez ve arkadaşları 50 olguluk prospektif randomize kontrollü çalışmalarında pnömotoraksa eğilim istatistiksel olarak anlamlı olmasa da BiPAP grubunda kontrol grubuna

göre daha fazlaydı (%24'e karşılık %12, $p= 0.3$)⁽¹⁰⁶⁾. Yazarlar bu durumu uzun süre yüksek hava yolu basıncı kullanmalarına bağlamaktaydı.

CPAP ile ilgili yapılan çalışmalarda da barotravma ile ilişkili komplikasyon oranı %0-8.3 arasında verilmektedir^(101,102). Bolliger ve Van Eeden'nin çalışmasında CPAP ile tEMV uygulanması arasında barotravma ile ilişkili komplikasyonların görülmesi açısından fark saptanmamıştı (%8.3'e karşılık %9.0, $p> 0.05$)⁽¹⁰¹⁾.

Toraks travması sonrası NIV uygulanan olgularla ilgili çalışmalarda mortalite oranı %0-9 arasında verilmektedir^(99,101,102,105). NIV uygulanımı sonrası mortalitenin özellikle NIV başarısız grupta olduğu belirtilmektedir⁽¹⁰⁵⁾. İstatistiksel olarak anlamlı olmasa da toraks travması sonrası entübe edilen olgularda NIV uygulananlara göre daha fazla mortalite saptanmıştır^(101,102). Ancak çalışmalarda düşük glaskow skoru olan ve ağır santral sinir sistemi hasarı oluşan olgular çalışma dışı bırakıldığı için mortalite oranları düşük çıkmış olabilir. Çünkü çoklu travmalı olgularda santral sinir sistemi hasarının mortaliteyi artırıcı etkisi olduğu gösterilmiştir^(80,113). Ayrıca, NIV başarısız olgu sayısının azlığı ve mortalite oranının düşüklüğü NIV başarısızlığında mortalite hakkında herhangi bir spekülasyon yapmamıza engeldir.

Çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılabilmesi açısından bazı zorluklar olmasına rağmen, genel sonuç NIV ile tedavinin dramatik bir şekilde hastanede ve yoğun bakımda yatışı kısalttığı yönündedir^(99,101,102,106,107). NIV'in tEMV'ye göre yatış süresini kısaltması muhtemelen pnömoni gibi enfeksiyöz komplikasyonların tEMV grubundaki çokluğundandır.

Analjezinin Toraks Travması Sonrası NIV Kullanımına Etkisi

Künt toraks travması sonrası oluşan ağrının pulmoner fonksiyon, morbidite ve yoğun bakımda kalış süresine etkisi olabilir. Bu yüzden kot kırıklarında etkili ağrı yönetimi yeterli inspirasyon ve sekresyon temizlenmesine izin vererek tedavinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır⁽³⁸⁾. Ancak mekanik ventilasyon altındaki bir olguda sistemik olarak uygulanan ağrı kesicilerin solunum depresyonu gibi durumlara sebep olması bir sorun yaratmazken spontan soluyan hastalarda bu durumdan kaçınmak gerekmektedir. Bu yüzden sistemik ağrı kesiciler yerine lokal veya bölgesel (ing; regional) ağrı kesiciler kullanılmalıdır. İlk seçenekler interkostal blokaj veya epidural analjezi olabilir^(104,107). Bu yöntemler ağrının kesilmesini sağlar ve böylece erken mobilizasyon ile solunum fizyo-

terapisine adaptasyonu artırır. Bundan ötürü CPAP ile FRK artışı için potansiyel oluşturabilirler⁽¹⁰⁷⁾.

Ancak şu anki bilgimize göre bölgesel analjezinin entübasyon oranını azalttığına dair çok az bir kanıt varken EAST ağrı yönetimi rehberinde bölgesel analjezinin ventilatör gününü ve yoğun bakımda kalışı azalttığı belirtilmektedir [Kanıt düzeyi 2]⁽¹¹⁴⁾. Yoğun bakımda veya hastanede kalış süresi, pulmoner komplikasyon insidansı veya organ yetmezliği bakımından epidural ve hasta kontrollü analjezi (PCA) teknikleri arasında hiçbir anlamlı fark saptanmamıştır^(115,116).

Diğer taraftan, NIV uygulanan olgularda göğüs kafesinin pnömatik internal stabilizasyonu ağrı kontrolüne katkıda bulunup entübasyon oranının azalmasına yardımcı olur, bu durumda bölgesel analjezinin süresinin kısalmasına sebep olabilir⁽¹⁰⁶⁾. Gündüz ve arkadaşları çalışmasında morfin kullanımının CPAP uygulanan grupta zamanla azaldığı görülmüştür (ilk gün 35.40 ± 1.40 mg iken, yedinci gün 12.40 ± 0.95 mg)⁽¹⁰²⁾.

Çalışmalardaki eksiklikler

NIV çeşitli ASY paternlerine sahip olgularda gaz değişimini entübasyon kadar etkin şekilde düzelten güvenli bir yöntemdir ve tEMV'ye çok iyi alternatif olduğu gösterilmiştir^(26,40). Ancak hipoksemik olgularda NIV uygulanımı inceleyen daha önceki çalışmalar ya düşük bir oranda travma olgusu içeren karışık hasta gruplarını incelemişler ya da sınırlı şekilde tEMV ile karşılaştırma yapmışlardır^(25,66). İzole toraks travması sonrası NIV kullanımıyla ilgili çalışma sayısı ve de çalışmalardaki olgu sayıları da çok azdır^(87,88,99-106).

Ayrıca, her çalışmada dahil etme kriterleri, kaburga kırığı sayısı, altta yatan akciğer hastalığı, uygulanan analjezik türü ve dozu, PaO₂/FiO₂ oranları çok farklıdır. Bu da gerçekten hangi grup hastanın NIV'den fayda gördüğünü anlamamızı engellemektedir. Çalışmalardaki verilerin tek merkezin verilerini içermesi, gözlemsel bir çalışma olması ve genellikle, etik sıkıntılardan ötürü, kontrol grubunun olmaması bu çalışmaların diğer majör eksiklikleridir. Birçok çalışmada klinik kararı (entübasyon gibi) verecek kişiler araştırmacılardan ayrı bir grup olarak belirlense bile NIV çalışmalarının çift kör şekilde dizayn edilmesi çok zordur.

Sonuç

Künt toraks travması sonrası çeşitli nedenlerle (pulmoner kontüzyon, yelken göğüs vb.) solunum sıkıntısı oluşan seçilmiş olgularda bölgesel analjezi ile

kombine edilmiş NIV'in gaz değişiminin bozulması yönetimini güvenli bir şekilde yaptığı gösterildiği için böyle olgularda ilk tedavi seçeneği olarak kullanılması önerilmektedir. Şiddetli torasik travmayla ilişkili hipoksi durumunda erken uygulanan NIV, entübasyon ihtiyacını azaltmakta, daha az morbidite ile mortaliteye sebep olmakta ve hastanede yatış süresini kısaltmaktadır.

Ancak halen künt toraks travmalı hastalarda gelişen solunum sıkıntısının NIV ile tedavi edilmesini kuvvetli biçimde destekleyen ya da reddeden kesin veriler bulunmamaktadır. Kesin sonuçlara varmamızı sağlamak ve travma sonrası hipoksi tedavisinde bu protokolün öneminin belirlenmesi için ileri randomize ve büyük hasta sayılı çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Ali J, Weisel RD, Layug AB et al. Consequences of postoperative alterations in respiratory mechanics. *Am J Surg* 1974;128:376-82.
2. Nunn JF. *Respiratory aspects of anaesthesia*. In: Nunn JF, editor. *Applied respiratory physiology*. 3rd ed. Cambridge: Butterworth; 1987. p. 350-78.
3. Brown LK. *Surgical considerations: effects of surgery on lung function*. In: Brown LK, editor. *Pulmonary function tests in clinical and occupational lung disease*. Orlando, FL: Grune & Stratton; 1986. p. 341-51.
4. Jaber S, Chanques G, Jung B. Postoperative non-invasive ventilation. *Anesthesiology* 2010; 112: 453-61.
5. Nunn JF. *Respiratory aspects of anaesthesia*. In: Nunn JF, ed. *Applied respiratory physiology*. 3rd ed. Cambridge: Butterworth, 1987; 350-78
6. Brown LK. *Surgical considerations: effects of surgery on lung function*. In: Brown LK, ed. *Pulmonary function tests in clinical and occupational lung disease*. Orlando, Fla: Grune & Stratton, 1986; 341-51
7. Smetana GW. Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 1999;340:937-44.
8. Auriant I, Jallot A, Herve P et al. Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001 164:1231-1235
9. Schussler O, Alifano M, Dermine H et al. Postoperative pneumonia after major lung resection. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173:1161-1169
10. Köksal N. Preoperative evaluation. In: Özlü T, Metintaş M, Karadağ M, Kaya A (eds). *Respiratory System and Diseases*. 1st ed. Istanbul: Medical Publishing, 2010: 2543-55.
11. Lefebvre A, Lorut C, Alifano M et al. Non-invasive ventilation for acute respiratory failure after lung resection: an observational study. *Intensive Care Med* 2009; 35: 663-70.
12. Conti G, Cavaliere F, Costa R et al. Non invasive positive pressure ventilation with different interfaces in patients with respiratory failure after abdominal surgery: a matched control study. *Respir Care* 2007; 52: 1463- 71.
13. Aguilo R, Togores R, Pons S et al. Noninvasive ventilatory support after lung resectional surgery. *Chest* 1997; 112: 117-21.
14. Perrin C, Jullien V, Ve'nissac N et al. Prophylactic use of non-invasive ventilation in patients undergoing lung resectional surgery. *Respiratory Med* 2007; 101: 1572-1578.
15. Kutlu CA, Williams EA, Evans TW et al. Acute lung injury and acute respiratory distress syndrome after pulmonary resection. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 376-380
16. Patel RL, Townsend ER, Fountain W. Elective pneumonectomy: factors associated with morbidity and operative mortality. *Ann Thorac Surg* 1992;54:84-88.
17. Harpole D, Liptay MJ, Decamp MM et al. Prospective analysis of pneumonectomy: risk factors for major morbidity and cardiac dysrhythmias. *Ann Thorac Surg* 1996;61:977-982.
18. Stephan F, Boucheseiche S, Hollande J, et al. Pulmonary complications following lung resection. A comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Chest* 2000; 118: 1263-70.
19. Wright CD, Wain JC, Mathissen DJ, Grillo HC. Postpneumonectomy bronchopleural fistula after sutured closure: incidence, risk factors and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;112;1367-1371.
20. Conti G, Costa R, Spinazzola G. Non-invasive ventilation (NIV) in surgical patients with post-operative acute respiratory failure. *Current Anaesth Critic Care* 2006;17: 329-332.
21. Demoule A, Girou E, Richard JC et al. Increased use of non-invasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med* 2006; 32: 1747-1755
22. Girault C, Briel A, Hellot MF et al. Noninvasive mechanical ventilation in clinical practice: a 2-year experience in a medical intensive care unit. *Crit Care Med* 2003; 31: 552-559
23. Riviere S, Monconduit J, Zarka V et al. Failure of noninvasive ventilation after lung surgery: a comprehensive analysis of incidence and possible risk factors. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 39: 769-776.
24. Carlucci A, Delmastro M, Rubini F et al. Changes in the practice of non-invasive ventilation in treating COPD patients over 8 years. *Intensive Care Med* 2003; 29: 419-425
25. Ferrer M, Esquinas A, Leon M et al. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168 (12): 1438-1444
26. Meduri GU. Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1996;17:513-553.
27. Antonelli M, Conti G, Bufi M, et al. Non-invasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation—a randomized trial. *JAMA* 2000; 283: 235-41.
28. Duncan SR, Negrin RS, Mihm FG, et al. Nasal continuous positive airway pressure in atelectasis. *Chest* 1987; 92:621-24
29. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD et al. Effect of bi-level positive airway pressure (BIPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest* 1997;111:665-70.

30. Matte P, Jacquet M, Van Dyck M, Goenen M. 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* 2000;44:75–81.
31. Stock MC, Downs JB, Gauer PK, et al. Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. *Chest* 1985; 87:151-57
32. Jaber S, Delay JM, Chanques G et al. Outcomes of patients with acute respiratory failure after abdominal surgery treated with non-invasive positive pressure ventilation. *Chest* 2005;128(4):2688–95.
33. Chanques G, Jaber S, Delay JM, et al. Phoning study about postoperative practice and application of non-invasive ventilation. *Ann Fr Anesth Reanim* 2003;22:879–85 [Article in French]
34. Rocco M, Conti G, Antonelli M, et al. Non-invasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure after lung transplantation. *Intensive Care Med* 2001;27: 1622–6.
35. Özyılmaz E, Kaya A. Postoperatif hastada gelişen solunum yetmezliğinde noninvasif mekanik ventilasyonun yeri. *Tüberk Toraks* 2012; 60(2): 185-192
36. Kwok H, McCormack J, Cece R et al. Controlled trial of oronasal versus nasal mask ventilation in the treatment of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2003;31:468–73.
37. Evans TW. International Conferences in intensive care medicine: Noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2001;27:166–178
38. Kaya A, Ciledag A. Non invasive mechanical ventilation. In: Ozlu T, Metintaz M, Karadag M, Kaya A (eds). *Respiratory System and Diseases*. 1st ed. Istanbul: Medical Publishing, 2010: 1843-60
39. Pelosi P, Jaber S. Non-invasive respiratory support in the perioperative period. *Curr Opin Anesthesiol* 2010; 23: 233-8.
40. Antonelli M, Conti G, Rocco M et al. A comparison of noninvasive positive pressure ventilation and standard mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998;339:429–434.
41. Martin TJ, Hovis JD, Costantino JP et al. A randomized prospective evaluation of noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:807–813.
42. Stock MC, Downs JB, Corkran ML. Pulmonary function before and after prolonged continuous positive airway pressure by mask. *Crit Care Med* 1984;12:973–4.
43. Pinilla JC, Oleniuk FH, Tan L et al. Use of a nasal continuous positive airway pressure mask in the treatment of postoperative atelectasis in aortocoronary bypass surgery. *Crit Care Med* 1990;18:836–40.
44. Appendini L, Patessio A, Zanaboni S et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1069–76
45. Ricksten SE, Bengtsson A, Soderberg C et al. Effects of periodic positive airway pressure by mask on postoperative pulmonary function. *Chest* 1986;89:774–81.
46. Meduri GU, Turner RE, Abou-Shala N et al. Noninvasive positive pressure ventilation via face mask: firstline intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest* 1996;109:179–93.
47. Al-Saady N, Bennett ED. Decelerating inspiratory flow waveform improves lung mechanics and gas exchange in patients on intermittent positive-pressure ventilation. *Intens Care Med* 1985;11:68–75
48. Pennock BE, Crawshaw L, Kaplan PD. Noninvasive nasal mask ventilation for acute respiratory failure: institution of a new therapeutic technology for routine use. *Chest* 1994; 105:441-44
49. Celikel T, Sungur M, Ceyhan B, Karakurt S. Comparison of noninvasive positive pressure ventilation with standard medical therapy in hypercapnic acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151: 1799–1806.
50. Servera E, Sancho J, Zafra MJ, Marin J. Secretion management must be considered when reporting success or failure of noninvasive ventilation. *Chest* 2003;123:1773.
51. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2000; 344:481–7.
52. Masip J, Betbes A, Pez J et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary edema: a randomised trial. *Lancet* 2000;356:2126–32.
53. Meyer TJ, Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Ann Intern Med* 1994;120: 760–70.
54. Jaber S. Role of non-invasive ventilation in the perioperative period. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2010; 24: 253-65
55. Perrin C, El Far Y, Vandenbos F, et al. Domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in severe COPD: effects on lung function and quality of life. *Eur Respir J* 1997;10:2835–9.
56. Jaber S, Gallix B, Sebbane M. Noninvasive ventilation improves alveolar recruitment on postoperative patients with acute respiratory failure: a CT-scan study. *Intensive Care Med*. 2005; 31:S148
57. Ambrosino N, Nava S, Torbicki A, et al. Haemodynamic effects of pressure support and PEEP ventilation by nasal route in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1993; 48:523-28
58. Hilbert G, Vargas F, Valentino R, et al. Noninvasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease in patients with and without home noninvasive ventilation. *Crit Care Med* 2002;30:1453–8.
59. Demoule A, Girou E, Richard J-C, et al. Benefits and risks of success or failure of noninvasive ventilation. *Intensive Care Med* 2006;32:1756–65.
60. Burns KEA, Adhikari NKJ, Keenan SP, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: metaanalysis and systematic review. *BMJ* 2009;338:1553—74.
61. Çitak N, Sayar A, Metin M ve ark. Pulmoner aspergillomada altı yıllık 26 olgulu cerrahi tedavi sonuçları: Tek cerrahi servisinin deneyimi. *Tüberk. ve Toraks* 2011; 59: 62-69.

62. Sayar A, Çıtak N, Büyükkale S ve ark. Sleeve karinal rezeksiyon ve rekonstrüksiyon: Malign tümörlerin karinal invazyonunun cerrahi endikasyonu ve sonuçları. *Turk Gogus Kalp Dama* 2013;21(2):392-401
63. Esteban A, Frutos F, Tobin MJ, et al. A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. *Spanish Lung Failure Collaborative Group. N Engl J Med* 1995;332:345-350.
64. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbation of COPD. *N Engl J Med* 1995;151:1799-1806.
65. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *New Engl J Med* 2004;350:2452-60.
66. Antonelli M, Conti G, Moro ML, et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multicenter study. *Intensive Care Med* 2001; 27: 1718-1728
67. Yoshida Y, Takeda S, Akada S, et al. Factors predicting successful noninvasive ventilation in acute lung injury. *J Anesth* 2008;22:201-6.
68. Wallet F, Schoeffler M, Reynaud M, et al. Factors associated with non-invasive ventilation failure in postoperative respiratory insufficiency: an observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 270-4.
69. Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, et al. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. An epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163: 874-880
70. Demoule A, Girou E, Richard JC, et al. Increased use of non-invasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med* 2006; 32: 1747-1755
71. Delclaux C, L'Her E, Alberti C, et al. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask: a randomized controlled trial. *JAMA* 2000; 284: 2352-2360
72. Ferrer M, Esquinas A, Leon M, et al. Noninvasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2003; 168: 1438-1444
73. Garpestad E, Brennan J, Hill NS. Noninvasive ventilation for critical care. *Chest* 2007;132:711-20.
74. Pinilla JC. Acute respiratory failure in severe blunt chest trauma. *J Trauma.* 1982; 22(3): 221-6.
75. Demling RH, Pomfret EA. Blunt chest trauma. *New Horiz.* 1993 Aug;1(3):402-21.
76. Mizushima Y, Hiraide A, Shimazu T, et al. Changes in contused lung volume and oxygenation in patients with pulmonary parenchymal injury after blunt chest trauma. *Am J Emerg Med.* 2000;18:385-389.
77. Garber BG, Hebert PC, Yelle JD, et al. Adult respiratory distress syndrome: a systematic overview of incidence and risk factors. *Crit Care Med* 1996; 24: 687-695
78. Karmakar MK, Ho AM. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs. *J Trauma* 2003; 54: 615-625.
79. Ferguson M, Luchette FA. Management of blunt chest injury. *Respir Care Clin North Am* 1996; 2: 449-466.
80. Dimopoulou I, Anthi A, Lignos M, et al. Prediction of prolonged ventilatory support in blunt thoracic trauma patients. *Intensive Care Med* 2003; 29: 1101-1105.
81. Cohn SM. Pulmonary contusion: review of the clinical entity. *J Trauma* 1997; 42(5): 973-979.
82. Tyburski JG, Collinge JD, Wilson RF, Eachempati SR. Pulmonary contusions: quantifying the lesions on chest X-ray films and the factors affecting prognosis. *J Trauma.* 1999; 46(5): 833-838
83. Sharma S, Mullins RJ, Trunkey DD. Ventilatory management of pulmonary contusion patients. *Am J Surg.* 1996; 171(5): 529-532.
84. Bulger EM, Arneson MA, Mock CN, et al. Rib fractures in the elderly. *J Trauma.* 2000; 48: 1040-1046.
85. Tanaka H, Tajimi K, Endoh Y, et al. Pneumatic stabilization for flail chest injury: an 11 year study. *Surg Today* 2001;31:12-17.
86. Dunham CM, Barraco RD, Clark DE et al. EAST Practice Management Guidelines Work Group. Guidelines for emergency tracheal intubation immediately after traumatic injury. *J Trauma.* 2003;55:162-179.
87. Linton DM, Potgieter PD. Conservative management of blunt chest trauma. *S Afr Med J* 1982; 61 (24): 917-919
88. Hurst JM, DeHaven CB, Branson RD. Use of CPAP mask as the sole mode of ventilatory support in trauma patients with mild to moderate respiratory insufficiency. *J Trauma* 1985; 25 (11): 1065-1068
89. Vidhani K, Kause J, Parr M. Should we follow ATLS guidelines for the management of traumatic pulmonary contusion: the role of non-invasive ventilatory support. *Resuscitation.* 2002; 52(3): 265-268.
90. Gregoretti C, Beltrame F, Lucangelo U, et al. Physiologic evaluation of non-invasive pressure support ventilation in trauma patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med.* 1998; 24(8): 785-790.
91. Thomas AN, Blaisdell FW, Lewis FR Jr, et al. Operative stabilization for flail chest after blunt trauma. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1978;75:793-801.
92. Freedland M, Wilson RF, Bender JS, et al. The management of flail chest injury, factors affecting outcome. *J Trauma* 1990;30:1460-8.
93. Trunkey DD. Chest wall injuries. In: *Trauma management: cervicothoracic trauma*, 2nd ed. In: Blaisdell FW, Trunkey DD, eds. New York: Thieme, 1994:355-73.
94. Avery EE, Morch ET, Benson DW. Critically crushed chests: A new method of treatment with continuous mechanical hyperventilation to produce alveolar apnea and internal pneumatic stabilization. *J Thorac Surg* 1956;32:291-311.
95. Roscher R, Bittner R, Stockmann U. Pulmonary contusion. *Arch Surg* 1974; 109:508 10
96. DeMuth WE, Smith JN. Pulmonary contusion. *Am J Surg* 1965; 109:819-23
97. Rodriguez A. Injuries of chest wall, the lung and the pleura. In: Turney SZ, Rodriguez A, Cowley RA, eds. In: *Management of cardiothoracic trauma*, edn. Baltimore: Williams and Wilkins, 1990:155-77.
98. Kingston DW, Phang PT, Leathley MJ. Increased incidence of nosocomial pneumonia in mechanically ventilated patient with subclinical aspiration. *Am J Surg* 1991;161:589-92.

99. Trinkle JK, Richardson JA, Trany JL, et al. Management of flail chest without mechanical ventilation. *Ann Thorac Surg* 1975; 19: 355-63
100. Shackford SR, Smith DE, Zarins CK, et al. The management of flail chest: a comparison of ventilatory and non-ventilatory treatment. *Am J Surg* 1976; 132:759-63
101. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures: Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. *Chest* 1990; 97: 943-948.
102. Gunduz M, Unlugenc H, Ozalevli M, et al. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flail chest. *Emerg Med J* 2005;22(5):325-329
103. Nishiumi N, Fujimori S, Katoh N, et al. Treatment with internal pneumatic stabilization for anterior flail chest. *Tokai J Exp Clin Med.* 2007; 32 (4): 126-130
104. Rankin APN, Comber REH. Management of 50 cases of chest injury with a regimen of epidural bupivacaine and morphine. *Anaesth Intensive Care* 1984; 12:311-14 41
105. Xirouchaki N, Kondoudaki E, Anastasaki M, et al. Noninvasive bilevel positive pressure ventilation in patients with blunt thoracic trauma. *Respiration* 2005;72:517-522
106. Hernandez G, Fernandez R, Lopez-Reina P, et al. Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia. A randomized clinical trial. *Chest* 2010; 137(1):74-80
107. Dittmann M, Keller R, Wolff G. A rationale for epidural analgesia in the treatment of multiple rib fractures. *Intensive Care Med* 1978; 4: 193-97
108. Boundain S, Blumenthal S, Cooper B et al. British Thoracic Society Standards of Care Committee: Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002; 57 (3): 192-211.
109. Nava S, Hill N. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Lancet* 2009; 374: 250-59
110. Lieshning T, Kwok H, Hill N. Acute applications of noninvasive positive pressure ventilation. *Chest* 2003;124: 699-713
111. Pettiford BL, Luketich JD, Landreneau RJ. The management of flail chest. *Thorac Surg Clin.* 2007;17:25-33.
112. Tzelepis GE, McCool FD, Hoppin FG. Chest wall distortion with flail chest. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:31-7.
113. Schulpfen TM, Doesburg WH, Lemmens WA, Gerritsen SM. Epidemiology and prognostic signs of chest injury patients. *Injury* 1986; 17: 305-308.
114. Simon BJ, Cushman J, Barraco R, et al; EAST Practice Management Guidelines Work Group. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma. *J Trauma* 2005; 59(5): 1256-1267.
115. Wu CL, Jani ND, Perkins FM, et al. Thoracic epidural versus intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fracture pain after motor vehicle crash. *J Trauma* 1999;47:564-7.
116. Moon MR, Luchette FA, Gibson SW. Prospective randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg* 1999;229:684-91.