

Derleme

Genel Anestezide Pozitif Ekspirasyon-Sonu Basınç (PEEP) Uygulamasının Postoperatif Akciğer Komplikasyonları ve Mortaliteye Etkisi Nedir?

Bilge Çelebioğlu

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET

PEEP uygulamasının genel anestezi altında solunum fonksiyonlarını düzelttiği bilinmektedir. PEEP uygulanan hastalarda, PEEP'in postoperatif mortaliteyi ve pnömöni gibi solunum komplikasyonları riskini azaltıp azaltmadığı bilinmemektedir. Günümüzde, intraoperatif PEEP uygulanmasının postoperatif mortalite ve solunum komplikasyonları üzerine etkileri hakkında bir sonuca varmak için henüz yeterli veri mevcut değildir.

Anahtar kelimeler: Anestezi, ventilasyon, PEEP, postoperatif mortalite ve solunum hasarı

SUMMARY

What is the Effect of Positive End-expiratory Pressure (PEEP) on Postoperative Pulmonary Complications and Mortality During General Anaesthesia?

It has been known that PEEP can improve respiratory function under general anaesthesia. We do not know whether patients who receive PEEP have a lower risk of postoperative mortality or respiratory complications such as pneumonia. There is currently insufficient evidence to make conclusions about how intraoperative PEEP affects postoperative mortality and respiratory complications.

Key words: Anaesthesia, ventilation, PEEP, postoperative mortality and respiratory failure

J Turk Anaesth Int Care 2011; 39(3):106-114

Alındığı Tarih: 03.12.2010

Kabul Tarihi: 07. 03.2011

Yazışma adresi: Dr.Bilge Çelebioğlu, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Ankara

e-posta: bilgesel1@gmail.com

Genel anestezi bilindiği gibi Fonksiyonel Rezidüel Kapasite (FRK)' de azalmaya neden olur.^(1,2) Hastalar operasyon masasına supin pozisyonda yattığı anda bile FRK yaklaşık olarak % 20 oranında azalır. Bu düşüş, inspiratuvar kas tonusundaki azalmaya bağlı olduğu gibi abdominal basınçtaki artış ve torasik kan hacmindeki değişiklikler nedeniyle de gelişmektedir. Anestezi indüksiyonu ile FRK'deki bu düşüş % 10 oranında artar.⁽³⁾ Böylece genel anestezi atelektaziye yol açar. Supin pozisyon, cerrahi aletlerin abdominal basısı, hava yolları üzerine direkt basınç etkisi ve kompresyon atelektazisi ile genel anestezi sırasında atelektazi gelişebilir.^(4,5) Laparoskopik girişimler sırasındaki abdominal basınç artışı buna bir örnek oluşturur. Nitroz oksitin veya oksijenin ani absorpsiyonu ile hava yollarında oklüzyon ve absorpsiyon atelektazisi gelişir.

Obez hastalarda anestezi boyunca FRK' deki azalma daha fazladır, Vücut Kitle İndeksi (BMI) ile FRK arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur.^(5,6) Obez hastalar daha fazla atelektaziye maruz kalır ve ek olarak akciğer hastalıkları, yaş, cerrahi süresinin uzunluğu da olayı etkileyen önemli faktörlerdendir. Son 50 yıldır obezitenin akciğer fonksiyonları üzerine etkisi araştırılmakta ve astım ile obezitenin bir aradaki seyri nedeniyle, obezitenin akciğerlerdeki mekanik etkisi halen tartışılmaktadır. Çalışmalardan elde edilen sonuçlar, lipid depozisyonunun hava yollarındaki direkt yapısal etkisi üzerinde toplanmaktadır. Hava yolu patolojisi üzerine yapılacak direkt çalışmalar konuyu aydınlayabilecektir. Astım ve obezite arasındaki ilişkiyi anlamamızda bronkokonstriksiyonun etkilerini fizyolojik değişiklikler üzerinden değerlendirmek doğru olacaktır.⁽⁷⁾

Yapılan çalışmalarda, anestezi sırasında

pozitif ekspirasyon sonu basınç (Positive End-Expiratory Pressure: PEEP) uygulanması, atelektazilerin önlenmesinde etkili gibi gözükmektedir.^(8,9) İntraoperatif periyod süresince yetersiz gaz değişimi sonucu atelektazinin postoperatif hipoksemiye neden olduğu fikri de savunulmaktadır.⁽⁹⁻¹¹⁾ Atelektazilerin gelişmesi ile sekresyonların temizlenmesi güçleşir ve lenfatik drenaj bozulur. Böylece infeksiyona predispozan faktörler ortaya çıkar. Tüm bu faktörlerin etkisi ile hastaların postoperatif dönemlerinde solunumsal sorunlar, pnömoni ve mortaliteye kadar varan sonuçlarla karşılaşılabilir. Çalışmalarda PEEP'in etkisinin atelektaziyi önlediği ve sonuçta da postoperatif komplikasyonları geriletmediği savunulmaktadır. PEEP gibi medikal uygulamalar olumlu ya da olumsuz sonuçlara neden olabilir. Akut solunum sıkıntısı olan hastalarda ekspirasyonda kapanmayı (derecruitment) önleyen PEEP düzeylerinin yararlı etkilerine karşın, hastaların 1/3'ünden fazlasında dependant olmayan akciğer bölgelerinde bulunan ve havalanması normal olan akciğer bölgelerinde hiperinflasyona yol açtığı saptanmıştır.⁽¹²⁾ Bu durumda PEEP bazı alveol ünitelerinde aşırı gerilmeye yol açarak gerilim hasarına yol açabilir. PEEP sonucunda intraplevral basınçtaki artış ayrıca barotrauma riskini de artırabilir ve kardiyovasküler dinamiği bozabilir. Peroperatuvar dönemde kardiyovasküler sistem etkilenir ve kardiyovasküler desteğe gereksinim duyulabilir. Bu durum postoperatif dönemde de etkileyerek, postoperatif kardiyak risk değişikliklerine neden olabilir.

Ancak, yüksek tidal hacimlerin de tek başına akciğer hasarı yapabileceğini bilmekteyiz. Akut solunum sıkıntısı sendromu (Acute Respiratory Distress Syndrome: ARDS) olan hastalarda 6 mL/kg tidal hacim kullanılarak yapılan koruyucu ven-

tilasyona rağmen, akciğer bilgisayarlı tomografisinde, havalanmayan kompartmanı fazla olan hastalarda, bu denli küçük tidal hacim kullanılmasının bile normal havalanmış akciğer bölgelerinde tidal hiperinflasyona yol açabildiği saptanmıştır.⁽¹²⁾ Yüksek tidal hacimlere bağlı olarak alveollerin aşırı gerilmesi ile lokal ve sistemik inflamasyon yolları üzerinden ultrastruktürel akciğer hasarı gelişir. Düşük tidal hacimlerle (6 mL/kg) beraber PEEP uygulanması Acute Respiratory Distress Syndrome Network (ARDSnet) tarafından da akciğer koruyucu strateji olarak bildirilmiştir.⁽¹³⁾ Akciğer koruyucu ventilasyon adı verilen bu stratejinin, akut akciğer hasarı (Acute Lung Injury: ALI) ve ARDS'si olan hastalarda ARDSnet çalışmasında, 12 mL/kg tidal hacmin kullanıldığı geleneksel ventilasyon yapılanlara kıyasla, daha düşük mortaliteye yol açtığı saptanmıştır.⁽¹³⁾ Düşük tidal hacimle ventilasyonun perioperatif dönemde kullanıldığı çalışmalara da rastlanmaktadır. Akut akciğer hasarı veya ARDS tanısı ile bazıları yoğun bakımda koruyucu akciğer ventilasyonu yapılan ve bu tanıyı izleyen 24 saat-14 gün arasında genel anestezi altında cerrahi girişim geçiren hastalarda, cerrahi girişim sırasında ≤ 6.5 mL/kg tidal hacim kullanımına uyumun araştırıldığı bir çalışmada, düşük tidal hacimle ventilasyona uyumun beklenenden düşük olduğu ve preoperatif koruyucu ventilasyon yapılan hastalarda daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada ayrıca, intraoperatif dönemde düşük tidal hacimli ventilasyon uygulanan ve uygulanmayan hastalarda postoperatif 24 saatteki solunumsal parametreler ve hastanede kalma süresi ile mortaliteyi içeren hasta sonuçları birbirinden farklı bulunmuştur.⁽¹⁴⁾ Ancak, bu çalışmanın düşük tidal hacimle ventilasyon yapılan hastalarda, anestezi sırasında plato basıncının izlenememesi ve yalnızca tidal

hacmin sınırlandırılması, perioperatif düşük tidal hacimle ventilasyon yapılmayan grupta kullanılan tidal hacmin (ortalama 8.0 ± 0.9 mL/kg) geleneksel tidal hacim olarak kabul edilen 12 mL/kg tidal hacimden önemli derecede düşük olması, ameliyat süresinin kısa ve hasta sayısının az olmasını içeren çeşitli metodolojik sınırlamaları mevcuttur. Bu konu henüz yeterince araştırılmamıştır ve genel anestezi boyunca akciğer koruyucu stratejinin uygulanması, dinamik fizyolojik değişimlere neden olabilir ve araştırmalara açık gözükmektedir.

Ventilasyon ve Oksijenasyonun Sağlanması

Pozitif basınçlı mekanik ventilasyonun amacı, hava yolunda atmosferik basınca göre pozitif bir basınç oluşturarak hava yolundan akciğerlere gaz akımı olmasını sağlamak ve böylece solunum sisteminin elastik hacminde (akciğerler ve göğüs duvarı) artışa yol açmaktadır. Aslında pozitif basınçlı ventilasyon, spontan solunumun tamamen zıttıdır. Spontan solunum sırasında inspirasyon, pozitif basınçlı ventilasyondan farklı olarak solunum kaslarının oluşturduğu negatif intratorasik basınç ile gerçekleşir. Hem spontan solunum ve hem de mekanik ventilasyon sırasında ekspirasyon ise solunum sisteminin elastik geri çekilmesine bağlı olarak gelişen pasif bir işlemdir.

Mekanik ventilasyon sırasında hava yolu basınçları sürekli olarak monitorize edilmelidir. Basınç, volüm ve akım ilişkisi önemlidir. Alveollerdeki basıncın direkt ölçümü çok kolay değildir ya da transpulmoner (alveollerin iç-dış basınç farkı) basınç ölçümü çok önemlidir. Farmakolojik olarak kas gevşemesi ve/veya derin sedasyon yapılan hastalarda solunum kaslarının katkısı yoktur. Bu durumda solunum kas-

ları tarafından oluşturulan total basınç, hava yolu açıklığında Peak İspiratuvar Basınç (PIP) - End Ekspiratuvar Basınç (ekspirasyon sonu basınç) olarak ölçülebilir. Ventilatör tedavisi sırasında PEEP kullanıldığında veya internal PEEP geliştiğinde total basınç [PIP-PEEP]'e eşitlenir. Sonuçta, mekanik ventilasyon sırasında yüksek PIP değerleri ortaya çıkabilir. Özellikle yüksek inspiratuvar akım, yüksek hava yolu direnci, yüksek tidal volüm, düşük komplians ve yüksek PEEP, peak inspiratuvar basınçta artışa neden olur. Plato basıncının ölçülmesi alveolar basınç hakkında fikir verebilir. İspirasyonun duraksama (pause) fazı sırasında hava yolu açıklığı ve alveol arasında statik bir gaz kolonu olduğu düşünülürse, plato basıncının yaklaşık olarak alveolar basıncı yansıtacağı kolayca anlaşılabilir.

Operasyon odalarındaki ventilatörlerde, dakika ventilasyonunu belirleyen parametreler (tidal volüm ve solunum hızı) kontrol edilebilir. Bunun yanı sıra sürekli End-tidal CO₂ monitorizasyonu ventilasyonun gerçek zamanlı yeterliliğini tayin için kullanılır. Böylece CO₂ yapımında bir artış (sepsis, malign hipertermi vb.) veya ölü mesafe artışı (solunum devrelerinin distal bölümündeki uzunluk, pulmoner dolaşım anomalileri) fark edilebilir. Geleneksel ventilatör uygulamalarında oksijenasyon iki primer değişken olan inspirasyon havasındaki oksijen konsantrasyonu (FiO₂) ve PEEP ile değerlendirilir. FiO₂ alveolar gaz eşitliğinden takip olunabilirken, PEEP daha komplikedir. Alveolar gaz eşitliği dolaşıma geçen oksijeni göstermese de alveolar parsiyel oksijen basıncını belirtir, oksijenin dolaşıma geçişi ise ventilasyon / perfüzyon (V/Q) dengesi tarafından belirlenir. Ancak, V/Q'nün sıfır olduğu bir durumda, kan ventile olan akciğer bölgelerine uğramadan yani gaz değişimine

katılmadan sol kalbe dökülür. Şant adı verilen bu durum bazı anatomik nedenlerle normal koşullarda da az miktarda mevcuttur. Thebesian ve bronşiyal venlerin kanı pulmoner kapillere uğramadan doğrudan kalbin sol tarafına dökülür ve bu nedenle de kalp debisinin % 2-3'ü kadar bir şant oluşur. Patolojik şantlar, intrakardiyak sağ-sol şantlara bağlı kardiyak şantlardan, pulmoner arteriovenöz malformasyonlara bağlı pulmoner vasküler şantlardan veya daha sıklıkla atelektazi, konsolide pnömoni ve pulmoner ödeme bağlı olarak kanın az havalanan akciğer alanlarından aktığı kapiller veya pulmoner parankimal şantlardan kaynaklanabilir. Diğer bir özel durum ise V/Q oranının sonsuza yaklaştığı alveolar ölü boşluk tipi ventilasyondur ve bu durumda alveol epiteli ile temas eden total ventilasyon, pulmoner kan akımı olmadığı için gaz değişimine katılmaz. Ölü boşluk etkisi (V/Q oranı >1.0) adı verilen diğer bir durumda ise perfüzyona kıyasla ventilasyonu fazla akciğer alanları mevcuttur ve bu nedenle az da olsa bir miktar perfüzyon devam ettiğinden minimal gaz değişimi olmaktadır. Akciğer ünitelerinde V/Q spektrumunda oluşan heterojen dağılım, mekanik ventilasyon ile düzeltilebilir. PEEP ile alveoller, sürekli olarak kapanma basınçları üstünde bir basınç ile atelektaziden korunur. PEEP efektif olduğunda intrapulmoner şantlar, yetersiz V/Q oranları ve oksijenasyon düzeltilir. Buna karşı PEEP, yüksek hava yolu basınçlarına bağlı pulmoner vasküler direnç artışı ile sağdan-sola intrakardiyak şant akımını artırır ve bu nedenle de oksijenasyonun bozulmasına yol açar. PEEP uygulamasının ne kadar ve nasıl uygulanacağı konusu halen tartışmalıdır. PEEP etkisi ile ortaya çıkabilecek barotravma ve intratorasik basınçtaki artış sonucu venöz dönüşteki azalma gibi yan etkileri daima akılda tutulmalıdır. PEEP uygulaması sıra-

sında oluşabilecek yan etkiler ventilatör modlarındaki değişikliklerle ve ortalama hava yolu basınçlarındaki artışlarla uyumludur.^(15,16)

Özellikle solunumsal hasarı olan hastalarda diğer komorbid nedenlerle birlikte organ disfonksiyonları da olaya eşlik eder. Bu gibi durumlarda ventilasyon parametrelerinin yanı sıra pulmoner komplians ve arteriyel kan gazı değerlerinin monitörizasyonu da önemlidir. Geleneksel volüm kontrollü ventilasyon modları ile solunumsal hasarı olan hastaların oksijenasyonunu sağlamak oldukça güçtür. Şiddetli solunumsal hasarı olan hastalarda basınç kontrollü ventilasyon uygulamaları makro-mikroskopik barotravmayı azalttığı gibi akciğer alanlarında uniform bir ventilasyon dağılımı sağlar. Airway Pressure Release Ventilation (APRV) ve Biphasic Positive Airway Pressure (BIPAP) ventilasyon tipleri, basınç sınırlı ve zaman ayarlı modlardır, V/Q oranını ve distribüsyonu artırır. Sol ventrikül disfonksiyonu olan hastalar, spontan soluklara eşlik eden önyük ve sol ventrikül ardyük artışlarını tolere edemeseler de APRV ve BIPAP kullanımı için mutlak kontrendikasyon oluşturmazlar. High-Frequency Oscillatory Ventilation (HFOV) tipi ventilasyon ile küçük tidal volümler ve yüksek ortalama hava yolu basınçları ile atelektaziyi önlenir, hava yolları açık tutularak oksijenasyon artırılabilir. Ekstrakorporeal Membran Oksijenasyon (ECMO) ile antikoagülasyon ve kan transfüzyonu gereksinimine rağmen oksijenasyonu düzeltilemeyen, dirençli hiperkarbisi olan, hemodinamik destek gerektiren uzun süredir tedavi altında tutulan hastalarda destek bir tedavi yöntemi olarak akıldan bulundurulmalıdır.^(15,16)

İntraoperatif Yaklaşım

İntraoperatif atelektaziyi önlemek ve alveoler-arteriyel oksijen farkını (A-a DO₂) azaltmak amacı ile çeşitli ventilasyon yöntemleri uygulanabilir. Yapılan ilk randomize çalışmalarda manuel ventilasyon, büyük volümlerle ventilasyon, PEEP ve basınç kontrollü ters oranlı ventilasyon (IRV) tipleri karşılaştırıldığında hem intraoperatif etkileri hem de postoperatif atelektazi gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. PEEP ve IRV intraoperatif A-aDO₂ üzerine olumlu etkili iken, hiçbir yöntem postoperatif atelektazinin önlenmesinde etkin bulunamamıştır.⁽¹⁶⁾ Baş aşağı ve litotomi pozisyonunda genel anestezi alan obez olmayan hastalarda 10 mL x 25 (metre cinsinden boy olarak) 2 formülüne göre tidal hacim ve 8/dk. solunum frekansı olacak şekilde ventilasyon uygulamasının, %50 FiO₂ ile normokapni ve PaO₂>80 mmHg sağladığı, ancak pozisyon değişikliğinin veya yukarıdaki ventilasyon stratejisine 5 cmH₂O PEEP ilavesinin PaO₂ değerlerini önemli derecede değiştirmedeği bildirilmiştir.⁽¹⁶⁾

Kardiyak cerrahi boyunca 12 cmH₂O PEEP uygulanan ve uygulanmayan hastalar karşılaştırılmış, operasyon sonunda yapılan rekrutman manevraları sonunda, yalnız PEEP uygulanan grupta akciğer volümlerinin arttığı fakat PaO₂ artışı olmadığı, yalnızca rekrutman manevrası uygulanan grupta ise efektif etki olmadığı bildirilmiştir. PEEP ve rekrutman manevralarının birlikte uygulandığı grupta ise akciğer volümleri ve PaO₂ de efektif bir artış tespit edilmiştir.⁽¹⁷⁾

Laparoskopik cerrahi yaklaşımlarda oluşturulan pnömoperitonyum, parsiyel CO₂ basıncını ve intraabdominal basıncı artırarak solunum mekanikleri üzerinde önemli

etkiler oluşturur. Böylece diyafragma itilerek akciğerler üzerinde bası ve pulmoner kan akımında şift oluşur. Atelektaziler gelişir, arteriyel oksijenasyon bozulur. Atelektazik alanlar üzerinde tidal rekruitment manevrası uygulaması diğer akciğer alanlarında parankimal mekanik stres oluşturur. Nöromusküler blokajın eklenmesi sonucu ise solunum sistemi üzerinde mekanik anlamda büyük değişiklikler oluşmazken, laparoskopi cerrahiler sonrası postoperatif morbiditede artış olabilmektedir. Laparoskopik cerrahilerde 10 cm H₂O PEEP uygulaması, solunum sisteminin artmış direnci ve elastans üzerinde olumlu etkiler oluşturur.⁽¹⁸⁾ Laparoskopik cerrahi uygulanan obez hastalarda postoperatif atelektazinin giderilmesi daha yavaş olur. Bu tip hastalarda fonksiyonel rezidüel kapasite, göğüs duvarı ve akciğer kompliansı düşüşü nedeniyle solunum mekanikleri zayıflamıştır. Oksijen indeksinde (PaO₂/PAO₂) azalma ile hava yollarında kapanma meydana gelir. Obez hastalarda atelektazi sonuçlarının düzeltilmesi önemli olduğu kadar aynı zamanda zordur. Vital kapasite manevralarını takiben 10 cmH₂O PEEP uygulanması obez hastalarda, intraoperatif ve postoperatif oksijenasyon açısından ideal gözükmektedir. Postoperatif bilgisayarlı tomografi (CT) uygulamaları sonucunda akciğerlerdeki atelektazi skoru oldukça düşük bulunmuştur. Böylece hastaların anestezi sonrası yoğun bakım ünitelerinde (PACU) kalış süreleri kısalmış ve laparoskopik cerrahi uygulanan obez hastaların postoperatif dönemdeki oluşabilecek komplikasyonları azalmıştır.^(19,20)

Major cerrahilerden sonra gelişen solunum komplikasyonları, hastanede kalış süresini uzattıkları için ekonomik açıdan da önem taşır ve postoperatif morbidite ve mortaliteyi artırır. Profilaktik klinik müdahaleler sonucunda postoperatif erken

veya uzun dönem komplikasyonlar önlenbilir. Preoperatif dönemde göğüs fizyoterapisi ve postoperatif dönemde akciğer ekspansiyon manevraları bazı yararlar sağlayabilir. Sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) uygulamaları, kardiyak cerrahide yeterli sonuçlar elde edilmemiş olsa da, genel popülasyonda postoperatif solunum komplikasyonlarını azaltır. Randoimize kontrollü çalışmalarda yüksek risk taşıyan hastaların elektif major cerrahi girişimlerinde epidural anestezinin solunum hasarı riskini geriletmediği gösterilmiştir.^(20,21) Böylece uzamış mekanik ventilasyon ve yeniden entübasyon olasılıkları ortadan kalkar. Abdominal ve torasik cerrahi uygulanan hastalarda yapılan meta-analiz sonuçlarına göre, epidural anestezi uygulamasının solunum fonksiyonları üzerinde postoperatif sistemik analjezi uygulamalarına göre daha çok olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. Ayrıca postoperatif solunum yetmezliği riskini azalttığı vurgulanmıştır.⁽²²⁻²³⁾

Spinal intradural tümör cerrahisi uygulanan hastalarda, pnömosefali özellikle şiddetli patolojilerde, postoperatif dönemde önemli bir radyolojik bulgudur. Hasta açısından ve klinik olarak huzursuz edici bir tanıdır. Pnömosefali, epidural, subdural, subaraknoid, parankimal, ventriküler veya vasküler alanlarda görülebilir. Hava tek bir kompartmandan fazla alanda da gözlenebilir. İntraoperatif olarak 5 cmH₂O PEEP uygulanması hastalarda pnömosefali oluşumunu geriletmektedir. Böylece hastalardaki postoperatif nörolojik defisit oranı azaltılabilir.⁽²⁴⁾

Yoğun bakımda tedavi gören ve cerrahi uygulanacak hastalara yaklaşım biraz daha dikkat gerektirmektedir. Yoğun bakım ekibi ve intraoperatif anestezi verecek olan ekip bir arada düşünmeli ve ha-

reket etmelidir. Hastalara yoğun bakımda uygulanan ventilasyon parametreleri intraoperatif dönemde de devam ettirilmelidir. Yoğun bakımdan, operasyon odasına nakil sırasında hastanın ventilasyonu, oksijenasyonu ve hemodinamik parametreleri monitorize edilmelidir. Eğer transport ventilatörü mevcut değilse, maske-balon-valf sisteminde (AMBU), PEEP valfi olmalıdır. Yoğun bakım ventilatörünün operasyon odasına nakli olası ise parametreler değiştirilmeden intraoperatif kullanımı sağlanmalıdır. İntraabdominal sıvı koleksiyonu gibi patolojiler, hasta operasyona alınmadan perkütan drenaj ile boşaltılmalıdır. Bununla birlikte hastanın nakli sırasında hareket ettirilmesi, pozisyonunun değiştirilmesi dahi akciğer sekresyonlarının artımına, yerinin değişimine neden olabilir ve ventilasyon bozulabilir. Bu nedenle aspirasyon, intübasyon tüpünün kontrolü ve hasta başının elevasyonu riskleri azaltacaktır. İntraoperatif anestezi ekibi, ventilasyon, oksijenasyon, anestezi plan ve hemodinamik parametrelerin kontrolünü önceden planlamalıdır. Volatil anestezi ajanlar, hipoksik pulmoner vazokonstriktör etkiyi inhibe eder. Pulmoner şantların artışı ile oksijenasyonun bozulacağı unutulmamalıdır. Bazı anestezi gazların direkt pulmoner yatak üzerine teorik bazdaki olumsuz etkileri düşünüldüğünde, alveolar makrofajların aktive olabileceği ve akciğerdeki mevcut hasarı artırabileceği akılda tutulmalıdır. Gerekirse intravenöz anestezi tercih edilebilir. Pozitif basınçlı ventilasyon hastanın hemodinamisini bozabilir. Solunum sistemi ve hava yolu basınçları monitorize edilmelidir. İntraoperatif dönemde de hastalar invazif olarak monitörize edilmelidir. Bu tip hastalarda hipervolemiden kaçınılmalı ve hatta hipovolemi tercih edilmelidir. Özellikle ARDS hastalarında agresif sıvı infüzyonu ve/veya vazoaktif ajan gereksinimine

yol açan düşük debi veya şok dönemleri dışında, hemodinamik olarak stabil hastalarda mortalite üzerine etkisi olmasa da akciğer fonksiyonlarında düzelmeye, mekanik ventilasyon ve yoğun bakımda kalış süresinde kısaltmaya yol açtığından liberal sıvı politikası yerine konservatif sıvı politikası uygulanabilir.⁽²⁵⁾ İntraoperatif dönemde de gerekirse vasopressörler ve/veya inotrop ajanlar kullanılabilir. Yoğun bakımda süreli renal replasman tedavisi alan hastalarda 90 dk.'dan uzun süren operasyonlarda intraoperatif dönemde de süreli renal replasman tedavisine devam edilmelidir.⁽¹⁵⁾

Bu hastalara yapılacak küçük girişimlerde uygulamanın yoğun bakımda uygulanması tercih edilmelidir. Eğer kompleks bir müdahale yapılacaksa yukarıda açıklanan konular dışında kan kaybının da gözardı edilmemesi gerekir. $SPO_2 < \% 80$ ve $PaO_2 < 50$ durumlarında ventilasyonda HFOV akla getirilmelidir. ECMO ile operasyona alınan hastalar, yüksek oranda kanama riski altındadır ve intraoperatif cerrahi esnasında anestezi ekibi hazırlıklı olmalıdır. Operasyondan önce venovenöz ECMO uygulanıyorsa koagülasyon parametreleri normale döndürülebilir. Zira ufak embollerle oluşabilecek riskler, kanama riskine oranla çok daha düşüktür. Venoarteriyel ECMO uygulanan hastalarda ise antikoagülasyon, kuvvetle emboli ve inme riski oluşturacaktır. Bununla birlikte antikoagülasyonun bir miktar azaltılması birçok merkez tarafından tercih edilmektedir.⁽¹⁵⁾ Solunumsal hasarlı hastalardaki bariz değişikliklere rağmen anestezi, emniyetli ve sakin perioperatif şartları sağlayabilir.

SONUÇ

Henüz elimizde intraoperatif PEEP uygulamalarını onaylayan ve bu uygulamanın

postoperatif solunumsal komplikasyonlar ve mortalite üzerine etkilerini gösteren bir kullanım klavuzu mevcut değildir. Bu konuda yapılan çalışmaları ve meta-analizleri gözden geçirdiğimizde yakın gelecekte de postoperatif solunumsal komplikasyonlar ve mortalite hakkında tam kapsamlı bir kullanım klavuzunun oluşabileceği düşünülmemektedir. Yoğun bakım hastalarında dahi halen uygun PEEP değerlerinin ne olduğu hakkında tartışmalar sürmektedir. Ancak, literatüre baktığımızda intraoperatif PEEP uygulamalarının postoperatif solunum fonksiyonları ve mortalite üzerindeki olumlu etkilerini gözardı etmek olası değildir. PEEP uygulamalarının olumsuz etkilerinden söz edilmekteyse de yapılan meta-analizlerde yüksek ve/veya düşük PEEP uygulamalarının arasında barotravma yönünden bir fark tespit edilememiştir.⁽²⁶⁾ Operasyon esnasında genel anestezi altındaki hastalara PEEP uygulanması anestezi etkisiyle azalan FRC'yi ve oluşan atelektazi alanları üzerine düzeltici ve olumlu etki yapmaktadır. Atelektazinin neden olduğu akciğer kompliansında ve oksijenasyonda azalma, pulmoner vasküler dirençteki artış ve akciğer hasarı oluşumu PEEP uygulamaları ile önlenabilir. Özellikle rekrutman manevraları ile birlikte PEEP uygulanması sonucunda, intraoperatif solunum fonksiyonları artar. Aynı şekilde obez hastalarda, intraoperatif PEEP uygulamaları ile postoperatif dönemde gelişebilecek atelektazilerin önüne geçilebilir. PEEP uygulaması oldukça kolaydır aynı zamanda ekonomik açıdan bir götürüsü yoktur. Diğer yandan solunum komplikasyonları ile oldukça yüksek düzeylerde morbidite, mortalite ve ekonomik kayıp söz konusudur.

Sistemik randomize araştırmaların ve meta-analizlerin ışığı altında, sonuçlar şimdilik yetersiz gibi gözükse de intrao-

peratif PEEP uygulamaları postoperatif atelektaziyi azaltmakta ve oksijenasyonu düzeltmektedir. Dolayısıyla PEEP, mortalite üzerine de olumlu etki oluşturmaktadır diyebiliriz düşüncesi hakimdir.

KAYNAKLAR

1. Hedenstierna G, Strandberg A, Brismar B. Functional residual capacity, thoracoabdominal dimensions and central blood volume during general anesthesia with muscle paralysis and mechanical ventilation. *Anesthesiology* 1985;62:247-54. <http://dx.doi.org/10.1097/0000542-198503000-00007> PMID:3977112
2. Hewlett A, Hulands G, Nunn J, Milledge J. Functional residual capacity during anaesthesia III: Artificial ventilation. *Brit J Anaesth* 1974;46:495-03. <http://dx.doi.org/10.1093/bja/46.7.495> PMID:4617588
3. Imberger G, McIlroy D, Pace NL, Wetterslev J, Brok J, Moller AM. Positive end-expiratory pressure (PEEP) during anaesthesia for the prevention of mortality and postoperative pulmonary complications. *The Cochrane Library* 2010, Issue 9.
4. Lumb A. Anaesthesia. Nunn's Applied Respiratory Physiology. Butterworth-Heinemann, 2000.
5. Eichhenberger AS, Proietti S, Wicky S, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: An underestimated problem. *Anesth Analg* 2002;95:1782-92. <http://dx.doi.org/10.1097/0000539-200212000-00060>
6. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics and gas Exchange during general anaesthesia. *Anesth Analg* 1998;87:654-60. PMID:9728848
7. Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. *J Appl Physiol* 2010;108:206-11. <http://dx.doi.org/10.1152/jappphysiol.00694.2009> PMID:19875713
8. Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, Valtysson J, Magnussen A, Hedenstierna G. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesth Scand* 1999;43:295-01. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-6576.1999.430309.x>
9. Rothen HU, Sporre B, Engberg G, Wegenius G, Hedenstierna G. Airway closure, atelectasis and gas Exchange during general anaesthesia. *Brit J Anaesth* 1998;81:681-6. PMID:10193276

10. Hedenstierna G. Atelectasis formation and gas exchange impairment during anaesthesia. *Mondaldi Arch Chest Dis* 1994;49:315-22. PMID:8000418
11. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anaesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med* 2005;31:1327-35. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-005-2761-7> PMID:16132894
12. Nieszkowska A, Lu Q, Vieira S, et al. Incidence and regional distribution of lung overinflation during mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure. *Crit Care Med* 2004;32:1496-503. <http://dx.doi.org/10.1097/01.CCM.0000130170.88512.07> PMID:15241094
13. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. *N Engl J Med* 2000;342:1301-8. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJM200005043421801> PMID:10793162
14. Chaiwat O, Vavilala MS, Philip S, et al. Intraoperative adherence to a low tidal volume lung injury. *J Crit Care* 2010 Sep 22.
15. Clarke JP, Schuitemaker MN, Sleigh JW. The effects of intraoperative ventilation strategies on perioperative atelectasis. *Anaesth Intensive Care* 1998;26:262-6. PMID:9619219
16. Blum JM, Blank R, Rochlen LR. Anaesthesia for patients requiring advanced ventilatory support. *Anesthesiol Clin* 2010;28:25-38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anclin.2010.01.009> PMID:20400038
17. Dyhr T, Nygard E, Laursen N, Larsson A. Both lung recruitment maneuver and PEEP are needed to increase oxygenation and lung volume after cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004;48:187-97. <http://dx.doi.org/10.1111/j.0001-5172.2004.00300.x> PMID:14995941
18. Maracaja-Neto LF, Vercosa N, Roncally AC, Giannella A, Bozza FA, Lessa MA. Beneficial effects of high positive end-expiratory pressure in lung respiratory mechanics during laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009;53:210-7. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-6576.2008.01826.x> PMID:19175578
19. Talab HF, Zabani IA, Abdelrahman HS, et al. Intraoperative ventilatory strategies for prevention of pulmonary atelectasis in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2009;109:1511-6. <http://dx.doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181ba7945>
20. Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anaesthesia and paralysis. *Anesthesiology* 2009;111:979-87. <http://dx.doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181b87edb> PMID:19809292
21. Ferreyra G, Long Y, Ranieri VM. Respiratory complications after major surgery. *Curr Opin Crit Care* 2009;15:342-8. <http://dx.doi.org/10.1097/MCC.0b013e32832e0669> PMID:19542885
22. Rigg JR, Jamrozik K, Myles PS, Silbert BS, Peyton PJ, Parsons RW, Collins KS. Epidural anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: a randomised trial. *Lancet* 2002;359:1276-82. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)08266-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(02)08266-1)
23. Popping DM, Elia N, Marret E, Remy C, Tramer MR. Protective effects of epidural analgesia on pulmonary complications after abdominal and thoracic surgery: a meta-analysis. *Arch Surg* 2008;143:990-1000. <http://dx.doi.org/10.1001/archsurg.143.10.990> PMID:18936379
24. Turgut N, Turkmen A, Gokkaya S, Hatiboglu MA, Iplikcioglu AC, Altan A. Positive end-expiratory pressure reduces pneumocephalus in spinal intradural tumor surgery. *J Neurosurg Anesthesiol* 2007;19:161-5. <http://dx.doi.org/10.1097/ANA.0b013e318051742d> PMID:17592346
25. Wiedemann HP, Wheeler AP, Bernard GR, et al. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *New Engl J Med* 2006;354:2564-75. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa062200> PMID:16714767
26. Oba Y, Thameem Dm, Zaza T. High levels of PEEP may improve survival in acute respiratory distress syndrome: A meta-analysis. *Respir Med* 2009;103:1174-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmed.2009.02.008> PMID:19269800