

AÇIK KALP CERRAHİSİNDE İNTRAKARDİYAK HAVA RETANSİYONU VE HAVA ÇIKARILMASI TEKNİKLERİ

¹Dr. Orhan Saim Demirtürk, ²Dr. Halil İbrahim Uçar, ³Dr.Kanat Özışık

¹Başkent Üniversitesi Kalp-Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Adana Araştırma ve Uygulama Hastanesi, ²Hacettepe Üniversitesi Kalp-Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, ³Dr.Sami Ulus Çocuk Sağlığı ve Hastanesi Kalp-Damar Cerrahisi Kliniği, ANKARA

Kalp içerisinde kalan hava kardiopulmoner bypass sırasında çok zarar verici etkiler yaratabilir. Kalp cerrahisi sırasında intrakardiyak havanın çıkartılması en etkin şekilde gerçekleştirilmelidir. Sol atrium, sol ventrikül ve aortanın transözofageal ekokardiyografisi intrakardiyak kalan hava kabarcıklarının tesbitinde yüksek derecede hassas bir metoddur. Asendan aortanın iğne aspirasyonu ile pasif dolmuş sonrası sol atriyal, ventriküler ve aortik aspirasyon rutin hava temizleme teknikleridir. İntrakardiyak hava tespiti için kullanılan hassas yöntemler kardiopulmoner bypass sonrası bir miktar havanın kalp odacıklarında bulunduğunu göstermiştir. Bu

havanın muhtemel zararlı sonuçları ortaya çıkarabilir. Havanın mobilizasyonu, pozitif odacık doldurma, atriyum duvarının gerilmesi ve ballotman hava çıkarmada kritik öneme sahiptir. Mobilize edilen havanın uzaklaştırılması, sol atriyumun aspire etmeden venti oldukça önemlidir ve kardiopulmoner bypass sonlandırılmadan havanın temizlendiği gösterilmelidir.

Anahtar kelimeler: İntrakardiyak hava retansiyonu, Açık kalp cerrahisi

(Türk Girişimsel Kard. Der. 2008;12:75-81)

GİRİŞ

Kalp cerrahları pek çok ekip çalışması örneğinde görebildiğimiz gibi yaşamsal bir operasyonu deneyim ve eğitim düzeyleri farklı birçok kişinin katkısı ile yapmaktadırlar. Ancak diğer ekip çalışmalarından farklı olarak, örneğin perfüzyonistlerin pompaya ekledikleri ilaçlar örneğinde olduğu gibi, onların yapabilecekleri hatalara müdahale şansları olmadan sonuçlarına da katılmak durumunda kalmaktadırlar.

İntrakardiyak hava retansiyonu da böyle bir durum olup hem koroner hem de serebral hava embolisine neden olabildiği için oluşmadan önlem alınması gereken bir durumdur. Bu nedenle kalp cerrahlarının oluşabilecek hava embolilerini önlemek için standart uygulamalarının olması ve rutin şekilde uygulanması yanında oluşabilecek acil durumlarda da hemen müdahale yapabilecek ve önceden hazırlanmış acil planlarının olması gereklidir. Bunun yanı sıra perfüzyonistlerin devamlı eğitimi ve oluşabilecek acil durumlara

hemen ve doğru müdahalede bulunabilecek şekilde eğitilmeleri gereklidir.

Yalnızca havanın çıkarılmış olması yetmez, hava çıkarılması işlemlerinin sonlandırılıp ameliyata gönül rahatlığıyla devam edilmesi açısından da bunun kanıtlanması gereklidir. Ameliyathane ortamında en kolay uygulanacak yöntem de, hasta zaten entübe edilmiş ve anestezi altında olduğu için, transesofageal ekokardiyogram (TEE)'dir.

Ayrıca hava çıkarılması en önemli ve hayati teknik işlemlerin, hastanın pompadan çıkması anına denk gelen heyecanlı ve genellikle acele edilen bir döneme rastladığı için bazan yaşamsal bir manevra atlanabilmektedir.

Bu nedenle her cerrahın bir hava çıkartma protokolünün olması ve bunu kiskançlıkla sırasına göre uygulaması kaçınılmazdır.

Hava Çıkarılmasında Tarihsel Dönemler: Hava çıkarılmasında klasik yöntemlerin formüle edilip bir sistematik dahilinde uygulanması kalp cerrahisinin yaygınlaşmaya başlamasıyla paralel gitmiştir.

Açık kalp cerrahisinde sol kalp sisteminde havanın kapana sıkıştığı ve bunun sistemik veya koroner dolaşımında embolizasyona neden olabileceği erken zamanlardan beri biliniyordu.

Ancak Groves ve Effler'in 1963 yılında daha sonra

Yazışma Adresi: Uzm.Dr. Halil İbrahim UÇAR
Duygulu Sok. No: 45/4 Aydınlıkevler
06130, Ankara
Tel: 0 312 305 17 74
Fax: 0 312 311 73 77
e-mail: hiu@hacettepe.edu.tr
Geliş Tarihi:08.01.2008
Kabul Tarihi:14.02.2008

uzun yıllar 'Groves-Effler needle vent technique' diye bilinecek olan sump sistemleri ortaya çıkana dek sistemik bir koruma ve temizleme mekanizması oluşmamıştı¹. Groves ve Effler tarif ettikleri yöntemde kardiyopulmoner bypassa girdikten sonra ve kalp boşlukları hava ile temasa açılmadan önce çıkan ortaya bir iğne vasıtasıyla vent yerleştirilmesini ve buradan havanın çıkarılabileceğini belirtmişlerdir. Bu yazıda dikkat çeken bir nokta da hava retansiyonu ve embolisinin yalnızca cerrahi sahaya CO2 üflenmesi gibi o yıllarda revaçta olan ve günümüzde de önemi yeniden anlaşılan profilaktik yöntemlerle önlenemeyeceğinin ilk kez ifade edilmiş olmasıdır.

Kardiyak cerrahi sonrası görülen santral sinir sistemi komplikasyonları önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir. Ekstrakorporeal dolaşım-sirkülasyon (EKS) sonrası stroke gelişme insidansı %0,8 ila 5 arasında rapor edilmiştir². Serebro vasküler olay (SVO) nedenlerinin başında makro hava ve debris embolileri gelse de hava embolisinin dahil olduğu mikroembolizasyonlar da en son Magnetik rözenans (MRI) çalışmalarında belirtildiği gibi ensefalopatilere neden olan önemli olgulardır².

Hava mikrokürecikleri mikrotrombusların oluşumunda potansiyel bir nükleus görevi görürler. Mills'in³ bildirdiğine göre olası mikroemboli nedenleri arasında EKS kaynaklı hava, açık kalp odacığı ya da cerrahi olarak açılmış aorta, oksijenatör, aorta veya kalp kapakçığı kaynaklı debris, sol atriumdan ya da ventrikülden gelen pıhtılar, kardiyotomi sakşını sırasında oluşabilecek yağ embolisi, selüler agregatların ve bypass pompasındaki silikon partiküller sayılabilir.

van der Linden ve ark.⁴ tarafından yayımlanan bir transkraniyel doppler çalışmasında ekstrakorporeal dolaşım (EKD) ile opere edilen kapak hastalarında orta serebral arterden hava kabarcıkları sayılmış ve hava embolilerinin aort kanülü yerleştirilmesi, EKD'a başlangıç, ve kross-klemp kaldırılması sonrasında olduğu gözlenmiştir.

Yine Tingleff ve ark.⁵ tarafından yayımlanan bir makalede intraoperatif transesofageal ekokardiografi ile incelenen hastalarda en çok hava kabarcığının kross-klemp kaldırılması ve kardiyopulmoner bypass sonlandırılması arasında gerçekleştiği bildirilmiştir.

Koroner bypass operasyonları sırasında kimi zaman pompa çıkışından sonra 'sağ koronerde hava' sendromu en sık karşılaşılan hava embolisi örneklerinden biridir⁶. Ancak kimi zaman kalp yetmezliği ile sonuçlanıp yeniden pompaya girilmesine kadar varan olumsuz sonuçları olabilmektedir.

Kalp cerrahisi sırasında ortaya çıkan hava embolisi iki kaynaktan olabilir. Birincisi cerrahi saha;

ikincisi de kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan ekstrakorporeal sirkülasyon hatlarıdır.

Klasik Hava Çıkarma Yöntemleri: Hava çıkarma yöntemleri arasında her zaman güvenilir olduğu sanılan ama aslında genel tedbirler arasında yeri olmakla birlikte yetersiz kalan yöntemler de vardır.

Örneğin aort klemp kaldırılmadan önce hastayı Trendelenburg pozisyonuna getirmek kullanılan bir yöntemdir. Rodriguez ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada⁷ kardiyak cerrahi uygulanacak ve sistemik ventrikülleri açılacak pediatrik hastalar randomize olarak Trendelenburg kafa pozisyonu verilen ve verilmeyen iki gruba ayrılarak transkraniyel doppler USG yöntemiyle sağ orta serebral arterleri mikroembolik yük açısından monitorize edilmiştir. Çalışmanın sonunda Trendelenburg pozisyonunun kardiyak hava çıkarmada kullanılan standart hava çıkarma yöntemlerine horizontal kafa pozisyonuna ek olarak katkı sağlamadığı ortaya konulmuştur.

Geçmişteki Yöntemler: Geçmişte hava çıkarma yöntemi olarak kullanılan ancak artık kullanılmayan yöntemlere de değinmek ve nereden nereye geldiğimizi görmek gerekir.

1967'de Takita ve ark.⁸ tarafından yayımlanan açık kalp ameliyatı sonrasında oluşan hava embolisinin hiperbarik oksijenasyon ile başarılı sağaltımı olgusu bu konudaki ilk yazılardan biridir. Yazarlar 23 yaşındaki mitral kapak replasmanı yapılması planlanan hastanın aort kanülasyonu sırasında arkus aorta yönüne masif hava kaçtığını ve yapılan EEG monitorizasyonunun bir değişiklik göstermemesi üzerine ameliyata devam edildiğini ancak hastada postoperatif sol hemipleji meydana gelmesi üzerine kompresyon odasına alındığını belirtmişlerdir. Hastanın 6 atmosfer basınçta 2 saat geçirip derece derece azaltılan kademeli basınçtan sonra defisitsiz taburcu edildiği bildirilmiştir.

1971'de Padula ve ark.⁹ tarafından 46 sağlıklı melez köpek üzerinde yapılan çalışmalar buna en güzel örnektir. Padula ve ark. yaptıkları çalışmada, sol atriuma salin içinde paraldehid koyarak ventriküler vent yardımıyla sakşın yapmışlar ve intrakardiyak sinofotografi yoluyla da hava kabarcıklarının temizlendiğini gözlemişlerdir. Bu sonucun paraldehid-salin solüsyonunun kanın yüzey basıncını düşürmesi nedeniyle ortaya çıktığını öne sürmüşlerdir.

Zararlı olabilecek durumlar: Ayrıca hava retansiyonu giderilmesi açısından zararlı olabilecek yöntemler de vardır. La Pietra ve ark. bildirdiğine göre¹⁰ asisse venöz drenaj yani venöz drenajda vakum kullanılarak dönüşün artırılması mikrokürecik şeklinde hava kabarcıklarının oluşumunu artırmıştır. Bu çalışma augmented edilmiş venöz dönüş yöntemlerinin

hava retansiyonunun kontrolünü zorlaştırdığını göstermiştir. Çalışmada bundan farklı olarak sentrifugal pompanın arteriyel pompaya asiste edecek şekilde kullanımının hava embolisinin temizlenmesine katkıda bulunduğu da belirtilmektedir.

Willcox ve ark. 1999'da yayımladıkları bir çalışmada da¹¹ EKD hatlarında venöz havanın takılı kalması vakum asiste drenaj sistemlerinde oluşan hava embolilerinin artmasına neden olmaktadır. Yazarlar arteriyel filtre distalindeki hava emboli odaklarını doppler USG ile sayarak yaptıkları in vitro deneysel çalışmada vakum ile desteklenmiş sistemlerde emboli sayısının 10 kat arttığını göstermişlerdir. Ayrıca bu çalışmanın bir diğer aydınlatıcı tarafı da hatlara hava yerine CO2 embolizasyonu oluşmasına izin verildiğinde vakum asiste sistemdeki emboli sayısı ile konvansiyonel sistemdeki emboli sayısının istatistik açısından önemli bir fark oluşturmadığıdır. Bunun CO2 insüflasyonu kullanımını cesaretlendiren bir sonuç olarak ortaya çıktığını söylemek gerekir.

Yazarlar ayrıca Stock ve ark.nın¹² 6 yıl sonra yayınlarında altını çizerek söz edecekleri bir noktaya daha o yıllarda işaret etmişler ve EKD sırasında 'venöz hava'nın sık rastlanan bir olgu olduğunu ancak venöz rezervuarların genel olarak algılandığı gibi havayı tutabilme özelliklerinin bu havanın kabul edilebilir olduğu yanlış kanısına yol açmasına karşın bu havanın benign olmadığını söylemişlerdir. Willcox ve ark. EKD hatları bağlanırken venöz kanüldeki havanın elimine edilmesini öneren ilk gruptur.

Stock ve ark. 2005'te yayınladıkları çalışmalarında hep gözdardı edilen bir noktayı öne çıkararak sanılanın aksine kardiyopulmoner bypass devresindeki venöz hatlarda hava kalmasının masum bir olgu olmadığını, bu havanın da temizlenmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır¹². Bu çalışmaya göre venöz drenajın da "deairing" yani hava çıkarılması işlemine tabi tutulması arteriyel sistemin de mikroküreciklerinde azalmaya neden olmaktadır.

Stock ve ark. ekstrakorporeal tubing sisteminin çift klempenmesi ve hava dolu mesafenin salin ile doldurulmasını önermektedir.

Rutin Uygulamalar: Hava çıkarma yöntemlerinin kuvvetli ve zayıf yanları iyi anlayabilmek için öncelikle rutin uygulamalara bakmakta yarar vardır. Klasik hava çıkarma kaskadı ekstrakorporiyal dolaşıma geçilmeden önce, EKD sırasında ve sonra olmak üzere üç zamanlama-bölüme ayrılabilir ve şöyle tariflenebilir:

EKD öncesi: EKD öncesi hatlardaki havanın ortadan kaldırılması gerekir. Buna kardiyopleji hattındaki havanın da temizlenmesi eklenmelidir.

EKD sırasında: EKD sırasında sol atriyumda

mümkün olduğu kadarıyla en az sakşın uygulanarak dolaşıma hava katılması önlenmelidir.

EKD sonrasında: Kapte yapılacak onarım bitirilip kalp boşlukları kapatıldığında ya da koroner bypass yapılıyorsa greftleme bittiğinde kalp sistemik dolaşıma kan pompalamadan önce kalp boşluklarından mümkün olan maksimum hava çıkarılmalıdır.

Hava embolisini önlemek için özel manevraların uygulanması gereklidir. Bunların zamanlaması değişebilmekte ama ana prensipler yerine oturmuş görünmektedir.

Öncelikle kalp boşlukları kapatılmadan önce kan ya da salin ile doldurulur. Bu şekilde havanın kalp boşluklarında kapana kısılması olasılığı minime indirilmiş olur. Bu sırada kalp reperfüze ve çarpıyor olmalıdır.

Ayrıca özellikle kapak operasyonlarından sonra kalan hava kalp kan pompalamaya başlamadan aspire edilmeli, örneğin bir iğne yardımıyla çıkarılmalıdır. Bu sırada akciğerler de aralıklı olarak ventile edilip önemli, bir rezidüel hava kaynağı olan pulmoner venlerden hava çıkarılmalıdır. Aynı zamanda asendan aortadan kardiyopleji kanülü vasıtasıyla sürekli sakşın uygulanarak ya da artadan kanın serbestçe kanaması sağlanarak hava çıkarılmalıdır. Bu sırada kullanılacak metodun ayrıntıları myokard korunma yöntemine göre ayarlanır.

Klasik hava çıkartma protokollerine aorta cerrahisinden bir örnek verilebilir: Aorta sütür hattı kapatılırken sol ventriküldeki aspirasyona ara verilir ve kalbin dolmasına izin verilir. Aortotominin en anterior bölümünden kanın serbestçe fişkırmasına izin verilebileceği gibi aortotomi kapanmadan aorta kan ya da salin ile doldurulabilir. Bundan sonra dikiş hattı kapatılıp vent yeniden çekilmeye başlanılır. Bu sırada anesteziist akciğerleri nazikçe havalandırmalı ve kalan havanın pulmoner venler yoluyla sol atriuma ulaşımını temizlenebilmesi sağlanmalıdır. Bu sırada akciğerler siddetli havalandırılmamalıdır çünkü aşırı şiddetli havalandırmak akciğerleri tamamen kollabe olduğunda kalan havanın sol ventriküle emilmesine yol açabilir.

Sonra sol atriyum dolu bir şırınga ile aspire edilmelidir. Mutlaka hava gelecektir. Aspirasyon ventilasyon desteği ile yapılmalıdır. Sol atriyum apendajı invert edilerek işlemin bu bölümü bitirilir.

Bundan sonra kalp öne ve sağa çekilerek sol ventrikül kavitesi iğne ile aspire edilir.

Daha sonra hasta Trendelenburg pozisyonuna getirilip perfüzyon akımı azaltılırken aorta klempisi yavaş yavaş kaldırılır. Bu sırada ventten çekilmeye devam edilir. Sol ventrikül birkaç kez sarsılır. Perfüzyonist yavaş yavaş santral venöz basıncı (CVP)

artırır ve CVP 10 mm. Hg olduğunda ve kalp birkaç dakikadır çarpıyorsa EKD akımı yavaş yavaş azaltılır. Ventrikül yine sarsılır ve EKD'a son verilir.

Masa horizontal pozisyona getirilirken ventteki sakşın azaltılır ve yaklaşık 9-10 dakika sonra kapatılır. Vent çıkartılır, sütür bağlanır. Bu manevralar asla acele yapılmamalıdır.

Ne Yapılmalı?: Kalp ameliyatları sırasında oluşabilecek masif hava embolilerinde sadece cerrahi ekibin soruna derhal ve hızlı cevap vermesi hastayı kurtarabilir veya kalıcı nörolojik hasarı önler. Bu nedenle her cerrahi ekibin EKD ile ilgili hava embolisi kurtarma protokolleri olmalıdır.

Cerrahi öncesi tüm ventlerin salin ile tecrübe edilmesi yerinde bir başlangıç olur. Ayrıca aşağıdaki hava embolisi nedenleri tek tek elimine edilmelidir:

- 1.Oksijenatör seviyeleri çok iyi yakip edilmelidir.
- 2.Kalp atımı beklenmeyen bir zamanda durabileceğinden dikkatli olunmalıdır.
- 3.Perfüzyon hatlarında oluşabilecek ani yön değişimleri engellenmelidir.
- 4.Rezervuarlarda basınç oluşumu önlenmelidir.
- 5.Çarpan kalpte kalp boşlukları bozuk ventriküllerde anevrizmektominin çarpan kalpte yapılmasını gerektiren durumlar ve kavalalar sıkılı halde sağ atrium prosedürleri hariç, mümkünse, açılmamalıdır.
- 6.Oksijenatörün asla pıhtılaşmasına izin verilmemelidir.
- 7.Pompa başlarının ani olarak kurtulup hava basması önlenmelidir.
- 8.Pompa başlarına yakın arteriyel kinklere izin verilmemelidir.
- 9.Hatlar ya da oksijenatörde oluşabilecek kırık ya da kesiklere dikkat edilmelidir.
- 10.EKD sırasında oksijenatörün ayrılması ölümcül olabilir.
- 11.Sirkülatuar arrestte teknik hatalara izin verilmemelidir.
12. Arteriyel pompa başının istem dışı hareketi önlenmelidir.

Bunları iyi ve hızlı yapabilmek için ani ve kaotik anlarda hatasız kullanılabilir standart hava çıkarma prosedürleri olmalıdır.

Borger ve ark. 2001 yılında yayımladıkları çalışmalarında¹³ anestezi ve perfüzyonistlerin hastaya ilaç uygulamaları sırasında hava embolisi olgularının sık görüldüğünü bildirdiler. 83 hasta üzerinde yapılan bu çalışmada EKD sırasında 10 ve üzerinde perfüzyonist müdahalesi yapılan hastalarda nörofizyolojik değerlendirmelerin daha kötü çıktığı bildirilmiştir. Bu nedenle yukarıda belirtilen kişisel dikkat gerektiren

önlemlere ek olarak mekanik önlemler de insan dikkatinin eksik kaldığı zamanlar için gereklidir.

Alınabilecek Mekanik Önlemler: Hava embolisini önlemek için ayrıca şu mekanik önlemler alınmalıdır:

- 1.Oksijenatörde seviye alarmı olmalıdır.
 - 2.Arteriyel filtre kullanılmalıdır.
 - 3.Perfüzyon hatları EKD sırasında rutin aralıklarla ve bir protokol sırası oluşturularak kontrol edilmelidir.
 - 4.Perfüzyon hatları etrafından geçişe izin verilmemelidir.
 - 5.EKD öncesi klemp sayımı yapılmalıdır.
 - 6.Oksijenatör sağlam bir şekilde fiske edilmelidir.
 - 7.Rezervuarda basınç oluşmasını önlemek için yeterli sakşın uygulanmalıdır.
 - 8.Aort klempini yavaş kaldırılmalı ve bu sırada aort kökü ve karotise emboli önlemek amacıyla yeterli kompresyon uygulanmalıdır.
 - 9.Hastayı her an defibrile edebilecek araçlar hazır olmalıdır.
 - 10.EKD'den çıkmadan uygulanacak hava çıkarma manevraları standardize edilmiş olmalıdır.
- Hava embolisini kontrol etmenin en iyi yolu önlemekten geçer.

EKD sırasında masif hava embolisi olduğu zaman yapılacaklar şöyle sıralanabilir:

- 1.Pompa hemen durdurulmalıdır.
- 2.Asendan aortada vent varsa derhal çektilirmeli
- 3.Superior vena kavadan geçici retrograd perfüzyon yapılır.
- 4.Hastanın ısısı düşürülür, gerekirse hipotermi uygulanır.
- 5.Koronerlerden hava manuel masajla çıkarılır.
- 6.Koronerlerde fark edilen hava en ince enjektör iğnesiyle aspire edilir
- 7.%100 oksijenle hasta ventile edilir.
- 8.Steroid yapılır.
- 9.Derin pentotal anestezisi verilir.
- 10.Hasta dekompresyon odasına alınabilir.

Transesofageal ekokardiyografinin önemi: Kalp ameliyatlarından sonra odacıklarda hava kalması yüzeyel doppler ekokardiyografi ve TEE karşılaştırılarak incelendiğinde hava kabarcıklarının retansiyonu yanında hava havuzcukları denilen yeni bir olgu ortaya çıkmıştır¹⁴. Orihashi ve ark. bildirdiğine göre intrakardiyak hava özellikle EKD çıkışı esnasında hızlı bir şekilde yerini, görünüş şeklini değiştirir. Bu yüzden devamlı monitorizasyon şarttır.

Hava havuzcukları Orihashi'nin bu çalışmasında olguların %13'ünde bulunmuştur¹⁴. Dikkati çeken bir nokta hava havuzcuklarının bulunduğu tüm hastalar-

da sağ üst pulmoner vende mevcut olmasıdır. Bunu yüzde sırası ile sol ventrikül apeksi, sol atriyum, sağ koroner sinüs valsalvası ve sol atriyum apendajı izlemektedir.

TEE'de hava kabarcıkları ileri derecede mobil, kuvvetli şekilde ekojenik noktacıklar olarak görünmekte ve çoğunlukla yan loblar, akustik gölgeler ya da yankılarla karakterize oluşumlar olarak görülmekte ve daha yüksekler doğru toplanma eğilimindedirler.

TEE'de hava havuzcukları yine ileri derecede hareketli, kuvvetli şekilde ekojenik hat ya da alanlar olarak görünmekte ve çoğunlukla yan loblar, akustik gölgeler ya da yankılarla karakterize oluşumlar yaparak içinde buldukları kalp odacığının en üst seviyesine komşu görünürler.

Önceki yıllarda örneğin Topol ve ark.¹⁵ yayımlayıp klinik uygulamaları uzun yıllar etkileyen kimi yayınlarda B-mod TEE ya da olarak incelenen olgularda intrakardiyak hava retansiyonunun klinik morbidite ve mortaliteyi yakından ilgilendirmedigine dair yanlış bir kanı oluşmuştur.

Ancak Oka ve ark.¹⁶ kalp ameliyatlarında hava retansiyonu oranlarının kardiyotomi yapılanlarda %79 kardiyotomisiz olgularda, örneğin koroner bypasslarda bile %11'e ulaştığını bildirmeleriyle bu kanaat etkisini yitirmeye başlamıştır.

Orihashi ve ark. yaptıkları çalışmaya göre¹⁷, tüm konvansiyonel hava çıkarma yöntemlerinin standart bir prosedür olarak eksiksiz uygulanmasına karşın hastalarda 5ml.'ye varan hava retansiyon miktarları gösterilmiştir.

İntakt koroner arter sistemi varlığına rağmen açık kalp ameliyatlarından sonra geçici ritim düzensizlikleri olması optimum yapılmamış myokard korumasına bağlı olabileceği gibi hava retansiyonuna bağlı embolizasyondan da olabilir.

Pulmoner arterdeki hava, filtre gibi çalışan akciğerlerde tutulur. Ama venöz havanın transpulmoner geçişi de mümkün olabilmektedir. Bu pasajın niteliği üzerinde çalışmalara devam edilmelidir.

Havuzcuk haline gelmiş hava, ST segment elevasyonunda ritm bozuklukları ve bölgesel duvar hareket bozukluklarına kadar geniş bir yelpazede sorunlara yol açabilir. Bunlar da pompa çıkışı erken dönemde hemodinamiyi olumsuz etkileyebilir.

TEE hava havuzcuklarını kolayca gösterebilir ve cerraha bu retansiyona uğramış havanın lokalizasyonunu vererek çıkarılmasında kılavuzluk eder. Orihashi ve ark.¹⁴ bildirdiği çalışmaya göre standart hava çıkarılması yapılmış hastalarda daha önce Rodriguez ve ark. belirttiği gibi¹⁷ Trendelenburg pozisyonu uygulanıp akciğerler optimal havalandırılırsa da, TEE

eşliğinde hava çıkarılan hastalara göre sağ üst pulmoner vende hava havuzcuğu kalmaktadır.

Karbondiyoksit İnsüflasyon Yönteminin Olası Katkıları: Karbon dioksit kanda havadan ortalama 25 kat daha kolay çözünebildiği ve havada % 50 daha ağır olduğu için bir kavitedeki hava embolisinin yerini değiştirip temizleyebilir. Ayrıca CO₂ embolileri havadan bu fiziksel özellikleri nedeniyle daha iyi tolere edilebilirler.

Kalpokas ve ark.¹⁸ yaptıkları çalışmada CO₂ ile operasyon sahasının doyurulması yöntemi ile hava embolisinin önlenme etkisini araştırmışlar ve mekanik hava çıkarılması yapılan hastalara göre karbondiyoksit kullanılarak yapılan hava çıkarılmasının daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Svenraud ve ark. 2003'te yayınlanan bir deneysel çalışmada¹⁹ gaz dağıtıcı bir alet yardımıyla karbon dioksit insüflasyonu yani üfleme yapıldığında konvansiyonel olarak ince bir tüp yardımıyla yapılan CO₂ insüflasyonuna göre daha efektif sonuçlar alındığını bildirmişlerdir. Aynı yazar ve ark.²⁰ 2004 yılında yayımladığı randomize, prospektif, çift kör yaptıkları klinik çalışmada CO₂ insüflasyonu yapılan hastalarda konvansiyonel mekanik hava çıkarılan hastalara kıyasla kalp ve asendan aortadaki hava mikroembolisi insidansı daha az olarak gerçekleşmiştir. Bu çalışmada dikkat çeken nokta CO₂ grubunda EKD sonlandırıldıktan sonra saptanabilen mikroemboliler 7 dakika devam etmiş ancak konvansiyonel grupta 19 dakika süre ile mikroemboli görülmüştür.

Persson ve ark. tarafından CO₂ insüflasyonu ile ilgili yapılan iki önemli çalışmada CO₂ flowunun en az 5litre/dakika olması ve çıkış hızının 0,1m/saniyeden az olması gerektiği bildirilmiştir^{21,22}. Yine aynı yazarlar CO₂ üfleme sisteminin en etkin uygulamasının bir gaz yayıcısı yoluyla olduğunu göstermişlerdir.

Webb ve ark. 1997'de yayımladıkları²³ ve kapak ameliyatı geçiren hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında intrakardiyak havayı azaltmak için yara kavitesini multiperfore bir kateter ile CO₂'e doyurmayı önerdiler. Ancak Persson ve ark. tarafından yapılan ve 2004'te yayımlanan klinik ve deneysel çalışma sonunda²² CO₂ insüflasyonunun kateter ve benzeri aletlerle yapılması yerine bir gaz difüzeri ile yapılmasının daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Bu yöntemlere Salzano ve ark.²⁴ 1996'da yayımladıkları makalelerinde tanımladıkları arteriyel ve venöz hatlar arasında bir line kullanılarak kardiyopulmoner bypass sonrası oluşturulan arteriovenöz fistülle aortadan venöz sisteme kalan havanın aktarılması ilginç ve pratik bir yöntem olarak eklenmelidir²⁴. Ayrıca Milsom ve ark.²⁵ çift vent tekniği de hatırlatılmaya değer yöntemlerdir²⁵.

SONUÇ

Hava embolisi nedeniyle nörolojik olay gelişimi ve miyokardiyal enfarktüs oluşma ihtimalini azaltmak için kullanılmakta olan klasik yöntemlere ek olarak TEE uygulamasının yaygınlaşması şarttır.

Bu uygulamanın rutin hale gelebilmesi için yapılabilecekler arasında kardiyovasküler anesteziyologların TEE kullanımı ve yorumlanması konusunda eğitim almaları önemli bir adım olabilir.

Klasik ve 7 ana öğeden oluşan hava çıkarma sisteminin aksatılmadan rutin olarak uygulanmalıdır. Ayrıca bu konuda klinik araştırmalar devam ettirilmeli ve kapanmış ve sonuca ulaşılmış gibi görünen ama üzerinde daha çok çalışılması gereken bu konuya yeniden önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Groves LK, Effler DB. A needle-vent safeguard against systemic air embolus in open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1964;47:349-55.
2. Knipp SC, Matatko N, Wilhelm H, Schlamann M, Massoudy P, Forsting M, Diener H C, Jakob H. Evaluation of brain injury after coronary artery bypass grafting. A prospective study using neurophysiological assessment and diffusion weighted magnetic resonance imaging. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25:791-800.
3. Mills NL, Ochsner JL. Massive air embolism during cardiopulmonary bypass: causes, prevention, and management. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980;80:708-17.
4. van der Linden J, Casimir-Ahn H. When do cerebral emboli appear during open heart operations? A transcranial Doppler study. *Ann Thorac Surg* 1991 ;51:237-41.
5. Tingleff J, Joyce FS, Pettersson G. Intraoperative echocardiographic study of air embolism during cardiac operations. *Ann Thorac surg.* 1995; 60: 673-77.
6. Baker RC, Graham An, Philips As, Campalani G. An unusual iatrogenic cause of right coronary air embolism. *Ann Thorac surg* 1999;68:575-76.
7. Rodriguez RA, Cornel G, Weersana NA, Pham B, Splinter WM. Effect of Trendelenburg head position deairing cardiac deairing on cerebral microemboli in children: a randomized controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:3-9. Erratum in *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 121:433.
8. Takita H, Olszewski W, Schimert G, Lanphier E H. Hyperbaric treatment of cerebral air embolism as a result of open-heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1968;55:682-5.
9. Padula R T, Eisenstat T E, Bronstein M H, Camishion R C. Intracardiac air following cardiectomy. Location, causative factors, and a method for removal. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1971;62:736-42.
10. Lapietra A, Grossi EA, Pua BB, Esposito RA, Galloway AC, Derivaux CC, Glassman LR, Culliford At, Ribakove Gh, Colvin SB. Assisted venous drainage presents the risk of undetected air microembolism. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:856-62.
11. Willcox T W, Mitchell S J, Gorman D F. Venous air in the bypass circuit: A source of arterial line emboli exacerbated by vacuum assisted drainage. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1285-9.
12. Stock U A, Müller T, Bienek R, Krause H, Hartrumpf M, Albes J. Deairing of the venous drainage in standard extracorporeal circulation results in a profound reduction of arterial microbubbles. *Thorac Cardiovasc Surg* 2006;54:39-41.
13. Borger MA, Peniston CM, Weisel RD, Vasliu M, Green REA, Feindel CM. Neurophysiologic impairment after coronary bypass surgery: Effect of gaseous microemboli during perfusionist interventions. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:743-49.
14. Orihashi K, Matsuura Y, Yoshiharu H, Sueda T , Shikata H, Hayashi S, Nomimura T. Retained intracardiac air in open heart operations examined by transesophageal echocardiography. *Ann Thorac Surg* 1993;55:1467-71.
15. Topol EJ, Humphrey Ls, Borkon AM, Baumgartner WA, Dorsey DL, Reitz BA, Weiss JL. Value of intraoperative microbubbles detected by transesophageal two-dimensional echocardiography in predicting neurological outcome after cardiac operations. *Am J Cardiol* 1985;56:773-75.
16. Oka Y, Inoue T, Hong Y, Sisto DA, Strom JA, Frater RWM. Retained intracardiac air. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;91:329-38.
17. Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T , Shikata H, Mitsui N, Suesiro M. Pooled air in open heart operations examined by transesophageal echocar-

- diography. *Ann Thorac Surg* 1996;61:1377-80.
18. Kolpokas MV, Nixon IK, Kluger R, Beilby DS, Silbert BS. Carbon dioxide field flooding versus mechanical de-airing during open-heart surgery: a prospective randomized controlled trial. *Perfusion*. 2003;18:291-94.
 19. Svenraud P, Persson M, van der Linden J. Efficiency of a gas diffuser and influence of suction in carbon dioxide deairing of a cardiothoracic wound cavity model. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;125:1043-49.
 20. Svenraud P, Persson M, van der Linden J. Effect of CO₂ insufflation on the number and behavior of air microemboli in open-heart surgery: A randomized clinical trial. *Circulation* 2004; 109:1127-32.
 21. Persson M, Van Der Linden, J. Deairing of a cardiothoracic wound cavity model with carbon dioxide: theory and comparison of a gas diffuser with conventional tubes. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2003;17:329-35.
 22. Persson M, Svenraud P, Van Der Linden J. What is the optimal device for carbon dioxide deairing of the cardiothoracic wound and how should it be positioned? *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2004;18:180-84.
 23. Webb WR, Harrison LH, Hemcke FR, Camino-Lopez A, Munfakh NA, Heck HA, Moulder PV. Carbon dioxide field flooding minimizes residual intracardiac air after open heart operations. *Ann thorac surg* 1997;64:1489-91.
 24. Salzano RP, Kachane VB. Simple system for deairing the heart after cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1537-38.
 25. Milsom FP, Mitchell SJ. A dual-vent left heart deairing technique markedly reduces carotid artery microemboli. *Ann Thorac Surg* 1998; 66:785-91.

Kurt ve ark.
????????????????????????????????

TGKD Cilt 11, Sayı 2
Mayıs 2007:

Akgül ve ark.
??

TGKD Cilt 11, Sayı 2
Mayıs 2007:

