

Kardiyopulmoner Bypass Uygulanan Olgularda Bronkoalveoler Lavaj Sıvısının pH Değişimleri

İlker Alat¹, Ülkü Bayındır², Erdem Özkısacık³, Sezai Taşbakan⁴, Osman Sarıbülbül⁵, Suat Büket⁶, Tahir Yağdı⁷, Münevver Yüksel⁷

¹İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Turgut Özal Tıp Merkezi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Malatya

²Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İzmir

³Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Aydın

⁴SSK İzmir Eğitim Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Kliniği, İzmir

⁵Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Manisa

⁶Özel Kent Hastanesi, İzmir

⁷Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir

ÖZET

Akciğerlerde olan olayların en iyi göstergelerinden biri olması nedeniyle bronkoalveoler lavaj (BAL) yöntemi aracılığıyla, kardiyopulmoner "bypass"ın (KPB) akciğerlerde oluşturduğu komplikasyonların etiolojisinde rol alan faktörlerden pH değişimlerinin incelenmesi planlanmıştır. Koroner arter bypass cerrahisi (KABC) uygulanan 10 hastada toplam 40 adet BAL uygulanmıştır. Örneklemeler 1. preoperatif dönemde; 2. anestezi induksiyonunun 1. saatinde; 3. KPB esnasında kros klempin 30. dakikasında; 4. KPB tamamlandıktan sonraki 20 saatte yapılmıştır. Hiçbir örnekte kalsiyum ve potasyum iyonu saptanmamıştır. Preoperatif ortalama BAL pH'si 6.361 (SS±3,55.10⁻²), diğer ölçümlerin sonuçları sırasıyla; 6.375 (SS±0.44), 6.567 (SS±0.165), 6.470 (SS±9,29.10⁻²) olarak saptanmıştır. İlk iki dönem arasında istatistiksel fark yoktur (p=0.241). 3. ve 4. dönemler arasında da istatistiksel bir fark yoktur (p=0.074). Bununla birlikte 2. ve 3. dönemler arasında anlamlı bir istatistiksel fark olduğu gözlemlenmiştir (p=0.005). Aynı şekilde ilk ve son dönem örneklerin karşılaştırılmasında da istatistiksel fark olduğu görülmüştür (p=0.007). Aspire edilen ortalama lavaj miktarları birinci dönem örnekler için %64, 2. dönem örneklemelerde %75, 3. dönem örneklemelerde %73.4 ve 4. dönem örneklemelerde %56 olarak bulunmuştur. Bu çalışmayla, açık kalp cerrahisinin bir gereği olan KPB'nin bronkoalveoler boşluğun ekosisteminin önemli bir bileşeni olan pH'yi değiştirdiği ve KPB'ye bağlı olarak artmış olan ve ayrıca BAL yapılmasını güçleştiren mukus sekresyonunun atelektazilerin gelişiminde önemi olduğu gösterilmiştir. Bronkoalveoler pH değişimlerinin, önceki yayınlarda da belirtildiği üzere sürfaktan gibi yapılar üzerinde rol oynaması olasılığı, bu çalışmanın yeni çalışmaları tetikleyen önemli bir yönü olacaktır.

Anahtar sözcükler: kalp cerrahisi, kardiyopulmoner bypass, bronkoalveoler lavaj, pH, atelektazi, ekstrakorporeal sirkülasyon

Toraks Dergisi, 2005;6(1):51-56

Yazışma Adresi: Yard. Doç. Dr. İlker Alat
Mansuroğlu Mah. 226. Sok. 22/1 Başak Apt. B Blok, D: 6, Bornova 35040 İzmir
Tel : (0232) 348 82 13
E-posta : ilkeralat@hotmail.com

Bu çalışma, Nisan 2003 tarihinde Antalya'da, Toraks Derneği'nin 6. Yıllık Kongresi'nde sözel sunum olarak yer almıştır.

ABSTRACT

Changing pH of Bronchoalveolar Lavage Fluid in Patients Undergoing Extracorporeal Circulation

Since bronchoalveolar lavage (BAL) fluid can give a dynamic impression of what is present or developing in situ on the air exchange surface, we worked with BAL fluid to solve the etiopathogenesis of pulmonary complications due to cardiopulmonary bypass (CPB). Forty BAL fluid samples were obtained in 10 patients, undergoing coronary artery bypass grafting (CABG) surgery. Samples were obtained at the following time periods: 1. preoperatively; 2. at the end of the first hour after anesthetic induction; 3. at the conclusion of 30 min. of cross-clamp on CPB; 4. 20 h after CPB. Neither calcium nor potassium ions were detectable in any sample. Mean pH of preoperative bronchoalveolar lavage fluid was 6.361 (SD±3,55.10⁻²) and the other mean pH values were 6.375 (SD±0.44), 6.567 (SD±0.165), 6.470 (SD±9,29.10⁻²), respectively. There was not any significant change between the first two steps (p=0.241). Likewise, the change between the third and fourth samples was not statistically significant (p=0.074). However, the change between the second and third studies was statistically significant (p=0.005). And also, the change between preoperative and final studies was statistically significant (p=0.007). The mean recoveries of lavage fluids was about 64% in the first samplings, 75% in the second, 73.4% in the third, and 56% in the fourth. This study reveals that CPB alters one of the main favorable conditions of ecosystem in bronchoalveolar space, namely the pH. Besides, excessive mucous secretion in an involved lung due to CPB which limits making BAL is the reason for atelectasis. As reported in the previous studies, since bronchoalveolar pH changes affect substances like surfactant, this study will set the baseline for further studies.

Keywords: heart surgery, cardiopulmonary bypass, bronchoalveolar lavage, pH, atelectasis, extracorporeal circulation

Toraks Dergisi, 2005;6(1):51-56

Geliş tarihi: 23.12.2003

Kabul tarihi: 05.11.2004

GİRİŞ

KPB açık kalp cerrahisinin temel prensiplerindedir. Birçok kardiyovasküler hastalığın tedavisi için gerçekten gerekli olması yanında, açık kalp cerrahisi sonrası KPB'ye bağlı olarak postoperatif dönemde akciğerler ve diğer tüm organlarda gelişen komplikasyonlarla karşı karşıya kalınmaktadır. Gelişen teknolojik araçlar ve uygulamalara rağmen bu komplikasyonlardan tam anlamıyla kurtulmak mümkün olamamıştır.

Literatüre göre, ekstrakorporeal sirkülasyon esnasında meydana gelen akciğer hasarında lökosit hücrelerinin ve kandaki inflamatuvar proteinlerin sorumlu olduğu bilinmektedir [1-3]. Bununla birlikte, literatüre bakıldığında bu çalışmalarda sadece kanın incelendiğini görmekteyiz. Oysa, kan hücrelerinin incelenmesi veya serum ya da plazma içeriklerinin ölçülmesi, etkilenmiş bir akciğerdeki olayların BAL ile incelenmesi kadar hassas bir sonucu asla veremez [4]. Üstelik akciğerlere spesifik olacak herhangi bir serum belirteci ("marker") henüz keşfedilememiştir [5]. İşte tüm bu sebeplerle KPB'ye bağlı akciğer hasarlarını belirlemek için biz de BAL ile çalışmayı uygun gördük.

Bu çalışma, BAL ve KPB üzerinde yaptığımız ardışık çalışmalarımızın ikinci aşamasıdır. Birinci çalışmamızda, etki-

lenmiş akciğerin bronkoalveoler boşluğunda meydana gelen olaylarda inflamatuvar hücrelerin ve bu hücrelere ait litik ajanların/salgıların rol aldığını göstermiştik [6]. İşte bu noktada şu sorular akla gelmektedir: Akciğerlerde inflamatuvar hücrelerin oluşturduğu bu olayların zararlı etkileri ve bunların klinik sonuçları ne olabilir? Bronkoalveoler boşluktaki hücrelerin oluşturdukları bu olaylar, bronkoalveoler boşluğun ekosisteminde ne gibi değişikliklere sebep olmaktadır?

Bilindiği üzere, organizmada homeostazın sağlanmasında rol alan birçok faktör vardır. Bu faktörlerin arasında yer alan pH'nin, organizmanın ekosistemini oluşturan temel faktörlerden biri olduğunu düşündüğümüz için, çalışmanın bu aşamasında BAL pH değişimlerinin incelenmesi uygun görülmüştür. Önceki literatür göze alındığında, pH değişimleri, özellikle sürfaktan gibi yapıtaşları üzerinde olumsuz etkilerde bulunduğu [7,8], alveoler makrofajların fonksiyonuna pH'nin doğrudan etki ettiğinin saptanmış olması [9,10] nedeniyle, KPB sonrasında bronkoalveoler lavaj pH'sinin değerlendirilmesinin önemli olabileceği düşünülmüştür.

GEREÇ VE YÖNTEM

Hastaların ortalama yaşı 61 ve ortalama ejeksiyon fraksiyonu %55'ti. Bu grubu oluşturan 10 hastada toplam 40

Tablo I. Her bir dönemde elde edilmiş örneklerle ait pH ölçümlerinin istatistiksel değerleri

	En Alt Değer	En Üst Değer	Ortalama	SS	Ortanca
1. Dönem	6.288	6.406	6.361	3,55.10 ⁻²	6.365
2. Dönem	6.327	6.457	6.375	0.044	6.361
3. Dönem	6.342	6.816	6.567	0.165	6.566
4. Dönem	6.369	6.606	6.470	9,29.10 ⁻²	6.447

SS: standart sapma (standart deviation).

adet BAL uygulaması gerçekleştirildi. Hastalar izole KABC uygulanacak elektif olgular arasından seçildi. Kardiyovasküler ve respiratuvar sisteme ait muayene ve laboratuvar bulguları ek bir hastalık içermemekteydi. Preoperatif solunum testleri, akciğer filmleri, kan gazları, ekokardiyografik incelemeleri olağandı. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından çalışma için onay alındı. Hastaların tümünde standart açık kalp cerrahisi teknikleri (medyan sternotomi, aortik kanülasyon, "two-stage" venöz kanülasyon, kan kardiyoplejisi, membran oksijenatör, hafif hipotermi) uygulandı. Kardiyopulmoner bypass sırasında asit-baz dengesi alfa-stat yöntemle ayarlanmıştır. İntraoperatif ve postoperatif anestetik uygulamalar ve mekanik ventilatör desteği tüm olgular için aynıydı. Tüm olgularda greft olarak safen veni ve sol internal torasik arter kullanıldı. Hiçbir olguda majör komplikasyon gelişmedi. Dört ayrı dönemde BAL uygulandı:

1. Preoperatif dönem: Her bir hastanın kendi bazal değerini görmek için,
2. Anestezi indüksiyonunun birinci saati tamamlandığında,
3. KPB'de kros klempin 30. dakikasında,
4. KPB'den 20 saat sonra.

Preoperatif dönem örneklemelerde, BAL işlemi öncesi premedikasyon uygulandı. 0.25 mg atropin ve 5 mg diazepam intramüsküler olarak ve ksilokain %10 sprey (Astra, İsveç) topikal olarak nazal ve trakeal mukozaya uygulandı. Benzer ajanlar 4. dönem örneklemelerde de kullanıldı. Fiberoptik bronkoskop (Karl Storz 11004 BC, Almanya) nazal yoldan veya entübasyon tüpünden geçirilerek sağ orta lobun subsegmental bir bronşuna yerleştirildi. 37°C'deki steril tuzlu solüsyonla BAL yapılarak, kibar bir aspirasyonla örnekler toplandı. İlk aspire edilen örnekler çalışmaya dahil edilmedi. Alınan sıvı miktarı verilenin yüzdesi olarak kaydedildi. Aspire edilmiş örnekler, etilen oksitle sterilize edilmiş plastik kaplarda toplandı. Her örneklemeye işlemi öncesinde bronkoskop, Cidex (Activated Glutaraldehyde Solution, Johnson & Johnson Medical Limited, Gangrave,

Skipton, İngiltere) ile sterilize edildi. Bu solüsyonun bronkoskoptan uzaklaştırılması içinse steril tuzlu solüsyonlar kullanıldı. Toplanan örnekler analiz edilecekleri güne kadar -20°C'de saklandı.

Ölçümü yapacak cihazın aynı kalibrasyonu esnasında tüm örneklemelerin çalışabilmesi için, örneklemelerin hepsi tamamlanmadan ölçüme geçilmedi. Tüm örnekler elde edildiğinde, +4°C'de 1200 g'de 15 dakika süreyle, etilen oksitle sterilize edilmiş propilen tüplerde örnekler santrifüjlendi (Rotanta 96R, Hettich Zentrifugen, Almanya). Hücreden yoksun süpernatantlar ölçüm için kullanıldı.

İyon ve pH seviyeleri kan gazı cihazında (Chiron Diagnostics 865, Chiron Diagnostics Corporation, East Walpole, MA 02032, ABD) ölçüldü. Cihazın ölçüm aralıkları, K⁺ için 0.50-20.00 mmol/L, Ca⁺⁺ için 0.25-5.00 mmol/L ve pH için 6.000-8.000 idi.

İstatistiksel Değerlendirme

Değerler standart sapmalar (SS) göz önünde bulundurularak hesaplandı. İstatistik işlemleri için SPSS V 7.5 bilgisayar programı kullanıldı. *p* değerinin 0.05'ten az olması halinde sonuçlar anlamlı kabul edildi. Dönemler arası karşılaştırmaların yapılabilmesi için Wilcoxon işaretli sıra testi kullanıldı.

BULGULAR

Olgulardan alınan hiçbir BAL örneğinde kalsiyum ya da potasyum iyonu saptanmadı. Örneklerin alındığı dönemlere göre pH ölçümlerine ait değerler Tablo I'de sunulmuştur.

İlk iki döneme ait örneklemelerin sonuçları birbiriyle karşılaştırıldığında, anlamlı bir fark olmadığı gözlemlendi (*p*=0.241). Benzer şekilde, 3. ve 4. dönem örneklerin karşılaştırılmasında da anlamlı bir fark yoktu (*p*=0.074). Bununla birlikte, 2. ve 3. dönem örneklemeler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi (*p*=0.005). Aynı şekilde, ilk ve son dönem örnekleri arasında da anlamlı fark bulundu (*p*=0.007).

İdeal bir örneklemenin sağlanabilmiş olması için, her ol-

gudan 100 cc'lik örneğin geri alınması amaçlanmıştır. Ancak, dönemlere göre verilen miktar, gerialımdaki zorluk nedeniyle, değişiklik göstermiştir. Sonuçta, her dönemde verilen ve alınan miktarlar karşılaştırıldığında, aspire edilen ortalama lavaj miktarlarının ilk dönemde %64 iken, ikinci dönemde %75, üçüncü dönemde %73.4 ve son dönemde %56 olduğu görülmüştür.

On olgunun 2'sinde postoperatif dönemde atelektazi gelişimi gözlenmiştir.

TARTIŞMA

KPB, kardiyovasküler patolojilerin büyük çoğunluğunun giderilmesinde kullanılan temel yöntemlerden biridir. Bununla birlikte, KPB esnasında kan yabancı yüzeylerle temas ettiğinden inflamatuvar mekanizmalar aktif hale geçer ve bu mekanizmaların sonucunda oluşan ürünler vücudun tüm organlarını olumsuz yönde etkiler. Etkilenen bu organlardan biri de, morbidite ve mortalitede büyük rol oynayan akciğerlerdir.

1958 yılında Dodrill, ekstrakorporeal sirkülasyon sonrası görülen solunum sistemi komplikasyonlarının %15 ile %25 arasında değiştiğini, 1960 yılında Baer ve Osborn ise perfüzyon sonrasında ölen hastaların %70'inde postperfüzyon ya da pulmoner konjesyon sendromu denilen durumun mevcut olduğunu bildirmişlerdir [11]. Kalp ve damar cerrahları bu sorunlarla günümüzde daha az karşılaşılıyor olsalar bile, bu sorunlara ait gerçekler hâlâ egemenliğini sürdürmektedir. Akciğerde görülen sorunlar arasında, en başta, %70 olguda karşımıza çıkan atelektazi gelmektedir [12-14].

Bu çalışmada, her bir örnekte potasyum ve kalsiyum iyonları ölçüldü. Hiçbir örnekte ne kalsiyum ne de potasyum iyonu saptandı. Potasyum ve kalsiyum iyonları, yapılan bronkoalveoler lavaj işleminin geçerliliği ve doğruluğunu saptamak için ölçüldü. Çünkü, pH ölçümü yapılacağından, ortama kan ya da başka bir sıvının karışmadığını, bronkoskopiye bağlı iyatrojenik bir travma olmadığını ve alveolokapiller membranın bütünlüğünün korunduğunu göstermek şarttı. Zira, bronkoalveoler boşluğa sızacak bir miktar kan dahi ortamın pH'sini etkileyebilir ve deneyin yanlış sonuçlanmasına sebep olabilirdi. Bu nedenlerle, hiçbir örnekte iyonların saptanmaması, BAL işleminin usulüne uygun yapıldığının ve sonuçta alınan örneklerin kabul edilebilirliğinin en önemli kanıtıdır.

İlk iki dönem örneklerinin pH değerlerinin karşılaştırılması sonucunda anlamlı bir istatistiksel fark saptanmamıştır ($p=0.241$). Buradan, kalp cerrahisindeki anestezi indüksiyonunun bronkoalveoler boşluğa negatif bir etkisi olmadığı sonucu çıkar, ki bu daha önceki çalışmamızda [6] elde ettiğimiz sonuçlara da uymaktadır.

İkinci ve üçüncü dönem örnekler birbiriyle karşılaştırıldığında, KPB'nin bronkoalveoler pH üzerinde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır ($p=0.005$). Önceki çalışmamızda, KPB'ye bağlı olarak miyeloperoksidaz seviyelerinin ve nötrofil sayılarının arttığını göstermiştik. Bu çalışmamızın sonuçlarını önceki çalışmamızda elde ettiğimiz verilerle kıyaslırsak, pH'deki bu değişimlerin hücresel düzeyde olan değişimlerin bir sonucu olabileceğini söyleyebiliriz.

Preoperatif dönemde ortalama pH 6.361 ($SS\pm 3,55.10^{-2}$) iken, üçüncü dönemde 6.567 ($SS\pm 0.165$) idi. Son iki dönem arasında da istatistiksel anlam içeren bir fark saptanmamıştır. Ancak, ilk ve son dönemler arasında istatistiksel anlam içeren ciddi bir fark saptanmıştır ($p=0.007$). Bu, KPB esnasında meydana gelen değişikliklerin postoperatif dönemde de devam ettiğini gösterir ve bu sonuç da yine ilk çalışmamızın sonuçlarıyla örtüşmektedir.

pH, organizmanın ekosisteminde rol alan vazgeçilmez değerlerden biridir. pH üzerinde olabilecek değişimler, hayatın yitimiyle dahi sonuçlanabilecek düzeydedir. Bu sebeplerle, klinik olarak bakıldığında, ilk dönem pH değerleriyle son dönem pH değerleri arasında klinik olarak anlamlı olabilecek belirgin bir değişim bulunmadığı ($6.361\rightarrow 6.567$) düşünülse bile, bu değişimin istatistiksel olarak önemli olduğunu unutmamak gereklidir.

Balgam ve BAL sıvısıyla ilgili olarak yapılmış birçok çalışmada, BAL sıvısının içeriğinde yer alan maddelerin her birinin tek tek büyük bir öneme sahip olduğu gösterilmiştir [5,13,15,16]. Bu çalışmalara göre, alveoler Tip-2 hücrelerden salınan sürfaktan, alveollerin ekspirasyonun sonunda kapanmasının önlenmesinde ve ayrıca akciğerlerin savunma mekanizmalarında önemli bir rol oynamaktadır [5]. Yine kimi çalışmalarda da gösterildiği üzere, KPB'den sonra gözlenen pulmoner disfonksiyondan ve atelektaziden, sürfaktan kaybı veya inhibisyonu sorumludur [13,16]. Dahası, literatürde yer etmiş yayınlardan da anlaşılacağı üzere, pH ile sürfaktan arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır ve pH'deki değişimler, özellikle sürfaktan protein A üzerinden sürfaktanın agregasyonunu kolaylaştırmaktadır [7,8].

Bütün bu bilgileri, bizim çalışmamızın sonuçlarıyla birlikte değerlendirmeye alırsak, KPB'ye bağlı pH'de oluşan değişimlerin sürfaktanın yapısal değişimine sebep olan bir faktör olabileceği sonucuna varabiliriz. Hatta, bu ilişkinin varlığı, KPB'den sonra atelektazinin diğer cerrahlara oranla niçin bu kadar çok görüldüğü sorusunun cevabı da olabilir.

Çünkü, öncesinde de belirttiğimiz gibi, çalışmamızda, özellikle KPB sonrası dördüncü dönemde açığa çıkan küçük hava yollarını tıkayan mukus sekresyonu artışını gözlemledik. Aşırı mukoid sekresyonu sebebiyle dördüncü dönemde BAL işlemi çok daha zor gerçekleştirilebilmiştir. Bu

nedenlerle de, geri alınabilen sıvı miktarları dördüncü dönemde en az seviyede olmuştur. Bu oran birinci dönemde %64 iken, dördüncü dönemde %56'ya düşmüştür. Geri alınan sıvı miktarlarının en yüksek olduğu dönemler ise 2. ve 3. dönemler olmuştur. İkinci dönemde %75, üçüncü dönemde %73.4 olarak saptanan bu ölçümlerin bu şekilde yüksek seviyelerde elde edilmesinin en olası sebebi, genel anestezi ve buna bağlı tüm kas yapılarının egemenliğinin kırılmasıdır. On olgunun ikisinde (%20), yapılmış olan BAL işlemlerine rağmen atelektazi görülmesi de, KPB'nin atelektazi gelişimi üzerinde ne kadar olumsuz etkileri olduğunun bir göstergesidir. Literatürde [12-14] bildirilen postoperatif dönemdeki %70'e varan atelektazi gelişimi, 4 kez yapılmış BAL uygulamasına rağmen %20'ye düşürülebilmiştir. Biz bu çalışmanın, açık kalp cerrahisi sonrasında oluşan pH değişimleri ve sürfaktan arasındaki bu olası ilişkileri değerlendiren birçok yeni çalışmaya öncülük edeceğine inanmaktayız.

Bunun da ötesinde, pH ile kontrol edilen alveoler makrofajların durumları ve tümör nekroz faktör-alfa (TNF α) ve nitrik oksit (NO) gibi inflamatuvar cevabın sorumluları arasında yakın bir ilişki olduğu literatürde ispatlanmış konulardandır [9,10]. Dolayısıyla, KPB'ye bağlı değişen bronkoalveoler lavaj sıvısına ait pH'nin değerlendirilmesinin, KPB esnasında ve diğer inflamatuvar akciğer hastalıklarında oluşan patofizyolojiyi anlamada önemli olacağı ve bu nedenlerle de bu çalışmanın gelecekte yapılacak birçok çalışmaya ışık tutacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda postoperatif dönemde bronkoalveoler lavaj pH'si 6.369-6.606 arasında ve ortalaması 6.470, $SS \pm 9,29.10^{-2}$, ortancası 6.447 olarak bulunmuştur. Standart kalp ameliyatlarından sonra bu referans aralıklarının dışında bir pH değeriyle karşılaşılması durumunda, ilave bir akciğer hastalığının söz konusu olabileceğini düşünmek olasıdır.

BAL uygulamaları gittikçe yaygınlaşan uygulamalar arasındadır ve sadece göğüs hastalıkları kliniklerinde tanıya yönelik bir uygulama olmaktan çıkmıştır. Komplikasyonlarının çok az olması ve işlemin tolere edilebilmesinin mümkün olması nedeniyle, daha sıklıkla uygulanan bir yöntem olmaya devam etmektedir. Akciğer ve kalp-akciğer nakilleri uygulanan olgularda BAL'ın yararlarından bahseden birçok yayına rastlamak mümkündür [17-21]. Ayrıca, BAL sadece tanı yöntemi olmasının dışında tedaviye yönelik bir araç olarak da kullanılabilir. Kliniğimizde postoperatif dönemde ciddi atelektazisi olan olgularda, hasta erken ameliyat sonrası dönemde daha mekanik ventilasyon sürecindeyken bile BAL uygulaması gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde, basit bir tüp aspirasyonundan elde edilemeyecek bir başarıyla atelektazilerin üstesinden gelinebilmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışmamızın sağladığı kanıtların ışığı altında KPB'nin bronkoalveoler boşluğunun pH'sini değiştirdiğini ve KPB'nin bu etkisinin kümülatif bir etki olduğunu ve postoperatif dönemde dahi uzun süre devam ettiğini, açık kalp ameliyatı sonrası oluşan bu değişimlerin açık kalp cerrahisinin induksiyon anestezisinden bağımsız olduğunu söylemek mümkündür. KPB'nin açık kalp cerrahisi sonrasında ciddi bir mukoid sekresyon artımına sebep olduğunu ve bunların da KPB sonrası görülen atelektazilerden sorumlu olduğunu söylemek de, benzer şekilde, bu çalışmanın sonuçlarıdır. Literatüre kazandırdığı bu bilgilerin yanında, bu çalışmanın, KPB-pH değişimlerini inceleyen ve bu değişimlerin TNF, NO gibi inflamatuvar faktörlerin ve sürfaktan gibi önemli yapıların etkinliği üzerindeki etkilerini kapsayan birçok çalışmaya öncülük edeceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmamız süresince gösterdiği üstün gayretlerinden ötürü, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Laboratuvarı görevlilerinden Laborant Sibel (Uğurlu) Reyhanoğlu'na teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Zimmerman GA, Amory DW. Transpulmonary polymorphonuclear leucocyte number after cardiopulmonary bypass. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:1097-8.
2. Chenoweth DE, Cooper SW, Hugli TE et al. Complement activation during cardiopulmonary bypass. *The New Engl J Med* 1981;304:497-503.
3. Hammerschmidt DE, Stroncek DF, Bowers TK et al. Complement activation and neutropenia occurring during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981;81:370-7.
4. Reynolds HB. Bronchoalveolar Lavage. In: Murray JF, Nadel JA; eds. *Textbook of Respiratory Medicine*. W.B. Saunders Company, USA; 1994:782-97.
5. Honda Y, Kuroki Y, Matsuura E et al. Pulmonary surfactant protein D in sera and bronchoalveolar lavage fluids. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1860-6.
6. Alat I, Yuksel M, Buket S et al. The side-effects of cardiopulmonary bypass on the lungs: changes in bronchoalveolar lavage fluids. *Perfusion* 2001;16:121-8.
7. Ruano ML, Pérez-Gil J, Casals C. Effect of acidic pH on the structure and lipid binding properties of porcine surfactant protein A. *J Biol Chem* 1998;273:15183-91.
8. Ruano ML, Nag K, Casals C et al. Interactions of pulmonary surfactant protein A with phospholipid monolayers change with pH. *Biophys J* 1999;77:1469-76.
9. Heming TA, Dave SK, Tuazon DM et al. Effects of extracellular pH on tumour necrosis factor-alpha production by resident alveolar macrophages. *Clin Sci (London)* 2001;101:267-74.
10. Kudoh I, Miyazaki H, Ohara M et al. Activation of alveolar macrophages in acid-injured lung in rats: different effects of pentoxifylline on tumor necrosis factor-alpha and nitric oxide production. *Crit Care Med* 2001;29:1621-5.

11. Asada S, Yamaguchi M. Fine structural change in the lung following cardiopulmonary bypass. Its relationship to early postoperative course. *Chest* 1971;59:478-83.
12. Sladen RN, Berkowitz DE. Cardiopulmonary bypass and the lung. In: Gravlee GP, Davis RF, Utley JR; eds. *Cardiopulmonary Bypass, Principles and Practice*. Williams & Wilkins, USA; 1993:468-87.
13. McGowan FX Jr, Ikegami M, del Nido PJ et al. Cardiopulmonary bypass significantly reduces surfactant activity in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106:968-77.
14. Gale GD, Teasdale SJ, Sanders DE et al. Pulmonary atelectasis and other respiratory complications after cardiopulmonary bypass and investigation of aetiological factors. *Can Anaesth Soc J* 1979;26:15-21.
15. Charman J, Lopez-Vidriero MT, Keal E, Reid L. The physical and chemical properties of bronchial secretion. *Br J Dis Chest* 1974;68:215.
16. Marcatili S, Guarino C, Giannattasio A et al. Alterations of the endoalveolar surfactant after surgery with extracorporeal circulation. *Respiration* 1990;57:233-8.
17. Guilinger RA, Paradis IL, Dauber JH et al. The importance of bronchoscopy with transbronchial biopsy and bronchoalveolar lavage in the management of lung transplant recipients. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:2037-43.
18. Prior C, Klima G, Gattringer C et al. Serial bronchoalveolar lavage in heart-lung transplant recipients: cytological and microbiologic findings. *Transplant Proc* 1989;21:2588-9.
19. Jurmann MJ, Obladen M, Schaefer HJ et al. Analysis of bronchoalveolar lavage and pulmonary alveolar surfactant for diagnosis of rejection and infection in heart-lung transplantation. *Transplant Proc* 1989;21:2581-2.
20. Maurer JR, Gough E, Chamberlain DW et al. Sequential bronchoalveolar lavage studies from patients undergoing double lung and heart-lung transplant. *Transplant Proc* 1989;21:2585-7.
21. Shennib H, Serrick C, Saleh D et al. Alterations in bronchoalveolar lavage and plasma endothelin-1 levels early after lung transplantation. *Transplantation* 1995;59:994-8.