

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ ve REANİMASYON ANABİLİM DALI

**TEK AKCİĞER VENTİLASYONUNDA BASINÇ KONTROLLÜ VE
VOLÜM KONTROLLÜ VENTİLASYONUN KARŞILAŞTIRILMASI ve
"RECRUITMENT" ETKİSİNİN GÖSTERİLMESİ**

Uzmanlık Tezi

Dr. Eren Fatma Öngür

İstanbul-2007

Bu tez Prof. Dr. Hülya Erolçay denetiminde hazırlanmıştır.

Asistanlık eğitimim sürecinde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Mois Bahar'a ve tezimin her aşamasında bilgi ve düşünceleriyle bana yol gösteren, tezimin ilgili öğretim üyesi Prof. Dr. Hülya Erolçay' a ve eğitimim sürecinde bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım öğretim üyelerimiz Prof. Dr. Dikmen Dolar, Prof. Dr. Güner Kaya, Prof. Dr. Işık Aydınllı, Prof. Dr. Hüseyin Öz, Prof. Dr. Saffet Karaca, Prof. Dr. Pervin Bozkurt, Prof. Dr. Yalım Dikmen, Prof. Dr. Fatış Altıntaş, Prof. Dr. Ercüment Yentür, Doç. Dr. Oktay Demirkıran, Doç Dr. Ziya Salihoğlu, Doç. Dr. Ercan Türeci'ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda, her aşamada yardım aldığım, Doç. Dr. Lale Yüceyar' a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bana destek olan Prof. Dr. Kamil Kaynak, Dr. Ezel Erşen, Dr. Fatma Şimşek ve her zaman yanımda olan Dr. Ali Murat Akçıl' a teşekkürlerimi sunarım.

Asistanlığım boyunca desteğini ve dostluğunu hissettiğim arkadaşım Özlem Korkmaz'a teşekkürlerimi sunarım.

Birlikte çalışmaktan her zaman keyif aldığım uzmanlarıma ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tezimi yaparken yardımlarını esirgemeyen Anestezi Hemşiresi Mürvet Gülal' a ve Anestezi Personeli İsmail Şen' e teşekkürlerimi sunarım.

Beni yetiştirip sevgi ve desteklerini her zaman hissettiren aileme teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Eren Fatma ÖNGÜR

Nisan 2007

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
MATERYAL ve METOD	10
BULGULAR	13
TARTIŞMA	27
ÖZET	32
SUMMARY	34
KAYNAKLAR	36

GİRİŞ

Akciğere yönelik operasyonlar sırasında görüş alanını genişletmek ve cerrahi manüplasyonu kolaylaştırmak amacıyla anestezi bir yöntem olarak tek akciğer ventilasyonu (TAV) sıklıkla uygulanmaktadır (1,2,3).

TAV, hastaların çoğunda güvenle uygulanabilmesine rağmen bir kısmında hipoksemi gelişebilir (4, 6, 10, 11, 12). TAV sırasında görülen hipokseminin başlıca nedeni ventile olmayan tek akciğer nedeniyle oluşan pulmoner şanttır (4, 5, 10, 11, 12). Akciğer ameliyatları sıklıkla posterolateral torakotomiyle yapılmakta ve hastalara lateral dekübitüs pozisyonu verilmektedir. Bu pozisyonda altta kalan akciğerin fonksiyonel rezidüel kapasitesi ve kompliyansı azalmakta, oluşan atelektaziler nedeniyle hipoksemi gelişmektedir (10, 12).

TAV sırasında, hipoksemi geliştiğinde FiO_2 'nin artırılması yanında, ventile edilmeyen akciğere; sürekli pozitif havayolu basıncı (CPAP), yüksek frekanslı jet ventilasyon (HFJV) ve apneik oksijenizasyon uygulanabilir, ventile edilmeyen akciğer aralıklı olarak ventile edilebilir ve ventile edilen akciğere ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP) uygulanabilir.

Son zamanlarda bu konuya yönelik ventilasyon moduyla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Tuğrul ve arkadaşları ^(4, 10), TAV' da basınç kontrollü ventilasyon (PCV) ile volüm kontrollü ventilasyonu (VCV) karşılaştırdıkları çalışmada; özellikle ameliyat öncesi dönemde zorlu vital kapasiteleri (FVC) düşük olan hastalarda, PCV modu uygulandığında havayolu basınçlarının azaldığını ve parsiyel oksijen basınçlarının (PaO_2) daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.

TAV uygulanırken hastanın ventilasyonu için genellikle VCV modu uygulanmaktadır ve havayolu basınçlarında artış meydana gelmektedir (bu artışın nedenleri genel bilgiler bölümünde anlatılacaktır). Ventile edilen akciğerde havayolu basınçlarının artması, kan akımının ventile olmayan akciğere yönelmesine ve pulmoner şant oranının daha da artarak hipokseminin derinleşmesine neden olmaktadır (4).

PCV modu, akut akciğer hasarı (ALI) ve akut respiratuar distres sendromunda (ARDS) koruyucu ventilasyon stratejisi olarak kullanılmakta ve kontrolsüz alveol basıncı yükselmelerini önlemektedir (9). ARDS ve TAV' da hipokseminin patofizyolojisi benzerdir; ikisinde de atelektaziler ve ventilasyon/perfüzyon dengesizliğine bağlı şant oluşmakta ve bu nedenle hipoksemi gelişmektedir (13). ALI ve ARDS' de kullanılan PCV modunda azalan inspiratuar akım nedeniyle pik havayolu basıncının azaldığı ve PaO_2 'nin arttığı bilinmektedir

(4). Bu nedenle TAV sırasında yüksek havayolu basınçlarından korunmak amacıyla PCV modunun alternatif ventilasyon modu olarak uygulanabileceği düşünülmektedir (13).

TAV’ da hipoksemi geliştiğinde PaO_2 ’ yi artırmak için uygulanan yöntemlerden biri de “recruitment” manevralarıdır (8, 13). Cerrahi işlem bittikten sonra uygulanan “recruitment” manevraları ile atelektazik alanların açılması ve açıklığının sürdürülmesi amaçlanmaktadır. Böylece ventilasyon/perfüzyon dengesizliği azalmakta ve sürfaktan kaybı önlenmektedir (13). Tusman ve arkadaşları ⁽⁵⁾, TAV’da “recruitment” ile gaz değişiminin ve ventilasyon etkinliğinin arttığını göstermişlerdir.

TAV’da PCV modu uygulandığında, VCV moduna göre kanda oksijenlenmenin daha iyi olduğu ve “recruitment” ın hipoksemiye düzelttiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (4, 5, 9); ancak literatür araştırmalarımızda PCV ve VCV modunun “recruitment” ın oksijenlenmeyi artırıcı etkisine katkılarını araştıran bir çalışmaya rastlamadık.

Bu çalışmada, akciğer ameliyatlarında uygulanan TAV sırasında VCV ve PCV modlarının; parsiyel oksijen basıncı, solunum dinamikleri ve hemodinami üzerine etkileri karşılaştırılırken, bu modlar sonunda uygulanan "recruitment" manevrasının oksijenlenmeye etkisini ve modların buna katkısını araştırmayı amaçladık.

GENEL BİLGİLER

LATERAL DEKÜBİTÜS POZİSYONU (LDP)

Akciğer ameliyatları sıklıkla posterolateral torakotomiyle yapılmakta ve hastalara LDP verilmektedir. Pozisyon verildikten sonra göğüs duvarı ve plevra açılmakta ve TAV uygulanmaktadır. TAV sırasında üstte kalan iyi ventile olan akciğer söndürülmekte ve cerrahi manüplasyona izin verilmektedir. Altta kalan, fonksiyonel rezidüel kapasitesi (FRC) ve kompliyansı düşük akciğer ise ventile olmaktadır. Bunun sonucunda ventilasyon/perfüzyon oranında dengesizlik ve hipoksemi gelişmektedir.

LDP, TAV' da şantın ve $P(A-a)O_2$ farkının artmasına ve hipokseminin derinleşmesine neden olmaktadır.

Uyanık ve spontan solunumdaki hastalarda LDP sırasında, yerçekiminin etkisiyle akciğer kan akımının büyük bir bölümü altta kalan akciğere yönelir, alt akciğerin perfüzyonu üst akciğere göre daha iyi olur. Ventilasyon da alt akciğerde üst akciğere göre daha iyidir. Bu nedenle uyanık hastada LDP' de ventilasyon/perfüzyon oranı etkilenmemektedir (10, 12).

Genel anestezi altında ise LDP verildiğinde, kan akımı dağılımı uyanık hastada olduğu gibi alt akciğerde daha iyi, üstte kalan akciğerde daha kötü olmaktadır, ancak ventilasyon üstteki akciğerde daha iyidir. Genel anestezi indüksiyonuyla FRC azalır ve her iki akciğerde volüm kaybı oluşur; ancak alttaki akciğerin mediasten, abdominal organlar ve suboptimal pozisyon nedeniyle sıkışması sonucu FRC' sinin ve kompliyansının daha fazla azalmasıyla ateletaziler oluşur, ventilasyon bu nedenle alt akciğerde daha kötüdür. Üstteki akciğerin ise genel anestezi altında kompliyansı artmaktadır. Sonuç olarak; genel anestezi altında, LDP' de üstteki akciğer iyi ventile olup kötü perfüze olmakta, alttaki akciğer ise iyi perfüze olup kötü ventile olmaktadır. Bunun sonucunda ventilasyon/perfüzyon oranı bozulmaktadır (10, 12).

Akciğer ameliyatlarında göğüs duvarı ve plevra açılmaktadır. Göğüs duvarı ve plevranın açılmasının akciğer kan akımı dağılımı üzerine etkisi olmamakta, bu nedenle LDP' de kapalı toraksta olduğu gibi alttaki akciğer iyi, üstteki akciğer kötü perfüze olmaktadır. Ancak göğüs duvarı restriksiyonu üst akciğer için ortadan kalktığından kompliyansı daha da artmakta ve daha iyi ventile olmaktadır, alttaki akciğerin ventilasyonunda değişiklik olmamaktadır. Sonuç olarak genel anestezi altında, lateral dekübitüs pozisyonunda, göğüs duvarı ve plevra açıkken

üstteki akciğer çok iyi ventile olup zayıf perfüze olurken, alttaki akciğer iyi perfüze olup ventilasyonu kötü olmaktadır. Bunun sonucunda ventilasyon/perfüzyon dengesizliği artmaktadır (10, 12).

TEK AKCİĞER VENTİLASYONU (TAV)

Akciğer ameliyatlarında cerrahi görüşü ve manüplasyonu kolaylaştırmak; kan sekresyon ve enfekte materyalin diğer akciğere geçişini önlemek amacıyla TAV uygulanmaktadır. TAV' da ameliyat süresi kısaltmakta ve tek akciğer söndürüldüğü için retraksiyona ve manüplasyona bağlı akciğer hasarı önlenmektedir.

TAV' ın kesin endike olduğu durumlar:

- Bir akciğerden diğerine massif kontaminasyon riski: -Enfeksiyon
-Kanama
- Tek taraflı kritik akciğer hastalığı: -Bronkoplevral fistül
-Dev bül
-Bronş yırtılması ve cerrahisi

TAV' ın rölatif endike olduğu durumlar:

- Torasik aorta anevrizması tamiri
- Torakoskopi
- Pnömonektomi
- Lobektomi
- Özofagus cerrahisi
- Torasik vertebra ve medulla spinalis cerrahisi
- Mitral kapak tamiri

TAV üç yöntemle sağlanmaktadır: Çift lümenli endobronşiyal tüp, bronş blokerleri, tek lümenli endobronşiyal tüp. Günümüzde, toraks ameliyatlarında sıklıkla çift lümenli endobronşiyal tüpler kullanılmaktadır. İki akciğerin ayrılması için çift lümenli endobronşiyal tüplerin tercih edilmesinin nedeni; daha kullanışlı olmaları, birbirinden bağımsız olarak her iki akciğerin aspire edilmesine olanak sağlamaları, iki akciğer ventilasyonundan TAV' a geçişin ve TAV' dan iki akciğer ventilasyonuna geçişin daha kolay olması, her iki akciğere farklı ventilasyon modlarının (CPAP, HFJV vs.) uygulanmasına olanak sağlamalarıdır (12).

Çift lümenli endobronşiyal tüpün yanlış pozisyonuna bağlı komplikasyonlar gelişebilmektedir. En sık görülen pozisyon hatası tüpün fazla ilerletilmesidir. Endobronşiyal tüp fazla ilerletildiğinde akciğerin sadece alt lobu ventile olur, sağ alt lob akciğerin %30-35' ini, sol alt lob akciğerin %20-25' ini oluşturmaktadır, bunun sonucunda kompliansta azalma, pik havayolu basıncında artma ve oksijen saturasyonunda azalma meydana gelir. Tüpün bronşiyal ucu trakeada kalırsa her iki akciğer ventile olur ama TAV uygulanamaz. Tüpün pozisyonuyla ilgili diğer sorunlar ise; yanlış bronşun entübe edilmesi, tüpün king yapması, uygun olmayan boyuttaki tüpün yerleştirilmesidir. Endobronşiyal tüpün yanlış yerleşmesinin önlenmesi için, tüp yerleştirildikten sonra yeri fiberoptik bronkoskopi ve iki taraflı oskültasyon ile doğrulanmalıdır. TAV sırasında sürekli end-tidal CO₂ monitörizasyonu yapılmalıdır.

Çift lümenli endobronşiyal tüp kullanılmasına bağlı diğer komplikasyonlar; trakea ve bronş travması, pnömotoraks, kalp durması ve torakal aort anevrizması rüptürüdür (10).

TAV FİZYOLOJİSİ

Genel anestezi altında, kas gevşemesi sağlanmış LDP uygulanmış hastaların, iki akciğer ventilasyonu sırasında ventilasyon/perfüzyon oranları bozulmaktadır (10, 12). TAV sırasında ise, üstteki akciğerin ventile olmaması şant oluşmasına neden olur. Alttaki akciğerin iyi ventile olamaması nedeniyle zaten var olan şant oranı daha da artmış olur. Sonuç olarak; aynı FiO₂, hemodinamik ve metabolik koşullar altında, iki akciğer ventilasyonuna göre TAV sırasında P(A-a)O₂ farkı daha yüksek, PaO₂ daha düşüktür (12).

TAV' da PaO₂' de düşme olmasına karşın PaCO₂ düzeyi sabit kalmaktadır. Bunun nedeni; CO₂ atılımının dakika ventilasyonu sabit kaldığı takdirde devam etmesi ve ventilasyonu iyi olan akciğer alanlarında CO₂ atılımının artmasıdır. TAV sırasında ventile olan akciğer ventile olmayan akciğeri kompanse edecek kadar yeterli CO₂ atılımını sağlayabilmektedir (10,12).

TAV sırasında gelişen patofizyolojik değişikliklere karşın, oluşan kompensasyon mekanizmalarından dolayı TAV, hastaların çoğunda hipoksemi gelişmeden güvenle uygulanabilmektedir. Bu kompensasyon mekanizmalarından en önemlisi "hipoksik pulmoner vazokonstrüksiyon" (HPV)' dur. Akciğer kan akımının en önemli belirleyicisi HPV' dir. HPV, alveollerdeki hipoksiye karşı pulmoner damarlarda gelişen vazokonstrüksiyon yanıtıdır. Böylece kan akımı hipoksik alandan daha iyi ventile edilen akciğer alanlarına yönlendirilmiş olur. Hipoksik alanlar akciğerin %20-80' i kadarsa HPV mekanizması etkindir; TAV' da bu oran

%30-70 olup HPV yanıtı oluşmakta ve şant oranını %50 azaltmaktadır. Ancak HPV yanıtı; akciğer hastalıkları, cerrahi manüplasyon, solunumsal ve metabolik alkaloz, inhalasyon anesteziikleri, vazodilatatör ilaçlar (nitrogliserin, nitroprussid, dobutamin, kalsiyum kanal blokerleri, β_2 –agonistler), nitrik oksid, yüksek havayolu basınçları, yüksek pulmoner arter basıncı, hipokapni, yüksek mikst venöz PO_2 ve düşük kalp debisi nedeniyle deprese olmaktadır ve bu nedenlerden herhangi biri ya da birkaçı nedeniyle TAV sırasında bu yanıt inhibe olabilmektedir (10, 12).

Primer akciğer hastalığı olan hastaların akciğer kan akımı dağılımı bozulmuştur. Primer akciğer patolojisi dışı nedenlerle torakotomi geçiren hastalarla kıyaslandığında, ikinci gruptaki hastalarda TAV sırasında hipoksemi insidansının daha yüksek olduğu ve bu grupta hipoksemi insidansını belirlemede ameliyat öncesi alınan kan gazları ve solunum fonksiyon testlerinin belirleyici olmadığı bildirilmiştir (10, 12).

TAV sırasında; şant nedeniyle hipoksemi geliştiğinde şantı azaltmak amacıyla çeşitli ventilasyon stratejileri uygulanmaktadır:

- Dakika ventilasyonunun artırılması
- Ventile edilmeyen akciğerin aralıklı olarak ventile edilmesi
- Apneik oksijenizasyon
- Ventile edilmeyen akciğere CPAP uygulanması
- Ventile edilmeyen akciğere HFJV uygulanması
- Ventile edilen akciğere PEEP uygulanması (11).

Yüksek tidal volüm uygulaması, kanın parsiyel oksijen basıncını arttırmakta ve karbondioksit birikmesini önlemekte fakat volütravmaya bağlı akciğer hasarına neden olmaktadır (2, 11, 12, 13).

Ventile edilmeyen akciğere 5 cm H_2O ' dan daha düşük basınçlarla CPAP uygulanmasının oksijenlenmeye etkisi olmamakta, 10 cm H_2O 'dan daha yüksek basınçlar ise cerrahi manüplasyonu engellemektedir, bununla birlikte 5-10 cm H_2O düzeyinde CPAP uygulanması ile TAV sırasında PaO_2 ' nin arttığı gösterilmiştir (2, 11, 12, 13).

Ventile edilen akciğere PEEP uygulanması ile alveol içi küçük damarların sıkışması sonucu PVR artmakta, bunun sonucunda kan akımı ventile olmayan akciğere yönelmekte ve şant oranı artarak PaO_2 ' nin azalmasına neden olmaktadır (2, 11, 12,13).

TAV' da hipoksemi geliştiğinde yüksek FiO_2 ile ventilasyon uygulandığında rezorpsiyon atelektazisi, uzun süreli uygulandığında oksijen toksisitesi riski bulunmaktadır (11, 12).

TAV' DA VENTİLASYON STRATEJİLERİ

VCV modu, genel anestezi pratiğinde genelde kullanılan mod olup TAV' da da bu mod kullanılmaktadır. VCV modunda kontrolümüz altındaki parametreler; tidal volüm ve solunum hızıdır. Bu modun amacı sabit dakika ventilasyonunun (tidal volüm ve solunum hızının fonksiyonu) hastaya uygulanmasıdır. İnspiratuar akım sabit ya da artan akım şeklindedir. VCV modunda havayolu basıncı, rezistans ve kompliyansa bağımlı olarak değişir bu nedenle havayolu basınçlarının artma riski bulunmaktadır. Bu yüzden VCV sırasında akciğer kompliyansı ve rezistansı monitörize edilmelidir (12).

TAV sırasında havayolları basınçlarında artış meydana gelmektedir. Bunun nedeni yeterli ventilasyonu sağlayacak tidal volümün tek akciğere verilmesi, çift lümenli endobronşiyal tüp kullanılmasına bağlı havayolu daralması, LDP nedeniyle ventile edilen tek akciğerin mediastinal organlar ve abdomen tarafından sıkışmasıdır. Ventile edilen akciğerde havayolu basınçlarının artması alveol içi damarların sıkışmasına, vasküler rezistansın artmasına ve kan akımının ventile olmayan akciğere yönlenmesine neden olmaktadır. Bunun sonucunda şant oluşmakta ve hipoksemi gelişmektedir.

İdeal ventilasyonda amaç, akciğeri korurken kabul edilebilir gaz değişiminin sağlanmasıdır. Bunun içinde; basınç ve volüm artışına yol açmadan, ama aynı zamanda düşük ekspiryum sonu akciğer volümlerinden kaçınarak dakika ventilasyonun sağlanması gerekmektedir. Mekanik ventilasyon uygulanırken barotravma, volütravma, atelektotravma ve biyotravmaya bağlı gelişebilecek akciğer hasarının önlenmesi esastır.

Ventile edilen akciğere 10 mL/kg' dan daha fazla tidal volüm uygulanmasının havayolu basınçlarını ve pulmoner vasküler rezistansı arttırdığı, ayrıca yüksek tidal volüm uygulanmasının akciğerde volütravmaya neden olduğu gösterilmiştir (4, 10). Ventilasyonda amaç, akciğeri volütravmadan koruyabilmek ve yeterli gaz değişimini elde edebilmektir. Pik ve plato havayolu basınçlarının 30 cm H₂O' nun altında tutulmasıyla akciğer hasarının önlendiği gösterilmiştir (10). TAV' da VCV modu kullanıldığında pik ve plato basınçları bu düzeyin altında tutulamayabilir; bu nedenle PCV modu alternatif TAV stratejisi olarak kullanılabilir (4, 10, 13).

PCV modu solunum yetersizliklerinde sıklıkla kullanılan bir moddur. Bu ventilasyon modunda kontrolümüz altındaki parametreler; pik havayolu inspirasyon basıncı, inspirasyon zamanı ya da I/E oranıdır. Akım paterni azalan akım şeklindedir ve değişkendir. İnspirasyonun başlangıcında hızla pik akım oluşmakta ve inspirasyon süresince azalarak

ayarlanan inspirasyon zamanı sonuna kadar devam etmektedir (12). Bu ventilasyon modunda azalan inspiratuar akım nedeniyle pik havayolu basınçlarının azaldığı ve parsiyel oksijen basıncının yükseldiği gösterilmiştir (4, 9). PCV’ de, sabit akımlı VCV’ ye göre kanda oksijenlenmenin daha iyi olmasının nedeni, bu modda gazın tüm alveollere uniform dağılımıdır (4,9).

PCV kullanırken dikkat edilmesi gereken; tidal volümün, akciğer ve göğüs duvarı kompliyansı ve havayolu rezistansına bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve bu nedenle uygunsuz dakika ventilasyonu oluşmasıdır (12).

PCV, ALI ve ARDS’ de koruyucu ventilasyon stratejisi olarak kullanılmakta ve kontrolsüz alveol basıncı yükselmelerini önlemektedir. Azalan akım bu hastalarda solunum işini de azaltmaktadır (9).

Son zamanlarda TAV’ ın akciğer hasarına neden olabileceği ve bu nedenle ARDS ile benzerlik gösterdiği düşünülmektedir (13). ARDS ve TAV’ da gelişen hipokseminin patofizyolojisi benzerdir; ikisinde de atelektaziler ve ventilasyon/perfüzyon dengesizliğine bağlı şant oluşmakta ve bu nedenle hipoksemi gelişmektedir. Her ikisinde de havayolu basınçlarının yükselmesinden kaçınmak gerekir; yüksek havayolu basınçları kan akımının iyi ventile olmayan akciğer alanlarına yönlenmesine, sağlıklı akciğer alanlarında barotravmaya ve akciğer hasarına neden olmaktadır (13).

Bu nedenle TAV’ da da ARDS gibi koruyucu ventilasyon stratejisi olarak PCV modunun uygulanabileceğini düşünülmektedir.

RECRUITMENT

TAV sırasında ventile edilmeyen akciğerin tamamen kollabe olması nedeniyle şant oluşmaktadır, ayrıca ventile edilen alt akciğerde LDP nedeniyle atelektaziler meydana gelmekte ve ventilasyon/perfüzyon dengesizliğine neden olarak şant oranını arttırmaktadır (5).

Torakotomi ameliyatları sonunda ventile edilmeyen akciğer alanlarını açmak için “recruitment” manevralarının uygulanması esastır (3, 8, 10, 12, 13). Son yıllarda TAV sırasında ventile edilen akciğere “recruitment” uygulanmasının oksijenlenmeyi arttırdığı gösterilmiştir (5).

“Recruitment” manevraları, akciğer kollapsının neden olduğu negatif etkileri gidermeye yönelik ventilasyon stratejileri olarak tanımlanmaktadır (7). “Recruitment” ın amacı, akciğere yüksek inflasyon basınçları uygulayarak kapalı alveollerin açılması ve açık

kalmalarının sürdürülmesini sağlamaktır. Uygulama sonunda ölü boşluk azalmakta, gaz değişimi artmakta ve ventilasyon/perfüzyon oranı düzelmektedir (7).

Tusman ve arkadaşları⁽⁵⁾ TAV’ da “recruitment” sonrası kanda parsiyel oksijen basıncının arttığını göstermişlerdir. Aynı ekip, yaptığı diğer bir çalışmada ise farklı basınç düzeylerinde “recruitment” uygulamış ve atelektazik akciğer alanlarını açmak için 40 cm H₂O inflasyon basıncının uygun olduğunu bildirmişlerdir (7).

“Recruitment” manevraları şu şekillerde uygulanabilir: - Sabit süre ve sabit basınç

- PEEP

- Genişletilmiş “sigh”

Genelde sabit süre ve basınç şekli kullanılır.

“Recruitment” sırasında akciğere uygulanan yüksek basınçlar akciğer kan akımında azalmaya, kardiyak rezervi düşük ve yaşlı hastalarda hipotansiyona neden olabilmektedir. Barotravma da diğer bir istenmeyen sonuçtur. Bu nedenle “recruitment” manevraları uygularken uygun hastalar ve uygun basınç düzeyleri seçilmeli, risk ve yarar oranı göz önünde bulundurulmalıdır (8).

MATERYAL ve METOD

Bu çalışma, etik kurul onayı alındıktan sonra İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Ameliyathanesi' nde yapıldı. Olgular çalışma hakkında bilgilendirildi ve yazılı onamları alındı. Çalışmaya ASA I-II sınıfı, 30-60 yaşları arasında torakotomi planlanan 30 olgu dahil edildi.

Tüm olgulara ameliyat öncesi solunum fonksiyon testleri uygulandı. Pnöminektomi uygulanacak olgular ve $FEV_1 < \%50$ olan olgular çalışma dışı bırakıldı.

Ameliyathaneye alınan olgular, elektrokardiyografi (EKG) ve periferik oksijen satürasyonu (SpO_2) monitörize edildikten sonra periferik damar yolu için el sırtından 20 G kanül yerleştirilerek 0.03 mg/kg midazolam İV ile premedike edildiler. Lokal anestezi altında arter kanülü yerleştirilerek arter kan basınçları monitörize edildi. Olguların kalp atım hızı (KAH), ortalama arter basınçları (OAB), SpO_2 değerleri kaydedildi. Anestezi indüksiyonu, 2 mg/kg propofol, 1-2 μ g/kg fentanil ile sağlandı. 0,1 mg/kg veküronyum verildikten sonra çift lümenli tüple endobronşiyal entübasyon gerçekleştirildi. Tüpün pozisyonu çift taraflı oskültasyon ve fiberoptik bronkoskopi ile doğrulandı. Tidal volüm (V_T) 8-10 mL/kg, solunum hızı dakikada 12 olacak şekilde VCV' ye başlandı. Anestezi idamesi $FiO_2 : \%50$ olacak şekilde O_2 /hava karışımında isofluran ile sağlandı. İki akciğer ventilasyonunda ve supin pozisyonundayken hastaların ilk arter kan gazları (AKG_1) için kan örneği alındı. Torakotomiye başlanmak üzere hastalara LDP verildi.

TAV' a geçmeden önce iki akciğer ventile edilirken VCV uygulandı. TAV' a geçildiğinde, olgular rasgele grup 1 (n=15) ve grup 2 (n=15) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Grup 1' de TAV sırasında alt akciğere PCV modu uygulandı, 30 dakika sonra VCV moduna geçildi. Grup 2' de TAV sırasında VCV modu uygulandı, 30 dakika sonra PCV moduna geçildi. TAV sırasında PCV uygularken 8-10 mL/kg tidal volümü sağlayacak havayolu basınçları, VCV uygularken ise 8-10 mL/kg tidal volüm ayarlandı. TAV' a geçildikten sonra, her iki grupta solunum frekansı, $PaCO_2$ 35-45 mm Hg arasında olacak şekilde ayarlandı. $FiO_2 : \%50$ olacak şekilde O_2 /hava karışımı kullanıldı.

İki akciğer ventilasyonuna geçildiğinde; ventilasyona, TAV' da uygulanan son modla devam edildi. Tüm olgulara toraks kapatılmadan önce atelektazik akciğer alanlarını açmak için "recruitment" (basınç: 40 cm H_2O ; süre: 40 saniye) uygulandı.

Çalışma sırasında hastalardan 5 dönemde arter kan gazı için kan örneği alındı:

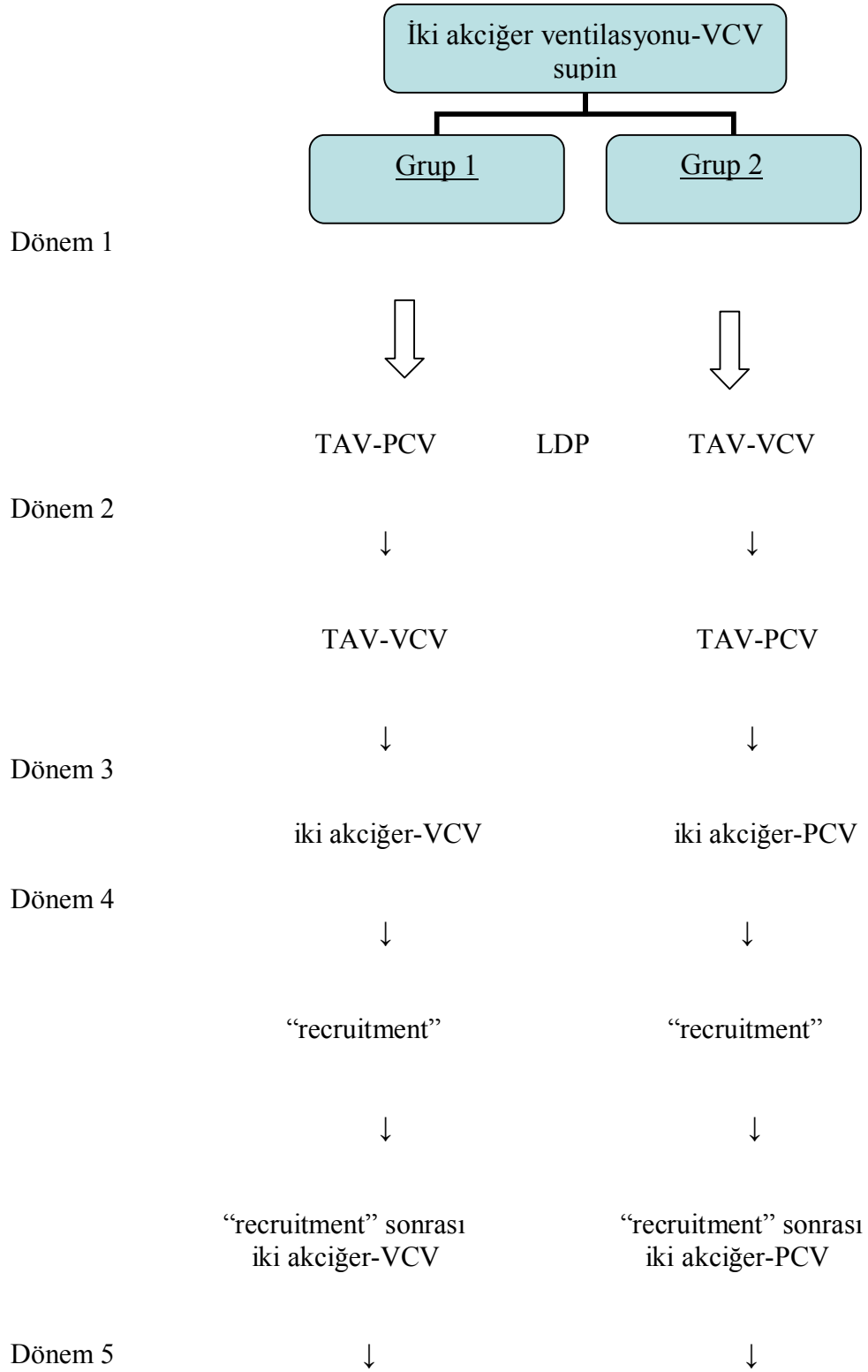
- AKG₁: Supin pozisyon, iki akciğer ventilasyonu, VCV
- AKG₂: LDP, TAV, grup 1' de PCV, grup 2' de VCV başladıktan yarım saat sonra
- AKG₃: LDP, TAV, grup 1' de VCV, grup 2' de PCV' ye geçtikten yarım saat sonra
- AKG₄: LDP, “recruitment” öncesi iki akciğer ventilasyonu, grup 1' de VCV, grup 2' de PCV
- AKG₅: LDP, “recruitment” sonrası iki akciğer ventilasyonu, grup 1' de VCV, grup 2' de PCV

Çalışma dönemleri ve ölçüm zamanları Tablo-1' de ayrıca gösterilmiştir.

AKG alınan tüm dönemlerde elde edilen pO₂, pCO₂, pH, SpO₂, HCO₃, laktat, pik havayolu basınçları (PIP), ortalama havayolu basınçları (P_{mean}), dinamik kompliyans C_{dyn}, OAB ve KAH kaydedildi. Veriler ortalama ± standart sapma olarak kaydedildi.

Parametreler grup içinde global tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ile, ventilasyon modlarının “recruitment” üzerine etkileri non-parametrik Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Parametrelerin gruplar arası karşılaştırılmasında t test kullanıldı. P < 0.05 değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Tablo-1 Çalışma grupları ve ölçüm dönemleri



BULGULAR

1. Demografik veriler

Çalışmaya 30-60 yaşları arasında 30 hasta dahil edildi. Hastalar, TAV' a geçildikten sonra grup 1 (n=15) ve grup 2 (n=15) olmak üzere rasgele iki gruba ayrıldı. Hastaların; yaş, kilo, boy, FEV₁ ve FEV₁/FVC ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p > 0.05) (Tablo-2).

Tablo-2 Grup 1 ve Grup 2' nin yaş, kilo, boy, FEV₁ ve FEV₁/FVC değerleri (ortalama± SS)

	Grup 1	Grup 2
Yaş (yıl)	48.73±15.79	52.46±12.12
Kilo (kg)	76.33±12.15	78±15.33
Boy (cm)	168.33±10.71	165.8±8.07
FEV1 (%)	80.66±16.99	80.93±18.96
FEV₁/FVC (%)	92.71±10.4	93.93±13.99

Her iki grubun ASA sınıflamaları, cinsiyet dağılımları ve uygulanan ameliyatla ilgili veriler Tablo-3' te sunulmuştur.

Tablo-3 Grup 1 ve Grup 2' nin ASA sınıflamaları, cinsiyet dağılımları ve uygulanan ameliyat özellikleri

	Grup 1	Grup 2
ASA I/II	4/11	6/9
K/E	2/13	6/9
Ameliyat	Wedge rezeksiyon 3 Lobektomi 8 Metastazektomi 3 Segmentektomi 1	Wedge rezeksiyon 1 Lobektomi 11 Metastazektomi 3

2. PaO₂ değerleri

Grup 1 ve grup 2 arasında tüm dönemlerde PaO₂ için anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-4 Grafik-1).

Grup içi karşılaştırmada ise grup 1' de PaO₂ değerleri, dönem 2, dönem 3 ve dönem 4' te, dönem 1' e göre düşüş gösterdi, bu düşüşler istatistiksel açıdan anlamlı idi ($p < 0.05$). Dönem 1' in dönem 5' le arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). Dönem 2, dönem 3 ve dönem 4' ün PaO₂ değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$). Dönem 5'in PaO₂ değerleri; dönem 2,dönem 3 ve dönem 4' ün PaO₂ değerlerinden istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0.05$) (Tablo-4 Grafik-1).

Grup 2' de PaO₂ değerlerinin grup içi karşılaştırılmasında ise; dönem 2, dönem 3, ve dönem 4' te PaO₂ değerinin dönem 1' e göre anlamlı olarak azaldığı görüldü ($p < 0.05$). Dönem 1' le dönem 5 arasında anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). PaO₂' nin dönem 3' te istatistiksel açıdan anlamlı olarak dönem 2' ye göre arttığı görüldü ($p < 0.05$). Dönem 5' te PaO₂ değeri dönem 2, dönem 3 ve dönem 4' e göre anlamlı olarak daha yüksekti ($p < 0.05$) (Tablo-4 Grafik-1).

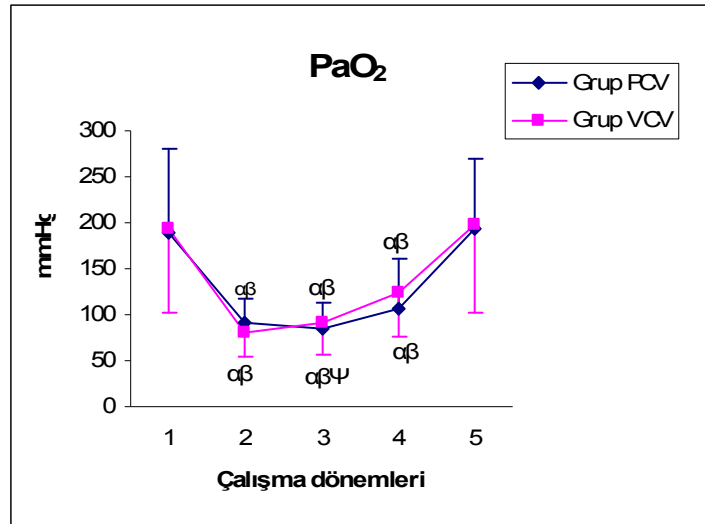
Tablo-4 Grup 1 ve Grup 2' nin dönemlere göre PaO₂ değerleri (ortalama± SS) (mmHg)

	Grup 1	Grup 2
1	189.42±90.66	192±64
2	91.59±26.74* ^Ω	81.51±28.07* ^Ω
3	84.23±28.73* ^Ω	90.82±34.35* ^{ΩΨ}
4	106.27±54.95* ^Ω	124.46±47.47* ^Ω
5	192.69±77.92	198.43±95.38

* $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1 ile karşılaştırıldığında

^Ω $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 5 ile karşılaştırıldığında

^Ψ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında



Grafik-1 Her iki grupta PaO₂ değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

α $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1 ile karşılaştırıldığında
 β $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 5 ile karşılaştırıldığında
 ψ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında

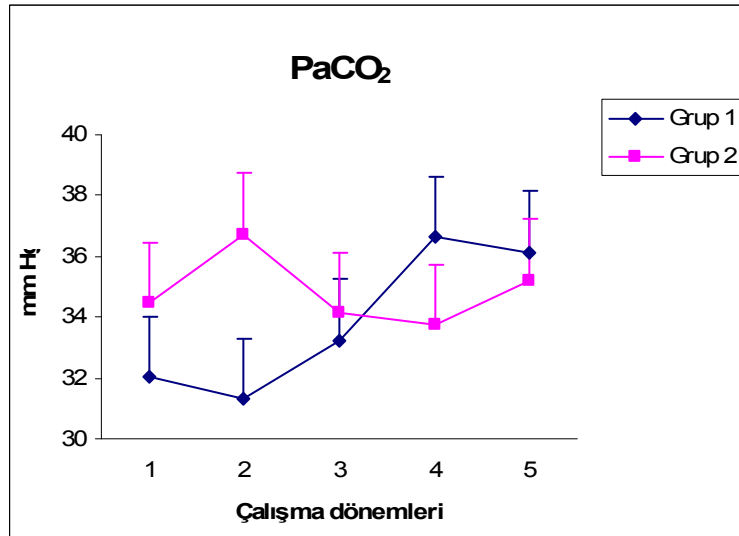
3. PaCO₂ değerleri

PaCO₂ değerleri için gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-5 Grafik-2).

PaCO₂ değerleri için yapılan grup içi karşılaştırmada her iki grup için dönemler arası istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-5 Grafik-2).

Tablo-5 Grup 1 ve Grup 2' nin dönemlere göre PCO₂ değerleri (ortalama±SS) (mmHg)

	Grup 1	Grup 2
1	32±7.07	34.44±6.34
2	31.31±5.61	36.72±6.77
3	33.24±6.92	34.11±5.16
4	36.64±8.45	33.72±3.56
5	36.14±9.64	35.20±5.54



Grafik-2 Her iki grupta PaCO₂ değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

4. pH değerleri

pH değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-6 Grafik-3)

pH değerleri grup içi karşılaştırıldığında ise grup 1' de; dönem 2' de, dönem 4 ve dönem 5' e göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p < 0.05$). Dönem 4' te dönem 3' e göre istatistiksel olarak düşük, dönem 5' e göre istatistiksel olarak yüksek saptandı ($p < 0.05$) (Tablo-6 Grafik-3).

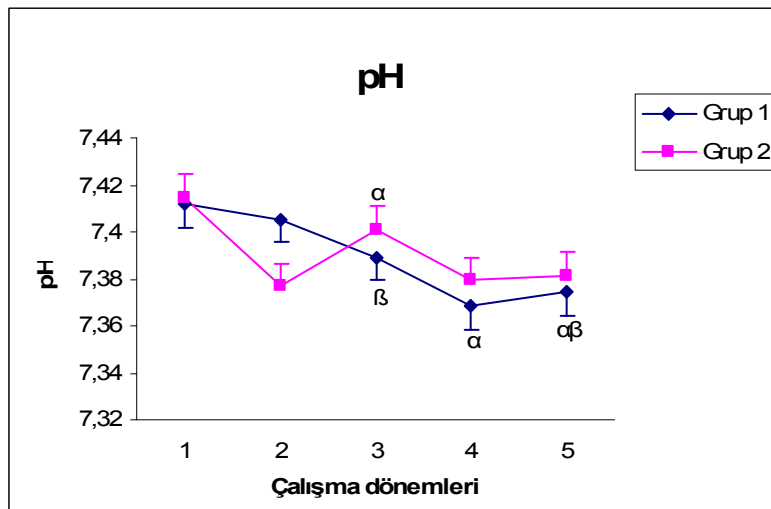
Grup 2' nin grup içi karşılaştırılmasında ise pH değerleri dönem 3' te dönem 2' ye göre anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0.05$). Diğer dönemler arasında fark yoktu ($p > 0.05$) (Tablo-6 Grafik-3).

Tablo-6 Grup 1 ve Grup 2' nin dönemlere göre pH değerleri (ortalama $\pm$ SS)

	Grup 1	Grup 2
1	7.41 $\pm$ 0.04	7.41 $\pm$ 0.04
2	7.40 $\pm$ 0.05	7.37 $\pm$ 0.05
3	7.38 $\pm$ 0.06 ^{β}	7.40 $\pm$ 0.04 ^{α}
4	7.36 $\pm$ 0.06 ^{α}	7.37 $\pm$ 0.05
5	7.37 $\pm$ 0.06 ^{$\alpha\beta$}	7.38 $\pm$ 0.05

^{α} p < 0.05 grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında

^{β} p < 0.05 grup içi karşılaştırmada dönem 4 ile karşılaştırıldığında



Grafik-3 Her iki grubun dönemlere göre pH değerlerinin karşılaştırılması

^{α} p < 0.05 grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında

^{β} p < 0.05 grup içi karşılaştırmada dönem 4 ile karşılaştırıldığında

5. SpO₂ değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada; grup 2' de grup 1' e göre SpO₂ değerleri dönem 3' te istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha yüksek bulundu ($p < 0.05$). Dönem 4 ve dönem 5' te de grup 2' de daha yüksekti fakat istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$) (Tablo-7 Grafik-4).

Grup içi karşılaştırmada ise grup 1' de; dönem 1' de dönem 2 ve dönem 3' ten anlamlı olarak yüksek, dönem 5' te dönem 3' ten anlamlı olarak yüksek olduğu görüldü ($p < 0.05$) (Tablo-7 Grafik-4).

Grup 2' nin grup içi karşılaştırılmasında ise; dönem 1 ve dönem 5' te dönem 2 ve dönem 3' e göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek saptandı ($p < 0.05$). Dönem 2' de, diğer tüm dönemlere göre anlamlı olarak düşük olduğu görüldü ($p < 0.05$) (Tablo-7 Grafik-4).

Tablo-7 Grup 1 ve Grup 2' nin dönemlere göre SpO₂ değerleri (ortalama $\pm$ SS) (%)

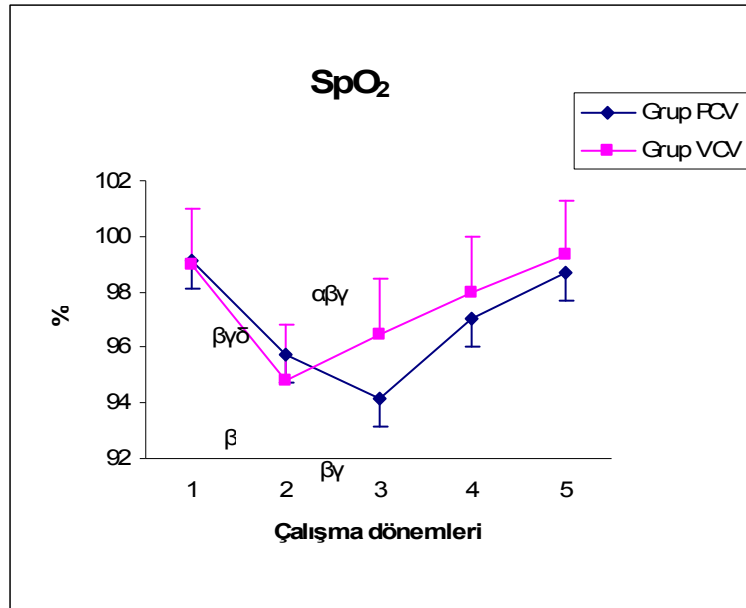
	Grup 1	Grup 2
1	99.14 $\pm$ 1.95	98.96 $\pm$ 2.22
2	95.76 $\pm$ 3.83 ^B	94.8 $\pm$ 2.73 ^{B$\gamma$$\delta$}
3	94.13 $\pm$ 4.66 ^{Bγ}	96.47 $\pm$ 2.26 ^{aBγ}
4	97.06 $\pm$ 2.37	98 $\pm$ 2.51
5	98.7 $\pm$ 2.39	99.31 $\pm$ 0.88

^a $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında

^B $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1 ile karşılaştırıldığında

^{γ} $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 5 ile karşılaştırıldığında

^{δ} $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada diğer dönemlerle karşılaştırıldığında



Grafik-4 Her iki grubun SpO₂ değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması (%)

- α $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında
- β $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1 ile karşılaştırıldığında
- γ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 5 ile karşılaştırıldığında
- δ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada tüm dönemlerle karşılaştırıldığında

6. HCO₃ değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-8).

Grup içi karşılaştırmada her iki grupta dönemlere göre anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-8).

Tablo-8 Grup 1 ve Grup 2' nin dönemlere göre HCO₃ değerleri (ortalama±SS) (mmol/L)

	Grup 1	Grup 2
1	21.11±2.85	22.13±2.27
2	19.75±2.45	21.53±2.64
3	20.12±2.65	21.62±2.08
4	20.92±2.68	20.86±2.77
5	20.92±2.86	21.86±2.3

7. Laktat değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-9 Grafik-5).

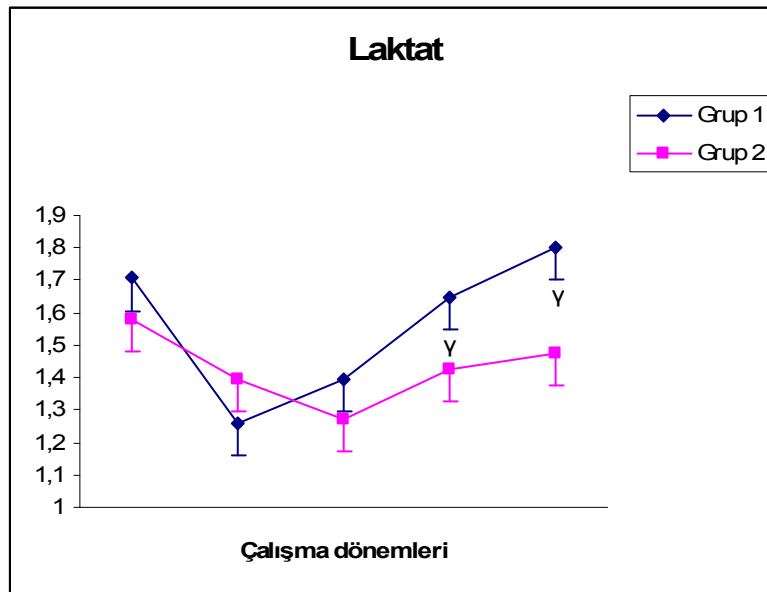
Laktat değerlerinin grup içi karşılaştırılmasında ise grup 1’ de dönem 4 ve dönem 5’ te dönem 2’ ye göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksek bulundu ($p < 0.05$) (Tablo-9 Grafik-5)

Grup içi karşılaştırmada grup 2’ de dönemler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-9 Grafik-5)

Tablo-9 Grup 1 ve Grup 2’ nin dönemlere göre laktat değerleri (ortalama $\pm$ SS) (mmol/L)

	Grup 1	Grup 2
1	1.70 $\pm$ 0.68	1.58 $\pm$ 1.21
2	1.26 $\pm$ 0.6	1.39 $\pm$ 0.75
3	1.39 $\pm$ 0.61	1.27 $\pm$ 0.47
4	1.64 $\pm$ 0.53 ^y	1.42 $\pm$ 0.78
5	1.8 $\pm$ 0.72 ^y	1.47 $\pm$ 0.79

^y $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında



Grafik-5 Her iki grubun laktat değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

^y $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında

8. PİP değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada PİP değerleri, grup 1' de grup 2' ye göre dönem 2 ve dönem 5' te istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p < 0.05$) (Tablo-10 Grafik-6).

Grup içi karşılaştırmada grup 1' de; dönem 2 ve dönem 3' te diğer dönemlere göre anlamlı olarak yüksekti ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-10 Grafik-6).

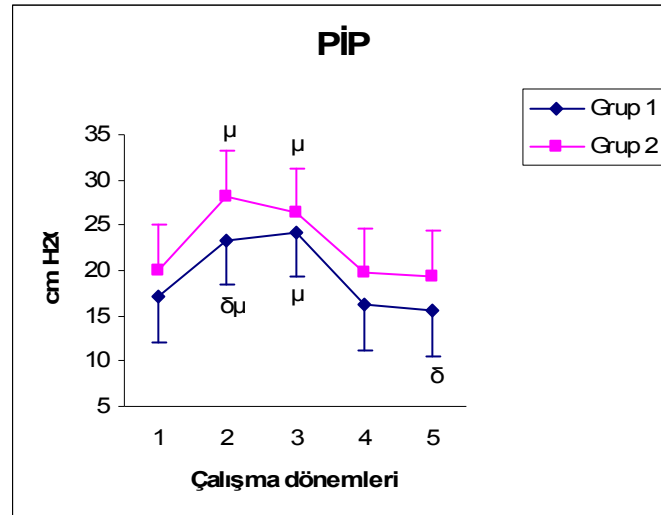
Grup içi karşılaştırmada grup 2' de dönem 2 ve dönem 3' te diğer dönemlere göre anlamlı olarak yüksekti ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-10 Grafik-6).

Tablo-10 Grup 1 ve Grup 2' nin PİP değerleri (ortalama $\pm$ SS) (cmH₂O)

	Grup 1	Grup 2
1	17.13 $\pm$ 3.29	20.06 $\pm$ 4.54
2	23.4 $\pm$ 3.9 ^{$\delta$$\mu$}	28.2 $\pm$ 5.03 ^{μ}
3	24.26 $\pm$ 4.57 ^{μ}	26.3 $\pm$ 5.85 ^{μ}
4	16.2 $\pm$ 3.27	19.73 $\pm$ 5.95
5	15.53 $\pm$ 3.92 ^{δ}	19.4 $\pm$ 4.37

^{δ} $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında

^{μ} $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem1, dönem 4 ve dönem 5 ile karşılaştırıldığında



Grafik-6 Her iki grubun PİP değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

δ $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında
 μ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem1, dönem 4 ve dönem 5 ile karşılaştırıldığında

9. P_{mean} değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada P_{mean} değerleri grup 1' de grup 2' ye göre dönem 2 ve dönem 5'te istatistiksel açıdan anlamlı olarak daha düşük bulundu ($p < 0.05$) (Tablo-11 Grafik-7).

Grup içi karşılaştırmada grup 1' de, dönem 2 ve dönem 3' te diğer dönemlere göre istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksekti ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-11 Grafik-7).

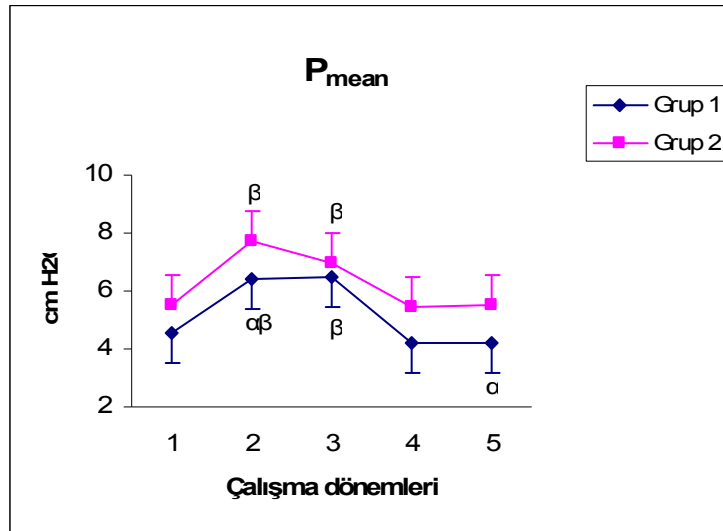
Grup içi karşılaştırmada grup 2' de dönem 2 ve dönem 3' te diğer dönemlere göre anlamlı olarak yüksekti ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-11 Grafik-7).

Tablo-11 Grup 1 ve Grup 2' nin P_{mean} değerleri (ortalama $\pm$ SS) (cmH₂O)

	Grup 1	Grup 2
1	4.53 $\pm$ 0.99	5.53 $\pm$ 1.45
2	6.4 $\pm$ 1.72 ^{$\alpha\beta$}	7.73 $\pm$ 1.57 ^{β}
3	6.46 $\pm$ 1.64 ^{β}	7 $\pm$ 1.96 ^{β}
4	4.2 $\pm$ 1.14	5.46 $\pm$ 1.68
5	4.2 $\pm$ 1.2 ^{α}	5.53 $\pm$ 1.76

^{α} $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında

^{β} $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem1, dönem 4 ve dönem 5 ile karşılaştırıldığında



Grafik-7 Her iki grubun P_{mean} değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

^{α} $p < 0.05$ gruplar arası karşılaştırmada aynı dönemle karşılaştırıldığında

^{β} $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem1, dönem 4 ve dönem 5 ile karşılaştırıldığında

10. Dinamik kompliyans değerleri (C_{dyn})

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında C_{dyn} değerleri için istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-12 Grafik- 8).

Grup içi karşılaştırmada grup 1’de dönem 2 ve dönem 3’ te diğer dönemlere göre anlamlı olarak düşüktü ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-12 Grafik-8).

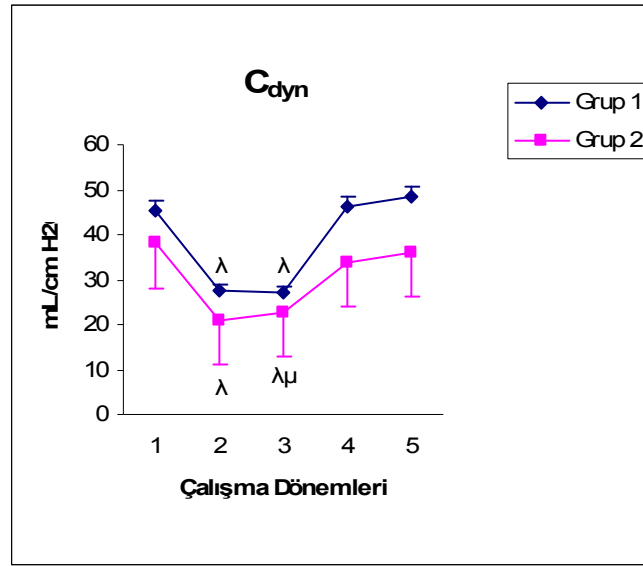
Grup içi karşılaştırmada grup 2’ de, dönem 2 ve dönem 3’ te diğer dönemlere göre anlamlı olarak düşüktü ($p < 0.05$). Dönem 2 ve dönem 3 arasında grup 1’ den farklı olarak istatistiksel açıdan anlamlı fark saptandı; dönem 3’ te dönem 2’ ye göre daha yüksek bulundu ($p < 0.05$) (Tablo-12 Grafik-8).

Tablo-12 Grup 1 ve Grup 2’ nin C_{dyn} değerleri (ortalama±SS) (mL/cmH2O)

	Grup 1	Grup 2
1	45.24±9.28	38.02±8.84
2	27.37±5.86 ^λ	21.02±6.04 ^λ
3	27.14±6.77 ^λ	22.81±6.49 ^{λμ}
4	46.23±11.69	33.85±10.64
5	48.3±12.66	36.12±7.93

^λ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1, dönem 4, dönem5 ile karşılaştırıldığında

^μ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında



Grafik-8 Her iki grubun C_{dyn} değerlerinin dönemlere göre karşılaştırılması

λ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 1, dönem 4, dönem 5 ile karşılaştırıldığında
 μ $p < 0.05$ grup içi karşılaştırmada dönem 2 ile karşılaştırıldığında

11. KAH değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-13).

Grup içi karşılaştırmada her iki grupta dönemlere göre anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-13).

Tablo-13 Grup 1 ve Grup 2' nin KAH değerleri (ortalama±SS) (dak⁻¹)

	Grup 1	Grup 2
1	76.06±14.79	76.73±11.18
2	76.06±15.56	82.8±15.29
3	78.06±15.54	78.2±13.4
4	81.2±15.22	82.6±17.09
5	76.8±12.55	80.2±19.9

12. OAB değerleri

Gruplar arası karşılaştırmada iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-14).

Grup içi karşılaştırmada her iki grupta dönemlere göre anlamlı fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo-14).

Tablo-14 Grup 1 ve 2' nin OAB değerleri (ortalama $\pm$ SS) (mmHg)

	Grup 1	Grup 2
1	84.33 $\pm$ 15.26	88.33 $\pm$ 19.16
2	81.46 $\pm$ 16.37	81.46 $\pm$ 16.37
3	84.2 $\pm$ 15.19	80.26 $\pm$ 14.16
4	84.13 $\pm$ 14.62	85.53 $\pm$ 17.72
5	84.13 $\pm$ 15.33	80.4 $\pm$ 16.82

TARTIŞMA

Akciğere yönelik operasyonlar sırasında görüş alanını genişletmek ve cerrahi manüplasyonu kolaylaştırmak amacıyla anestezi bir yöntem olarak TAV sıklıkla uygulanmaktadır.

TAV hastaların çoğunda güvenle uygulanabilmesine rağmen bir kısmında hipoksemi gelişebilmektedir (4). TAV’ da hipoksemi geliştiğinde bunu gidermek için çeşitli ventilasyon stratejileri uygulanmaktadır (11, 13). Son zamanlarda; TAV’ ın ARDS ile patofizyolojilerinin benzerliğinden yola çıkılarak ARDS tedavisinde uygulanan koruyucu ventilasyon stratejilerinin TAV’ da da uygulanabileceği düşünülmektedir (13). Tuğrul ve arkadaşları⁽⁴⁾ TAV’ da PCV ve VCV modlarının havayolu basınçları, pulmoner şant ve kan parsiyel oksijen basıncı üzerine etkilerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, özellikle ciddi solunum yetersizliği olan hastalarda TAV sırasında uygulanan PCV modunun oksijenlenmeyi arttırdığını göstermişlerdir.

Biz bu çalışmada, akciğer ameliyatlarında uygulanan TAV sırasında PCV ve VCV modlarının; oksijenlenme, solunum dinamikleri ve hemodinami üzerine etkilerini karşılaştırırken operasyon sonunda uygulanan “recruitment” manevrasının hipoksemi üzerine etkisini ve modların “recruitment” ın bu etkisi üzerine katkılarını araştırdık.

PaO₂ değerleri karşılaştırıldığında iki grup arasında anlamlı fark saptanmadı. Grup içi karşılaştırmada ise her iki grupta, iki akciğer ventilasyonundan TAV’ a geçildiğinde PaO₂’ nin istatistiksel açıdan anlamlı olarak azaldığı görüldü. Grup 1’ de TAV sırasında önce PCV sonra VCV uygulandı, PCV ve VCV uygulandıktan sonra alınan arter kan gazlarında PaO₂’ nin PCV uygulandığı dönemde daha yüksek olduğu görüldü, fakat istatistiksel açıdan anlamlı değildi. Grup 2’ de ise TAV’ da önce VCV uygulandı sonra PCV’ ye geçildi, PCV uygulandıktan sonra PaO₂ değerleri anlamlı olarak arttı. Sonuç olarak çalışmamızda, iki akciğer ventilasyonundan TAV’ a geçildiğinde her iki modda da kan parsiyel oksijen basıncının anlamlı olarak azaldığını gördük. Ancak PCV modundan VCV moduna geçildiğinde, PaO₂’ deki azalma devam ederken VCV’den PCV’ ye geçildiğinde PaO₂’ nin anlamlı olarak arttığı izlenmiştir. Tuğrul ve arkadaşlarının⁽⁴⁾ TAV’ da PCV ve VCV modunu karşılaştırdıkları çalışmalarında da TAV’ da PCV uygulandığında PaO₂’nin VCV’ ye göre anlamlı olarak daha iyi olduğunu saptanmıştır. Özellikle FEV₁ ve FVC’ leri düşük hastalarda bu farkın daha belirgin olduğunu göstermişlerdir. Çalışmamızda da, hastaların ameliyat öncesi döneme ait solunum fonksiyon testleri her iki grupta normaldi ve FEV₁, FVC, FEV₁/FVC’

leri arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark yoktu. FEV₁ ve FVC' leri düşük hastaları çalışmaya dahil etseydik grup 1' deki PaO₂' de gördüğümüz fark da anlamlı olabilirdi.

Tuğrul ve arkadaşları⁽⁴⁾ , TAV sırasında PCV modunda PaO₂'nin daha iyi olmasını, PCV modunda azalan akım paterni nedeniyle akciğerlerdeki gaz dağılımının homojen olmasına bağlamışlardır.

TAV' da gelişen hipokseminin başlıca nedeni ventile olmayan tek akciğer nedeniyle oluşan şanttır (4, 5, 10, 11,12). Malmkvist ve arkadaşları⁽⁵⁾, TAV sırasında pulmoner şant geliştiğini göstermişlerdir. Tuğrul ve arkadaşları⁽⁴⁾ yaptıkları çalışmalarında TAV sırasında oluşan şant oranının PCV uygulandığında VCV' ye göre daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Sonuç olarak, azalan akım paterni ve pulmoner şantın daha az olması nedeniyle TAV sırasında PCV modunda VCV moduna göre oksijenlenme daha iyi olmaktadır.

Çalışmamızda, cerrahi işlem bittikten sonra atelektazik akciğer alanlarını açmak için her iki akciğere "recruitment" uyguladık. "Recruitment" ta amaç, kapalı alveollerin açılması ve açık kalmalarının sürdürülmesini sağlamaktır. Böylece şant azalır, gaz değişimi artar ve ventilasyon/perfüzyon oranı dengesizliği düzelir (7).

Çalışmamızda, TAV' dan iki akciğer ventilasyonuna geçildiğinde "recruitment" öncesi dönemde, her iki grupta da PaO₂ arttı, fakat istatistiksel açıdan anlamlı değildi; "recruitment" sonrasında ise her iki grupta, PaO₂ hem "recruitment" öncesi çift akciğer hem de TAV sırasındaki değerlere göre anlamlı olarak arttı. "Recruitment" sonrası iki akciğer ventilasyonu döneminde PaO₂, ameliyat başlamadan önceki iki akciğer ventilasyonu dönemine ait PaO₂' den yüksekti fakat istatistiksel açıdan anlamlı değildi. Sonuç olarak çalışmamızda "recruitment" ın PaO₂'yi arttırdığını gördük.

Tusman ve arkadaşları⁽⁵⁾ TAV' da "recruitment" sonrası PaO₂ 'nin arttığını göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda da PaO₂ değerleri "recruitment" sonrası anlamlı olarak yükseldi. Aynı ekibin yaptığı başka bir çalışmada ise, atelektazik akciğer alanlarını açmak ve hipoksemiye düzeltmek için 40 cm H₂O inflasyon basıncı uygulanması gerektiği gösterilmiştir (7). Bizim de çalışmamızda "recruitment" için uyguladığımız yöntem her iki akciğere 40 saniye süreyle 40 cm H₂O inflasyon basıncı uygulanması şeklindeydi.

"Recruitment" sırasında akciğere uygulanan yüksek basınçlar, akciğer kan akımında azalmaya, kardiyak rezervi düşük ve yaşlı hastalarda hipotansiyona neden olabilmektedir (8). Çalışmamızda da, "recruitment" sırasında hem istatistiksel hem de klinik olarak anlamlı olmayan geçici hipotansiyon gözlemlendiyse de "recruitment" sonrasında bu etki kaybolmuştur.

Çalışmamızda “recruitment” in PaO_2 ‘yi arttırdığını gördük; PCV ve VCV modlarının “recruitment” in bu etkisi üzerine katkılarını karşılaştırdığımızda iki mod arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Çalışmamızda, $PaCO_2$ değerlerinde gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalarda istatistiki açıdan anlamlı fark saptanmadı. Tuğrul ve arkadaşları⁽⁴⁾ da PCV ve VCV modlarını karşılaştırdıklarında $PaCO_2$ değerleri arasında fark olmadığını bildirmişlerdir. TAV’ da PaO_2 azalmasına karşın $PaCO_2$ ’ de anlamlı değişiklikler meydana gelmemektedir. Bunun nedeni düşük ventilasyonlu akciğer alanlarında kan akımının iyi olması, böylece CO_2 atılımının, alveoler dakika ventilasyonu sabit kaldığı takdirde devam etmesi ve ventilasyonu iyi olan akciğer alanlarında CO_2 atılımının devam etmesidir (12). Tusman ve arkadaşlarının⁽⁵⁾ yaptıkları çalışmalarında TAV sırasında $PaCO_2$ artmış fakat bu çalışmada TAV döneminde dakika ventilasyonu, iki akciğer dönemine göre azalmıştır.

Çalışmada, pH değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında anlamlı fark saptanmadı. pH değerlerinin grup içi karşılaştırılmasında ise grup 1’ de, TAV’ in başlangıcında daha yüksek, iki akciğer ventilasyonuna geçerken daha düşük olduğunu gördük. Aynı dönemde laktat düzeylerinin de arttığı görüldü, ancak HCO_3 değerleri gruplar arası ve grup içi karşılaştırmada anlamlı farklılık göstermedi. Tusman ve arkadaşlarının⁽⁵⁾ yaptıkları çalışmalarında TAV ve iki akciğer ventilasyonu dönemlerinde pH değerleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Çalışmamızda pH ve laktat değerlerinde görülen değişiklikler, normal sınırlar içinde gerçekleşmiş olup; değişiklikler hipoksemi ve asidoz lehine değildi.

Çalışmamızda sadece grup 1’de bir hastada TAV sırasında SpO_2 değeri %90 oldu, bu hastada SpO_2 ’ nin artmasını hem PCV hem de VCV döneminde HFJV uygulayarak sağlayabildik, hastanın her iki dönemde bu desteğe ihtiyacı oldu. Bunun dışında, SpO_2 ’ de görülen değişiklikler, TAV sırasında görülen değişim sınırları içinde kalmıştır.

SpO_2 değerlerinin gruplar arası karşılaştırılmasında, grup 2’ de TAV’ da PCV uygulandığı dönemde, grup 1’ de VCV uygulanan döneme göre SpO_2 değeri istatistiksel açıdan anlamlı olarak yüksekti. Grup 2’ de PCV modu uygulanan iki akciğer “recruitment” öncesi ve “recruitment” sonrası dönemlerde de Grup 1’ e göre SpO_2 düzeyleri yüksekti fakat istatistiksel açıdan anlamlı değildi. Grup içi karşılaştırmada ise her iki grupta iki akciğer ventilasyonundan TAV’ a geçildiğinde SpO_2 değerleri anlamlı olarak azaldı. “Recruitment” sonrasında her iki grupta SpO_2 anlamlı olarak arttı. Grup 2’ de TAV sırasında VCV uygulanan dönemde, tüm dönemlerle karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan anlamlı olarak düşük SpO_2 değerleri saptandı. Bu dönemler, PaO_2 ’nin azaldığı dönemlere denk gelmektedir.

Tusman ve arkadaşlarının⁽⁵⁾ yaptıkları çalışmalarında da TAV döneminde, iki akciğer ventilasyonu ve “recruitment” sonrası döneme göre SpO₂ değerinin düşük olduğu saptanmış ve bu çalışmada da aynı dönemlerde PaO₂’nin düşük olduğu görülmüştür.

Son zamanlarda TAV’da hipokseminin tek sorun olmadığı, akciğer hasarının da TAV’da gelişebilecek önemli bir sorun olduğu düşünülmektedir (10, 13). Bu nedenle TAV ile ALI/ARDS arasında ilişki kurulmaktadır (13). TAV ve ARDS’ nin patogenezi benzerdir; ikisinde de atelektaziler ve ventilasyon/perfüzyon dengesizliğine bağlı şant oluşmakta ve bu nedenle hipoksemi gelişmektedir. Her ikisinde de yüksek havayolu basınçlarından kaçınmak gerekmektedir. Yüksek havayolu basınçları, kan akımının iyi ventile olmayan akciğer alanlarına yönelmesine, sağlıklı akciğer alanlarında barotravmaya ve akciğer hasarına neden olabilmektedir (13). TAV sırasında tidal volümün tek akciğere verilmesi, çift lümenli endobronşiyal tüp kullanılması ve LDP nedeniyle havayolu basınçları artmaktadır (4).

Bizim çalışmamızda, PIP ve P_{mean} her iki grupta TAV’ a geçildiğinde arttı. Gruplar arası karşılaştırmada ise, Grup 1’ de PCV uygulanan TAV döneminde, Grup 2’ de VCV uygulanan TAV dönemine göre anlamlı olarak daha düşük bulundu. Dinamik kompliyans ise havayolu basınçlarının arttığı dönemlerde anlamlı olarak azaldı. Tuğrul ve arkadaşlarının⁽⁴⁾, TAV’ da PCV ve VCV’ yi karşılaştırdıkları çalışmalarında da, bizim çalışmamızda olduğu gibi her iki grupta havayolu basınçları TAV’ a geçildiğinde iki akciğer ventilasyonuna göre artmış ve PCV uygulanan dönemlerde VCV uygulanan dönemlere göre daha düşük olduğu görülmüştür.

PCV’ de havayolu basınçlarının VCV’ ye göre daha düşük olması sebebiyle, PCV’ nin ARDS’ de olduğu gibi TAV’ da da koruyucu ventilasyon stratejisi olarak uygulanabileceği düşünülmektedir (13).

Çalışmamızda, hemodinamik veriler olan KAH ve OAB değerleri arasında gruplar arası ve grup içi karşılaştırmalarda anlamlı fark saptanmadı. Malmkvist ve arkadaşlarının⁽⁶⁾ yaptıkları çalışmalarında TAV döneminde KAH artmış, OAB azalmış; iki akciğer ventilasyonuna geçildiğinde kontrol değerlerine döndükleri görülmüştür. Bu etkinin plevra manüplasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir. Tuğrul ve arkadaşlarının⁽⁴⁾ yaptıkları çalışmalarında da KAH ve OAB değerlerinde bizim çalışmamızda olduğu gibi değişik ventilasyon dönemlerinde fark saptanmamıştır.

Sonuç olarak çalışmamızda, her iki grupta da iki akciğer ventilasyonundan TAV’ a geçildiğinde PaO₂ azalmış, havayolu basınçları artmıştır; ancak TAV sırasında PCV uygulandığında VCV moduna göre PaO₂’nin daha yüksek olduğu ve havayolu basınçlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle PCV’ nin TAV’ da koruyucu ventilasyon

stratejisi olarak uygulanabileceğini düşünmekteyiz. Ancak FEV_1 ’ leri normal olguların dahil edildiği çalışmamızda, iki ventilasyon modunun “recruitment” ın PaO_2 ’yi arttırıcı etkisi üzerine katkıları arasında fark bulunmamıştır.

ÖZET

Bu çalışmada, akciğer ameliyatlarında uygulanan tek akciğer ventilasyonunda (TAV) basınç kontrollü ventilasyon moduyla (PCV) volüm kontrollü ventilasyon modunun (VCV) kan parsiyel oksijen basıncı, solunum dinamikleri ve hemodinami üzerine etkileri karşılaştırılırken “recruitment” ın hipoksemi üzerine etkisi ve modların “recruitment” ın bu etkisi üzerine katkısı araştırıldı.

Çalışma, etik komitenin izni ve hasta onamları alındıktan sonra, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Göğüs Kalp ve Damar Ameliyathanesi’ nde torakotomi uygulanan 30-60 yaş arası, ASA I-II sınıfı 30 hastada yapıldı.

Olgular, TAV’ a geçildikten sonra, rasgele, Grup 1 (n=15) ve Grup 2 (n=15) olmak üzere iki gruba ayrıldılar. Grup 1’de TAV’ a geçildikten sonra PCV uygulandı ve yarım saat sonra VCV’ ye geçildi. Grup 2’ de ise TAV’ a geçildikten sonra VCV uygulandı ve yarım saat sonra PCV’ye geçildi. İki akciğer ventilasyonuna son modla devam edildi. Cerrahi işlem bittiğinde, her iki akciğere 40 saniye süreyle 40 cm H₂O basınçla “recruitment” uygulandı. Ameliyat sırasında iki akciğer ventilasyonu, TAV-PCV, TAV-VCV, “recruitment” öncesi ve sonrası iki akciğer ventilasyonu dönemi olmak üzere 5 dönemde arter kan gazları çalışılması için kan örneği alındı, olguların PaO₂, PaCO₂, pH, SpO₂, HCO₃, laktat değerleri kaydedildi. Aynı dönemlere ait pik havayolu basınçları (P_{IP}), ortalama havayolu basınçları (P_{mean}), dinamik kompliyans (C_{dyn}), kalp atım hızları (KAH) ve ortalama arter basınçları (OAB) kaydedildi.

Çalışmada, TAV’ a geçildiğinde PaO₂ azaldı, VCV uygulandığında bu azalma devam ederken PCV uygulandığında istatistiksel açıdan anlamlı olarak arttığı görüldü. “Recruitment” sonrası PaO₂, hem TAV dönemine, hem de “recruitment” öncesi iki akciğer ventilasyonu dönemine göre anlamlı olarak arttı, ancak iki grup arasında “recruitment” ın PaO₂’ yi arttırıcı etkisi anlamlı olarak farklı değildi. Her iki grupta P_{IP} ve P_{mean} değerleri TAV’ a geçildiğinde yükseldi, PCV uygulandığında VCV’ ye göre anlamlı bir azalma gözlemlendi. Havayolu basınçlarının yükseldiği dönemlerde C_{dyn} azaldı. PaO₂’ nin azaldığı dönemlerde SpO₂ de azaldı. Aynı dönemlerde pH değerlerinde azalma, laktat değerlerinde artış saptandı. Çalışma sırasında görülen PaO₂, SpO₂, pH ve laktat değerlerindeki değişiklikler normal sınırlar içindeydi, hipoksemi ve asidoz gelişmedi. Çalışmada PaCO₂, HCO₃, KAH ve OAB değerlerinde anlamlı değişiklik gözlenmedi.

Sonuç olarak çalışmamızda, her iki grupta da iki akciğer ventilasyonundan TAV' a geçildiğinde PaO_2 azalmış, havayolu basınçları artmıştır; ancak TAV sırasında PCV uygulandığında VCV moduna göre PaO_2 ' nin daha yüksek olduğu ve havayolu basınçlarının daha düşük olduğu görülmüştür. Bu nedenle PCV' nin TAV' da koruyucu ventilasyon stratejisi olarak uygulanabileceğini düşünmekteyiz. Ancak FEV_1 ' leri normal olguların dahil edildiği çalışmada, iki ventilasyon modunun “recruitment” ın hipoksemiye azaltıcı etkisi üzerine katkıları arasında fark bulunmamıştır.

SUMMARY

In this study was compared that pressure controlled ventilation (PCV) and volume controlled ventilation effect on arterial oxygenation, respiratory dynamics, haemodynamic values and the recruitment effect on arterial oxygenation during one-lung ventilation which used in lung operations. This study also evaluated the additive effects of this ventilation modes on the recruitments arterial oxygenation improver effect.

This study was performed in Istanbul University Cerrahpasa Medical Faculty the department of Cardiovascular and Thoracic Surgery operation room after approval ethic committee and all patients gave informed consent. This study was performed 30, ASA I-II class, between 30-60 years old patients undergoing thorocotomy operation.

Our cases were randomly allocated to two groups, Group 1 (n= 15) and Group 2 (n= 15) on initiation one-lung ventilation. In the Group 1, one-lung ventilation was started by PCV and after 30 minutes VCV was applied. In the Group 2, one-lung ventilation was started by VCV and after 30 minutes PCV was applied. The two lungs ventilation was continued with last ventilation mode. When the surgery was completed, the recruitment was applied to both lungs by 40 cmH₂O pressure during 40 seconds. Arterial blood gas samples were taken in 5 periods during operation; the two lungs ventilation period, the one-lung-PCV and the one-lung-VCV periods, before recruitment period and after recruitment period during two lungs ventilation. PaO₂, PaCO₂, pH, SpO₂, HCO₃ and lactate values were documented at these periods. The peak airway pressures (PIP), mean airway pressures (P_{mean}), dynamic compliance (C_{dyn}), heart rate (HR) and mean arterial pressure (MAP) were documented at the same periods.

In this study, PaO₂ values decreased during one-lung ventilation, when VCV implemented this decreasing was continued, but PaO₂ values were statistically increased during PCV. The PaO₂ values increased at the after recruitment period instead of one-lung ventilation and before recruitment two lungs ventilation periods, but the recruitment effect of increasing arterial oxygenation was not different between two groups. PIP and P_{mean} values increased when starting one-lung ventilation in both groups. These pressures were statistically reduced during PCV instead of VCV. C_{dyn} reduced during the airway pressure increasing periods. SpO₂ values decreased during the arterial oxygenation reducing periods. Reducing pH values and increasing lactate values were determined during same periods. PaO₂, pH, SpO₂, and lactate values were in the normal range during the study also hypoxemia and

acidosis did not occurred. PaCO_2 , HCO_3 , HR and MAP values did not statistically change during the study.

In conclusion, the arterial oxygenation reduced and airway pressures increased when starting one-lung ventilation in both groups, but when applied PCV arterial oxygenation was better and airway pressures were lower than VCV during one-lung ventilation. For this reason we have thought that PCV can be used by a lung protective ventilation strategy. But, we did not find any difference between two ventilation modes effects on the recruitments improver arterial oxygenation effect in the patients with normal FEV_1 values.

KAYNAKLAR

1. Benumorf JL: One-lung ventilation and hypoxic pulmonary vasoconstriction: Implications for anesthetic management. *Anesthesia and Analgesia* 1985; 64: 821-833
2. Benumorf JL: Conventional and differential lung management of one-lung ventilation. *Anesthesia for Thoracic Surgery* 1995; 406-432
3. Tusman G, Böhm SH, Vasquez de Anda GF, do Compo JL, Lachmann B: “Alveolar recruitment strategy” improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 1999; 82: 8-13
4. Tuğrul M, Çamcı E, Karadeniz H, Şentürk M, Pembeci K, Akpir K: Comparison of volume controlled with pressure controlled ventilation during one-lung anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 1997; 79: 306-310
5. Tusman G, Böhm SH, Sipmann FS, Maisch S: Lung Recruitment Improves the Efficiency of Ventilation and Gas Exchange During One-Lung Ventilation Anesthesia. *Anesthesia and Analgesia* 2004; 98: 1604-9
6. Malmkvist G, Fletcher R, Nordström L, Werner O: Effects of lung surgery and one-lung ventilation on pulmonary arterial pressure, venous admixture and immediate postoperative lung function. *British Journal of Anaesthesia* 1989; 63: 696-701
7. Tusman G, Böhm SH, Sipmann FS, Turchetto E: Alveolar recruitment improves ventilatory efficiency of the lungs during anesthesia. *Can J Anesthesia* 2004; 51: 723-27
8. Johnson D: Lung recruitment during general anesthesia. *Can J Anesthesia* 2004; 51: 649-653
9. Prella M, Feihl F, Domenighetti G: Effects of short-term pressure-controlled ventilation on gas exchange, airway pressures, and gas distribution in patients with acute lung injury/ARDS. *Chest* 2002; 122: 1382-1388

10. Dunn Peter F: Physiology of lateral decubitus position and one-lung ventilation. International Anesthesiology Clinics 2000; 38: 25-53
11. Dikmen Y, Aykaç B, Erolçay H: Unilateral high frequency jet ventilation during one-lung ventilation. European Journal of Anaesthesiology 1997; 14: 239-243
12. Benumorf JL, Alfery DD: Anesthesia For Thoracic Surgery. In Anesthesia Editor: Miller RD, fifth edition, Churchill Livingstone, Philadelphia, 2000, page: 1665-2000
13. Şentürk M: New concepts of the management of one-lung ventilation. Curr. Opin. Anaesthesiology 2006; 19: 1-4
14. Erolçay H: Tek Akciğer Ventilasyonunda Anestezi. GKD Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi Ağustos- Aralık 2001; 7: 44-51