

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**KARDİYAK CERRAHİDE VOLÜM KONTROL
AUTOFLOW VENTİLASYON MODU İLE
AKCİĞER MEKANİKLERİ**

DR. MURAT ARSLAN

UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2012

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**KARDİYAK CERRAHİDE VOLÜM KONTROL
AUTOFLOW VENTİLASYON MODU İLE
AKCİĞER MEKANİKLERİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. MURAT ARSLAN

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Hasan HEPAĞUŞLAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

İÇİNDEKİLER	i
TABLO LİSTESİ	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iii
KISALTMALAR	iv
EKLER	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	1
SUMMARY	2
GİRİŞ VE AMAÇ	3
GENEL BİLGİLER	4
GEREÇ VE YÖNTEM	17
BULGULAR	20
TARTIŞMA	26
SONUÇ VE ÖNERİLER	32
KAYNAKLAR	33
EK₁ (ETİK KURUL ONAYI)	37
EK₂ (BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU)	38

TABLO LİSTESİ**Sayfa No**

Tablo 1	Olgulara ait demografik veriler.	20
Tablo 2	Preoperatif değerlendirmeye ait özellikler.	20
Tablo 3	Cerrahi girişime ilişkin özellikler.	21
Tablo 4	Kardiyak cerrahi girişimin farklı dönemlerinde elde edilen solunumsal veriler.	22
Tablo 5	İndüksiyon sonrası ve KPB'tan ayrılma sonrası elde edilen arteriyel kan gazlarına ilişkin veriler.	25

SEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.	Kese şeklindeki yapıların basınç volüm özellikleri	10
Şekil 2.	Değişik hastalıklarda akciğerin basınç-volüm eğrisinin değişimi	11
Şekil 3.	Akciğerin tek bir soluktaki basınç-volüm ve akım-volüm eğrileri	13
Şekil 4.	Volüm kontrol modunda oluşan basınç-zaman eğrisi ve bileşenleri	14
Şekil 5.	Volüm kontrol ventilasyon modunda akış volüm döngüsü	14
Şekil 6.	Volüm kontrol <i>AutoFlow</i> ventilasyon modunda akış volüm döngüsü	14
Şekil 7.	Volüm kontrol ventilasyon modunda uygulanan sabit akım	15
Şekil 8.	Volüm kontrol <i>AutoFlow</i> ventilasyon modunda sabit akım yerine azalan inspirasyon akımı	15
Şekil 9.	Cerrahi girişimin farklı dönemlerinde elde edilen ortalama dinamik kompliyans (C_{din}) değerleri	24
Şekil 10.	Cerrahi girişimin farklı dönemlerinde elde edilen ortalama rezistans (R) değerleri	24

KISALTMALAR

AKC	Açık kalp cerrahisi
KABG	Koroner arter baypas greftleme
KPB	Kardiyopulmoner baypas
VKAF	Volüm kontrol <i>AutoFlow</i>
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
C_{st}	Statik kompliyans
C_{din}	Dinamik kompliyans
R	Rezistans
P_{al}	Alveol içi basınç
P_{ao}	Havayolu açılma basıncı
P_{pl}	İnterplevral basınç
P_{plat}	İnspirasyon plato basıncı
P_{pik}	İnspirasyon tepe basıncı
P_{ins}	İnspirasyon basıncı
PEEP	Ekspirasyon sonu pozitif basınç
ES	Eritrosit süspansiyonu
V_{T ins}	İnspirasyon tidal volümü
V_{T eks}	Ekspirasyon tidal volümü
VKİ	Vücut kütle indeksi

EKLER

EK₁ : Etik Kurul Onayı

EK₂ : Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, hekimliğin ve anesteziyolojinin ilkelerini öğrendiğim hocalarım Sayın Prof. Dr. Ali Günerli'ye, Sayın Prof. Dr. Zahide Elar'a, Sayın Prof. Dr. Atalay Arkan'a, Sayın Prof. Dr. Erol Gökel'e; Sayın Prof. Dr. Semih Küçükgülü'ye, Sayın Prof. Dr. Necati Gökmen'e, Sayın Prof. Dr. Sermin Öztekin'e, Sayın Prof. Dr. Bahar Kuvaki Balkan'a, Sayın Prof. Dr. Deniz Özzeybek'e, Sayın Prof. Dr. Leyla İyilikçi'ye,

Tezimin her aşamasında yardımlarını hiç esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Hasan Hepağuşlar'a,

Asistanlığım süresince birlikte çalıştığım, eğitimime katkıda bulunan bölümümüz öğretim üyelerine, her açıdan desteklerini hep yanımda hissettiğim başta tüm asistan arkadaşlarıma,

Anestezi teknikerleri, ameliyathane, derlenme, yoğun bakım, ağrı ünitesi hemşire ve personeline,

Hayatımın her aşamasında desteklerini hiç esirgemeyen aileme,

Her zaman her konuda yanımda olan eşim Yaprak Çilem YALÇIN ARSLAN'a,

Sevgi ve saygılarımla sonsuz teşekkür ederim...

Dr.Murat Arslan

ÖZET

Kardiyak Cerrahide Volüm Kontrol *AutoFlow* Ventilasyon Modu ile Akciğer Mekanikleri

Murat Arslan, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir.

Amaç: Bu gözlemsel çalışmada, volüm kontrol *AutoFlow* (VKAF) ventilasyon modu kullanılarak açık kalp cerrahisi (AKC)'nin akciğer mekanikleri üzerine olan etkileri araştırıldı.

Gereç Yöntem: Etik Kurul onayı ve hasta onamı sonrası AKC planlanan 30 olgu (cinsiyet; 17 E/13 K, ortalama yaş; 57.3 ± 17.0 yıl, ortalama ağırlık; 74.9 ± 13.6 kg) çalışmaya alındı. Mekanik ventilasyon; oto kontrollü kapalı devre altında VKAF modunda (V_T : 5-8 mL/kg, I/E: 1/2, FiO_2 : 0.5-1.0; PEEP: 0, SS: 10 ± 2 fr/dk) uygulandı. İntraoperatif altı farklı dönemde dinamik kompliyans (C_{din}) ve rezistans (R) değerleri kaydedildi. Shapiro-Wilk testi ile verilerin dağılımı değerlendirildi. *Repeated Measure of Anova* ve *Bonferroni* testleri (C_{din}) ile *Friedman Varyans Analizi* ve *Wilcoxon Signed Rank* testleri (R) kullanıldı. Değerler ort. $\pm$ SD ve/veya sayı olarak verildi ve $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

Bulgular: C_{din} (mL/mbar) ve R (mbar/L/sn), sırasıyla: (1) sternotomi öncesi; 49.9 ± 17.1 ve 7.8 ± 3.6 , (2) sternotomi sonrası ve retraktör öncesi; 56.7 ± 18.3 ve 7.1 ± 3.7 , (3) retraktör yerleştirildikten sonra; 48.7 ± 16.1 ve 8.3 ± 4.4 , (4) kardiyopulmoner baypas (KPB)'tan ayrılma sonrası retraktör varlığında; 49.6 ± 16.5 ve 8.1 ± 4.0 , (5) retraktör çıkarıldığında; 56.5 ± 19.6 ve 7.4 ± 3.7 ve (6) sternumun kapatılması sonrası; 43.1 ± 14.2 ve 9.6 ± 9.1 olarak saptandı. Altı farklı zaman arasında C_{din} ($p < 0.001$) ve R ($p < 0.001$) yönünden istatistiksel anlamlı farklar saptandı. C_{din} 'ta ve R'ta, sırasıyla; 1. ve 2. zaman ($[p < 0.001]$, $[p = 0.002]$), 2. ve 3. zaman ($[p = 0.001]$, $[p < 0.001]$), 4. ve 5. zaman ($[p < 0.001]$, $[p < 0.001]$), 5. ve 6. zaman ($[p < 0.001]$, $[p < 0.001]$) arasında anlamlı farklar saptandı. C_{din} 'ta 1. ve 6. zaman ($p = 0.001$) arasında anlamlı fark gözlenirken, R'ta 1. ve 6. zaman ($p = 0.10$) arasında fark saptanmadı.

Sonuç: AKC'nde mekanik ventilasyon için VKAF modu seçildiğinde; C_{din} ; KPB uygulamasıyla değil, başlıca sternumun kapatılması ile etkilenir. Bunun yanında, sternal retraktör varlığı, akciğer mekaniklerine ilişkin değerlerin intraoperatif dönemde elde edilmesi sırasında önemlidir ki bu durumun önemi önceki çalışmalarda belirtilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: açık kalp cerrahisi, volüm kontrol *autoflow* ventilasyon modu, dinamik kompliyans, rezistans

SUMMARY

Respiratory Mechanics in Cardiac Surgery with Volume Controlled AutoFlow Ventilation Mode

Murat Arslan, Dokuz Eylül University, Medical Faculty, Department of Anesthesiology and Reanimation, İzmir.

Aim of the Study: The effects of open heart surgery (OHS) on respiratory mechanics were investigated while using volume controlled AutoFlow (VCAF) ventilation mode.

Materials and Methods: After obtaining ethics committee approval and informed consent, thirty patients (sex; 17 male/13 female; mean age: 57.3 ± 17.0 year; mean weight; 74.9 ± 13.6 kg) scheduled for OHS were enrolled. Mechanical ventilation was carried out using VCAF mode (V_T : 5-8 mL/kg, I/E: 1/2, FiO_2 : 0.5-1.0; PEEP: $\emptyset$, RR: 10 ± 2 fr/min) under closed system with autocontrol. The values of dynamic compliance (C_{dyn}) and resistance (R) were obtained at 6 different intraoperative time points (TPs). Data distributions were assessed with Shapiro-Wilk test. Repeated Measure of Anova and Bonferroni tests (C_{dyn}), and Friedman Varyans Analysis and Wilcoxon Signed Rank tests (R) were used. Data were given as mean $\pm$ SD and/or number and $p < 0.05$ was considered significant.

Results: C_{dyn} (mL/mbar) and R (mbar/L/s) values were as follows: (1) before sternotomy; 49.9 ± 17.1 and 7.8 ± 3.6 , (2) after sternotomy and before retractor placement; 56.7 ± 18.3 and 7.1 ± 3.7 , (3) after retractor placement; 48.7 ± 16.1 and 8.3 ± 4.4 , (4) after weaning from cardiopulmonary bypass (CPB) while retractor was in place; 49.6 ± 16.5 and 8.1 ± 4.0 , (5) after retractor removal (5); 56.5 ± 19.6 ve 7.4 ± 3.7 , and (6) after sternal closure; 43.1 ± 14.2 and 9.6 ± 9.1 , respectively. Significant differences were found in regard to C_{dyn} ($p < 0.001$) and R ($p < 0.001$) in these TPs. Differences were observed in C_{dyn} and R between; 1th and 2nd TPs ([$p < 0.001$], [$p = 0.002$], respectively), 2nd and 3rd TPs ([$p = 0.001$], [$p < 0.001$], respectively), 4th and 5th TPs ([$p < 0.001$], [$p < 0.001$], respectively), and 5th and 6th TPs ([$p < 0.001$], [$p < 0.001$], respectively). Significant difference in C_{dyn} ($p = 0.001$) was found between 1st and 6th TPs, but not in R ($p = 0.10$).

Conclusion: C_{dyn} is mainly affected by sternal closure intraoperatively during OHS when VCAF mode is chosen for mechanical ventilation, not by CPB itself. Besides, the presence of sternal retractor is important when respiratory mechanics are obtained intraoperatively, a condition which has not been mentioned previously.

Key words: Open heart surgery, volume controlled *autoflow* ventilation mode, dynamic compliance, resistance.

GİRİŞ ve AMAC

Kalp cerrahisi girişimleri sırasında; uzun süreli genel anestezi uygulaması, intratorasik cerrahi manipölasyon ve kardiyopulmoner baypas (KPB) akciğer fonksiyonlarında önemli değişikliklere neden olabilir (1). Bu değişiklikler başlıca respiratuvar mekanikler (2-7), akciğer volümleri (8, 9), ventilasyon-perfüzyon oranı (5, 10) ve gaz değişimini (1, 5, 11) kapsamaktadır.

Akciğer mekanikleri; erişkin olgularda koroner arter baypas greftleme (KABG) cerrahisi ve aort kapak replasmanı sırasında (1, 2, 5, 11) ve pediyatrik olgularda konjenital kardiyak cerrahi girişim sırasında (7, 12), başlıca volüm kontrol ventilasyon modu kullanılarak araştırılmıştır (1-6, 11). Buna karşın volüm kontrol *AutoFlow* (VKAF) ventilasyon modu ile bu parametrelere ilişkin veriler elde edilmemiştir.

Bu gözlemsel çalışmada; *Auto* kontrol (kapalı bir devre, dakikadaki taze gaz akışı otomatik olarak en düşük değere ayarlanır, tutulum kontrollü taze gaz akımı) ile taze gaz akımı sağlanan ve VKAF modu kullanılarak mekanik ventilasyon uygulanan açık kalp cerrahisi (AKC) girişimi geçirecek erişkin hastalarda; akciğer mekaniklerindeki değişikliklerin araştırılması planlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

A. KARDİYOVASKÜLER CERRAHİDE ANESTEZİ

Kardiyovasküler cerrahi için anestezi dolaşım fizyolojisi, farmakolojisi ve patofizyolojisi hakkında doğru bilgi ile birlikte, KPB, transözefageal ekokardiyografi, miyokardın korunması ve cerrahi teknikler hakkında eksiksiz bilgi gerektirir. Dolaşım fonksiyonu üzerine cerrahi müdahaleler sıklıkla derin bir etkiye sahip olduğu için, anestezi cerrahinin seyrini dikkatle takip etmeli ve her adımda gelişebilecek sorunları sezmelidir (13).

1. Preoperatif değerlendirme

Edinsel kalp ve damar hastalıklarına ait risk faktörleri (hipertansiyon, sigara kullanımı, hiperlipidemi, böbrek ve karaciğer hastalıkları, diyabet, obezite), hastanın aldığı ilaçlar, yandaş hastalıklar ve organ fonksiyonları iyi değerlendirilmelidir (14). Yaş, yinelenen cerrahi girişimler anestezi stratejisi, morbidite ve mortalite açısından önemlidir (15). Çünkü bu faktörler seçilecek anestezi ilaçlarının farmakolojisini ve dozunu, uyarılara olan yanıtı etkilemektedir (14).

Anestezide kullanılan *American Society of Anesthesiology* risk sınıflaması kalp cerrahisi anestezisi için genel bir risk değerlendirilmesi sağlarken, *Goldman* kardiyak risk indeksi, anjinal sendromları sınıflandıran *NewYork Heart Association* sınıflaması ve *European System for Cardiac Operative* risk sınıflaması gibi kardiyak cerrahide kullanılan sistemler daha spesifik öngörü ve bilgi vermektedir (14). Kardiyovasküler fonksiyonlar ve koroner kapasite; sol ventrikül diyastol sonu volüm ve basıncı, ejeksiyon fraksiyonu (EF), ekokardiyografi, anjiyo ve laboratuvar raporları ile değerlendirilmelidir (16).

2. Premedikasyon

Kalp cerrahisi planlanan hastalarda, miyokardın oksijen sunum ve tüketim dengesi çok hassas olduğundan, premedikasyon ayrı bir önem taşımaktadır. Bu dengenin hipertansiyon ve taşikardi gibi nedenlerle bozulmasına bağlı olarak miyokard iskemisi gelişebilmektedir . Premedikasyonda benzodiyazepinler, opioidler, antihipertansif etkisinin yanısıra sedatif ve analjezik etkili klonidin, deksmetadomidin ve sekresyon artışını önleyen antikolinesteraz grubu çeşitli ilaçlar kullanılmaktadır (14).

3. Monitorizasyon

Anestezi uygulaması sırasında anestezinin güvenliği ve hastanın fizyolojik verilerini izlemek için gerekli olan monitörizasyon kalp cerrahisinde daha da önem kazanmaktadır. Kalp cerrahisinde temel ve ileri monitörizasyon metodları, transfüzyon, sıvı tedavisi ve

inotropik-vazodilatör ilaç seçimi ile ilgili soruları içeren çok merkezli bir çalışmanın sonuçlarına göre; EKG izlemi, arter ve santral venöz basınç kateteri takılması ve takibi (% 100), pulmoner arter kateteri takılması ve pulmoner basınçların takibi (%58.2), transözofageal ekokardiyografi (%38.1) ve transpulmoner dilüsyon tekniklerinin (% 13) kullanımı ile kalp debisi ölçümü ve takibi, belirtilen oranlarda saptanmıştır (14, 17).

4. Anestezi teknikleri

Kardiyak cerrahi süreçte bir anestezi tekniğinin diğerine üstün olduğu gösterilmemiştir (18). Kalp cerrahisinde anestezi derinliği sağlanmasının yanında hemodinamik ve hormonal yanıtı dengelemek, KPB sırasında hemodilüsyona bağlı ilaçların proteinlere bağlanma ve dolayısıyla dokuya taşınma oranlarının değişimini göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Bu amaçla hipnotik, opioid ve özellikle miyokardın önkoşullamasında önemli olan inhalasyon ajanlarını dengeli olarak kullanmak önemlidir (14). İndüksiyon ilaçlarına ek olarak, hipotansiyon ya da hipertansiyon epizotları biçimindeki hemodinamik dalgalanmaları kontrol edecek bir seri ilacın da hazır olması zorunludur. Bunlar aralıklı bolus ya da sürekli infüzyon biçiminde uygulanabilir (18).

İntravenöz anestezikler

Tiyopental sodyum indüksiyonda seçilebilir bir ajan olabilir. Etomidatın genellikle hemodinamik değişkenleri az etkilediği, miyokardın oksijen gereksinimi ve sunumu arasındaki dengeyi koruduğu bildirilmektedir. Nonkardiyak ve kardiyak hastalarda etomidatın 0.15-0.30 mg/kg dozlarında verilmesinin hemodinamiyi belirgin olarak değiştirmedeği gözlemlenmiştir (14, 18). Diğer opioidlerin (alfentanil, morfin, remifentanil, sufentanil) kullanıldığı teknikler de tanımlandığı halde, en çok tercih edilen opioid fentanildir (5-50 ug/kg). Geleneksel olarak kardiyak anestezi uzmanları entübasyon ve kas gevşemesinin sürdürülmesi için, neden olacağı hafif taşikardi nedeniyle fentanilden kaynaklanan bradikardiyi antagonize edeceğine inanarak pankuronyum (0.1 mg/kg) kullanmışlardır. Hızlı seyreden cerrahilerin ve erken ekstübasyonun başlaması nedeniyle kısa etkili kas gevşeticilere doğru bir eğilim söz konusudur (18). Benzodiyazepinler kalp cerrahisinde premedikasyonda ve intraoperatif dönemde amnezi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır (14).

İnhalasyon Anestezikleri

İnhalasyon anestezikleri, yeterli amnezi ve analjezi düzeyi sağlamak, kas gevşemesini desteklemek için kalp cerrahisinde kullanılırlar. İnhalasyon anestezikleri miyokard kontraktilitesinde, vasküler düz kaslarda, arteriyel kan basıncı devamlılığının sağlanmasında çok önemli rol oynayan baroreseptör refleksi üzerinde etkilidirler. İnhalasyon anestezikleri, hızlı ve geri dönüşümlü olarak kan basıncını azaltırlar. Kalp hızı üzerine etkileri değişkendir.

Kalp cerrahisinde inhalasyon ajanları düşük doz opioidlerle ve kısa etkili hipnotik ilaçlarla birlikte anestezi devamında yaygın olarak kullanılmaktadır (14, 19). İnhalasyon anestezikleri operatif süreçte ventilatör veya oksijenatör vasıtasıyla verilebildiklerinden iskemik önkoşullanma için oldukça uygundurlar. Çeşitli yayınlarda isofluran, desfluran ve özellikle son yıllarda sevofluranın iskemik ön koşullamada olumlu rolleri olduğu saptanmıştır (14, 20, 21). Sevofluranın, miyokard üzerine doğrudan baskılayıcı etkisi azdır, ancak sistemik vazodilatasyon etkisi ile arter basıncını düşürür. Kalp debisi önemli oranda etkilenmez, kalp atım hızı genellikle değişmez. Koroner perfüzyon basıncının yanısıra miyokard oksijen tüketimini de azalttığından miyokard iskemisine yol açmayarak miyokardın adrenaline duyarlılığını arttırmaz (14, 22).

5. Kardiyopulmoner baypas

Ekstrakorporeal dolaşım; bir pompa, bir ısı değiştirici ve gaz değişimi için bir membran oksijenatörünü kapsar. KPB'ya başlarken, perfüzyonist venöz hattaki klempin çıkarır ve kan yerçekimi veya sifon etkisi ile sağ atriyum ve vena kavadan venöz rezervuara drene olur. Sağ ventriküler kan akımı azalır ve sonuç olarak kardiyak output düşer. Baypas pompası kanı arteriyel kanül yoluyla hastanın aortuna veya femoral arterine geri döndürür. Kan baypas makinesinden geçirilirken ısıtılır/soğutulur ve oksijenize edilir. Perfüzyonist tam akıma ulaşıldığında cerraha ve anesteziye haber verir ve bu hasta için optimal akımdır (2.2 L/dk/m^2) ve hastanın yüzey alanına bağlıdır. Akım genellikle nonpulsatildir, baypas sırasında ortalama arteriyel basınçlar 50-80 mmHg civarında tutulur. Bu basınç küçük dozlarda vazokonstriktör veya vazodilatatör ilaçlar verilerek ayarlanır (18).

6. Miyokardiyal koruma

Kalp durdurulur ve miyokard kardiyoplejik solüsyon kullanılarak iskemik hasara karşı korunur. Koroner dolaşıma enjekte edilmek üzere pek çok değişik bileşim tanımlanmıştır ancak diastolik arresti indüklemek için tek temel bileşen potasyumdur (18).

7. Kardiyak operasyonlar

Koroner arter revaskülarizasyonu

Koroner arter revaskülarizasyonu baypasla birlikte ya da ayrı yapılabilir. Uygun damarlar internal mammarian arter, radial arterler ve safenöz vendir. Pompa açık yapılan vakalarda koroner greftlerin distal ucu kalbe ılımlı hipotermide, asistolik arrest sırasında sütüre edilir, halbuki proksimal aortik anastomozlar ısınma fazında aortik kros klempin çıkarılmasından sonra uygulanır. Pompa kapalı yapılan koroner arter baypas cerrahisi giderek tercih edilir olmuştur ve sütür sırasında kardiyak hareketi en aza indiren doku stabilize edici cihazların geliştirilmesiyle kolaylaşmıştır (18).

Kapak cerrahisi

Kalp kapak hastalıkları doğumsal ya da kazanılmış olabilir ve daha sık olarak kalbin sol tarafını etkiler, stenotik lezyonlara sekonder basınçla ilişkili bozukluk oluşturan ventriküler fonksiyonun hemodinamik karışıklıklarıyla veya regürjitan lezyonlara sekonder volümle ilişkili bozukluklarla sonuçlanır. Düzeltici cerrahi işlemler rekanalizasyon, onarım veya replasmanı içerir (18).

Pek çok cerrah mitral regürjitasyonda replasman yerine mitral kapak onarımını tercih eder. Temel teknikler lüzumsuz kalp yaprakçıklarının rezeksiyonu ve kapak halkasının D şeklindeki halkayla stabil hale getirilmesidir. Mitral kapak replasmanı regürjitan bir kapağın onarımı olanaksızsa, endokardit vakalarında (mitral kapağı içeren) ve mitral stenozda endikedir (18).

Aort kapağı replasman endikasyonları mitral kapak için olanlarla benzerdir. Çıkan aortun genişlemesiyle birlikte kapak yetmezliği varsa, bir doku kapak ve greft kanal replasmanı yapılabilir. Bu tür vakalarda koroner arterlerin doğal aorttan diseke edilerek greft üzerine reimplante edilmesi gereklidir (18).

8. Kardiyopulmoner Baypasın Sistemler Üzerine Etkileri

Kalp

Vücut dışı dolaşım miyokard ödemi artırılmaktadır. Proinflamatuvar mediyatörler nötrofilleri, trombositleri ve damar endotelini etkiler ve hidrojen peroksit, miyeloperoksidaz, elastaz gibi enzimler salgılanır ve miyokard hasarı gelişebilir. Bu hasar sonucunda hücrelerarası bağlantılar yıkılmakta ve KPB sırasında kolloid osmotik basınç düşmesine bağlı olarak hücrelerarası ortama sıvı çıkışı ile ödem gelişmektedir (14, 23).

Akciğerler

KPB akciğerlerde de sistemik inflamatuvar yanıt sonucu kompleman aktivasyonu C_{3a} ve C_{5a} gibi anaflatoksinlerin salınmasına neden olur. Bunun sonucunda pulmoner dolaşımda aktive nötrofillerden elastaz ve myeloperoksidaz gibi çeşitli enzimler salgılanarak değişen derecelerde pulmoner hasar gelişebilir. Alveolar sürfaktan yapımında ve etkinliğinde azalma ve pulmoner ödemi izleyen ilk 48 saatte atelektaziler oluşabilmektedir. Ayrıca alveolar-arteriyel oksijen farkında artma, statik akciğer kompliyansında (C_{st}) azalma ve havayolları direncinde yükselme görülmektedir. KPB ile akciğerlerde gelişen değişiklikler hastanın preoperatif solunumsal sorunu yoksa genellikle iyi tolere edilir (14).

Böbrekler

KPB, total renal kan akımını değiştirmmez, ancak böbreğin korteks kan akımını azaltır. Özellikle nonpulsatil kan akımı, katekolamin seviyelerinde artma, inflamatuvar medyatörler, makro ve mikro embolilerin böbreğe ulaşması, hemoliz sonucu tubuluslarda biriken hemoglobin çökeltileri böbrek fonksiyonlarını bozabilir (14).

B. KAPALI DEVRE ANESTEZİ

Anestezi sistemleri geri solumasız, kısmi geri solumalı veya total geri solumalı olarak sınıflandırılabilir. Geri solumasız sistemde (açık sistem), solunum devresine giren taze gaz akımı hastanın dakika ventilasyonunu aşar. Hasta tarafından absorbe edilmeyen tüm gazlar basınç giderici valf yoluyla dışarı atılır; CO₂ absorbanından akım geçmez ve hiçbir gaz hasta tarafından tekrar solunmaz (24).

Kısmi geri solumalı sistemlerde (yarı açık veya yarı kapalı), taze gaz akımı hastaya sağlanan dakika ventilasyonundan az fakat hasta tarafından alınan tüm gazların miktarından daha fazladır. Taze gaz akımı ile hastanın aldığı arasındaki fark basınç giderici valfden atılan volüme eşittir. Bu yüzden, atılan gaz üç yoldan birine yönelebilir: Basınç giderici valfden boşalabilir, CO₂ absorbanı tarafından tutulabilir veya hasta tarafından yeniden solunabilir. Total geri solumalı bir sistem (kapalı sistem) basınç giderici valf yoluyla herhangi bir gaz boşaltmaz. Bu, CO₂ hariç ekshale edilen tüm gazlar tekrar solunur; hiperkarbiyi önlemek için ekspire edilen CO₂'in CO₂ absorbanı ile elimine edilmesi gerekir ve sisteme giren total taze gaz akımı hastanın akciğerleri tarafından alınan gaz miktarına hemen hemen eşit olmalıdır, anlamına gelir (24).

Anestezik ajanın ve oksijenin istenen alveoler parsiyel basıncının devam ettirilmesi için gereken taze gaz akımı anestezik alınımları ve metabolik hıza bağlıdır. Bu akım miktarı, değişmeyen bir ekspirasyon sonu solunum balonu volümü veya ventilatör körüğü uzunluğu ile kendini gösteren sabit bir völüm ve sabit bir ekspire edilen oksijen konsantrasyonu ile temin edilebilir (24).

Anestezik gazların yeniden solunması ısı ve nemi korur, ortamın anesteziklerle kirlenmesini azaltır, anesteziklerin alınımlarını gösterir ve devre kaçaklarının ve metabolik değişikliklerin erkenden saptanmasına imkan verir. Akım hızları volatil anestezik maliyetinin en önemli belirleyicileridir. Bununla birlikte, bazı anestezistler kapalı devre tekniklerinin daha fazla hipoksi, hiperkarbi ve anestezik doz aşımı riski taşıdığını düşünmektedirler. Kuşkusuz ki, kapalı-devre anestezi önemli derecede dikkatli olmayı ve farmakodinamilerin kapsamlı olarak bilinmesini gerektirir (24).

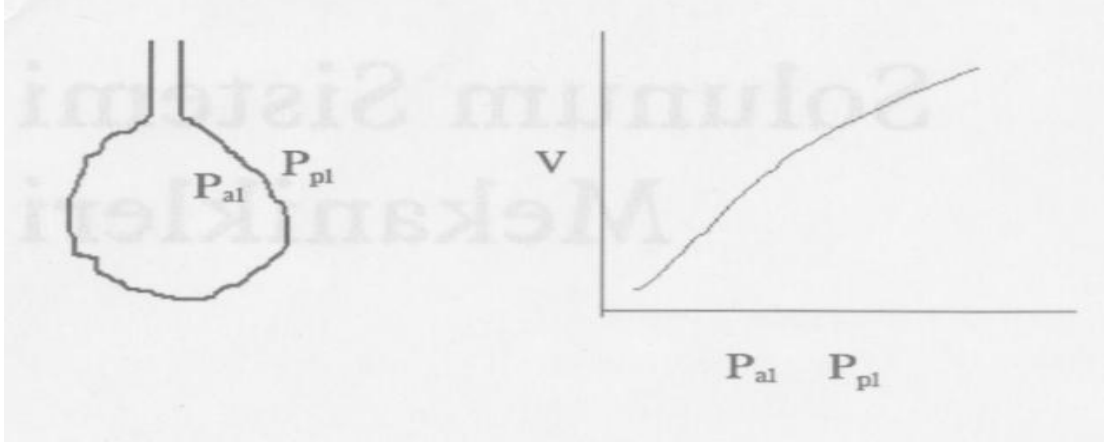
Bazı anestezi makinaları düşük akım veremezler çünkü bunlar metabolik oksijen tüketiminden daha yüksek zorunlu oksijen akımına sahiptirler veya potansiyel olarak hipoksik karışımlarının uygulanmasına izin vermezler (24). İnspiratuvar oksijenin, nitroz oksitin ve ekspiratuvar volatil anestezi konsantrasyonunun bilgisayar yardımıyla kontrolünü sağlayan yeni anestezi ventilatörleri geliştirilmiştir. Devre dışı vaporizatörlerin kullanıldığı klasik anestezi ventilatörlerinde kullanılan düşük akım ya da minimal akım teknikleri ile kıyaslandığında, bu yeni geliştirilen ventilatörler, hedeflenen volatil konsantrasyonları daha güvenilir bir şekilde ve daha hızlı sağlayabilmektedir. Arzulanan end-tidal konsantrasyonlar, operatör müdahalesi gerektirmeden ya da çok az müdahale ile stabil tutulabilmektedir ve volatil anesteziklerin atılma süresi de kısalmıştır. Modern *feedback* kontrollü ventilatörler, kapalı sistem anestezinin, güvenilir ve ekonomik bir yöntem olarak rutin klinik pratikte kullanımına imkan vermiştir (25).

C. SOLUNUM SİSTEMİ MEKANİKLERİ

Mekanik ventilasyon uygulamasının özellikleri, hasta ile ventilatör arası etkileşime bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu etkileşimde ve dolayısı ile mekanik ventilasyon uygulamasında hastanın solunum sisteminin mekanik özellikleri büyük önem taşımaktadır. Solunum sistemi mekaniklerindeki değişiklikler, ventilasyonun istenilen ve istenmeyen etkilerinin ortaya çıkışında büyük önem taşımaktadır. Sağlıklı kişilerde önemli bir probleme yol açmaksızın uygulanabilen standart ventilasyon stratejileri, kalp ve solunum sistemi hastalığı olanlarda solunum sistemi mekaniklerinde oluşan değişiklikler nedeni ile fizyolojik bozukluklara ve hasar oluşumuna neden olabilir. Bu tür istenmeyen etkilerden kaçınmak için ventilasyon stratejilerinin, solunum sistemi mekaniklerinin monitörizasyon sonuçlarına göre değiştirilmesi gerekmektedir (26).

Solunum sistemi, akciğerler, akciğer dışı hava yolları ve göğüs duvarından oluşmaktadır. Göğüs duvarının mekanik özelliklerinin belirlenmesinde, göğüs kafesinin dışında diyafram ve karın duvarı gibi solunum ile yer değiştiren tüm vücut yapıları yer alır. Solunum sistemini oluşturan yapılar tüp (trakea, bronşlar) ya da kese (alveoller, diyafram, karın duvarı) şeklindedirler. Tüp şeklindeki yapılar havanın iletilmesini sağlarlar. Mekanik özellikleri, belli çap ve uzunluktaki tüpün iki ucu arasındaki basınç farkına göre akım oluşumundan ibarettir. Kese şeklindeki yapılar içlerinde gaz (hava) içerirler ve mekanik özellikleri içerdikleri gaz volümü ile kese duvarını genişleten basınç farkı arasındaki ilişkiden kaynaklanmaktadır. Solunum sistemi bir bütün olarak, ayrıca akciğerler izole olarak tüp ve kese şeklindeki yapıların birleşiminden oluştuğundan mekanik özellikleri basınç-volüm ve

basınç akım özellikleri ile tanımlanabilir. Keseciklerin, yani alveollerin içlerindeki basınç (P_{al}) ile interplevral basınç (P_{pl}) farkı, yani transpulmoner basınç keseciklerin volüm değişimindeki temel faktördür (26).



Şekil 1. Kese şeklindeki yapıların basınç volüm özellikleri (26).

Ancak alveollerin genişleyebilme özellikleri, yani elastikiyetleri, birim volüm değişikliğinde oluşan birim basınç değişikliğinin düzeyini belirleyen ikinci önemli faktördür (26). Esneklik akciğer parankiminin temel mekanik özelliğidir. Şöyle ki, basınç veya zorlama altında akciğerlerin istirahat halindeki şeklinde veya volümünde değişiklik meydana gelir ve basınç veya zorlama kesildiğinde bunlar yeniden başlangıçtaki volüme döner. Bu esnekliğin anatomik destekleri öncelikle elastin ve ağ şeklinde örülmüş kollajenin yapısına ikinci sırada da alveollerin ve alveol kanallarının yüzeyini örten sürfaktanın fizyokimyasal özelliklerine bağlıdır (27).

$$\text{Basınç farkı } (\Delta P) (P_{al} - P_{pl}) \\ (\text{cmH}_2\text{O})$$

$$\text{Elastisite } (\text{cmH}_2\text{O/ml}) = \frac{\text{Basınç farkı } (\Delta P) (P_{al} - P_{pl})}{\text{Volüm farkı } (\Delta V) (\text{ml})}$$

Elastisitenin tersi ise kompliyanstır. Kompliyans birim basınç değişikliğinde oluşan birim volüm değişikliğini gösterir. Kompliyansın yüksek olması alveollerin (akciğerin) genişleyebilirliğinin yüksek olduğunu gösterir. Tidal ventilasyon sırasında veya total akciğer kapasitesine kadar yapılan insuflasyon sırasında kaydedilen basınç-volüm eğrisinin eğimi

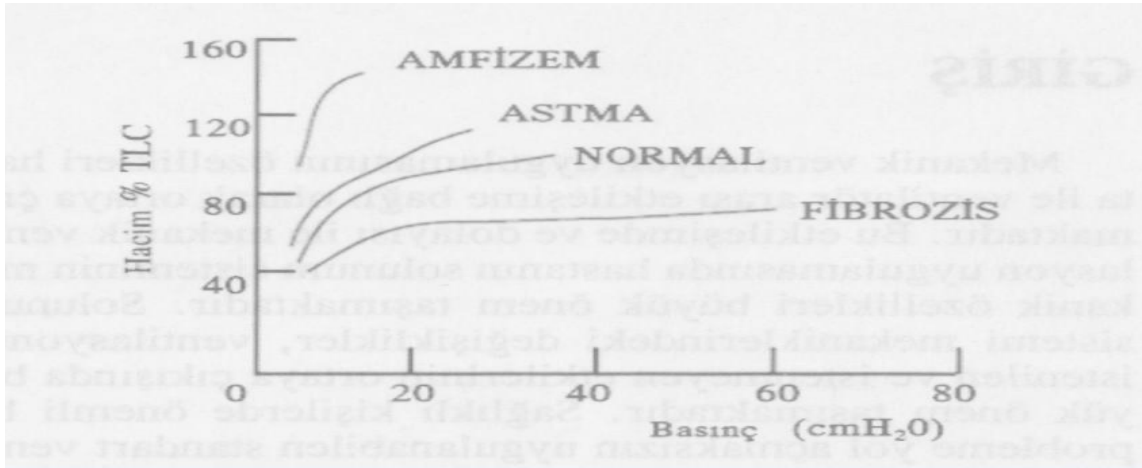
kompliyansı vermektedir. Dolayısı ile basınç-volüm eğrisinin eğimindeki değişikliklerin takibi ile alveoler kompliyansın azalıp çoğalması takip edilebilir (26).

Volüm farkı (ΔV) (ml)

Kompliyans (ml/cmH₂O) = -----

**Basınç farkı (ΔP) ($P_{al} - P_{pl}$)
(cmH₂O)**

Normal şartlarda akciğerlerin C_{st} 'ı 200 mL/cmH₂O'dur. Ancak, akciğer volümü normalden daha düşük seviyelere indiğinde veya normalin üzerine çıktığında kompliyans azalır. Sürfaktan yetersizliği nedeni ile alveollerdeki yüzey geriliminin artmasında kompliyansın düşmesine ve böylece alveollerin kapanma eğiliminin artmasına neden olur. Bunun dışında akciğer ödemi, pulmoner fibrozis, obezite, supin pozisyon, asit varlığı kompliyansı azaltırken, ileri yaşlarda ve amfizem gelişimi durumunda artar (26, 28).



Şekil 2. Değişik hastalıklarda akciğerin basınç-volüm eğrisinin değişimi (26).

Solunum sistemindeki tüp şeklindeki yapıların içinde belli bir akım hızı oluşturmak için gerekli olan basınç miktarı (ya da tüpün iki ucu arasındaki basınç farkı); havayolu açılma basıncı (P_{ao}) ile alveoler basınç (P_{al}) arasındaki farka eşittir ve rezistanstır (R) (26).

**Tüpün iki ucundaki basınç farkı
(ΔP) ($P_{ao} - P_{al}$) (cmH₂O)**

R (cmH₂O/L/sn) = -----

Akım (V) (L/sn)

Solunum sisteminin t p şeklindeki yapılarında (havayollarında), tüpün iki farklı ucundaki basınç farkı ve akım hızı arasındaki ilişkiyi (R) belirleyen diğer faktörler tüpün çapı, tüpün boyu, t p içindeki akımın niteliği ve tüpten geçen gazın viskozitesidir. Akım hızı yavaş ve/veya t p çapı yeterince geniş ise t p içinde laminar akım oluşur. Laminar akım mevcudiyetinde akım hızı, basınç farkı ve tüpün çapının 4. kuvveti ile doğru orantılı; tüpün boyu ve kullanılan gazın viskozitesi ile ters orantılıdır. Dolayısı ile havayolu direnci tüpün boyu ve kullanılan gazın viskozitesi ile orantılı olarak artarken, tüpün çapının dördüncü kuvveti ile ters orantılıdır. Tüpün (havayolunun)  apında %30'luk bir azalma direncin 4-6 kat artmasına neden olacaktır ki bu durum bronkospazm, tıkaçlar,  dem ve inflamasyon gibi nedenlerin havayolu R'ını ne kadar fazla arttırdığını göstermektedir (26).

Akciğer içi havayollarının R'ını etkileyen bir diğer faktör ise akciğer parankimi ile bağlantılı olmalarıdır. İnapulmoner havayollarının R'ı akciğer gaz volümü ile ters orantılıdır. Akciğer gaz volümü arttıkça R azalır, akciğer gaz volümü azaldıkça R artar. Akciğer gaz volümünü azaltan obezite, pozisyon değişiklikleri ve intraabdominal basınç artışı havayolu R'ı artışına neden olabilir (26, 29).

Akciğer veya solunum sistemi R'ı ölçümlerinin sonucu sadece havayolu R'ını yansıtmaz, aynı zamanda doku direncini de içerir. Çünkü inflasyon sırasında uygulanan enerji ve basıncın bir kısmı akciğer dokularının ve göğüs duvarı dokularının itilmesi veya genişletilmesi sırasında dağılan/ kaybolan enerji veya basınçtır. Bu parametrelerin tamamının sadece bir kesecik veya t p parçası için hesaplanmasının ötesinde sadece akciğer için veya tüm solunum sistemi için hesaplanması söz konusudur (26). Her akciğer volümü için, sistemin bütününün (göğüs kafesi ve parankim) relaksasyon basıncı akciğer ve göğüs kafesi tarafından yaratılan basınçların ayrı ayrı ölçümlerinin toplamına eşittir. Bu demektir ki, sistemin bütününün kompliyansı, akciğer ve toraks kompliyanslarının terslerinin toplamıdır (27).

$$1/C_{tot}=1/C_{akciğer} + 1/C_{toraks}$$

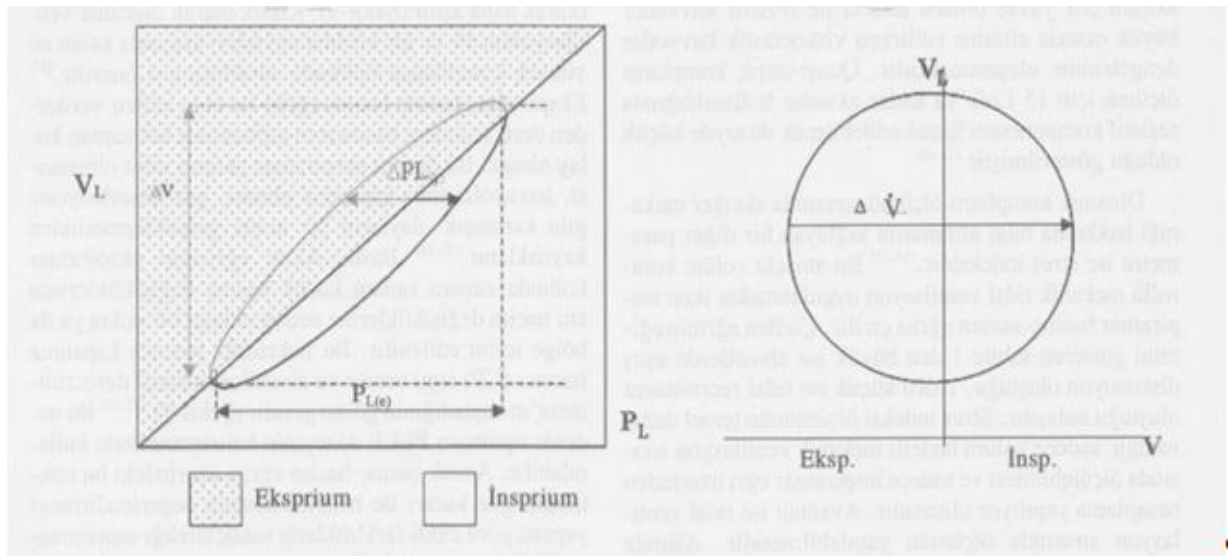
Solunum sisteminin kompliyansını ölçmek için direncin olmadığı anda, yani akım yokken ölçüm yapılmalıdır. Bunun için inspirasyon sonunda ve ekspirasyon sonunda, yani akımın olmadığı dönemlerdeki volüm ve havayolu basınçları ölçülür. İspirasyon ve ekspirasyon sonu basınç farkı ile volüm farkının oranlanması ile kompliyans hesaplanır (26, 30). Bu şekilde ölçülen kompliyansa dinamik kompliyans (C_{din}) denilir ve tidal ventilasyon sırasında ölçülmektedir. C_{din} ölçümü akım sıfır olduğunda yapılmakla birlikte alveoler basınç

ile havayolu açıklığı basıncının dengelenmesi için yeterli süre sağlanamamaktadır. Dolayısı ile bu şekilde ölçülen kompliyans üzerinde bir miktar dirence bağlı basınç değişikliğinin etkisinin olması kaçınılmazdır. Ayrıca akciğerin viskoelastik kuvvetlerinin dengelenmesi de tam olarak oluşmamıştır. Bu problemi ortadan kaldırmak için inspirasyon sonunda ve ekspirasyon sonunda alveollerle havayolu açıklığı arasında basınç dengelenmesi olacak ve akım sıfıra inecek kadar süre ile (4-5 sn kadar) havayolu kapatılıp solunum durdurulduktan sonra (inspiratuvar ve ekspiratuvar *hold* manevrası) yapılan volüm ve basınç ölçümleri ile kompliyans hesaplaması yapılabilir. Böylelikle rezistif kuvvetlerin ve akciğerlerin viskoelastik kuvvetlerinin dengelenmesi sağlanarak C_{st} ölçümü mümkün olabilir (26, 31, 32).

$$C_{st} = \Delta V / P_{plat} - PEEP$$

$$C_{din} = \Delta V / P_{pik} - PEEP$$

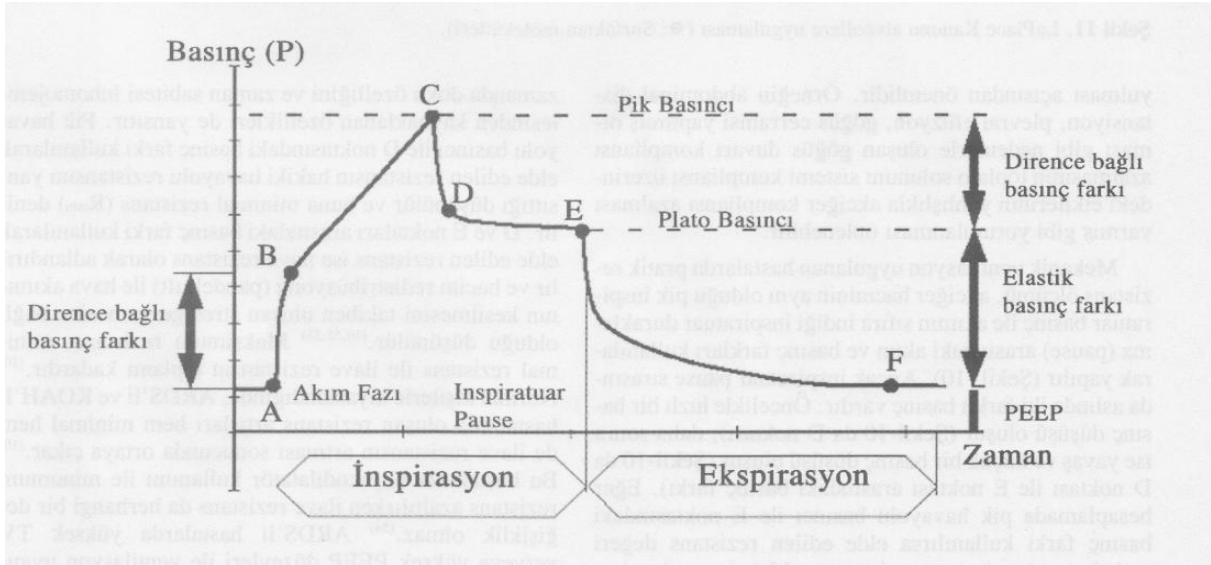
Basınç volüm eğrisi; motor hareket oluşturan basınca göre akciğer volümündeki değişimleri gösterir. Akciğerin inflasyonda ve deflasyonda çizdiği eğriler farklıdır. Bu histereziyi oluşturur ve motor basınç ne olursa olsun akciğerlerin boşalması sırasındaki basınç inflasyondaki basınçtan yüksektir. Diğer yandan, akciğer üzerindeki hareket veren basınç sıfır olsa da akciğer basıncı sıfır değildir. Bu kollabe olmuş küçük hava yollarında hapsolmuş gazın varlığına bağlıdır (27).



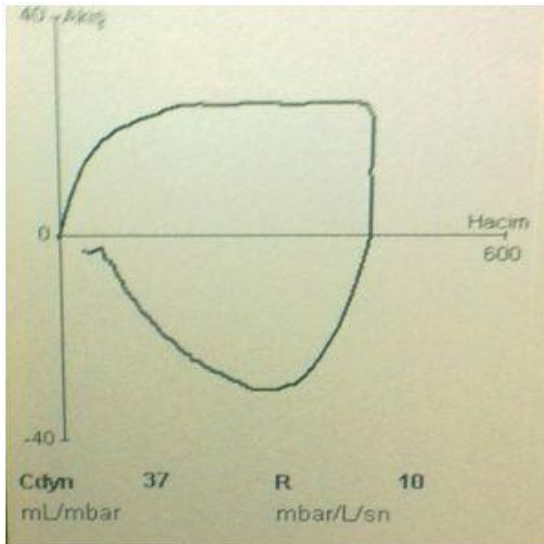
Şekil 3. Akciğerin tek bir soluktaki basınç-volüm ve akım-volüm eğrileri (26).

D. VOLÜM KONTROL AUTOFLOW VENTİLASYON MODU

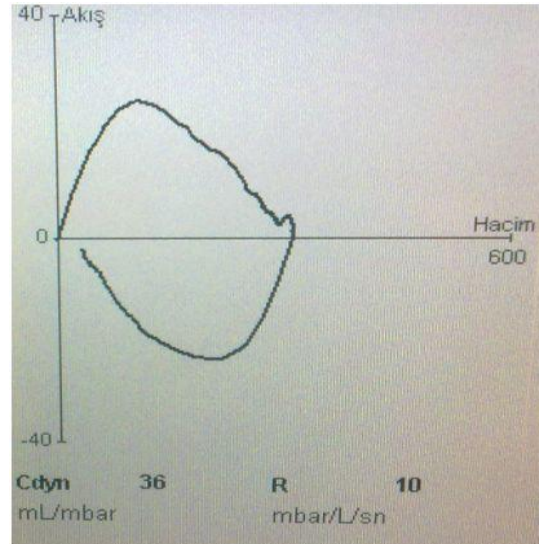
VKAF azalan akışa sahip volüm kontrollü ventilasyon modudur. *AutoFlow* ayarlanan tidal volümü, olası en düşük inspiratuvar basınçta verme özelliğine sahiptir. Mod aktive edildiğinde, ventilatörün inspirasyon akımı, sabit akım yerine *AutoFlow* (azalan) akımını kullanır ve böylece minimal inspiratuvar basınç oluşumu ile birlikte tepe basınçlarının oluşması engellenir (33). Şekil 4, 5, 6, 7 ve 8’de volüm kontrol ve VKAF modları arasındaki fark sunulmaktadır.



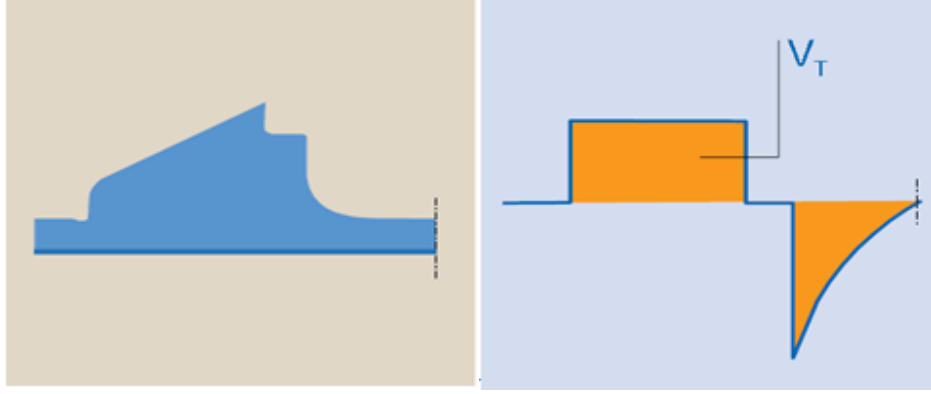
Şekil 4. Volüm kontrol ventilasyon modunda oluşan basınç-zaman eğrisi ve bileşenleri (26).



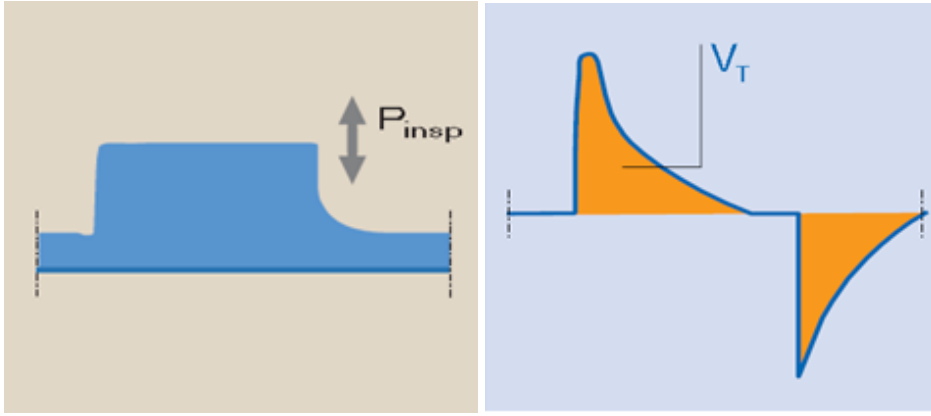
Şekil 5. Volüm kontrol ventilasyon modunda akış volüm döngüsü



Şekil 6. Volüm kontrol *AutoFlow* ventilasyon modunda akış volüm döngüsü



Şekil 7. Volüm kontrol ventilasyon modunda uygulanan sabit akım (33).



Şekil 8. Volüm kontrol *AutoFlow* ventilasyon modunda sabit akım yerine azalan inspirasyon akımı (33).

VKAF modu, mekanik inspirasyonun aşamalı adaptasyonu tarafından akciğer durumuna göre ayarlanmış tidal volümün uygulanmasını garanti eder. Spontan solunum herhangi bir anda olanaklıdır. Mekanik inspirasyon soluğunun basınç ve akış şablonları basınç-kontrollü ventilasyonun şablonlarına karşılık gelir (34).

Hesaplanmış inspirasyon basıncı (P_{ins}) mevcut akciğer parametrelerine (R , C_{din}) ve hastanın spontan solunum gereksinimlerine uyum gösterir. P_{ins} daima minimum ventilasyon basıncıdır. *AutoFlow* ile modifikasyonlar ventilasyon soluğundan ventilasyon soluğuna 3 mbar'lık adımlara kadar gerçekleşir. Seçilen mekanik inspirasyon zamanı akciğer dolum zamanından büyük veya bu zamana eşit ise P_{ins} , plato basıncına (P_{plat}) eşittir. Eğer inspirasyon zamanı akciğerlerin dolum zamanından kısa ise inspirasyon zamanı sonundaki inspirasyon akışı sıfıra düşmez. Bu durum akış eğrisinden tespit edilebilir. *AutoFlow* bu koşullarda P_{ins} 'u P_{plat} 'dan yukarıya ayarlar. Bu noktada, kullanıcı ventilasyon basıncının daha da düşürülmesi

için inspirasyon zamanının uzatılmasının faydalı olup olmayacağına karar vermelidir. İnspirasyon akışı ve ekspirasyon akışı otomatik olarak hastanın gereksinimlerine uyum sağlar. Hastanın spontan solunum çabasından veya akciğerin kompliyans modifikasyonlarından dolayı bağımsız ventilasyon soluklarındaki tidal volüm, ayarlanan tidal volümden sapmalar gösterebilir. Öte yandan, ortalama zamanda ayarlanan volüme karşılık gelen bir tidal volüm uygulanır (34).

***AutoFlow* başlangıç davranışı ve algoritması**

AutoFlow başlangıcında akciğer parametrelerinin elde edilmesi için ilk olarak bir dizi soluk gereklidir. Bu test solukları ventilasyon basıncının hesaplanmasında bir temel oluşturur. İlk başlangıç soluğunda 5 mbar değerinde P_{ins} uygulanır. Bu, *AutoFlow* ventilasyon ile mümkün olan en düşük ventilasyon basıncı olmaktadır. Bu test soluğunun ardından ölçülen tidal volümün yardımıyla yeni hedef basınç elde edilmiş olur (34).

İkinci test soluğundan ventilasyon basıncı hesaplanan hedef basıncın % 75'ine ayarlanır; ancak bu ayarlama P_{ins} değeri maksimum olarak 15 mbar'ı aşamayacak şekilde yapılır (34).

AutoFlow ventilasyonun başlatılmasının ardından gelen üçüncü inspirasyon soluğu kullanılarak ventilasyon basıncı hesaplanan hedef basınca ayarlanır. Bundan itibaren inspirasyon basıncının her bir yeni solukta yeniden ayarlanması sadece ± 3 mbar ile sınırlıdır. Maksimum ventilasyon basıncı kullanıcı tarafından ayarlanan üst basınç limiti ile sınırlıdır. Eğer bir basınç limiti ayarlanmış ise tidal volüm hedefi artık geçerli değildir. Bu durum kullanıcıya alarm ile bildirilir (34).

AutoFlow ventilasyonu esnasında otomatik volüm monitörizasyonu etkin haldedir. Eğer kullanıcının ayarladığından % 130 daha yüksek bir tidal volüm uygulanır ise bu durum inspirasyon soluğunun terk edilmesine sebep olur. Ventilasyon basıncı mevcut basıncın % 75'ine düşürülür ve ikinci soluğun basınç limitleri geçerli olur. Eğer bu ventilasyon basıncı da bir volüm yüksek alarmına sebep olur ise bir sonraki inspirasyon soluğunda ventilasyon basıncı bir kez daha mevcut basıncın % 75'ine düşürülür (34).

GEREC ve YÖNTEM

Bu gözlemsel çalışmaya, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi Ameliyathanesi'nde elektif koşullarda KPB altında AKC geçirecek onsekiz yaş üstü 30 olgu dahil edildi. Çalışma öncesinde; Dokuz Eylül Üniversitesi “Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu” onayı alındı ve çalışmaya katılan tüm hastalardan bilgilendirilmiş yazılı onam alındı.

Düşük EF (<%30)’na sahip olanlar, morbid obez olgular, daha önce kardiyak veya akciğer cerrahi girişim geçirenler, preoperatif dönemde infüzyon şeklinde inotropik veya mekanik destek alan olgular, preoperatif yapay solunum desteğinde olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Ameliyat salonuna alınan tüm hastalarda non-invaziv arter basıncı, EKG, periferik oksijen satürasyonu ve nöromusküler bloğun derinliğini (TOF uyarımı) içeren monitörizasyon sağlandı. Eşzamanlı olarak damaryolu açıldı. Ardından 1-2 mg midazolam verildi.

Tüm hastalara standart anestezi uygulaması yapıldı. Rutin uygulama dışında herhangi bir ilaç uygulaması yapılmadı. Lidokain (Jetmonal %2 ampul, ADEKA, Samsun, Türkiye, 10-20 mg) ile lokal anestezi altında arteriyel kanülasyon yapıldıktan sonra anestezi indüksiyonu tiyopental sodyum (Pental Sodyum 1 gr flakon, İ.E ULAGAY, İstanbul, Türkiye, 3-5 mg/kg) ve morfin (Morfin HCl 10 mg ampul, Galen İlaç Sanayi ve Tic. A.Ş. İstanbul, Türkiye, 0,1-0.2 mg/kg) ile sağlandı. Daha sonra rokuronyum bromid (Esmeron 50 mg flakon, Schering-Plough Tıbbi Ürünler Tic. A.Ş. İstanbul, Türkiye, 0.6-1 mg/kg) ile endotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesinde sevofluran (Sevorane Likid Abbott, İstanbul, Türkiye, <1.5 MAC) ve gereğinde morfin (0,05-0.1 mg/kg) kullanıldı. Kas gevşemesinin devamlılığı için (Infinity® Trident® NMT SmartPod® MS15007, TOF uyarımına yanıt Ø), rokuronyumun (0,15-0.3 mg/kg) bolus dozları kullanıldı.

Yapay solunum uygulamasında kullanılan anestezi cihazı (Drager, Zeus Infinity Empowered, Drager Medical AG & Co. KG, Almanya), operasyon öncesi otomatik testten geçirildi ve oto test sırasında saptanan solunum devresinin (Altech AL-1121 Altera A.Ş ve Anesthesia set for Zeus® MK04248 reusable) kompliyansı kaydedildi. Hastalara *auto* kontrol kapalı devre sistemi (oksijen tutulumuna bağlı olarak uygulanan taze gaz akımı) altında

VKAF ventilasyon modu kullanılarak mekanik ventilasyon (V_T : 5-8 mL/kg, I/E: 1/2, FiO_2 : 0.5-1.0; PEEP: 0, SS: 10 ± 2 fr/dk [$ETco_2$ 30-35 mm Hg olacak şekilde]) uygulandı. Ayarlanan tidal volüm tüm cerrahi süreç boyunca aynı tutuldu. KPB sırasında kros klemp süresince yapay solunum durduruldu ve düşük akım (0.5-0.6 Lt/dk) ile oksijen insüflasyonu uygulandı.

Tüm hastalarda median sternotomi sonrası ACT kontrolü (480 saniye) ile standart ascendan aort ve sağ atriyal kanülasyon, kapak cerrahisinde bikaval kanülasyon uygulanarak KPB'ya geçildi. Optimal doku perfüzyonunu sağlamak amacı ile pulsatil pompa akımı 2.4 ± 0.4 L/dk/m² ile ortalama perfüzyon basıncı 50-80 mm Hg arasında ayarlandı. KPB sırasında kullanılan *prime* solüsyonu ve kardiyopleji miktarı ile eritrosit süspansiyonu (ES) kaydedildi.

Her olgu için uygulanan cerrahi girişim, cerrahi süre, KPB süresi, kros-klemp süresi ve KPB sırasında kullanılan *prime* solüsyonu, kardiyopleji ve ek sıvı uygulaması ile kullanılan ES sayısı kaydedildi. Ayrıca KPB sonrasında inotropik ajan uygulanan olgular belirlendi.

Sternotomi öncesi ⁽¹⁾, sternotomi sonrası retraktör yerleştirilmeden önce (kanülasyon ve KPB'ya başlamadan önce) ⁽²⁾ ve yerleştirildikten sonra ⁽³⁾, KPB'tan ayrılma sonrası retraktör varlığında (dekanülasyon sonrası) ⁽⁴⁾ ve retraktör çıkarıldığında ⁽⁵⁾ ve sternumun kapatılması sonrası ⁽⁶⁾ olmak üzere, altı farklı dönemde anestezi cihazının monitöründen respiratuvar mekaniklere ilişkin veriler; yani, P_{ins} (inspirasyon basıncı, VKAF modunda $P_{ins}=P_{plat}$), PEEP_{oto} (ekspiryum sonu intrinsek pozitif basınç), C_{din} , R, V_{Tins} (inspirasyon tidal volümü) ve V_{Teks} (ekspirasyon tidal volümü) anestezi cihazına bağlı monitörden kaydedildi (Infinity C500, Drager Medical AG & Co. KG, Almanya).

Anestezi cihazı hasta kompliyası ve R'ını pasif ekspiratuvar zaman diliminde belirlemektedir. Ekspirasyon sırasında birinci ölçüm; ekspirasyon başladıktan kısa süre sonra (100 mlsn), ikinci ölçüm akışın %25'e düştüğü zamanda yapılır her iki zaman içinde değerler belirlenirken aşağıda verilen denklem kullanılmaktadır (35).

$$P_{aw}^{(t)} + R \cdot \dot{V}^{(t)} = V_{Lung}^{(t)} / C$$

P_{aw} : Havayolu basıncı

R: Rezistans

$\dot{V}$: Akım

V_{Lung} : Akciğer volümü

C: Kompliyans

P: Basınç

t: zaman

İndüksiyon sonrası ve KPB'tan ayrılma sonrası rutin olarak alınan arteriyel kan gazına ait elde edilen veriler (pH, PaO₂, PaCO₂ ve SaO₂) KPB öncesi ve sonrası olmak üzere kıyaslandı. Cerrahi girişim tamamlandıktan sonra hastalar Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Ünitesi'ne transport edildi.

İstatistiksel Analiz

Demografik ve klinik özellikler tanımlayıcı olarak analiz edildi. Respiratuvar mekanikler için çoklu ölçüm anına ait verilerin karşılaştırılmasında; Shapiro-Wilk testi ile (i) normal dağılım saptanan verilerde (P_{ins}, C_{din}, V_{T ins}, V_{T eks}); *Repeated Measure of Anova* ve *Bonferroni* testleri, (ii) normal dağılım saptanmayan verilerde (PEEP_{oto}, R) ise; *Friedman Varyans Analizi* ve *Wilcoxon Signed Rank* testleri kullanıldı.

KPB öncesi ve sonrası; arteriyel kan gazına ait verilerin karşılaştırılmasında; Shapiro-Wilk test ile (i) normal dağılım saptanan verilerde (pH, PaO₂, PaCO₂) “*paired samples T testi*”, normal dağılım saptanmayan verilerde (SaO₂) *Wilcoxon Signed Rank* testi kullanıldı. Değerler ort. ±SD ve/veya sayı (%) olarak verildi. P<0.05 anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya alınan otuz hastaya ilişkin demografik veriler Tablo 1’de, preoperatif değerlendirmeye ait özellikler ise Tablo 2’de sunuldu.

Tablo 1. Olgulara ait demografik veriler (n=30).

Cinsiyet (E/K)	17 (% 56.6) / 13 (% 43.3)
Yaş (yıl)	57.36±17.06
Ağırlık (kg)	74.96±13.68
Boy (cm)	167.96±5.63
VKİ (kg/m²)	26.50±4.41

Ort.±SD veya % değer. VKİ=vücut kütle indeksi.

Tablo 2. Preoperatif değerlendirmeye ait özellikler (n=30).

ASA Sınıfı	
ASA II	4 (% 13.3)
ASA III	26 (% 86.6)
EF (%)	53.93±10.60
Yandaş Hastalıkları	
Kardiyovasküler (Hipertansiyon)	24 (% 80.0)
Endokrin (Diyabetes Mellitus)	6 (% 33.3)
Respiratuvar	5 (% 16.60)
Diğer	4 (% 13.3)
Geçirilmiş Cerrahi Girişim	18 (% 60.0)
Preoperatif İlaç Kullanımı	26 (% 86.6)
Sigara içimi (E/H)	7 (% 23.3) / 23 (% 76.6)

Ort.±SD veya % değer, ASA= *American Society of Anaesthesiologist*, EF= Ejeksiyon fraksiyonu.

Cerrahi girişimin tipi, cerrahi süre, KPB süresi, kros-klemp süresi, KPB sırasında kullanılan *prime* solüsyonu ve kardiyopleji miktarı, KPB sırasında uygulanan ek sıvı, eritrosit süspansiyonu (ES) miktarı ve KPB sonrasında inotropik ajan gereksinimi Tablo 3’de sunuldu.

Tablo 3. Cerrahi girişime ilişkin özellikler (n=30).

Cerrahi girişim	
KABG	18 (% 60)
Kapak Replasmanı	5 (% 16.6)
Kombine (KABG + Kapak Rep.)	2 (% 6.6)
ASD	4 (% 13.3)
Atriyal Miksoma	1 (% 3.3)
Cerrahi süre (dk)	212.96±57.55
KPB süresi (dk)	89.16±39.07
Kros-klemp süresi (dk)	57.16±35.41
KPB sırasında	
Prime solusyonu (mL)	1436.66±159.16
Kardiyopleji (mL)	700
Kullanılan ES (adet)	21 (% 70)
3 adet	4 (% 13.3)
2 adet	7 (% 23.3)
1 adet	10 (% 33.3)
Kullanılan TDP (adet)	5 (% 16.6)
2 adet	2 (% 6.6)
1 adet	3 (% 10.0)
KPB sonrası İnotropik ajan gereksinimi n (%)	
Dopamin+Dobutamin	2 (% 6.6)
Levosimendan	1 (% 3.3)

Ort.±SD, değer veya sayı (%). KABG=koroner arter baypas greftleme, ASD= atriyal septal defekt, KBP= kardiyopulmoner baypas, ES: eritrosit süspansiyonu, TDP: taze donmuş plazma.

Oto test sırasında yapay solunum uygulamasında kullanılan solunum devresinin kompliyansı 2.00±0.21 mL/mbar olarak saptandı. Sternotomi öncesi (1), sternotomi sonrası retraktör yerleştirilmeden önce (2), yerleştirildikten sonra (3), KPB'tan ayrılma sonrası retraktör varlığında(4), retraktör çıkarıldığında (5) ve sternumun kapatılması sonrası (6) olmak üzere, altı farklı dönemde respiratuvar verilere ilişkin elde edilen değerler Tablo 4'te sunuldu.

Tablo 4. Kardiyak cerrahi girişimin farklı dönemlerinde (1: Sternotomi öncesi, 2: Sternotomi sonrası kanülasyon ve KPB’ya başlamadan ve retraktör yerleştirilmeden önce, 3: retraktör yerleştirildikten sonra, 4: KPB’tan ayrılma ve dekanülasyon sonrası retraktör varlığında, 5: retraktör çıkarıldığında ve 6: sternumun kapatılması sonrası) elde edilen solunumsal veriler (n=30).

	İntraoperatif Dönem						P değeri (zamanlar arası)
	1	2	3	4	5	6	
P_{ins} (mbar)	15.25±4.26	14.02±3.54	15.41±3.81	15.19±3.78	13.70±3.12	16.24±3.81	p<0,001
PEEP_{oto} (mbar)	2.02±0.21	1.99±0.21	2.03±0.20	2.00±0.10	2.00±0.09	2.00±0.08	p=0.21
C_{din} (mL/mbar)	49.93±17.17	56.70±18.37	48.76±16.14	49.60±16.53	56.56±19.67	43.16±14.28	p<0,001
R (mbar/L/sn)	7.80±3.63	7.16±3.71	8.33±4.40	8.17±4.09	7.40±3.77	9.63±9.13	p<0.001
V_{T ins} (mL)	520.33±90.13	519.00±88.27	521.33±91.18	520.16±89.56	520.50±88.26	523.16±86.63	p=0.53
V_{T eks} (mL)	490.33±96.12	492.33±93.37	491.66±94.03	490.66±91.95	485.16±93.00	477.16±86.06	p=0.05

Ort.±SD. P_{ins}: inspirasyon basıncı, PEEP_{oto}: ekspiryum sonu intrensek pozitif basınç, C_{din}: dinamik kompliyans, R: rezistans, V_{T ins}: inspirasyon tidal volümü, V_{T eks}: ekspirasyon tidal volümü.

Cerrahi girişimin altı farklı döneminde elde edilen P_{ins} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,001$). Bu sonucun; 1. ve 2. zaman ($p < 0,001$), 2. ve 3. zaman ($p < 0,001$), 2. ve 6. zaman ($p < 0,001$), 3. ve 5. zaman ($p < 0,001$), 4. ve 5. zaman ($p < 0,001$) ile 5. ve 6. zaman ($p < 0,001$) arasındaki farklardan kaynaklandığı belirlendi. Buna karşın 1. ve 6. zaman arasında P_{ins} değerleri yönünden anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0.49$).

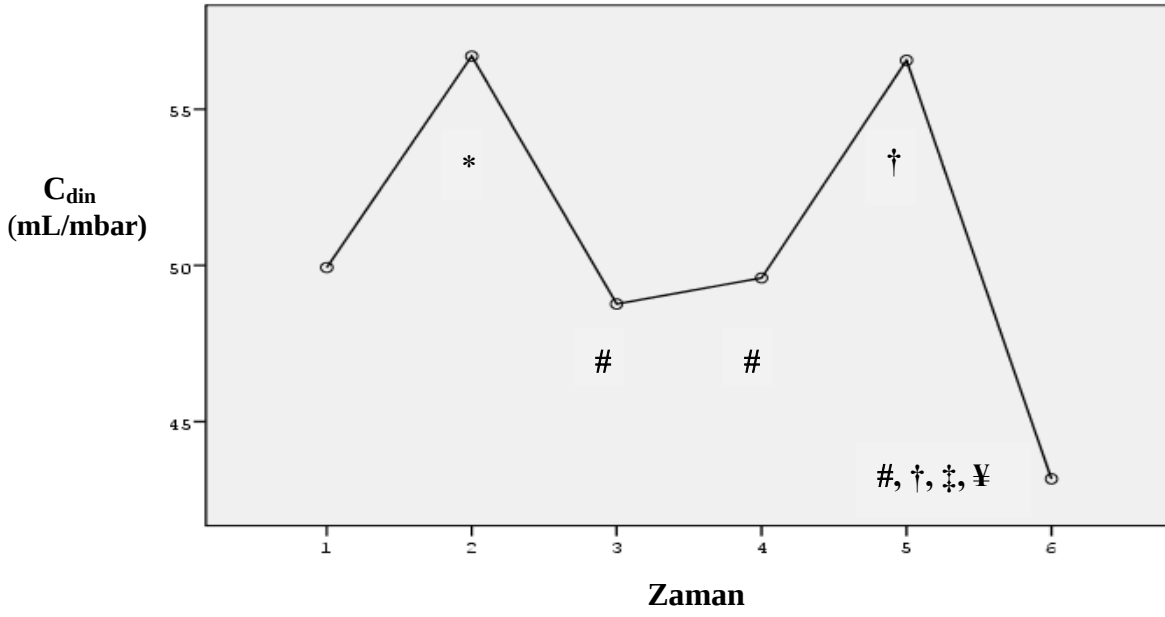
Cerrahi girişimin altı farklı döneminde elde edilen C_{din} değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,001$). Bu sonucun 1. ve 2. zaman ($p < 0,001$), 2. ve 3. zaman ($p = 0,001$), 2. ve 4. zaman ($p = 0,001$), 2. ve 6. zaman ($p < 0,001$), 4. ve 5. zaman ($p < 0,001$), 4. ve 6. zaman ($p < 0,001$) ve 5. ve 6. zaman ($p < 0,001$) arasındaki farklardan kaynaklandığı belirlendi. Bunun yanında 1. ve 6. zaman arasında C_{din} değerleri yönünden anlamlı bir fark saptandı ($p = 0,001$) (Şekil 9).

Cerrahi girişimin altı farklı döneminde elde edilen R değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,001$). Bu sonucun; 1. ve 2. zaman ($p = 0,002$), 2. ve 3. zaman ($p < 0,001$), 4. ve 5. zaman ($p < 0,001$) ve 5. ve 6. zaman ($p < 0,001$) arasındaki farklardan kaynaklandığı belirlendi. Buna karşın 1. ve 6. zaman arasında R değerleri yönünden anlamlı bir fark saptanmadı ($p=0.10$) (Şekil 10).

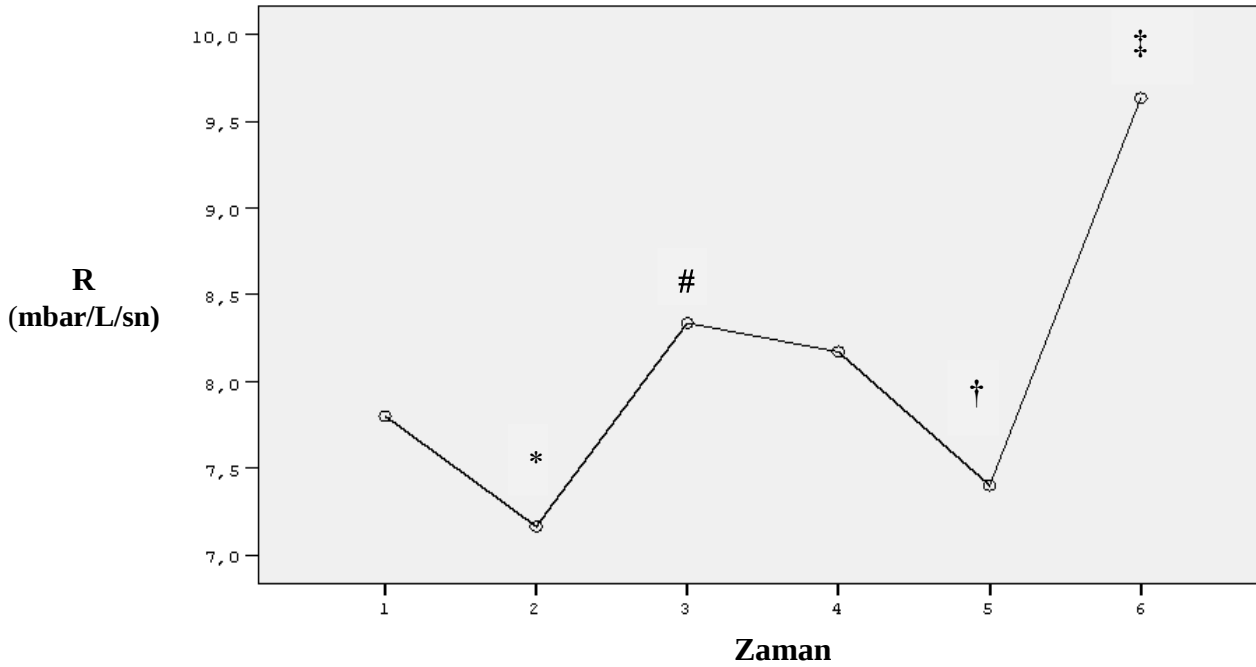
Cerrahi girişimin altı farklı döneminde elde edilen $PEEP_{oto}$ ($p=0.21$), $V_{T ins}$ ($p = 0.53$) ve $V_{T eks}$ ($p = 0.05$) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

İndüksiyon sonrası ve KPB'tan ayrılma sonrası rutin olarak alınan arteriyel kan gazına ($F_iO_2:0.5-1.0$) ait veriler Tablo 5'te sunuldu. KPB öncesi ve sonrası; PaO_2 ($p=0.88$) ve SaO_2 ($p=0.73$) yönünden istatistiksel anlamlı fark saptanmadı, pH ($p<0.001$) ve $PaCO_2$ ($p=0.004$) değerleri yönünden ise istatistiksel anlamlı fark saptandı.

Cerrahinin tamamlanmasından sonra hastalar Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Ünitesi'ne transport edildi.



Şekil 9. Cerrahi girişimin farklı dönemlerinde elde edilen ortalama dinamik kompliyans (C_{din}) değerleri (n=30). * (p<0.001): 1. zamana kıyasla, # (p≤0.001): 2. zamana kıyasla, † (p<0.001): 4. zamana kıyasla, ‡ (p<0.001): 5. zamana kıyasla, ¥ (p=0.001): 1. zamana kıyasla.



Şekil 10. Cerrahi girişimin farklı dönemlerinde elde edilen ortalama rezistans (R) değerleri (n=30). * (p=0.002): 1. zamana kıyasla, # (p<0.001): 2. zamana kıyasla, † (p<0.001): 4. zamana kıyasla, ‡ (p<0.001): 5. zamana kıyasla.

Tablo 5. İndüksiyon sonrası ve KPB'tan ayrılma sonrası elde edilen arteriyel kan gazlarına ilişkin veriler (n=30), (An. İnd.=anestezi indüksiyonu, KPB=kardiyopulmoner baypas).

	<i>pH</i>	PaO₂ (mm Hg)	PaCO₂ (mm Hg)	SaO₂ (%)
An. İnd. Sonrası	7.44±0.03	290.82±147.99	31.57±3.84	99.37±1.43
KPB Sonrası	7,34±0.04 [*]	295.23±140.66	34.85±4.32 [#]	99.52±0.89

Ort.±SD, ^{*} (p<0.001) indüksiyon sonrasına kıyasla, [#] (p=0.04) indüksiyon sonrasına kıyasla.

TARTIşMA

Bu gözlemsel çalışmada, VKAF ventilasyon modu kullanılan ve AKC geçiren hastalarda sternotomi açılması, KPB uygulaması ve sternotomi kapatılmasının respiratuvar mekanikler üzerine olan etkileri araştırıldı.

Son yıllarda klinik kullanıma giren anestezi cihazlarına yeni ventilasyon modları eklenmiştir (36). Bu yeniliklerden birisi, volüm kontrol moduna *AutoFlow* özelliğinin eklenmesidir. *AutoFlow*; ayarlanan tidal volümü, olası en düşük inspiratuvar basınçta verme özelliğine sahip bir ventilasyon modudur. VKAF ventilasyon modu aktive edildiğinde, ventilatörün inspirasyon akımı, sabit akım yerine azalan akım kullanır ve böylece inspirasyon pik basınçlarındaki yükselme önlenir, havayolu basıncı minimize edilir (33).

Çalışmamızda uyguladığımız ventilasyon stratejisinde; VKAF kullanıldı, bu sayede pik havayolu basıncı yerine, plato basıncı inspirasyon basıncını oluşturdu. Önceki çalışmalarda; pik havayolu basıncını düşürmek için farklı stratejiler kullanılmıştır. Örneğin; Chaney ve ark. (11), erişkin kardiyak cerrahi girişim sırasında konvansiyonel mekanik ventilasyon ile koruyucu mekanik ventilasyonun respiratuvar mekanikler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; her iki grupta da düşük pik havayolu basıncı oluşturmak için tüm inspiratuvar siklus boyunca tidal volümün verilmesini sağlamışlar ve İ/E oranını 1/3 olarak belirlemişlerdir.

Medikal gazların ekonomik kullanımı, havayolu ısısının ve neminin korunması ve ameliyathane ortamı kirliliğinin önlenmesi gibi önemli avantajlar içeren düşük akımlı anestezi uygulaması, aynı zamanda daha yüksek akciğer kompliyans değerleri oluşturabilme özelliğine sahiptir (25, 37). Çalışmamızda, aynı zamanda *Auto* kontrollü kapalı devre sistemi kullanıldı. Bu özellik sayesinde oksijen tutulumuna bağlı olarak taze gaz akımı çok düşük seviyelerde tutuldu.

Günümüze kadar AKC'nin akciğer mekanikleri üzerine etkilerini araştıran çalışmalarda, veriler volüm kontrol ventilasyon modu kullanılarak elde edilmiştir (1-3, 5-7, 11, 12). AKC geçiren olgularda respiratuvar dinamiklerdeki değişiklikleri, VKAF ventilasyon modu ve kapalı devre anestezisi kullanarak araştıran ilk çalışma olması, çalışmamızın özelliğini oluşturdu.

Akciğer mekaniklerinden başlıcaları; kompliyans ve R'tır. AKC uygulanan hastalarda kompliyans ve R; solunumsal ve miyokardiyal yükü belirleyen önemli öğelerdir. Bu olgularda kompliyansın azalması ve/veya R'ın artması ile solunum işi artar ve daha yüksek oksijen tüketimine ve miyokardiyal yük artışına neden olur (1, 38). Bu nedenle, AKC geçiren olgularda respiratuvar mekaniklerdeki değişiklikler postoperatif komplikasyonların önlenmesi açısından önemlidir (1, 2, 7, 11).

Kardiyak cerrahi sonrası pulmoner disfonksiyon; sternotomiye içeren cerrahi manipülasyona (39), meme arterinin çıkarılmasına (40, 41), plevrotomiye, KPB ile ilişkili ekstrasvasküler akciğer sıvı artışına ve surfaktan kaybına, alveoler mikrosirkülasyonda lokosit sekestrasyonuna (1) ve mediatör aktivasyonuna (42) bağlı gelişebilir. Bu disfonksiyonda KPB tekniğinin ve süresinin (1, 43) de önemi vardır. KPB pulmoner endotelde strüktürel ve fonksiyonel hasara neden olur. (43) ve hipotermik koşullar altında uygulanması ile akciğer fonksiyonları olumsuz yönde etkilenir (44).

AKC'nin akciğer mekanikleri üzerine etkilerini araştıran çalışmalarda; veriler çoğunlukla cerrahi öncesi ve sonrası dönemde elde edilmiş ve kıyaslanmıştır (2, 3, 5, 7, 11, 12). Ancak sternotomi uygulandıktan sonra, KPB öncesi ve sonrası dönemde, retraktör varlığının C_{din} ve R üzerine etkilerini bildiren çalışma yoktur.

KABG cerrahisi ve mitral kapak replasmanı uygulanan 8 hastada, akciğer mekaniklerine ilişkin verileri araştıran Polese ve ark. (2), hem statik hem de dinamik elastansın cerrahi girişim ile anlamlı olarak arttığını (%25-35) saptamışlardır. Bir başka çalışmada, Chaney ve ark. (11), elektif KABG cerrahisi uygulanan 25 hastada, konvansiyonel yapay solunum ile koruyucu yapay solunumun; havayolu basınçları, akciğer kompliyansı ve alveolar-arteriyel oksijen farkı üzerine etkilerini entübasyon sonrası ve yoğun bakımda olmak üzere kıyaslamışlardır. Konvansiyonel mekanik ventilasyon grubunda başlangıç değerlerine göre pik havayolu basıncının 7.1 cm H₂O, plato basıncının 3.2 cm H₂O düzeyinde arttığını, C_{din} 'ın ise 14.9 mL/cmH₂O düzeyinde düştüğünü saptamışlardır. Protektif mekanik ventilasyon grubunda ise başlangıç değerlerine göre pik havayolu basıncında 2.4 cm H₂O, plato basıncında 2.0 cm H₂O düzeyinde artış, C_{din} 'ta 5.5 mL/cmH₂O düzeyinde düşüş gözlemlenmişler ve protektif mekanik ventilasyonun, postoperatif pulmoner disfonksiyonu azalttığını bildirmişlerdir.

A-Meguid ve ark. (5) KABG cerrahisi olgularında C_{din} üzerine manual *recruitment*, CPAP ve PEEP uygulamasının etkilerini araştırmışlar ve üç değişik stratejinin de önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Buna karşın, konjenital kardiyak cerrahi geçiren olgularda alveoler *recruitment* stratejisi ile birlikte PEEP uygulamasının oksijenasyon ve C_{din} üzerine etkilerini araştıran Scohy ve ark. (12); bu iki özelliğin birlikte uygulanmasının oksijenasyon ve C_{din} 'ı iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Dinamik respiratuvar kompliyansı ve total respiratuvar rezistansı 1 yaş altı kardiyak cerrahi girişim geçiren 106 olguda cerrahi insizyon öncesi ve sternumun kapatılmasından sonra ve yoğun bakım döneminde olmak üzere üç farklı zamanda araştıran Stayer ve ark. (7), pulmoner kan akımındaki artışın cerrahi girişim ile düzeltilmesinden sonra, R'ın iyileştiğini saptamışlardır. Bunun yanında normal veya azalmış pulmoner kan akımı olan çocuklarda kardiyak cerrahinin C_{din} 'ta azalmaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Aort kapak replasmanı veya elektif KABG cerrahisi uygulanan 18 hastada, Bund ve ark. (1); sternotomi ile C_{din} 'ın; 61 cm H₂O'dan 78 mL/cm H₂O'ya yükseldiğini (% 28), KPB sonrası ise C_{din} 'ın 65 cm H₂O'ya, göğüs kapatıldığında ise 51 mL/cm H₂O'ya düştüğünü saptamışlardır (% 21). Başlangıç kompliyans değerine göre ise, kompliyansa %17 düzeyinde bir azalma saptadıklarını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda; cerrahi girişimin altı farklı döneminde akciğer mekaniklerine ilişkin parametrelerde oluşan değişiklikler saptandı. C_{din} ; sternotomi ile belirgin düzeyde arttı (49 mL/mbar vs 56 mL/mbar, %14). KPB'a geçilmeden önce, toraksa retraktör yerleştirilmesi C_{din} 'ı anlamlı olarak düşürdü (48 mL/mbar, %15) ve C_{din} sternotomi öncesi değerlere geriledi. KPB sonlandıktan sonra, toraks retraktörü var iken elde edilen C_{din} değeri (49 mL/mbar), KPB öncesi retraktör varlığında elde edilen değere (48 mL/mbar) benzer bulundu. Bu dönemde torakstan retraktörün çıkarılması C_{din} 'ı sternotomi sonrası değerlere yükseltti (56 mL/mbar, %14). Ancak, cerrahi girişimin son döneminde sternumun kapatılması ile C_{din} , KPB sonrasına göre anlamlı olarak düştü (56 mL/mbar vs 43 mL/mbar, %24). Bu dönemde C_{din} ; sternum açılmadan önceki değerlere kıyasla, belirgin şekilde azaldı (49 mL/mbar vs 43 mL/mbar, %13). Elde ettiğimiz bu veriler; AKC geçiren olgularda C_{din} 'taki düşmede; KPB uygulamasına bağlı akciğer değişikliklerinden ziyade sternum kapatılmasının önemli rol oynadığını düşündürdü. Sonuçlarımız, KPB sonrası sternum kapatılmadan önce C_{din} 'ın

azaldığını bildiren Bund ve ark.'nın (1) sonuçlarına göre farklılık gösterdi. Bunun yanında, kardiyak cerrahi ile ilişkili daha önceki çalışmalarda belirtilmeyen akciğer mekanikleri üzerine, sternal retraktör varlığının önemi çalışmamız ile ortaya kondu. Çalışmamıza benzer şekilde, üst abdominal cerrahi sırasında subkostal veya orta hat insizyonun akciğer mekanikleri üzerine etkilerini araştıran Larsson ve ark. (45), subkostal insizyon sırasında retraktör yerleştirilmesinin solunum sistemi kompliyansını 51'den 43 mL/cm H₂O'ya düşürdüğünü bildirmişlerdir.

Çalışmamızda cerrahi girişimin altı farklı döneminde R değerleri de elde edildi. R (mbar/L/sn) sternotomi ile belirgin düzeyde azaldı (7.80 mbar/L/sn vs 7.16 mbar/L/sn). KPB'a geçilmeden önce, toraksa retraktör yerleştirilmesi R'ı anlamlı olarak artırdı (7.16 mbar/L/sn vs 8.33 mbar/L/sn) ve R sternotomi öncesi değerlerin üstüne çıktı. KPB sonlandıktan sonra, toraks retraktörü var iken elde edilen R değeri (8.17 mbar/L/sn), KPB öncesi retraktör varlığında elde edilen değere (8.33 mbar/L/sn) benzer bulundu. Bu dönemde torakstan retraktörün çıkarılması R'ı anlamlı olarak düşürdü (7.40). Ancak, sternumun kapatılması ile R, KPB sonrasına göre anlamlı olarak yükseldi (7.4 mbar/L/sn vs 9.63 mbar/L/sn). Sternum açılmadan önceki değerle kıyaslandığında, bu dönemde R'ta gözlenen artış istatistiksel anlamlı fark oluşturmadı (7.8 mbar/L/sn vs 9.6 mbar/L/sn). Sonuç olarak C_{din} kadar R, cerrahi girişim ile etkilenmedi.

Bund ve ark.(1) ile Polese ve ark.(2) KPB ve sternotomi ile havayolu R'nin değişmediğini belirtmişlerdir. Bund ve ark.(1) sternotomi ile R'nin 5.4 cm H₂O/L/sn'den 5.1 cm H₂O/L/sn'ye düştüğünü, KPB sonrası bu değer 6.3 cm H₂O/L/sn olarak tespit edildiğini ve göğsün kapatılması ile R'nin 5.7 cm H₂O/L/sn'ye düştüğünü bildirmişlerdir. Polese ve ark. (2) kardiyak cerrahi öncesi total solunum sistemi R'nin 10 cm H₂O/L/sn olduğunu, cerrahi sonrası ise 11 cm H₂O/L/sn'ye yükseldiğini, havayolu R'nin ise cerrahi öncesi 5.8 cmH₂O/L/sn olduğunu ve cerrahi sonrası 6.6 cmH₂O/L/sn'ye yükseldiğini saptamışlar ve cerrahi girişimin R'ta anlamlı bir fark oluşturmadığını bildirmişlerdir. Barnas ve ark. (4) ile Babik ve ark. (6) KPB ile kardiyak cerrahi sonrası pulmoner R'nin arttığını, Auler ve ark. (46) ile Zin ve ark. (3) ise azaldığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz R ile ilişkili sonuçlar Bund ve ark. (1) ile Polese ve ark.'nın (2) sonuçlarına benzerlik göstermiştir. Bund ve ark. (1) R'ta elde edilen farklı

sonuçların; farklı hasta popülasyonuna, cerrahi sırasında farklı hastalık evresine ve ölçüm için farklı tekniklerin kullanılmasına bağlamışlardır.

Babik ve ark. (6) kardiyak cerrahide respiratuvar mekanik değişikliklerini araştıran çalışmalarında; dopamin uygulanan 12 subgrup hastada cerrahi sonrası havayolu R'ında anlamlı azalma saptadıklarını bildirmişlerdir. Çalışmamızda veriler, KPB sonrası 2 olguda dopamin ve dobutamin, bir olguda ise levosimendan kullanılmış ve bu inotropik ajanlar varlığında değerler elde edilmiştir.

Çalışmamızda; VKAF ventilasyon modunda kardiyak cerrahinin gaz değişimi üzerine etkisi araştırılamamıştır. Cerrahi öncesi ve sonrası alveolar-arteriyel oksijen farkının belirlenememesinin nedeni; sabit bir FiO_2 varlığında arteriyel kan örneklerinin alınmayışıdır. Arteriyel kan gazlarına ve respiratuvar mekaniklere ilişkin değerler FiO_2 0.5-1.0 aralığında elde edilmiştir. Babik ve ark. (6), çalışmamıza benzer şekilde respiratuvar mekaniklerdeki değişiklikleri 0.5-0.8 FiO_2 aralığında araştırmışlardır.

Chaney ve ark. (11) alveolar-arteriyel oksijen gradiyentinin; konvansiyonel grupta 245.6 mm Hg'den 395.1 mm Hg'ya, protektif grupta ise 266.3 mm Hg'den 368.6 mmHg'ye olmak üzere, anlamlı olarak arttığını bildirmişlerdir. Bund ve ark. (1) ise alveolar-arteriyel oksijen farkında 20 mm Hg'lık bir artış saptamıştır. Dongelmans ve ark. (47) 2012 yılında yayınladıkları bir araştırmada; 10 cm H_2O düzeyinde yüksek PEEP uygulamasının, 5 cm H_2O düzeyindeki PEEP uygulamasına kıyasla, gaz değişimindeki farkı azalttığını bildirmişlerdir.

Literatürde *Autoflow* özelliğini de içeren ventilasyon modları ile yapılan çalışmalar kısıtlıdır. Yoğun bakım ünitesine aldıkları hastalarda asiste kontrollü ventilasyon ve *AutoFlow* özelliğini birlikte kullanarak dual-kontrollü ventilasyon modu uygulayan Lasocki ve ark. (48); gaz değişimi yönünden bu ventilasyon modunun bir üstünlük oluşturmadığını bildirmişlerdir.

Çalışmamızda KPB öncesi ve sonrası PaO_2 (290 vs 295 mm Hg) değerleri yönünden istatistiksel anlamlı fark saptanmadı, buna karşın pH 'ın (7.44 vs 7.34) KPB sonrası düştüğü ve $PaCO_2$ 'nin (31 vs 34 mm Hg) ise arttığı saptandı. Ancak bu değerlerin normal sınırlar içinde kaldığı gözlemlendi. KPB sonrası pH 'daki ve $PaCO_2$ 'deki gözlenen bu değişikliklerin, KPB sonrası arteriyel kan örneklerinin reperfüzyonun yakın dönemde alınmış olmasından kaynaklandığı düşünüldü.

Polese ve ark. (2) kardiyak cerrahi girişim ile FiO_2 0.5'te sabit tutarak PaO_2 'nin 242 mmHg'dan 170 mmHg'ya anlamlı olarak düştüğünü, PaCO_2 (32 vs 33 mmHg) ve pH 'da (7.46 vs. 7.44) ise anlamlı bir değişiklik gözlenmediğini bildirmişlerdir. Buna karşın, Chaney ve ark. (11) konvansiyonel mekanik ventilasyon grubunda PaCO_2 'yi sternotomi öncesi 34.8 mmHg, cerrahi girişim sonrası ise 42.3 mmHg olarak saptamışlardır. Protektif mekanik ventilasyon grubunda ise sternotomi öncesi PaCO_2 'yi 38.1 mmHg, cerrahi girişim sonrası ise 46.4 mmHg olarak elde etmişlerdir. Her iki grupta da PaCO_2 cerrahi girişim sonrasında anlamlı olarak artmıştır.

Çalışmamızda; oto test sırasında yapay solunum uygulamasında kullanılan solunum devrelerinin ortalama kompliyansı 2.00 ± 0.21 mL/mbar olarak saptandı ve bu koşullar altında respiratuvar mekanikler elde edildi. Kullandığımız anestezi cihazı; volüm kontrol ventilasyon modunda; hortum kompliyansını kompanse etmekte, solunum devresinde kalan miktara göre tidal volümü arttırmaktadır (34).

Sonuç ve Öneriler

Bu gözlemsel çalışmada; *auto* kontrol ile kapalı devre anestezisi sağlanan ve VKAF modu ile mekanik ventilasyon uygulanan AKC geçiren erişkin hastalarda; akciğer mekaniklerindeki değişiklikler; cerrahi girişimin altı farklı döneminde C_{din} ve R değerleri elde edilerek araştırıldı.

AKC’de mekanik ventilasyon için VKAF modunun kullanıldığı çalışmamızda C_{din} ’ın primer olarak KPB uygulamasından çok, sternumun kapatılması ile etkilendiği gözlemlendi. R’ın, C_{din} kadar, cerrahi girişimden etkilenmediği saptandı. Bunun yanında, sternal retraktör varlığının, akciğer mekaniklerine ilişkin değerlerin elde edilmesi sırasında önemli olduğu saptandı.

Ayrıca; AKC sırasında VKAF ventilasyon modu ile volüm kontrol ventilasyon modunun akciğer mekanikleri ve gaz değişimi üzerine etkilerini kıyaslayan ileri çalışmalara gereksinim olduğu kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

1. Bund M, Seitz W, Uthoff K, Krieg P, Strüber M, Piepenbrock S. Monitoring of respiratory function before and after cardiopulmonary bypass using side-stream spirometry. *Eur J Anaesthesiol.* 1998; 15: 44-9.
2. Polese G, Lubli P, Mazzucco A, Luzzani A, Rossi A. Effects of open heart surgery on respiratory mechanics. *Intensive Care Med.* 1999; 25: 1092-9.
3. Zin WA, Caldeira MP, Cardoso WV, Auler JO Jr, Saldiva PH. Expiratory mechanics before and after uncomplicated heart surgery. *Chest.* 1989; 95: 21-8.
4. Barnas GM, Watson RJ, Green MD, Sequeira AJ, Gilbert TB, Kent J, Villamater E. Lung and chest wall mechanical properties before and after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *J Appl Physiol.* 1994; 76: 166-75.
5. A-Meguid ME, el-Din Mansour E, Abdullah KM. The effect of positive pressure ventilatory patterns on post-bypass lung functions. *Middle East J Anesthesiol.* 2006; 18: 1059-70.
6. Babik B, Asztalos T, Peták F, Deák ZI, Hantos Z. Changes in respiratory mechanics during cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2003; 96: 1280-7.
7. Stayer SA, Diaz LK, East DL, Gouvion JN, Vencill TL, McKenzie ED, Fraser CD, Andropoulos DB. Changes in respiratory mechanics among infants undergoing heart surgery. *Anesth Analg.* 2004; 98: 49-55.
8. Van Belle AF, Wesseling GJ, Penn OC, Wouters EF. Postoperative pulmonary function abnormalities after coronary artery bypass surgery. *Respir Med.* 1992; 86: 195-9.
9. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, Gattinoni L. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesth Analg.* 1998; 87: 654-60.
10. Hachenberg T, Tenling A, Nyström SO, Tyden H, Hedenstierna G. Ventilation-perfusion inequality in patients undergoing cardiac surgery. *Anesthesiology.* 1994; 80: 509-19.
11. Chaney MA, Nikolov MP, Blakeman BP, Bakhos M. Protective ventilation attenuates postoperative pulmonary dysfunction in patients undergoing cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000; 14: 514-8.
12. Scohy TV, Bikker IG, Hofland J, de Jong PL, Bogers AJ, Gommers D. Alveolar recruitment strategy and PEEP improve oxygenation, dynamic compliance of respiratory system and end-expiratory lung volume in pediatric patients undergoing cardiac surgery for congenital heart disease. *Paediatr Anaesth.* 2009; 19: 1207-12.

13. Mogan GE, Maged SM, Murray JM. Kardiyovasküler Cerrahide Anestezi. Lange Klinik Anesteziyoloji'de, Dördüncü Baskı, Güneş Tıp Kitapevleri, 2008: 491
14. Tüzüner F. Erişkin Kalp Cerrahisinde Anestezi. Anestezi Yoğun Bakım Ağrı'da, MN Medikal & Nobel Tıp Kitapevi, 2010: 831-74.
15. Nyhan D, Johns RA. History of Anesthetic Practice. Miller's Anesthesia, Six Edition. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone, 2005: 1968-1969.
16. Grigore AM, Thy s DM. History and Physical Examination. Textbook of Cardiothoracic Anesthesiology. The McGraw-Hill Companies, 2001: 27-47.
17. Kastrup M, Markewitz A, Spies C, Carl M, Erb J, Grosse J et al. Current practice of hemodynamic monitoring and vasopressor and inotropic therapy in postoperative cardiac surgery patients in Germany: results from a postal survey. Acta Anaesthesiol Scand. 2007. 51(3):347-58.
18. Turan ÖI. Kardiyak Cerrahi. Lee's Synopsis of Anaesthesia (Lee's Synopsis of Anaesthesia, Davies NJH, Casman JN, eds). Onüçüncü Baskı, Güneş Tıp Kitapevleri, 2008: 555-80.
19. Howie MB, Cheng D, Newman MF, Pierce ET, Hogue C, Hillel Z, Bowdle TA, Bukenya D. A randomized double-blinded multicenter comparison of remifentanyl versus fentanyl when combined with isoflurane/propofol for early extubation in coronary artery bypass graft surgery. Anesth Analg. 2001 May; 92(5):1084-93.
20. De Hert SG, ten Broecke PW, Martens E, et al. Sevoflurane but not propofol preserves myocardial function in coronary surgery patients. Anesthesiology 97: 42-49, 2002.
21. Aykaç Z. Kalbin Korunmasında Anestezinin Rolü. Göğüs-Kalp-Damar Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi. 13(1):8-14, 2007
22. Yapıcı N. OPCAB Tekniğinde Farmakolojik Yaklaşım; Kısa Etkili İlaçların Kullanımı. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sei 2(45): 11-20, 2006.
23. Boldt J. Volume therapy in cardiac surgery: does the kind of fluid matter? J Cardiothorac Vasc Anesth. 1999 Dec;13(6):752-63
24. Tulunay M, Cuhruk H. İnhalasyon Anestezikleri. Lange Klinik Anesteziyoloji. (Clinical Anesthesiology, Morgan GE, Maged SM, Murray JM, eds). Dördüncü Baskı, Güneş Tıp Kitapevleri, 2008: 175-76.
25. Schober P, Loer SA. An innovative anaesthesia machine: the closed system. Curr Opin Anaesthesiol. 2005; 18: 640-4.
26. Tüzüner F. Solunum Sistemi Mekanikleri. Anestezi Yoğun Bakım Ağrı'da, MN Medikal & Nobel Tıp Kitapevi, 2010: 1277-88.

27. Çakar N, Günerli A, Ünal N. Anestezi ve Yoğun Bakımda Yapay Solunum Mekanikliği. TARD Eğitimi Geliştirme Kursu. “<http://db.datex-ohmeda.com/evadb/fi3037.nsf/WebMaterialCourse>” sitesinden alınmıştır.
28. Behrakis PK, Baydur A, Jaeger MJ, Milic-Emili J: Lung mechanics in sitting and horizontal body position. *Chest* 1983; 83: 643-6.
29. Fahy BG, Barnas GM, Flowers JL, et al. The effects of increased abdominal pressure on lung and chest wall mechanics during laparoscopic surgery. *Anesth Analg*. 1995; 81: 744-50.
30. Stephan H. Loring. Mechanics of the lungs and chest wall. In: John J Marini and Arthur S. Slutsky (Eds). *Physiological Basis of ventilatory support*. 1998; Chapter 5; pp: 177-208.
31. Barberis L, Manno E, Guerin C. Effect of end-inspiratory pause duration on plateau pressure in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 2003; 29:130-134,
32. Guerin C, Bayle F, Debord S, et al. Viscoelastic properties of lungs and thoracic wall of anesthetized mechanically ventilated piglets. *Vet Anaesth Analg* 2007; 34:331-338.
33. “www.draeger.com” internet sitesinden alınmıştır. AutoFlow®, The Oxylog 3000 plus incorporates the benefits of pressure controlled ventilation into volume controlled ventilation. Dräger Medical GmbH. Aralık 2009.
34. Dräger Zeus Infinity Empowered Kullanma Kılavuzu, Dräger Medical AG & Co. KG, Birinci Basım. Şubat 2009;375-76.
35. Monitoring, Zeus Training, Dräger Technology for Life, Dräger Medical AG & Co. KG, Almanya. Nisan 2008;30.
36. Odin I, Nathan N. What are the changes in paediatric anaesthesia practice afforded by new anaesthetic ventilators? *Ann Fr Anesth Reanim*. 2006;25: 417-423.
37. Bensenor FE, Vieira JE, Auler JO Jr. Guidelines for inspiratory flow setting when measuring the pressure-volume relationship. *Anesth Analg*. 2003;97: 145-50.
38. Wilson RS, Sullivan SF, Malm JR, Bowman FO Jr. The oxygen cost of breathing following anesthesia and cardiac surgery. *Anesthesiology*. 1973;39:387-93.
39. Locke TJ, Griffiths TL, Mould H, Gibson GJ. Rib cage mechanics after median sternotomy. *Thorax* 1990;45: 465–468.
40. Berrizbeitia LD, Tessler S, Jacobowitz IJ, Kaplan P, Budzilowicz L, Cunningham JN. Effect of sternotomy and coronary bypass surgery on postoperative pulmonary mechanics. Comparison of internal mammary and saphenous vein bypass grafts. *Chest* 1989;96: 873-876.

41. Braun SR, Birnbaum ML, Chopra PS. Pre- and postoperative pulmonary function abnormalities in coronary artery revascularization surgery. *Chest* 1978;73: 316-320.
42. Salama A, Hugo F, Heinrich D, Höge R, Müller R, Kiefel V, Mueller-Eckhardt C, Sucharit B. Deposition of terminal C5b-9 complement complexes on erythrocytes and leukocytes during cardiopulmonary bypass. *N Engl J Med* 1988;318: 408-414.
43. Asada S, Yamaguchi M. Fine structural change in the lung following cardiopulmonary bypass. *Chest* 1971;59: 478-483.
44. Tonz M, Mihaljevic T, von Segesser LK, et al. Acute lung injury during cardiopulmonary bypass: are the neutrophils responsible? *Chest* 1995;108:1551–6.
45. Larsson A, Jonmarker C, Werner O. Lung mechanics during upper abdominal surgery. *Acta Chir Scand.* 1989;155(6-7):329-32.
46. Auler JOJ, Zin WA, Caldeira MP, Cardoso WV, Saldiva PH (1987) Pre- and postoperative inspiratory mechanics in ischemic and valvular heart disease. *Chest.* 1987 Dec;92(6):984-90.
47. Dongelmans DA, Hemmes SN, Kudoga AC, Veelo DP, Binnekade JB, Schultz MJ. Positive End-Expiratory Pressure Following Coronary Artery Bypass Grafting. *Minerva Anesthesiol.* 2012;[Epub ahead of print].
48. Lasocki S, Labat F, Plantefevre G, Desmard M, Mentec H. A long-term clinical evaluation of AutoFlow during assist-controlled ventilation: a randomized controlled trial. *Anesth Analg.* 2010;111(4):915-21.

49. EK₁: Etik kurul onayı

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2011/36-02	Tarih: 17.11.2011
	Doç.Dr.Hasan HEPAĞUŞLAR'ın sorumlusu Dr.Murat ARSLAN'ın yürütücüsü olduğu "Kardiyak Cerrahi Sırasında Volüm Kontrol AutoFlow Ventilasyon Modu ile Akciğer Mekanikleri ve Gaz Değişimi" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
ETİK KURUL ÜYELERİ	

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Ph.D.Besti ÜSTÜN (Başkan Yardımcısı)	Ph.D.Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Mehtap MALKOÇ	Ph.D.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Ph.D.Zuhal BAHAR	Ph.D. Yüksek Hemşire, Halk Sağlığında doktora	DEU Hemşirelik Fakültesi	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Adnan MENDERES	Plastik Cerrahi	DEU Tıp Fakültesi Plastik Cerrahi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Hüseyin BASKIN	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Servet AKAR	İç Hastalıkları (Romatoloji)	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.İşıl TEKME	Histoloji ve Embriyoloji	DEU Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Ph.D.Meltem Kutlu GÜRSEL	Hukuk	D.E.Ü Hukuk Fakültesi İdare Hukuku Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
İhsan ÇELİKDİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E ☐	H ☒	

EK₂ : Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu.

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Size uygulanacak olan açık kalp ameliyatı sırasında anestezi cihazına bağlı monitörde yer alan solunum sistemi ile ilgili verileri kaydedip, değerlendirip bilimsel ortamda sunmayı amaçlıyoruz. Öncelikle bu araştırma, bir ilaç araştırması çalışması değildir, sadece solunum sistemi ile ilgili verilerin ameliyatın farklı aşamalarında kaydedilmesini ve değerlendirilmesini içermektedir.

Yaklaşık bir yılı aşkın süredir ameliyatlarda kullandığımız anestezi cihazı ileri teknolojiye sahip bir anestezi cihazıdır. Yapay solunum sırasında hasta güvenliğini yüksek düzeyde sağlayan bir cihazdır ve yapay solunum ile ilgili yeni özelliklere sahiptir.

Size uygulanacak olan ameliyatta, standart bir uygulama olan göğüs kemiğiniz açılacak ve sonrasında kalp-akciğer makinesine bağlanacaksınız. Bu yöntem ile, vücudunuzun ihtiyacı olan kan dolaşımı ve oksijenlenmesi ameliyat sırasında sağlanacaktır. Bu yöntem benzeri ameliyatlarda kullanılan bir yöntemdir.

Çalışmada başlıca; göğüs kemiğiniz açılmadan ve kalp akciğer pompasına bağlanmadan önce yapay solunum uyguladığımız sırada, solunum sistemi ile ilişkili değerler cihazın monitöründen kaydedilecek, daha sonra göğüs kemiğiniz açıldıktan ve ameliyatın bitiminde kapatıldıktan sonra elde edilen değerler ile kıyaslanacaktır. Böylece size yapılan ameliyatın, bu anestezi cihazı kullanılarak, solunum sistemi ile ilgili değerleri nasıl etkilediği belirlenecektir.

Ameliyatınız sırasında uygulanacak anestezi yöntemi, standart uygulamayı içerecektir, rutin uygulama dışı hiçbir ek ilaç uygulanmayacaktır. Bu çalışma, öncelikle Dokuz Eylül Üniversitesi'nin ilgili Etik Kurulu'ndan izin alınarak yapılmaktadır. Kullanılacak tüm anestezi ilaçları, Sağlık Bakanlığı'ndan onay almış ilaçlar olacaktır.

Bu gözlemsel çalışmaya 30 hasta gönüllü olarak alınacak ve hastalardan herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Yapılan işlemler sırasında gönüllünün karşılaşabileceği ameliyatın riskleri dışında herhangi bir risk, rahatsızlık ve sağlığına zarar verici bir durum mevcut değildir. Bu araştırma ile ilgili gerçekleştirilecek işlemlerin masrafları size veya güvencesi altında bulunduğunuz resmi ya da özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

Bu çalışmaya katılmayı red etme ya da araştırma başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahipsiniz. Bu çalışmaya katılmanız veya başladıktan sonra herhangi bir safhasında ayrılmanız tıbbi bakımınızı etkilemeyecektir. Araştırmacının da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabileceğini bilmelisiniz.

Bu çalışmaya katılmayı kabul ederseniz, sizden elde edeceğimiz sonuçları, isminizi kullanmaksızın bilimsel yönden değerlendirip duyuracağız. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik kurul komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta özgürsünüz. Katılmamanız halinde tedavinizde herhangi bir olumsuz durumun veya aksaklığın oluşması söz konusu değildir. Katılmayı kabul etmeniz halinde herhangi bir aşamada çalışmadan çıkmada özgürsünüz ve/veya katılmayı kabul etmiş olsanız bile sizi çalışmaya dahil etmeyebiliriz.

Bu uygulama ile ilgili olarak herhangi bir konuda danışmak istediğinizde; Araş. Gör. Dr. Murat Arslan'dan bilgi alabilirsiniz (mesai saatlerinde: 22843-22832, mesai dışı saatlerde 0 505 568 24 96). Gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri içeren metni okudum. Bunlar hakkında yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarda söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Hastanın;

Adı :

Soyadı :

Tarih :

İmza :

Olur Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kuruluş Görevlisinin

Adı :

Soyadı :

Telefon Numarası :

Tarih :

İmza :

Araştırmayı Yapan Araştırmacının

Adı :

Soyadı :

Telefon Numarası :

Tarih :

İmza