

KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALARINDA CERRAHİ GİRİŞİMLERDE ANESTEZİ

Hilal SAZAK, Şaziye ŞAHİN

Atatürk Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Ankara, Türkiye
e-posta: hilalgun@yahoo.com

GİRİŞ

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), nontoraksik cerrahi girişimlerde anestezi uygulamasındaki önemli risk faktörlerinden biri iken toraks cerrahisi söz konusu olduğunda bu risk daha da artmaktadır. Toraks cerrahisi major bir cerrahi olmasının yanısıra anestezi için önemli bazı fizyolojik sorunlara da neden olur. Bu sorunlar lateral dekübitus pozisyonu, açık pnömotoraks ve sıklıkla kullanılan tek akciğer ventilasyonunun neden olduğu fizyolojik bozuklukların sonucudur (1). Tek akciğer ventilasyonu (TAV), toraks cerrahisi yapılan hastalarda en önemli anestezi yaklaşımıdır (2). TAV endikasyonları hastayla veya prosedürle ilgili olabilir (1).

Hastayla ilgili endikasyonlar:

1. Tek akciğere sınırlı enfeksiyon
2. Tek akciğere sınırlı hemoraji
3. Akciğerlerin ayrı ayrı ventilasyonu
Bronkoplevral fistül
Trakeobronşiyal hasar
Büyük akciğer kisti veya bülü
4. Tek akciğerin hastalığına bağlı ciddi hipoksemi

Prosedürle ilgili endikasyonlar:

1. Torasik aortik anevrizma onarımı
2. Akciğer rezeksiyonu: pnömonektomi, lobektomi, segmental rezeksiyon
3. Torakoskopi
4. Özafagus cerrahisi
5. Tek akciğer transplantasyonu

6. Torasik vertebraya anterior yaklaşım

7. Bronkoalveolar lavaj

Bir başka sınıflamaya göre ise, kesin TAV endikasyonlarından bazıları: enfeksiyon veya masif hemoraji gibi durumlarda kaçak ve kontaminasyonu önlemek, bronkoplevral fistül, tek taraflı dev kist ya da bül, trakeobronşiyal ağaç yaralanması ve tek taraflı bronkopulmoner lavajdır. Relatif TAV endikasyonları ise: lobektomi, pnömonektomi, torakoskopi, özafagus rezeksiyonu gibi cerrahiler sırasında girişimi kolaylaştırmak olarak sıralanabilir (2). TAV teknikleri; çift lümenli tüp (ÇLT) yerleştirmek (şekil 1), bronşiyal bloker (şekil 2) ve tek lümenli endobronşiyal tüp kullanmaktır.

Çift lümenli endobronşiyal tüp kullanımı

Esas avantajları nispeten kolay yerleştirilmeleri, akciğerleri ayrı ayrı veya aynı anda ventile edebilmek ve her bir akciğeri ayrı aspire edebilmektir (1). En sık kullanılan disposabl Robertshaw tipidir (1,3-5). ÇLT birbirine bağlı iki kateterden oluşur. Her lümen akciğerlerden birini ventile etmek için uygundur. Tüm ÇLT'lerde proksimal balon trakea için, distal balon ise, ilgili ana bronş içindir. Sol ÇLT'lerde, sol kateter sol ana bronşa yerleşir, sağ kateter trakeada sonlanır. Sağ ÇLT'lerde ise, sağ kateter sağ ana bronşa yerleşir, sol kateter trakeada sonlanır. Farklı olarak sağ ÇLT, sağ üst lobun havalanması için, üst lob ventilasyon açıklığına sahiptir (3).

Kişilerin anatomik farklılıkları, sağ ÇLT ile sağ üst lobun ventilasyonunu bozabilir. Bu nedenle sağ ÇLT sol, sol ÇLT sağ torakotomiler için dizayn edilmesine rağmen, pek çok anestezi sıklıkla sol ÇLT kullanıp sol ana bron-

şun klemlenmesinden önce tüpü trakeaya çekme eğilimindedir. ÇLT'nün yerleşimi oskültasyonla doğrulandıktan sonra fleksibl fiberoptik bronkoskopla kontrol edilmelidir. Bronkoskop trakeal lümeneye yerleştirildikten sonra itilip karina görülmelidir. Sol ÇLT kullanıldıysa, tüpün bronşiyal ucunun sol ana bronşa girdiği yer ve ek olarak bronşiyal kafın üst kenarı görülmelidir. Fakat bu kaf karina üzerine yayılmamalıdır. Bronşiyal kafın üst kenarı görülmüyorsa, tüp sol üst lop girişini kapayacak şekilde derinde olabilir. Lateral dekübitüs pozisyonundan sonra tüpün pozisyonu tekrar bronkoskopla doğrulanmalıdır (1).

ÇLT Komplikasyonları: (1)

1. Malpozisyon ve oklüzyona bağlı hipoksemi
2. Travmatik larenjit
3. Bronşiyal kafın fazla şişirilmesine bağlı trakeobronşiyal rüptür
4. Cerrahi sırasında tüpün bronşa dikilmesi (ancak ekstübasyon sırasında farkedilir)

Postoperatif dönemde; pek çok hasta pulmoner barotravma ve enfeksiyon riskini azaltmak için erken ekstübe edilir. Solunum rezervi sınırlı olan hastalar ekstübasyon kriterleri sağlanıncaya kadar entübe tutulmalıdır. Hastalar yoğun bakım ünitesinde bir gece ya da daha fazla gözlenmelidir. Postoperatif hipoksemi ve respiratuar asidoz yaygındır. Bunun nedeni cerrahi kompresyona bağlı atelektazi ve ağrı nedeniyle yüzeysel solunumdur. Yerçekimi nedeniyle bağımlı (opere edilmeyen) akciğere transüstasyon da buna yardım eder. Kollabe akciğerde ise reekspansasyonla, akciğerin hızla tekrar şişirilmesiyle, ödem olabilir. Rutin postoperatif bakım sırasında yarıoturur pozisyon, %40-50 oksijen desteği, yakın EKG takibi ve hemodinamik monitörizasyon, radyografiler ve ağrı tedavisi çok önemlidir (1).

KRONİK OBSTRÜKTİF AKCİĞER HASTALARINDA ANESTEZİK YAKLAŞIM

Perioperatif pulmoner komplikasyonlar

Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) hastaları, yüksek oranda postoperatif atelektazi, pnömoni ve ölüm riskine sahiptir (6). Genel olarak, solunumla ilgili hastalığı olan erişkinlerde perioperatif pulmoner komplikasyonlar için risk faktörleri; ileri yaş, sigara kullanımı, konjestif kalp yetmezliği, fonksiyonel açıdan bağımlı olmak (örn. günlük yaşam aktivitelerini yapmada yetersizlik) ve operasyon yeri (örn. torasik ve abdominal cerrahilerde risk en fazla) olarak bildirilmektedir (7).

KOA hastalarında risk belirleme

Şiddetli KOA'lı olan hastalarda postoperatif komplikasyonlar: ölüm, pnömoni, uzamış entübasyon, inatçı bronkospazm ve yoğun bakım ünitesinde kalma süresinin uzamasıdır. ASA (American Society of Anesthesiologists)



Şekil 1. Çift lümenli tüpe bir örnek



Şekil 2. Bronşiyal blokerli endotrakeal tüp örneği

sınıflandırması ve FEV₁ preoperatif; acil operasyon, abdominal insizyon, anestezi süresi (>2 saat) ve genel anestezi intraoperatif risk faktörleri arasında gösterilmiştir. Rutin olarak ve kolay değerlendirilen ASA sınıflandırması, KOA hastalarında risk belirlemede değerli bir yöntemdir (tablo 1). Yüksek ASA skoru, yüksek postoperatif pnömoni insidansı, uzamış postoperatif entübasyon ve yüksek mortaliteye eşlik eder (6).

Perioperatif pulmoner komplikasyonların etiolojisi

Solunumsal hastalığı olanlarda, perioperatif pulmoner komplikasyon riskini artıran birçok neden vardır (9). Genel anestezi ile; solunumu kolaylaştıran kasların (diyafragm, interkostaller ve abdominal kaslar) koordinasyonu bozulur, göğüs duvarı hareketleri uyumsuz hale gelir (10,11). Fonksiyonel rezidüel kapasiteyi azaltarak, atelektaziye ve

Tablo 1. ASA (American Society of Anesthesiologists) sınıflandırması (8)

ASA Sınıfı	Sınıf Tanımlaması	Perioperatif Pulmoner Komplikasyon Oranı %
I	Normal sağlıklı hasta	1.2
II	Hafif sistemik hastalığı olan hasta	5.4
III	Kompanze sistemik hastalığı olan hasta	11.4
IV	Hayati tehlike oluşturan, dekompanze sistemik hastalığı olan hasta	10.9
V	Opere olsa da olmasa da, 24 saat yaşaması beklenmeyen hasta	-

gaz değişiminde bozulmaya neden olur (12). İntraoperatif olarak, torasik ve abdominal kaslara uygulanan cerrahi ve mekanik işlemler solunum kaslarının fonksiyonlarında bozulmaya neden olur. Postoperatif dönemde de cerrahi ve anestezinin neden olduğu göğüs duvarı fonksiyon değişiklikleri devam eder. Ağrı, göğüs duvarı hareketlerini sınırlayarak, visseral afferentlerin uyarılması diyaframa inspiratuvar dürtünün refleks inhibisyonuna neden olur (9). Uzamış trakeal entübasyon veya nöromüsküler blokajın yetersiz döndürülmesine bağlı zayıflamış üst havayolu refleksleri, özellikle yaşlılarda, aspirasyon ve pnömoni riskini artırabilir (13). Sigara içen KOAH hastalarında, akciğer enfeksiyonu gelişmesine karşı çalışan savunma mekanizmaları zayıflar. Anestezi ve cerrahi bu mekanizmaların daha da bozulmasına neden olur (14). Havayolu manipülasyonları bronkospazma neden olabilir. Solunum kaslarının disfonksiyonuna bağlı zayıflamış öksürük ve postoperatif ateletazi ile birleştiğinde bütün bu faktörler perioperatif pulmoner komplikasyon gelişimine zemin hazırlar (8).

KOAH hastalarının preoperatif hazırlanması

Bu dönem, genel fizik durumun değerlendirilmesi (pulmoner, kardiyak, nörolojik hastalıklar) ve reversibl semptomların tedavisini (örn. antibiyotikler, bronkodilatörler, kortikosteroidlerle) kapsar (8).

Temel fizik muayene bulguları, postoperatif pulmoner komplikasyonları öngörmeye yardım edebilir. Azalmış solunum sesleri, uzamış ekspirasyon, raller, "wheezing" veya ronküsün bu hasta grubunda belirleyici olduğu gösterilmiştir (15). Üst solunum yolu enfeksiyonları ekarte edilmeli ve artmış sekresyon/havayolu hiperreaktivitesi nedeni olarak tedavi edilmelidir (16).

Göğüs grafisi, spirometri ve gerekliyse arteriyel kan gazı ölçümleri değerlendirilir. FEV₁ ve FVC <%50 veya FEV₁ <1 litre veya FVC <1.5 litre ise, arteriyel kan gazı analizi gereksinimi olabilir (17). KOAH hastalarında, arteriyel kan gazı analizinde azalmış PaO₂ ve beraberinde artmış PaCO₂ alveolar hipoventilasyon göstergesidir. PaCO₂ değerinin 45 mmHg'dan yüksek olması perioperatif pulmoner komplikasyon açısından güçlü risk faktörüdür (18). Preoperatif PaCO₂ değeri 50 mmHg'dan yüksek ise, major cerrahiden sonra postoperatif ventilasyon gereksinimi

olası iken, 45 mmHg ve altında, kontrollü O₂ tedavisi ve kan gazı monitörizasyonu yeterli olabilir (17). Solunum fonksiyonlarının düzeltilmesi olası fakat zaman alıcı ise, elektif cerrahinin ertelenmesi düşünülmelidir. Postoperatif derin solunum ve "continuous positive airway pressure" (CPAP) ile ilgili preoperatif eğitimler sonucu solunum fonksiyonları düzelebilir (8).

Sigara kullanımına bağlı akciğer hasarının iyileşmesi için birkaç ay bırakılması gerekirken, 6-8 haftada yara komplikasyonları azalır. Sigara kullanımının 6 hafta bırakılması postoperatif komplikasyonları azaltır. İki haftada balgam volümünde %50 azalma olur ve bir haftada havayolu reaktivitesi azalır (19,20). Akciğer operasyonlarından en az 4 hafta önce sigaranın bırakılmasının postoperatif pulmoner komplikasyonları azalttığı gösterilmiştir (21).

Yapılan bir çalışmada, toraks cerrahisi uygulanan geriatric hastalarda malnütrisyonun postoperatif uzamış hava kaçağını 7 kat artırdığı görülmüştür (22).

Bu hastalar, anestezi indüksiyonu ve pozitif basınçlı ventilasyonun başlamasından sonra hemodinamik dengesizlik gelişme olasılığı düşünülerek değerlendirilmelidir. Arteriyel kateter yerleştirilerek, hızlı ve güvenilir olan invaziv kan basıncı monitörizasyonu tercih edilebilir. Ayrıca arteriyel yol sık kan gazı analizi için de gereklidir. KOAH hastaları yüksek atrial aritmi riskine sahiptir (16).

KOAH hastalarında anestezi yöntem seçimi

Şiddetli KOAH hastalarında anestezi indüksiyonu, hava tuzakları ve artmış intrinsik "positive end-expiratory pressure" (PEEP)'e bağlı oluşan hemodinamik sorunlar nedeniyle komplikedir (16).

Genel olarak anestezi yaklaşım, hastanın klinik durumuna ve planlanan operasyonun tipine bağlıdır. Cerrahinin kısa süreli olması yararlı olur (8).

Minimum anestezi yaklaşımı: Ekstremiteler, alt abdomen, perine gibi bölgelerdeki minör cerrahiler için kullanılması uygundur. Spontan ventilasyonun korunması esasına dayanır. Bu tekniğin amacı havayolu irritasyonundan ve solunum depresyonundan kaçınmak; dezavantajı hipoventilasyon tehlikesidir (8).

Maksimum destek yaklaşımı: Bu teknik, PaO₂ ve PaCO₂ kontrolüne ve sekresyonların temizlenmesine izin veren kas gevşetici kullanımı, trakeal entübasyon ve kontrollü

ventilasyondan oluşur. Bu yaklaşım, major abdominal / torasik cerrahide ve preoperatif PaCO₂ değeri yüksek olan hastalarda kullanılır. Anestezik ilaçlar atılıp, yeterli analjezi sağlanana kadar postoperatif solunum desteği gereksinimi olabilir. Rezidüel nöromüsküler blok, postoperatif pulmoner komplikasyon riskini artıracığından önlenmelidir (8).

Lokal ve rejyonel anestezi yöntemleri: Düz yatabilen ve öksürüğünü tutabilen hastalarda, pleksus blokajı solunumsal yan etkileri ekarte eder. KOAH hastalarında abdominal kaslarda görülen ekspiratuvar aktivitenin rejyonel tekniklerle kaybolabilmesi ve ilave sedasyon gereksinimi nedeni ile solunum fonksiyonlarının depresyonu ise rejyonel tekniklerin dezavantajlarıdır (8).

Laparoskopik teknikler: Göğüs duvarı fonksiyonunda daha az değişikliğe neden olmasına rağmen, laparoskopik abdominal girişimlerden sonra da, solunum fonksiyonları bozulabilir. Bu durum, visseral afferentlerin uyarılmaya devam ederek diyaframın refleks inhibisyonuna yol açması şeklinde açıklanır (8).

Bronkospazmın önlenmesi ve tedavisi: Reaktif havayolu olan hastada bronkospazmın önlenmesi için bütün tedbirler alınmalıdır. Havayolu inflamasyonunun tedavi edilmesi, preoperatif reaktiviteyi azaltabilir. Özellikle trakeal entübasyon planlanıyorsa, preoperatif olarak inhalasyonla β₂-adrenajik agonistler veya antikolinajik ajanlarla tedavi yararlı olacaktır. Mümkünse laringeal maske kullanılarak trakeal entübasyondan kaçınılmalıdır (8).

Propofol, ketamin veya volatil anestezikler tercih edilen indüksiyon ajanlarıdır. Barbitüratlar bazen bronkospazma neden olabilirler. Entübasyondan önce lidokain veya opioidler gibi anestezi derinliğini artırıp, havayolu reflekslerini baskılayan ajanların kullanımı yararlıdır. Anestezi idamesinde, mükemmel bronkodilatör özellikleri nedeniyle, volatil anestezikler kullanışlıdır. Anestezi altındaki hastada; havayolu obstrüksiyonu, tansiyon pnömotoraks, pulmoner ödem gibi durumlar bronkospazmı taklit edebildiği için bronkospazm geliştiğinde tanının doğrulanması önemlidir. İntraoperatif bronkospazmın en olası nedenleri: ilaçlara anaflaktoid reaksiyonlar ve yetersiz anestezi derinliğinde havayolu enstrümantasyonudur. Anaflaktoid reaksiyonlar ekarte edilebilirse, diğer adım volatil anesteziklerle anestezi derinliğinin artırılmasıdır. İntravenöz ajanlar, özellikle propofol, anestezi derinliğini hızla artırdığı için yararlı olabilir. İn hale β₂ agonist içeren nebül, endotrakeal tüp içine verilebilir. Tam etkileri birkaç saat sonra ortaya çıkan intravenöz kortikosteroidler rekürens önlemede en iyidir (8). Diğer volatil anesteziklerin aksine desfluran, özellikle minimum alveolar konsantrasyonu aştığında, artmış havayolu direnci, mukosilyer aktivite ve öksürük gibi bronşiyal sistem irritasyonu bulgularına neden olabilir (23). Bu nedenle sevofluran gibi daha az iritan bir ajan seçilmesi avantajlı olabilir. Volatil ajanların alternatifi ise propofol ile total intravenöz anestezidir (TİVA). Epidural anestezi

olsa bile, remifentanil gibi kısa etkili bir analjezik eklenir. Remifentanil endotrakeal tüp irritasyonunu giderir, propofol gereksinimini ve hipotansiyon riskini azaltır (16). Akciğer transplantasyonu ve volüm küçültücü cerrahi (VKC)'de TİVA, inhalasyon ajanlarına tercih edilebilir (24). TAV sırasında TİVA uygulanan hastalarda, oksijenasyon daha yüksek, şant ise daha düşük bulunmuştur (25).

Yüksek riskli hastaya operasyondan sonra CPAP ya da BİPAP "bilevel positive airway pressure" uygulanması solunum işini ve hava tuzaklarını azaltabilir. Aşırı sekresyonu, ajitasyonu olan ve koruyucu havayolu refleksleri gelişmemiş hastalarda noninvaziv ventilasyondan kaçınmak gerekir (16).

KOAH hastalarında mekanik ventilasyon ve anestezi

Burada hedef dinamik hiperinflasyonu azaltmak olmalıdır. Bu durumda belirli stratejiler, mümkünse aynı anda, uygulanabilir (8):

1. Tidal volümü ve solunum sayısını azaltarak, dakika ventilasyonunun azaltılmasıdır. Burada hiperkapni ve hafif asidemi kabul edilebilir durumlardır.
2. Dinamik hiperinflasyonun esas belirleyicisi ekspirasyon zamanının değeridir. Obstrüktif akciğer hastaları eksalasyonu tamamlamak için sıklıkla en az 3 saniyeye gereksinim duyarlar. Eksalasyon için yeterli zaman tanımayan ventilatör ayarları dinamik hiperinflasyona neden olabilir (26). Toraks cerrahisi için TAV sırasında, düşük solunum sayısı ve sabit dakika volümü ile uzamış ekspirasyon zamanının hiperkapniyi azalttığı bulunmuştur (27).
3. Bronkodilatör ve kortikosteroid kullanılarak ekspiratuvar akışa direnç azaltılmalıdır. Bu önlemler de dinamik hiperinflasyonun azalmasına yardım eder.

Kan basıncı, kalp atım hızı ve idrar çıkışı gibi hemodinamik parametreler, dinamik hiperinflasyonun azalmasıyla düzelir. Perioperatif pulmoner komplikasyonlara neden olan postoperatif hipoksemi; hem solunum depresyonunun, hem de şant ve ateletazi ile FVC'deki azalmanın sonucudur (8).

Postoperatif KOAH hastalarında, O₂ saturasyonunu en az %90'da tutacak şekilde yeterli O₂ desteği vermek güvenlidir. Postoperatif ağrı kontrolünde torakal epidural analjezi tercih edilmelidir. Göğüs tüpüne bağlı diyafram veya toraks apeksinin irritasyonu ek olarak sistemik analjezik gerektirir. Böbrek fonksiyonları, kanama profili vb uygunsuz nonsteroidal analjezikler kullanılabilir (16).

VOLÜM KÜÇÜLTÜCÜ CERRAHİ İÇİN ANESTEZİK YAKLAŞIM

Büllektomi için uygulanan anestezi, ventilasyonla ilgili bazı özel riskler içerir. Birincisi, bu hastaların çoğu sınırlı solunum rezervi olan kronik akciğer hastalarıdır. Bu nedenle operasyon sırasında, dev bül içermeyen ancak hastalıklı

diğer akciğerin ventile edilmesi hipoksemi, hiperkarbi ve o tarafta pnömotoraks riski taşır. Ventile edilen akciğerde de bül varsa risk daha fazladır. Ayrıca operasyon için genel anestezi gerektiğinden, şiddetli akciğer hastalığı olan pek çok hastanın kısa süreyle de olsa postoperatif mekanik ventilasyon desteğine gereksinim duyması olasıdır (28). İkincisi, bir bül ya da hava kisti bronş ile bağlantıda ise, pozitif basınçlı ventilasyonla genişleyebilir (29). Eğer tidal volümün önemli bir kısmı büllöz kaviteye girerse, alveolar ölü boşluk ventilasyonu artar. Dakika volümü de aynı oranda artmadıkça ventilasyon yetersiz olacaktır. Bu komplikasyon genellikle toraks açıldığında ortaya çıkar. Çünkü bu durumda göğüs duvarı bülün genişlemesini sınırlandırmaz (28).

Üçüncüsü, özellikle bronşiyal sistemle bağlantısı zayıf olan büle sahip hastalarda (30), kapalı boşlukları genişleten azot protoksit kullanımından kaçınılır (31).

Dördüncüsü, kaviteyle bağlantıda olan havayolunda "check valve" varsa kavite içinde inflasyon fazlalığı ve hava tuzakları oluşabilir (28).

Beşincisi ve en önemlisi, bül içindeki pozitif basınç bülün rüptürüne ve pnömotoraksa neden olabilir (29). Son zamanlarda; çok düşük tidal volüm ve havayolu basıncı ile uygulanan yüksek frekanslı ventilasyon (HFV), pozitif basınca bağlı bül rüptüründen sakınmak için başarı ile kullanılmaktadır (32). Ancak, HFV teknikleri yüksek PEEP oluşturabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır (33).

Preoperatif değerlendirme

İyi preoperatif değerlendirme ve anestezi yaklaşım VKC'nin başarılı olması için esansiyeldir. Amfizemin kendine özgü patofizyolojisi ve VKC sırasında riski nasıl artırdığı anlaşılırsa perioperatif komplikasyonlar azaltılabilir. Amfizem; genel anestezi, pozitif basınçlı ventilasyon ve TAV ile birlikte olduğunda, operasyon sırasında şiddetli hava tuzakları veya dinamik hiperinflasyona neden olabilir. Dinamik hiperinflasyon veya pnömotoraksın ani ve ciddi hemodinamik sonuçları olabilir. Ayrıca amfizemli hastalar sınırlı egzersiz kapasitesi, uzun süreli sigara kullanma öyküsü ve koroner arter hastalığı riski olan yaşlı hastalardır. Akciğer parankim hasarı, sütür hattı ve komşu akciğer dokularının açılması nedeniyle postoperatif hava kaçağı olasılığı önemli bir risktir. Bu nedenle anesteziden hızlı uyanma ve operasyon odasında erken ekstübasyon anestezistin iki temel hedefidir. Anestezist bu hedefler için kısa etkili anestezik ajanlar kullanmalı, uygun monitörizasyon ve mükemmel postoperatif ağrı kontrolü sağlamalı, hastayı övolemik ve normotermik durumda tutmalıdır (34).

Akciğer transplantasyonu ya da VKC adayı olan amfizem hastalarının uygun ve yeterli beslenme ile malnütrisyonlarının düzeltilmesi rehabilitasyon programlarının önemli bir parçasıdır. Premedikasyon ile ilgili kesin kurallar yoktur. Anestezi öncesi dönemde steroidler ve diğer bronkodi-

latörler sıklıkla kullanılır (35). Profilaktik antibiyotikler ve derin ven trombozu profilaksisi uygulanmalıdır (1).

VKC planlanan ileri derecede amfizemli hastanın değerlendirilmesinde, postoperatif pulmoner komplikasyonlar için riskin belirlenmesi kritiktir. Obstrüktif akciğer hastalığının varlığı postoperatif pulmoner komplikasyonlar için önemli bir risk faktörüdür. Ayrıca VKC de önemli morbidite ve mortalite ile birliktedir. VKC, sınırlı solunum rezervi ve operasyon sonrası komplikasyonlara yol açabilen yandaş hastalıkları olan hastalarda uygulanan major torasik cerrahidir (34). Ayrıca diğer cerrahi girişimlerde olduğu gibi; ileri yaş, uzun anestezi süresi ve koroner arter hastalığı varlığı VKC'de de postoperatif solunum yetmezliği riskini artırır (36).

VKC öncesi uygulanan pulmoner rehabilitasyon ile egzersiz kapasitesinin arttığı ve iyileşmenin hızlandığı bildirilmektedir. KOAH'ın medikal tedavisi yetersizse, üst solunum yolu enfeksiyonu veya KOAH alevlenmesi varsa cerrahi ertelenmelidir. Önceden steroid tedavisi alanlarda perioperatif stres doz steroid verilmelidir (34). Hastalar cerrahinin gerçekleştirileceği sabaha kadar kalple ve akciğerle ilgili ilaçlarına devam etmelidir (1).

İntraoperatif dönem

Hasta operasyon odasına geldiğinde noninvaziv kan basıncı, ısı, EKG, puls oksimetre, kapnografi monitörizasyonu ve geniş bir venöz yol sağlanmalıdır. İndüksiyondan önce yapılan intraarteriyel monitörizasyonla hem yakın hemodinamik izlem, hem de sık kan gazı analizleri sağlanır. Eğer supin pozisyon dispneyi artırıyor, yarı oturur pozisyonda indüksiyondan önce hasta preoksijenize edilir. Hava tuzakları nedeniyle preoksijenasyon süresi daha uzun tutulabilir (34). Operasyon için santral venöz kateterizasyon yapılmalıdır. Santral venöz girişimlerle ilgili olarak, akciğer apekslerinin iğne ile ponksiyona hassas olduğu akılda tutulmalıdır. Hava tuzakları nedeniyle sıvı replasmanının izleminde santral venöz basınç ölçümü güvenilir değildir (33).

Anestezi indüksiyonu ve idamesinde pek çok teknik ve ajan mevcuttur. Hem TİVA, hem de inhalasyon ajanları bu hastalarda başarı ile kullanılmıştır (37). Propofol, etomidat, atrakuryum, vekuronyum, fentanil ve alfentanil gibi kısa etkili intravenöz ajanların kullanımı tercih edilmektedir (33). Propofol, özellikle remifentanil gibi opioidlerle birlikte, TİVA için en sık kullanılan ajandır. Propofolle hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon korunup, şant fraksiyonundaki artıştan kaçınılır (34). Hava boşluklarına girerek intraalveolar basıncı artıran ve pulmoner vasküler dirençte artışa neden olan azot protoksit kullanımı kontrendikedir (33). Bütün yayınlarda azot protoksit kullanımından kaçınıldığı belirtilmiştir (38). KOAH'ı olan bu hastalarda ölü boşluk artmış olduğundan "end-tidal" volatil anestezik konsantrasyonu ve anestezik düzeyleri belirsizdir (38,39). Ayrıca

yaygın hava tuzakları nedeniyle volatil anesteziğin eliminasyonunun engellenmesi uyanma ve ekstübasyonun gecikmesine yol açabilir (24). Nöromüsküler blokajın antagonize edilerek spontan solunumun desteklenmesi önemlidir (33).

Dev bülü olan toraks cerrahisi hastasında, anestezi yönetiminde esas olan ÇLT kullanımıdır. ÇLT, tek akciğeri büllöz olan hastada diğer akciğerin uygun ventilasyonuna izin verirken; büllöz tarafta rüptürü önler. Bilateral büllöz akciğeri olan hastada da, artmış gaz değişimine izin verip, rüptüre olan bülle ilgili komplikasyonlarla başa çıkma imkanı sağlar. Çünkü ÇLT kullanımı; HFV, CPAP ve PEEP uygulamalarına olanak verir. Ayrıca bülün rezeksiyonu sırasında, kısa periyotlarla, opere edilen akciğeri havalandırma şansı da verdiği için, cerraha oluşan bir hava kaçağını belirleme ve sütür atma kolaylığı sağlar. ÇLT kullanımı, torakoskopik girişimlerde de vazgeçilmezdir (28).

Akciğerlerin izolasyonu ve TAV endikasyonu vardır. Büllöz akciğer hastalarının çoğunda, operasyon sırasında, genel anestezi ve her iki akciğerin sınırlı bir pozitif basınçla ve manuel olarak havalandırması tercih edilir (28). İntraoperatif ventilasyon stratejisi düşük tidal volümlerle yeterli oksijenasyonu sağlayarak ekshalasyon süresini uzatmaya dayanır (33,37). Bu dinamik hiperinflasyonu önlerken, sütür hattının ve akciğer dokusunun açılma olasılığını azaltır. Hem basınç kontrollü, hem de volüm kontrollü ventilasyon bu amaçla kullanılabilir. Basınç kontrollü ventilasyon; pik havayolu basıncını sınırlarken, barotravma riskini azaltabilir. Volüm kontrollü ventilasyonla; düşük tidal volümler (çift akciğerde <9 mL/kg, tek akciğerde <5 mL/kg) kullanılarak (37), düşük solunum sayısı ve 1:3-1:5 inspirasyon:ekspirasyon oranları hava tuzakları azaltılabilir. Hiperkapni; intraoperatif dönemde düşük tidal volümle ventilasyon stratejisinin en sık sonucu olup, cerrahla sıkı iletişim ve periyodik CO₂ ve pH izlemi önerilir. Operasyon sırasında pek çok hasta yüksek CO₂ düzeylerini iyi tolere eder. Ancak pH 7.2'nin altına düştüğünde dakika volümünü yükseltecek manevralar gerekir (39). Solunum sayısı artırılırken, oksijenasyon temkinli olarak düzeltilmelidir. Sekresyonların temizlenmesi, yeterli kas gevşemesi ve bronkospazmın hızla tedavisi sağlanmalıdır. Bağımlı akciğerde PEEP kullanımında dikkatli olunmalıdır. Bağımsız (opere edilen) akciğere O₂ insüflasyonu cerrahi alanı bloke edebilir. Nadiren şanti azaltıp, oksijenasyonu düzeltmek için cerrahın pulmoner arter akımını geçici olarak obstrükte etmesi gerekebilir (34). Bu hastalarda azalmış elastik "recoil" nedeniyle opere edilen akciğerin deflasyonu uzamıştır. Akciğer kollapsını hızlandırmada aspirasyon yetersiz kalır (39).

Toraks açılmadan pozitif basınçlı ventilasyon uygulanırken gelişebilecek pnömotoraksı hızla tanımak anesteziyolog için çok önemlidir. Azalmış solunum seslerine ilaveten, artmış havayolu basıncı, ters yöne trakeal deviasyon ve

anestezi derinliğinden bağımsız hipotansiyon gelişmesi pnömotoraks bulgularıdır. Bu hastalar için göğüs tüpü ekipmanı hazır olmalıdır (28).

VKC sırasında herhangi bir anda, sıklıkla da anestezi indüksiyonundan sonra, hipotansiyon gelişebilir. En sık etioloji, manüel ya da mekanik ventilasyonla, oluşan dinamik hiperinflasyondur. Bu hem havayolu hastalığının şiddetini ve venöz dönüş etkisini, hem de azalmış intravasküler volümü gösterir (39). Diğer hipotansiyon nedenleri; torakal epidural katetere bağlı sempatik blokaj veya indüksiyon ajanlarının vazodilatör etkileridir. Hastanın koroner arter hastalığı varsa miyokard iskemisi de düşünülmelidir. Pnömotoraks, indüksiyon ajanları ve antibiyotik tedavisine bağlı anafilaksi veya lateks allerjisi de daha nadir nedenlerdir (34). Pozitif basınçlı ventilasyon ve rejyonel anestezide sempatik blokaja bağlı olarak gelişen hipotansiyonun tedavisinde; vazokonstrüktörler, inotropolar ve kolloid infüzyonu kullanılabilir (33).

Hem preoperatif hem de postoperatif dönemde hastaların vücut ısısının korunması önemlidir. Hipotermi olması koagülasyonu etkileyebileceği gibi titreme ile artmış oksijen tüketimi ve CO₂ üretimi sonucu hipoksemi ile gecikmiş ekstübasyona neden olabilir (34).

Postoperatif dönem

Teorik olarak, büllektomiden sonra hastanın solunumsal durumu düzelir. Çünkü daha önce bül tarafından basıya bırakılan sağlam akciğer dokusu artık ekspansiyon olabilir. Ancak ilerlemiş hastalığı olanlarda ekstübasyon/weaning süreci ve hava kaçağının kesilmesi bazen birkaç gün sürebilir (40). Cerrahinin bitiminde ekstübasyon; nöromüsküler bloğun döndürülmesi, yeterli ağrı kontrolü ile bronkospazm, sekresyon, ciddi hiperkapni veya asidozun yokluğuna bağlıdır. Hasta baş yukarı pozisyonda oturur, bilinci yerinde ve solunum çabası yeterliyse ekstübe edilip yoğun bakım ünitesine transfer edilir. Eğer kan gazı analizleri progresif hiperkapni gösteriyorsa, gaz değişimini düzenlemek ve solunum işini azaltmak için noninvaziv solunum desteği kullanılabilir (34). Postoperatif mekanik ventilasyon gerektiğinde, sütür hattından rüptür ve rezidüel büllerden pnömotoraks gelişme olasılığını azaltmak için pozitif havayolu basıncı minimuma indirilmeli ve amfizem cerrahisi sonrası oluşabilecek hava kaçaqları yönünden uyanık olmalıdır (33, 41).

Başarılı ağrı kontrolü VKC'de anesteziğin bir parçası olmalıdır. Ağrı kontrolünün optimal olması; erken trakeal ekstübasyona ve VKC hastalarının iyileşmesi için kritik olan spontan solunuma dönüşte katkıda bulunur (33). Sternotomi sonrası ağrı, torakotomi sonrasına göre daha iyi tolere edilir. Postoperatif ağrı kontrolü multimodaldir. İyi ağrı kontrolü sağlanırken, solunuma minimal etki hedeflenmelidir. Torakal epidural kateterden, narkotik eklenerek veya eklenmeden, lokal anesteziğin infüzyonu mükemmel

analjezi sağlayabilir (34). Bazı merkezlerde torakal epidural analjezi zorunlu kabul edilir (38) ve VKC sonrası en sık önerilen rejyonel analjezi yöntemidir. Cerrahi olarak yerleştirilen plevral kateterler ve hasta kontrollü analjezi kullanılabilen diğer tekniklerdir (34). Ayrıca bu yöntemlere parenteral nonsteroidal ajanlar eklenebilir.

TORAKOSKOPİK VOLÜM KÜÇÜLTÜCÜ CERRAHİ İÇİN ANESTEZİ

Yapılan bir çalışmada video yardımcı torakoskopik VKC uygulanan 24 hastadaki anestezi deneyimleri rapor edilmiştir. Torakal epidural ve genel anestezi kombinasyonu uygulanan bütün hastalar, operasyon sabahı dahil, düzenli inhale β adrenajik ve kortikosteroid almış, premedikasyon uygulanmamıştır. Torakal epidural kateter T-5 ve T-8 bölgesinden yerleştirilmiştir. Genel anestezi indüksiyonunda propofol, fentanil ve vekuronyum; idamede propofol infüzyonu, keta-min, fentanil ve vekuronyum kullanılmıştır. Fiberoptik kontrolle sol ÇLT yerleştirilmiştir. İndüksiyondan önce intraarteriyel kanülasyon yapılmıştır. İnspire edilen O_2 %40 ve daha yüksek; TAV öncesinde ise %100'e ayarlanmıştır. Solunum sayısı 12-14 soluk/dakika, inspirasyon:ekspirasyon oranı %25-33 şeklinde düzenlenip, bağımsız akciğere CPAP uygulamasından kaçınılmıştır. Hiperkapni ile hava tuzaklarını; pnömotoraks ve hava kaçağı ile barotravmayı önlemek için PEEP olabildiğince düşük düzeyde (0-5 cm H_2O) kullanılmıştır. Epidural bupivakain infüzyonu ekstübasyon sırasında ve erken postoperatif dönemde devam etmiştir. Bu çalışmada ileri derecede diffüz amfizemi olan hastada torakoskopik VKC ve TAV sırasında ve sonrasında yeterli oksijenasyon korunmuş, ancak C_2O eliminasyonu bozulmuştur. Ancak geçici intraoperatif hiperkapni iyi tolere edilmiştir. Uzamış hava kaçağını ve postoperatif mekanik solunum desteğini önleyen erken ekstübasyon sağlanabilmiştir. Lokal anesteziklerle torakal epidural analjezi, periferik venöz göllenmeyle ve arteriyel vazokonstrüksiyonu azaltarak, artmış "preload" ve "afterload"u önleyebilir. Minimal solunum depresyonu ile optimal postoperatif ağrı kontrolü sağlamak için, torakal epidural ve genel anestezinin kombine edilmesi avantaj olabilir (42).

Genel anestezinin olumsuz etkilerini azaltmak için, torakal epidural anestezi ile, uyanık yapılabilen toraks cerrahisi prosedürlerinden birisi de VKC'dir. Mineo (43) ve Pompeo (44) ve ark. makalelerinde torakal epidural anestezi altında, unilateral rezeksiyon dışı torakoskopik VKC uygulanan uyanık hastalardaki deneyimlerini paylaşmışlardır. Bu çalışmalarda; T4 seviyesinden torakal epidural kateter yerleştirilmiş ve ropivakain-sufentanil infüzyonu verilmiştir. İşlem sırasında O_2 saturasyonu %90'ın üzerinde olacak şekilde maske ile O_2 verilmiştir. Kontrol grubunda ise, rezeksiyonel VKC yapılan hastalara genel anestezi ve

torakal epidural anestezi kombinasyonu uygulanmış ve bu hastalar sol ÇLT ile entübe edilmiştir. Özellikle ileri derecede amfizematöz hastalarda genel anestezi ve TAV'dan kaçınmak bazı avantajlar sunabilir. Bu çalışmalarda, uyanık rezeksiyon dışı VKC'nin torakal epidural anestezi altında güvenle ve kolayca uygulanabildiği sonucuna varılmıştır (43,44). Bu yöntemin hastalar tarafından da kolay kabul edilip, tolere edildiği bildirilmiştir. Girişim sırasında maske ile O_2 uygulanması hipoksemiye önlerken, sıklıkla permisif hiperkapni gelişir. Ancak perioperatif hiperkapni iyi tolere edilip, hızla düzelmiştir. Hastalar postoperatif dönemde derlenme odasında birkaç saat izlenip, yoğun bakım gerektirmeden kliniğe transfer edilebilir. Hastanede yatış süresinin daha kısa olması ve ameliyathaneden kliniğe transferin hızlanması yöntemin maliyet açısından da avantajlı olduğunu düşündürmüştür (43-45).

VOLÜM KÜÇÜLTÜCÜ BRONKOSKOPİ İÇİN ANESTEZİ

Bronkoskopik LVR, şiddetli amfizem tedavisinde uygulanan nadir bir yaklaşımdır. Amacı, cerrahi morbidite ve mortaliteden kaçınarak, solunum fonksiyonları ve egzersiz toleransında VKC ile aynı düzelmeyi sağlayabilmektir. Anestezi tekniğinin seçimini; pozitif basınçlı ventilasyon sırasında hava tuzaklarından ve erken postoperatif solunum depresyonundan kaçınmak gereği belirler. Bir çalışmada fleksibl bronkopskopi ile yapılan 8 girişim sırasındaki anestezi deneyimleri bildirilmiştir. İşlem anına kadar oral/inhale bronkodilatörler ve steroidlerden oluşan medikal tedaviye devam edilmiştir. Sedatif premedikasyondan kaçınılmış, genel anestezi indüksiyonundan önce intraarteriyel kan basıncı monitörizasyonu yapılmıştır. Bu çalışmada; hızlı metabolizması olan ve birikme riski olmayan remifentanil ve propofol ile TİVA uygulanmıştır. Minimal ağrılı girişimlerden sonra, optimal solunum fonksiyonunun erken dönmesini hızlandıran remifentanil ideal ilaçtır. Entübasyon tek lümenli endotrakeal tüple yapılmıştır. Basınç kontrollü ventilasyon sırasında gaz tuzağı ve dinamik hiperinflasyonun önlenmesi amaçlanmıştır. Solunum sayısı dakikada 10, inspirasyon:ekspirasyon oranı 1:3 şeklinde ayarlanmıştır. İnspire edilen O_2 %50 olup, arteriyel O_2 saturasyonu en az %95 olacak şekilde düzenlenmiştir. İşlem sonunda, vekuronyuma bağlı, rezidüel nöromusküler blok antagonize edilmiş, ventilasyon SİMV'e değiştirilmiştir. TİVA sonlandırılarak, ekstübasyon uyanık ve iyi solunum çabası olan hasta ameliyathanede iken gerçekleştirilmiştir. Bu teknikte hafif intraoperatif hiperkapni gözlenmiş, ancak CO_2 postoperatif 2. saatte bazal değerlere dönmüştür. İşlemlerden sonra ölüm ya da yoğun bakım gereksinimi görülmemiştir. Bronkoskopik VKC'nin avantajlarından biri de postoperatif analjezi gereksinimini azaltmasıdır. Sonuç olarak; bronkoskopik VKC ve TİVA solunum fonksiyonu ileri derecede bozulmuş hastalarda güvenle uygulanabilir (46).

AKCİĞER TRANSPLANTASYONUNDA ANESTEZİK YAKLAŞIM

Terminal dönem akciğer parankim hastalığı veya pulmoner hipertansiyon durumunda akciğer transplantasyonu endikedir. KOAH, obstrüktif nedenli transplantasyon endikasyonlarından biridir (1).

Preanestezik değerlendirme

Transplant ekibi ve organı getiren ekip arasındaki etkin koordinasyon, greft iskemi zamanını en aza indirir ve transplant öncesi anestezi zamanının gereksiz uzamasını önler. Bu işlemler acilen gerçekleştirildiği için hastalar aç olmayabilir. Preoperatif olarak oral siklosporin verilebilir. Hemen indüksiyon öncesi intravenöz azotiyopürin uygulanabilir (1). Premedikasyon havayolu sekresyonlarını azaltan ilaçlarla sınırlanmalıdır. Sedatif özellikte olan ajanlardan, hasta bu ajanlara duyarlı olduğundan ve hipoventilasyon nedeniyle kaçınılmalıdır.

Eğer doğal akciğerler eşit derecede patolojikse ve plevral bir hasar yoksa, teknik kolaylıklar nedeniyle transplantasyon için sol akciğer seçilir. Transplantasyon için akciğer ölçüsünün uyumu radyolojik olarak, verici ve alıcının vertikal ve transvers göğüs boyutları karşılaştırılarak sağlanır. Akciğer transplantasyonu için ABO uyumu yönünden de karşılaştırma yapılır (47).

Anestezik değerlendirme

Tek akciğer transplantasyonu; pnömonektomi ve yeni akciğerin implantasyonunu içerir. Hemodinamik dengesizlikler; anestezi indüksiyonu, pozitif basınçlı ventilasyon uygulaması, torakal epidural blok, kan kaybı, pulmoner arter klempenmesi ve transplante edilen akciğerin reperfüzyonu ile ortaya çıkar. İntraoperatif ve erken postoperatif dönemde inhale nitrik oksit, "extracorporeal membrane oxygenation" (ECMO) gibi ileri destek tedaviler gerekebilir. İn hale nitrik oksit, akciğer transplantasyonunda, iskemi ve reperfüzyon hasarını azaltmada kullanılır (48).

Preoperatif solunum fonksiyon testleri, sağ kalp kateterizasyonu, ventilasyon-perfüzyon sintigrafisi ve arteriyel kan gazları indüksiyon sırası ve sonrasında karşılaşılabilecek sorunların öngörülmesi için gereklidir. Örneğin; TAV veya pulmoner arter ligasyonu ile sağ ventrikül yetmezliği ortaya çıkabildiğinden, yüksek pulmoner arter basınçları, kardiyopulmoner bypass gereksinimini gösterebilir. Maske ventilasyonu sırasında ve trakeal entübasyon sonrasında, hava tuzakları ve azalmış ekspiratuar akım hızı, hiperkapni ve hemodinamik sorunlara yol açabilir. Sınırdaki arter kan gazları varsa, tek akciğer transplantasyonu yapılsa bile, tedbir olarak pompa hazırlanmalıdır (47).

Pratikte tek akciğer transplantasyonu, normal şartlarda böyle bir operasyona uygun bulunmayan hastada yapılan pnömonektomidir. Asepsiye titizlikle uyulmalı; anestezi indüksiyonu, analjezi ve nöromüsküler blokaj için seçilen

ajanlar kardiyak ve respiratuvar sistem üzerinde nötral etkiye sahip olmalıdır (28). Histamin salgılatmayan ve miyokard depresyonu yapmayan (ketamin, etomidat, veya opioidlerle) ilaçlarla yavaş anestezi indüksiyonu tercih edilir. Pulmoner vasküler direnç yüksekse, %100 O₂ gerekiyorsa veya büllöz hastalık varlığında azot protoksit kullanımından kaçınılır. Anestezi idamesinde; yüksek doz opioidler, potent inhalasyon ajanları ve beraberinde uzun etkili kas gevşeticiler (vekuronyum gibi) başarıyla kullanılabilir. Cerrahi ekip tarafından genellikle diske edilen akciğerin kollabe edilmesi isteneceğinden, akciğerlerin izolasyonu gerekecektir. Sağ ya da sol tek akciğer transplantasyonu için ve bilateral ardışık akciğer transplantasyonu için sol ÇLT önerilebilir (47).

Pulmoner operasyonlar, havayolu izole edilebiliyorsa ve temiz bir cerrahi saha varsa kolaylaşır. Akciğerlerin izolasyonu için bazı merkezler ÇLT, bazıları ise bronşiyal bloker kullanır. Her iki teknik de başarı ile kullanılır. Ancak opere akciğerin aspire edilmesi ve hızlı inflasyon/deflasyonu açısından ÇLT daha kullanışlıdır (28). Eğer sol akciğer transplantasyonunda sol ÇLT kullanılıyorsa, fiberoptik bronkoskopi sol endobronşiyal kafın, bronşun transplante edilen akciğere anastomozuna ve mobilizasyona izin verecek kadar proksimalde olduğuna emin olunmalıdır (49,50). Monitörizasyon her major operasyonda olması gerektiği kadar kapsamlı olmalıdır. Sistemik ve pulmoner arter basınçlarının monitörizasyonu hayatidir (47). Özellikle üstünde durulması gerekenler kapnografi ve pulmoner arter kateteri kullanımınıdır.

Kapnografi; iki açıdan önemlidir. Birincisi; P_{ET}CO₂ trasesi, havayolu obstrüksiyonu ve amfizemi olan hastalarda alveolar platoda önemli bir eğim gösterir. Eğer ekspirasyon zamanı göreceli olarak kısa (amfizemli akciğerlerde gerçek P_{ET}CO₂'ye ulaşmak için gereken zamandan kısa) ise, anestezi boyunca geniş ve uyumsuz P_aCO₂ - P_{ET}CO₂ gradiyenti görülür. Bu nedenle, ventilasyonu optimize etmek için, anestezi sırasında aralıklı arteriyel kan gazları analizi gerekir (51). İkincisi; bifazik kapnogramdır. Tek akciğer transplantasyonu, bifazik kapnogram dalga formu gösterebilir. Doğal akciğerin ve verici akciğerinin normal kapnogram fazları dışında ventilasyonu nedeniyle oluşur. Birisi, kalan amfizematöz akciğer; diğeri, yeni transplante edilen akciğer olmak üzere 2 farklı alveol popülasyonu buna neden olur. Kapnogramda görülen ilk pik, kompliansı normal, perfüzyonu iyi ve ventilasyon/perfüzyon oranı normal olan yeni akciğerden ekspire edilen CO₂'yi gösterir. İkinci pik ise, doğal amfizematöz akciğerden gelen CO₂'yi yansıtır. Gözlenen bifazik kapnogramdan, iki akciğerin perfüzyon karakterinden bağımsız olarak, rezistansları ve kompliansları arasındaki fark sorumludur. Transplante edilen düşük rezistanslı akciğer daha hızlı boşalır. Solunum sayısındaki artıştan sonra, kapnogram tek bir eğri gösterir. Bu transplante edilen akciğerden ekshale edilen CO₂'yi

yansıtır. Doğal amfizematöz akciğerden gelen CO₂'nin katkısı minimaldir (52).

Ana pulmoner artere kateter yerleştirmek zorunlu olabilir. Sadece bir akciğerin perfüzyonu sırasında, "wedge" basınç dikkatle yorumlanmalıdır. Çünkü pnömonektomi yapılan hastalarda ölçüldüğünde bu değerler hatalı olabilir. Kateterin şişirilmiş balonu, kalan tek akciğere kan akımını bloke ederek yanlışlıkla düşük değerler çıkmasına yol açabilir (53). Pulmoner arter basıncı, sağ ventrikül üzerindeki yükü gösterir. İntraoperatif transözafageal ekokardiyografi kullanımı da sağ ventrikül fonksiyonunun sürekli değerlendirilmesini sağlar (54). Eğer sol ventrikül fonksiyonu yeterli ise, "wedge" basınç ölçümü başlangıçta çok gerekli değilken, iyileşme döneminde pulmoner arter oklüzyon basıncı termodilüsyonla kardiyak debi ölçülmesini de sağladığından daha önemli hale gelir. Akciğer transplantasyonunda, transözafageal ekokardiyografi yaygın olarak kullanılmaktadır. Anastomozun tamamlanmasından sonra pulmoner venlerden sol atriya yeterli akımın gösterilmesini ve trombüsün görülmesini sağlar (48).

Eğer pulmoner arter basınçları sağ kalp yetmezliğini artırıyor, vazodilatörler ve inotropolar hemodinamiyi düzeltebilir. Ancak bu durumda gaz değişimi bozulabilir ve TAV yapılamaz. Pulmoner arterin klempenmesiyle hemodinami veya sistemik arteriyel saturasyon bozulursa kardiyopulmoner bypass gerekebilir. Gaz değişimi ve hemodinamide akut bozulmalar sıklıkla lateral dekübit pozisyonu ve TAV başlangıcı ile görülür. Bu durumda oksijenasyonu düzeltecek stratejiler: bağımlı akciğere PEEP (büllöz akciğer ve amfizem yoksa), bağımsız akciğere CPAP veya HFV ve bağımsız pulmoner arterin ligasyonudur (47).

Allograft hafif soğuk bir sistemle saklanırken, sırasıyla atriyal, pulmoner arter ve bronşiyal anastomozlar tamamlanır. İskemik dönemler vasküler klempelerin açılmasıyla sonlandırılır. Ancak ventilasyon düzenlenene kadar arteriyel saturasyon düşük kalır; sonra allograft havalandırılır (47). Akciğerin korunmasında düşük molekül ağırlıklı dextran solüsyonu kullanımı, erken dönemde greft fonksiyonunun düzeltilmesinde etkin olabilir (55). Aprotinin, transplant iskemisi ve reperfüzyon hasarı insidansını azaltabilir (48). Transplante edilen akciğer ise ödeme duyarlı olduğundan sıvı kısıtlaması ve düşük tidal volüm (6-8 ml/kg), düşük O₂ fraksiyonu (FiO₂), 5-15 cmH₂O PEEP gibi akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri uygulanmalıdır (56). İntraoperatif ve postoperatif sıvı tedavisi, santral venöz basınç 7 cm H₂O'nun altında olacak şekilde ayarlanabilir. Aşırı kan kaybı ve kan transfüzyonu gereksinimi transplante edilen akciğer için risk oluşturabilir.

"En bloc" çift akciğer transplantasyonu, supin pozisyonunda median sternotomi veya bilateral anterior torakotomi ("clamshell" insizyonu) ile yapılır. Önce her iki akciğer rezeke edilir, 4 pulmoner ven orifisini kapsayan sol atriyal kaf anastomozunu yapmak için kardiyoplejik arrest kullanılır.

Bu nedenle kardiyopulmoner bypass zorunludur. Standart tek lümenli endotrakeal tüp uygundur. Bilateral ardışık akciğer transplantasyonu; kardiyopulmoner bypass, mediastinal diseksiyon ve trakeal anastomoz gereksinimini önler. Major dezavantajı; seri implantasyonlar 2. allograft için iskemi süresini uzatır (47).

Major intraoperatif anestetik sorunlar

Operasyon sırasında yapılan manevralar tarafından radikal olarak değiştirilen akciğer ventilasyon ve perfüzyon fizyolojisi nedeniyle major sorunlar olabilir. Pratikte, önemli sorun dönemleri: tek akciğer ventilasyonu, pnömonektomiden önce pulmoner arterin klempenmesi, verici akciğerinin ventile edilmeden perfüze edildiği dönemdir (28).

Tek akciğer ventilasyonunun başlaması: TAV açısından, şiddetli hipoksemi ve hiperkapni sadece oluşan büyük şanta bağlı değil, aynı zamanda ventile edilen akciğer, normal akciğer kadar ventilasyonu destekleyemediği için oluşur. Hipoksi geliştiğinde terapötik manevralar; inspire edilen O₂ konsantrasyonu %100'e çıkarılır. Tidal volüm ve/veya solunum sayısı değiştirilerek ventilasyon dakika volümü artırılır. Genellikle, şiddetli amfizematöz akciğerin ventilasyonu sırasında bile, bu konvansiyonel manevralar gerekli gaz değişimini sağlamak için yeterli olur. Bu basit klasik manevralar başarısız olursa, ventile edilmeyen akciğere CPAP ve ventile edilen akciğere PEEP uygulanarak seviyeleri hızla ayarlanmalıdır. Bu düzeltici manevralara rağmen, alıcıda dolaşım bozuklukları (şiddetli pulmoner hipertansiyon ve/veya sistemik hipotansiyon gibi) veya ventilasyon yetersizlikleri (hipoksemi ve/veya hiperkapni gibi) meydana gelmesi halinde; parsiyel femoral arter-femoral ven by-pass gerekebilir. TAV sırasında, ipsilateral pulmoner arter bağlanarak, hiperkapni ve hipoksemi sorunu azaltılmalıdır (28).

Pulmoner arterin klempenmesi: pnömonektomi tarafındaki pulmoner arterin klempenmesi ile akut olarak artan pulmoner arter basıncına sağ ventrikülün dayanabilmesi çok önemlidir. Pulmoner arter basıncındaki artış anidir, ancak devamlı değildir. Perfüze olan akciğerde pulmoner vasküler rezistans birkaç dk sonra genellikle azalır. Sağ ventrikül yetmezliğinde, inotropik destek gerekebilir. Pulmoner arter basıncının aşırı artışı için, pulmoner vazodilatör etkili ilaçlar (nitrogliserin, nitroprusit, hidralazin gibi) kullanılır (49,51). Ayrıca, inotropik destek (dopamin 5-10 µg/kg/dk, dobutamin 5-15 µg/kg/dk) gerekebilir (49). Metilprednisolon genellikle vasküler klempelerin kaldırılmasından hemen önce verilir (1).

Transplante edilen akciğerin ventile edilmeden perfüzyonu: Eğer transplantın vasküler bütünlüğü, bronşiyal anastomozun tamamlanmasından önce yapıldıysa, kan akımı gerçekleşir ve şant gelişir. Bu dönemde bazı hastalarda ST segment değişikliği, taşikardi, diğer aritmiler tespit edilmiştir. Transplante edilen akciğerde kan akımının başlaması; soğuk transplant perfüzyonunun ve potasyum bolusunun

transplanttan temizlenmesine neden olur. Bu stabil olmayan dönem sırasında pulmoner arterin klempenmesi ile; perfüzyon enjeksiyonunu ve şanti azaltmak gerekebilir (28).

Postoperatif bakım ve komplikasyonlar

Akcığer transplantasyonu yapılan hastalar; hemodinamik, solunumsal, metabolik, enfeksiyöz, immunolojik ve diğer pek çok komplikasyonla karşı karşıyadır. Pek çok hasta, ısıtılmış intravenöz sıvılar ve battaniyelere rağmen, operasyondan orta dereceli hipotermi ile çıkar (57). Cerrahi sonrası 24-72 saat entübe kalırlar (1). İlk birkaç hafta yoğun bakım gereklidir (57).

Transplante edilen akciğer iskemi ve reperfüzyon hasarı riskine sahiptir. Postoperatif performansı azaltan inflamatuvar sendrom "primer greft disfonksiyonu" olarak bilinir (55). AkcİğEr transplantasyonundan sonra en yaygın erken morbidite ve ölüm nedenlerinden biri primer greft disfonksiyonudur (48).

Erken solunum yetmezliği genellikle, yüksek alveolar arteriyel O₂ gradiyenti, düşük akciğer kompliansı ve parankim infiltratları ile karakterize reperfüzyon hasarına bağlıdır. PEEP ile mekanik ventilasyon esansiyeldir, ancak havayolu anastomozları düşünülerek basınçlar minimum tutulmalıdır. FiO₂; kabul edilebilir sistemik O₂ saturasyonu sağlanacak şekilde minimum olmalıdır. Amfizem için tek akciğer transplantasyonundan sonra ÇLT, bağımsız akciğerin ventilasyonu için yerinde bırakılabilir. Böylece doğal akciğerin aşırı inflasyonu, mediasten şifti ve ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu önlenmiş olur (47).

Transplante edilen akciğerin enfeksiyona yatkınlığını artıran faktörler: lenfatik yaralanmalar, azalmış mukosilyer fonksiyon ve havayolundan geçen sütürlerdir. Postoperatif 1. ayda nazokomiyal gram negatif bakteriler en sık pnömoni nedenidir. Daha sonra sitomegalovirus pnömonisi sıklıkla görülür. Nervus vagus, frenik sinir ve rekürren laringeal sinirler akciğer transplantasyonu sırasında risk altındadır. Bu sinirlerin hasarı mekanik ventilatörden ayrılmayı zorlaştırır. Trakeal anastomoz kaçakları sıklıkla fatal mediastinite neden olur. Stentler ve tekrarlayan dilatasyonlarla tedavi olan bronşiyal fistüller striktürlere neden olur. Uzun dönemde komplikasyonlar: bronşiyolitisi obliterans, küçük havayolu harabiyeti, candida albicans ve pnömosistis carini gibi mikroorganizmalarla gelişen fırsatçı akciğer enfeksiyonlarıdır (47). AkcİğEr transplantasyonu alıcıları erken postoperatif dönemde vericiden taşınan, daha sonra da diğer kaynaklardan gelen enfeksiyonlara adaydır. Vericiden taşınan enfeksiyonlar diğerlerine göre daha yüksek mortalite hızına sahiptir (58). Endotrakeal entübasyon ne kadar uzun gerekirse; pnömoni ve havayolu iyileşmesinde sorun gelişmesi olasılığı o kadar fazladır. Havayolunu temizlemek, kültür için örnek almak ve anastomoz lümenini kontrol etmek için aralıklı fiberoptik bron-

koskopi kullanılabilir. AkcİğEr enfeksiyonu gibi durumlarda, fiberoptik bronkoskopilerle tedavi uygulanırken geniş bir endotrakeal tüple ventilasyon gereklidir. Pnömoni, sepsis ve akut organ reddinde de kullanılan ECMO'nun en yaygın endikasyonu erken primer greft disfonksiyonudur. Ancak pnömoni veya sepsisli akciğer transplantasyonu hastalarında ECMO kullanımı sonuçları başarılı değildir (48).

Transplante edilen akciğer sıvı yüklenmesine ve plevral kaviteye sıvı kaybına yatkındır. Volüm infüzyonundan çok, düşük doz vazokonstriktör kan basıncı desteği ile, önce yeterli dolum basınçları sağlanarak, akciğerdeki sıvı fazlalığı azaltılır. Sıklıkla diüretikler de kullanılır (54). Bu önlemlere rağmen, özellikle tek akciğer transplantasyonu yapıldığında, göğüs grafisinde transplante edilen akciğerde sıklıkla diffüz interstisyel infiltratlar görülür. Hasta henüz entübe iken başlamak üzere, sık göğüs fizyoterapisi ile sekresyonların mobilizasyonu önemlidir (28). Bazen, uzamış ileuslar nedeni ile postoperatif total parenteral nutrisyon kullanımı da zorunlu olabilir. Bu nedenlerle hastalar ventilatör desteğinden olabildiğince erken ayrılmalı ve erken yürümelidir. Bu, rehabilitasyon programı ve epidural narkotik analjezi ile hızlandırılabilir (49,54).

Yeterli postoperatif analjezi esansiyeldir. AkcİğEr transplantasyonu için en çok epidural yöntem tercih edilir. Paravertebral blok, daha düşük postoperatif solunumsal komplikasyonlar ve yan etkilere sahiptir. Ancak, yüksek volümde lokal anestetik gerektirdiğinden, bilateral akciğer transplantasyonu için uygun değildir.

Akut organ reddi şüphesi, puls steroid ile kontrol edilir. Radyografideki pulmoner infiltratlar, ateş, lökositoz ve arteriyel oksijen basıncında düşme gibi enfeksiyonu da düşündürülen bulgular nedeniyle organ reddi tanısı zordur. Genellikle ilk ay oluşan 2-3 atakla giden erken akut organ reddi, tek akciğer transplantasyonunun neredeyse değişmez özelliğidir. Enfeksiyonu ekarte etmek için, bronkoskopi yapılarak örnek alınır ve transbronşiyal akciğer biyopsileri yapılabilir (28).

Transplante edilen akciğerin, patolojik akciğerle yer değiştirmesi ile; oksijenasyon, pH ve CO₂ basıncını kontrol eden reseptörlerin uyum sağlaması birkaç hafta sürebilir (58). Bu nedenle, akciğer transplantasyonundan sonra, ilk birkaç hafta, pek çok hastada hafif-orta hiperkarbi gelişir. AkcİğEr transplantasyonundan sonra solunum çabası gereksiniminin azalması sonucu solunum kaslarından giden yetersiz "feedback" nedeniyle ya da santral kemoreseptörlerin uyumundaki gecikmeye bağlı hastalarda postoperatif dönemde sıklıkla hipoksi hissi ve hiperventilasyon olur. Bu ataklar sırasında tekrarlanan kan gazları analizleri genelde normal sınırdadır ve hipoksemi göstermez. Solunum mekaniklerindeki bu bozulmalar zamanla büyük oranda düzelir (28).

Bu derlemede temel olarak torasik cerrahide anestetik hazırlık ve yaklaşım ile ilgili konuları ele alırken; gerek

nontorasik, gerekse torasik cerrahi uygulanan KOAH hastaları için; preanestezik değerlendirme/hazırlık, intraoperatif yaklaşım ve postoperatif bakımın önemli ve özellikli olduğuna dikkat çekmek istiyoruz.

KAYNAKLAR

- Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson CP. Anesthesia for thoracic surgery. In Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Larson CP, eds. *Clinical Anesthesiology*. 3th ed. New York: McGraw-Hill Companies 2002: 525-51.
- Benumof JL, Alfery DD. Anesthesia for Thoracic Surgery. In Miller RD, ed. *Anesthesia*, vol 2, 5th ed. Philadelphia: Churchill-Livingstone 2000: 1665-752.
- Benumof JL. Separation of the two lungs (double-lumen tube and bronchial blocker intubation). In Benumof JL, ed. *Anesthesia for thoracic surgery*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1995: 330-89.
- Campos JH, Reasoner DK, Moyers JR. Comparison of a modified double-lumen endotracheal tube with a single-lumen tube with enclosed bronchial blocker. *Anesth Analg* 1996; 83: 1268-72.
- Campos JH, Massa FC. Is there a better right-sided tube for one-lung ventilation? A comparison of the right-sided double-lumen tube with the single-lumen tube with right-sided enclosed bronchial blocker. *Anesth Analg* 1998; 86: 696-700.
- Wong DH, Weber EC, Schell MJ, et al. Factors associated with postoperative pulmonary complications in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Anesth Analg* 1995; 80: 276-84.
- Lawrence VA, Page CP, Harris GD. Preoperative spirometry before abdominal operations. A critical appraisal of its predictive value. *Arch Intern Med* 1989; 149: 280-5.
- Maddali MM. Chronic obstructive lung disease: Perioperative management. *Middle East J Anesthesiol* 2008; 19: 1219-39.
- Warner DO. Preventing postoperative pulmonary complications: the role of the anesthesiologist. *Anesthesiology* 2000; 92: 1467-72.
- Warner DO, Warner MA. Human chest wall function while awake and during halothane anesthesia. *Anesthesiology* 1995; 82: 20-3.
- Rehder K, Hatch DJ, Sessler AD, et al. Effects of general anesthesia, muscle paralysis, and mechanical ventilation on pulmonary nitrogen clearance. *Anesthesiology* 1971; 35: 591-601.
- Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg A, et al. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology* 1987; 66: 157-67.
- Berg H, Roed J, Viby-Mogensen J, et al. Residual neuromuscular block is a risk factor for postoperative pulmonary complications. A prospective, randomized, and blinded study of postoperative pulmonary complications after atracurium, vecuronium and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1997; 41: 1095-103.
- Kotani N, Hashimoto H, Sessler DI, et al. Intraoperative modulation of alveolar macrophage function during isoflurane and propofol anesthesia. *Anesthesiology* 1998; 89: 1125-32.
- Qaseem A, Snow V, Fitterman N, et al. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006; 144: 575-80.
- Edrich T, Sadovnikoff N. Anesthesia for patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Curr Opin Anaesthesiol* 2010; 23: 18-24.
- Milledge JS, Nunn JF. Criteria of fitness for anaesthesia in patients with obstructive lung disease. *Br Med J* 1975; 3: 670-3.
- Gerald WM. Current concepts. Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 1999; 340: 937-44.
- Warner DO. Helping surgical patients quit smoking: why, when, and how. *Anesth Analg* 2005; 101: 481-7.
- Warner DO. Perioperative abstinence from cigarettes: physiological and clinical consequences. *Anesthesiology* 2006; 104: 356-67.
- Nakagawa M, Tanaka H, Tsukuma H, Kishi Y. Relationship between the duration of the preoperative smoke-free period and the incidence of postoperative pulmonary complications after pulmonary surgery. *Chest* 2001; 120: 705-10.
- Fukuse T, Satoda N, Hijiya K, Fujinaga T. Importance of a comprehensive geriatric assessment in prediction of complications following thoracic surgery in elderly patients. *Chest* 2005; 127: 886-91.
- Satoh JI, Yamakage M, Kobayashi T, Tohse N, Watanabe H, Namiki A. Desflurane but not sevoflurane can increase lung resistance via tachykinin pathways. *Br J Anaesth* 2009; 102: 704-13.
- Purugganan RV. Intravenous anesthesia for thoracic procedures. *Curr Opin Anaesthesiol* 2008; 21: 1-7.
- Özcan PE, Şentürk M, Sungur Ülke Z, et al. Effects of thoracic epidural anaesthesia on pulmonary venous admixture and oxygenation during one-lung ventilation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007; 51: 1117-22.
- Dhand R. Ventilator graphics and respiratory mechanics in the patient with obstructive lung disease. *Respir Care* 2005; 50: 246-61.
- Szegedi LL, Barvais L, Sokolow Y, et al. Intrinsic positive end-expiratory pressure during one-lung ventilation of patients with pulmonary hyperinflation. Influence of low respiratory rate with unchanged minute volume. *Br J Anaesth* 2002; 88: 56-60.
- Benumof JL. Anesthesia for special elective therapeutic procedures. In Benumof JL, ed. *Anesthesia for Thoracic Surgery*. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company 1995; 513-90.
- Ting EY, Klopstock R, Lyons HA. Mechanical properties of pulmonary cysts and bullae. *Am Rev Respir Dis* 1963; 87: 538-44.
- Gold MI, Joseph SI. Bilateral tension pneumothorax following induction of anesthesia in two patients with chronic obstructive airway disease. *Anesthesiology* 1973; 38: 93.
- Eger EI II, Saidman LJ. Hazards of nitrous oxide anesthesia in bowel obstruction and pneumothorax. *Anesthesiology* 1965; 26: 61-6.
- Normandale JP, Feneck RO. Bullous cystic lung disease. *Anaesthesia* 1985; 40: 1182-5.
- Conacher ID. Anaesthesia for the surgery of emphysema. *Br J Anaesth* 1997; 79: 530-8.
- Brister NW, Barnette RE, Kim V, Keresztury M. Anesthetic considerations in candidates for lung volume reduction surgery. *Proc Am Thorac Soc* 2008; 5: 432-7.
- Bussières JS. Anesthesia for patients undergoing surgery for emphysema. *Chest Surgery Clinics of North America* 1995; 5: 869-78.

36. Chatila W, Furukawa S, Criner GJ. Acute respiratory failure after lung volume reduction surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 1292-6.
37. Tschernko EM. Anesthesia consideration for lung volume reduction surgery. *Anesthesiol Clin North Am* 2001; 19: 591-609.
38. Hillier JE, Gillbe CE. Anaesthesia for lung volume reduction surgery. *Anaesthesia* 2003; 58: 1210-9.
39. Hartigan PM, Pedoto A. Anesthetic considerations for lung volume reduction surgery and lung transplantation. *Thorac Surg Clin* 2005; 15: 143-57.
40. Barker SJ, Clarke C, Trivedi N, et al. Anesthesia for thoracoscopic laser ablation of bullous emphysema. *Anesthesiology* 1993; 78: 44-50.
41. Tinker J, Vandam L, Cohn LH. Tension lung cyst as a complication of postoperative positive-pressure ventilation therapy. *Chest* 1973; 64: 518-20.
42. Zollinger A, Zaugg M, Weder W, et al. Video-assisted thoracoscopic volume reduction surgery in patients with diffuse pulmonary emphysema: gas exchange and anesthesiological management. *Anesth Analg* 1997; 84: 845-51.
43. Mineo TC, Pompeo E, Mineo D, et al. Awake nonresectional lung volume reduction surgery. *Ann Surg* 2006; 243: 131-6.
44. Pompeo E, Mineo TC. Two-year improvement in multidimensional body mass index, airflow obstruction, dyspnea, and exercise capacity index after nonresectional lung volume reduction surgery in awake patients. *Ann Thorac Surg* 2007; 84: 1862-9.
45. Mineo TC. Epidural anesthesia in awake thoracic surgery. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2007; 32: 13-9.
46. Hillier JE, Toma TP, Gillbe CE. Bronchoscopic lung volume reduction in patients with severe emphysema: Anesthetic management. *Anesth Analg* 2004; 99: 1610-4.
47. Firestone L, Firestone S, Feiner JR, Miller RD. Organ transplantation. In Miller RD, ed. *Anesthesia*, vol 2, 5th ed. Philadelphia: Churchill-Livingstone; 2000: 1973-2002.
48. Myles PS, Snell GI, Westall GP. Lung transplantation. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007; 20: 21-6.
49. Thomas BJ, Siegel CC. Anesthetic and postoperative management of single-lung transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1991; 5: 266-7.
50. Heerdt PM, Triantafillou A. Perioperative management of patients receiving a lung transplant. *Anesthesiology* 1991; 75: 922-3.
51. Lee BS, Sarnquist FH, Starnes VA. Anesthesia for bilateral single-lung transplantation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1992; 6: 201-3.
52. Williams EL, Jellish WS, Modica PA, Eng CC, Tempelhoff R. Capnography in a patient after single-lung transplantation. *Anesthesiology* 1991; 74: 621-2.
53. Wittnich C, Trudel J, Zidulka A, Chu-Jeng Chiu R. Misleading "pulmonary wedge pressure" after pneumonectomy: Its importance in postoperative fluid therapy. *Ann Thorac Surg* 1986; 41: 192-6.
54. Kaiser LR, Pasque MK, Trulock EP, et al. Bilateral sequential lung transplantation: The procedure of choice of double-lung replacement. *Ann Thorac Surg* 1991; 52: 438-46.
55. Christie JD, Carby M, Bag R, et al. Report of the ISHLT Working Group on Primary Lung Graft Dysfunction part II: definition. A consensus statement of the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J Heart Lung Transplantation* 2005; 24: 1454-9.
56. Wiedemann HP, Wheeler AP, Bernard GR, et al. Comparison of two fluid management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med* 2006; 354: 2564-75.
57. Conacher ID, Dark J, Hilton CJ, Corris P. Isolated lung transplantation for pulmonary fibrosis. *Anaesthesia* 1990; 45: 971-5.
58. Raju S, Heath BJ, Warren ET, Hardy JD. Single and double-lung transplantation. *Ann Surg* 1990; 211: 681-91.