

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

OBEZ HASTALARDA LAPAROSKOPIK CERRAHİDE  
REKRÜİTMENT MANEVRASI VE EŞİT ORANLI MEKANİK  
VENTİLASYON'UN (1:1) ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. ALİ ÇULHACI

DANIŞMAN  
Prof. Dr. ERCAN LÜTFİ GÜRSES

DENİZLİ – 2015

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

OBEZ HASTALARDA LAPAROSKOPIK CERRAHİDE  
REKRÜİTMENT MANEVRASI VE EŞİT ORANLI MEKANİK  
VENTİLASYON'UN (1:1) ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. ALİ ÇULHACI

DANIŞMAN  
Prof. Dr. ERCAN LÜTFİ GÜRSES

DENİZLİ – 2015

Prof. Dr. Ercan Lutfi GÜRSES danışmanlığında Dr. Ali ÇULHACI tarafından yapılan “Obez Hastalarda Laparoskopik Cerrahide Rekrutment Manevrası ve Eşit Oranlı Mekanik Ventilasyon’un (1:1) Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı tez çalışması 18/02/2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı’nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN: Prof. Dr. Simay SERİN

ÜYE: Prof. Dr. Feray GÜRSOY

ÜYE: Prof. Dr. Ercan Lutfi GÜRSES

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

20.03.2015

Prof. Dr. Hüseyin BAĞCI

Pamukkale Üniversitesi  
Tıp Fakültesi Dekanı 4.

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ve tezimi başından sonuna kadar destekleyerek her aşamasında yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Ercan Lütfi GÜRSES ve Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN başta olmak üzere, anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Simay SERİN'e, değerli hocalarım Prof. Dr. Erkan TOMATIR'a, Prof. Dr. Hakan ERBAY'a, Doç. Dr. Habip ATALAY'a, Doç. Dr. Ümit Yaşar TEKELİOğLU'na,

Yrd. Doç. Dr. Onur BİRSEN'e ve Genel Cerrahi ekibine,

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve her konuda birbirimize destek olduğumuz değerli asistan arkadaşlarıma, çalışma süresince verilerin toplanması konusunda yardımcı olan teknisyen arkadaşlarıma,

Tüm yardım ve katkılarından dolayı Dr. Abdullah ÇULHACI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr.Ali ÇULHACI

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR .....	IV
İÇİNDEKİLER .....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
TABLolar DİZİNİ .....	IX
ÖZET .....	X
SUMMARY .....	XI
GİRİŞ .....	1
GENEL BİLGİLER .....	2
OBEZ HASTALARDA ANESTEZİ .....	2
LAPAROSKOPIK CERRAHİ .....	2
Laparoskopik Cerrahinin Teknik ve Tarihçesi .....	2
Laparoskopik Cerrahi Endikasyonları .....	3
Laparoskopik Cerrahinin Kontrendikasyonları .....	4
Günümüzde Laparoskopik Cerrahi .....	4
Laparoskopi Tekniği .....	4
İnsüflasyon Gazının Seçimi .....	4
LAPAROSKOPIYE BAĞLI PATOFİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER .....	5
Pnömooperitonyuma Bağlı Metabolik Değişimler .....	5
Pnömooperitonyumun Pulmoner Etkileri .....	6
Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler ve Hemodinamik Etkileri .....	8
Bölgesel Dolaşım Değişiklikleri .....	9
Hasta Pozisyonunun Etkileri .....	10
Laparoskopide Anestezi Yönetimi .....	11
ANESTEZİNİN SOLUNUM MEKANİKLERİNE ETKİSİ .....	12
Ekspiryum Sonu Pozitif Basınç (PEEP) .....	12
Tepe İnspiratuar Basınç (Ppeak) .....	14
Plato Basıncı (Pplato) .....	14
Pulmoner Kompliyans (Uyum) .....	14
ARTERİYEL KAN GAZI ANALİZİ .....	16
Arteriyel Kan Gazı Analiz Endikasyonları .....	16
Arteriyel Kan Gazı Parametreleri .....	16
Kan Gazı Değerlendirilmesi .....	17
REKRÜİTMENT .....	18
EŞİT ORANLI MEKANİK VENTİLASYON (EOMV): .....	20
GEREÇ VE YÖNTEM .....	22
BULGULAR .....	25
TARTIŞMA .....	40
SONUÇ .....	51
KAYNAKLAR .....	53

## SİMGELER VE KISALTMALAR

AKG	: Arteriyel Kan Gazı
ALI	: Akut Akciğer Hasarı (Akut Lung Injury)
ARDS	: Akut Respiratuar Distres Sendromu
ASA	: Amerikan Anestezistler Birliği (American Society of Anesthesiologists)
C <sub>cw</sub>	: Göğüs Duvarı Kompliyansı
C <sub>D</sub>	: Dinamik Kompliyans
CI	: Kardiyak İndeks
C <sub>L</sub>	: Akciğer Kompliyansı
C <sub>s</sub>	: Statik Kompliyans
C <sub>T</sub>	: Total Kompliyans
DAB	: Diyastolik Arter Basıncı
DVA	: Düzeltilmiş Vücut Ağırlığı
EOMV	: Eşit Oranlı Mekanik Ventilasyon
FRK	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
HFOV	: Yüksek Frekanslı Osilasyonlu Ventilasyon (High Frequency Oscillatuar Ventilation)
IPPV	: İntermittan Pozitif Basıncılı Ventilasyon
IRDS	: Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu
İAB	: İnter Alveolar Basıncı
İVA	: İdeal Vücut Ağırlığı
İV	: İntravenöz
KAH	: Kalp Atım Hızı
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
PaCO <sub>2</sub>	: Arteriyel Parsiyel Karbondioksit Basıncı
PACO <sub>2</sub>	: Alveolar Parsiyel Karbondioksit Basıncı
PaO <sub>2</sub>	: Arteriyel Parsiyel Oksijen Basıncı
PAO <sub>2</sub>	: Alveolar Parsiyel Oksijen Basıncı
PmvCO <sub>2</sub>	: Parsiyel Miks Venöz Kan Karbondioksit Basıncı
PCWP	: Pulmoner Kapiller Kama Basıncı
PEEP	: Pozitif Son Ekspiratuar Basıncı (Positive End Expiratory Pressure)
PEEPi	: İntrensik PEEP
PetCO <sub>2</sub>	: End-Tidal PCO <sub>2</sub>
P <sub>ex</sub>	: Ekspiryum Sonu Alveolar Basıncı
PIP	: Pik İspiratuar Basıncı (Peak inspiratory pressure )
P <sub>peak</sub>	: Tepe İspiratuar Basıncı
P <sub>plato</sub>	: Plato Basıncı
PPV	: Pozitif Basıncılı Ventilasyon
PVR	: Pulmoner Vasküler Rezistans

RM	: Rekrutment Manevrası
SAB	: Sistolik Arter Basıncı
SAT	: Saturasyon
SD	: Standart Deviasyon
SVB	: Santral Venöz Basıncı
SVR	: Sistemik Vasküler Rezistans
TOMV	: Ters Oranlı Mekanik Ventilasyon
TV	: Tidal Volüm
V/Q	: Ventilasyon ve Perfüzyon Oranı
VKV	: Volüm Kontrol Ventilasyon
VKİ	: Vücut Kitle İndeksi
ZEV1	: 1. Saniyedeki Zorlu Ekspiryum Volümü
ZVK	: Zorlu Vital Kapasite

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1	KAH gruplar arası karşılaştırılması.....	27
Şekil 2	SAT gruplar arası karşılaştırılması.....	28
Şekil 3	SAB gruplar arası karşılaştırılması .....	29
Şekil 4	DAB gruplar arası karşılaştırılması.....	29
Şekil 5	OAB gruplar arası karşılaştırılması.....	30
Şekil 6	Kompliyans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	32
Şekil 7	Ppeak değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	33
Şekil 8	Pplato değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	33
Şekil 9	Pmean değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	34
Şekil 10	KOMP% oranlarının gruplar arası karşılaştırılması.....	35
Şekil 11	PaO <sub>2</sub> değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	37
Şekil 12	PaCO <sub>2</sub> değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	38
Şekil 13	Saturasyon değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	38
Şekil 14	%PaO <sub>2</sub> oranlarının gruplar arası karşılaştırılması .....	39



## TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

<b>Tablo 1</b>	Pnömoperitonyum için kullanılan gazlar .....	5
<b>Tablo 2</b>	İntratorasik kompliyansı azaltan faktörler.....	15
<b>Tablo 3</b>	Normal arteriyel kan gazı değerleri.....	17
<b>Tablo 4</b>	Hastaların demografik verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	25
<b>Tablo 5</b>	Vital değerlerin karşılaştırılması .....	26
<b>Tablo 6</b>	Gruplar arasında anlamlı fark bulunan monitör verilerinin ikili karşılaştırması.....	27
<b>Tablo 7</b>	Spirometri verilerinin gruplar arası karşılaştırılması .....	31
<b>Tablo 8</b>	Gruplar arasında anlamlı fark bulunan spirometri değerlerinin ikili karşılaştırması.....	32
<b>Tablo 9</b>	Kompliyans oranlarının gruplar arası karşılaştırılması .....	35
<b>Tablo 10</b>	Kan gazı değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	36
<b>Tablo 11</b>	Gruplar arasında anlamlı fark bulunan kan gazı değerlerinin ikili karşılaştırması.....	37
<b>Tablo 12</b>	%PaO <sub>2</sub> oranlarının gruplar arası karşılaştırılması .....	39

## ÖZET

### Obez Hastalarda Laparoskopik Cerrahide Rekrutment Manevrası ve Eşit Oranlı Mekanik Ventilasyon'un (1:1) Etkilerinin Karşılaştırılması

Dr. Ali ÇULHACI

Bu çalışmada obez hastalarda laparoskopik bariatrik cerrahide genel anestezi sırasında rekrutment manevrası ve eşit oranlı mekanik ventilasyon (EOMV) uygulamasının arteriyel kangazı, spirometre ve hemodinamik parametreler üzerine etkilerinin hem rutinde uygulanan ventilasyon tekniği ile hemde birbirleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Prospektif olarak yapılan bu çalışmada Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Genel Cerrahi Kliniğinde bariatrik cerrahi amacı ile laparoskopik olarak cerrahiye alınan 18-65 yaş arası VKI 40-50 arası olan 60 hasta randomize olarak 3 gruba ayrılmıştır. [Grup K (Kontrol) n:20, Grup E (EOMV) n:20, Grup R (Rekrutment) n:20] Bazal ventilasyon 8 mL/kg tidal volüm (DVA'na göre hesaplanarak), 12 sol/dk, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O olarak ayarlanmıştır. Grup K ve R de İ/E 1:2, inspiratuar pause %5 uygulanırken grup E de İ/E 1:1, inspiratuar pause %35 olarak uygulanmıştır. Grup R de entübasyondan hemen sonra başlanarak vaka boyunca rekrutment manevrası 20 dk'da bir uygulanmıştır. Kan basıncı, kalp hızı, SpO<sub>2</sub>, PetCO<sub>2</sub>, hava yolu basıncı, statik kompliyans (20 dakikalık aralıklarla) ve arteriyel kan gazı [Preoperatif indüksiyon öncesi (T<sub>P</sub>), indüksiyondan sonra 60. dakikada (T<sub>60D</sub>), 100. dakikada (T<sub>100D</sub>), postoperatif 4. saatte (T<sub>4S</sub>) ve 6.saatte (T<sub>6S</sub>) olarak 5 farklı zamanda] değerleri takip edilmiştir.

Preoperatif değerlere göre PaO<sub>2</sub> oranları T<sub>60D</sub>'de grup K %185,48, grup E %194,33, grup R %198,02, T<sub>100D</sub>'te grup K %192,25, grup E %211,57 grup R %218,53, T<sub>0D</sub> değerlerine göre kompliyans oranları T<sub>100D</sub>'da grup K %103,84, grup E %108,57, grup R %109,90 olarak ölçülmüştür. Bu değerlere göre; rekrutment grubu daha yüksek olmak üzere her iki yöntem de geleneksel yöntemden daha yüksek PaO<sub>2</sub> ve kompliyans oranlarını yakalamışlardır. Oksijenasyon ve kompliyans'ın atelektazi indikatörü olarak kullanıldığı çalışmamızda rekrutment ve EOMV uygulamaları atelektaziyi düzeltmiştir. Ayrıca sadece rekrutment grubundaki PaO<sub>2</sub> yüksekliği postoperatif 4. (%116,32) ve 6. (%115,04) saatlerde devam etmiştir. Hemodinamiyi en fazla etkileyen yöntem tüm ölçümlerde en düşük kalp atım hızı (KAH) ve arteriyel basınç değerleri ile rekrutment olmuştur. Hiçbir grupta vazopressör ihtiyacı olmamış, pH ve PaCO<sub>2</sub> değerlerinde bozulma gözlenmemiştir. Hiçbir vakada barotravma bulgusuna rastlanmamıştır.

Bu sonuçlarla, obez hastalarda laparoskopik cerrahide hem EOMV'un hem de rekrutment manevrası'nın eşit güvenlikte kullanılabileceğini düşünüyoruz. Vakaya göre optimize edilmiş İ/E ve inpiratuar pause ile uygulanan Ters oranlı mekanik ventilasyon (TOMV), PEEP ve rekrutment manevrası kombinasyonunun kullanımı daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

Anahtar kelimeler: İnspiratuar pause, ters oranlı mekanik ventilasyon, atelektazi, kompliyans.

## SUMMARY

### **Comparison of the Effects of Recruitment Maneuver and Equal Ratio (1: 1) Mechanical Ventilation During Laparoscopic Surgery of Obese Patients**

Ali ÇULHACI M.D.

In this study, we aimed to compare effects of Recruitment Maneuver and Equal Ratio (1:1) Mechanical Ventilation (ERMV), which are performed during laparoscopic bariatric surgery of obese patients under general anesthesia, on arterial blood gas, spirometry and hemodynamic parameters with routine ventilation technics and with each other.

In this prospective study, 60 patients who had bariatric surgery with laparoscopic technics in general surgery clinics of Pamukkale University Medical Faculty Hospital, having ages between 18-65 years and BMI between 40-50, were randomly divided into 3 groups. [Group C (Control) n = 20, Group E (EOMV) n = 20, Group R (Recruitment) n = 20] Baseline ventilation was set to 8 mL/kg tidal volume (calculated in accordance with Adjusted Body Weight), 12 resp/min, PEEP of 5 cmH<sub>2</sub>O. The inspiratory pause and I/E were applied as 5% and 1:2 in Group C and R, 35% and 1:1 in Group E. In Group R, the recruitment maneuver was implemented in every 20 min starting immediately after intubation. Blood pressure, heart rate, SpO<sub>2</sub>, PetCO<sub>2</sub>, airway pressure, static compliance (with 20-minute intervals) and arterial blood gas (before preoperative induction [T<sub>P</sub>], 60<sup>th</sup> minutes [T<sub>60m</sub>], 100<sup>th</sup> minutes [T<sub>100m</sub>] after induction, postoperative 4<sup>th</sup> h [T<sub>4h</sub>] and 6<sup>th</sup> hr [T<sub>6h</sub>], in 5 different times) values were monitored.

In comparison to preoperative values PaO<sub>2</sub> rates in group C, E and R were 185.48%, 194.33% and 198.02% for T<sub>60m</sub>; 192.25%, 211.57% and 218.53% for T<sub>100m</sub>; changes in compliance rates based on T<sub>0m</sub> in T<sub>100m</sub> group were as 103.84%, 108.57% and 109.90%, respectively. According to these values, both methods have higher PaO<sub>2</sub> than conventional methods with more pronounced values in recruitment group. In our study, using oxygenation and compliance as an indicator of atelectasis, recruitment and EOMV applications improved atelectasis. Moreover, presence of elevated PaO<sub>2</sub> only in recruitment group have continued in 4<sup>th</sup> (116.32%) and 6<sup>th</sup> (115.04%) hours. Recruitment method has a greatest impact on hemodynamics with lowest hearth rate (HR) and arterial blood pressure values in all measurements. None of the groups needed vasopressors. No deterioration in pH and PaCO<sub>2</sub> values was observed. No findings of barotrauma was observed in any case.

With these results, we think that both EOMV and recruitment may be used with equal safety during laparoscopic surgery of obese patients. Use of combination of Inverse ratio mechanical ventilation, applied with optimized I/E and inspiratory pause for the case, PEEP and recruitment maneuver may lead to better results.

Key words: Inspiratory pause, inverse ratio mechanical ventilation, atelectasis, compliance.

## GİRİŞ

Solunum mekaniği ve akciğer fonksiyonları üzerine etkileri uzun yıllardır bilinen obeziteye bağlı pulmoner değişikliklerin, bulgu vermeyen anormalliklerden ağır semptomatik durumlara kadar farklı boyutlarda görülebildiği ve tüm hastalıklara bağlı mortalite ve morbiditeyi etkilediği bilinmektedir.

Obez hastalarda supin pozisyonda Fonksiyonel Rezidüel Kapasite (FRK) %30 azalmaktadır. Obezite büyük ölçüde toraks ve abdomende cilt altı yağ dokusundaki artışa bağlı olarak; akciğer, göğüs duvarı ve diafragma arasındaki karşılıklı etkileşimle belirlenen solunum mekaniğini olumsuz etkiler, solunum sistemi rezistansı, solunum kas fonksiyonları, akciğer volümleri, solunum kontrolü ve gaz değişimi üzerine istenmeyen etkileri sonucu egzersiz kapasitesini azaltır.

Çeşitli araştırmalar obez hastalarda farklı intraoperatif ventilasyon stratejilerini test etmiştir. Ancak, genel anestezi altında cerrahi geçirecek obez hastalarda ideal ventilasyon stratejisi tam olarak netlik kazanmamıştır. Bu spesifik hasta popülasyonunda en etkili intraoperatif ventilasyon stratejisine ilişkin kanıtlar zayıftır. Bu ventilasyon stratejisinin gaz değişimi ve pulmoner mekanikleri optimize etmesi ve postoperatif respiratuar komplikasyonların riskini minimize etmesi beklenmektedir.

Günümüzde laparoskopik tekniklerin yaygınlığı giderek artmaktadır. Cerrahi kesi bölgesinin açık ameliyatlara göre daha küçük olması, hastanede kalış süresinde kısılma, postoperatif komplikasyonlarda azalma, normal aktiviteye daha kısa zamanda ulaşılması gibi bilinen avantajlarının yanında, laparoskopik cerrahi sonrasında solunum fonksiyonlarının baskılanmasının azaldığı, fonksiyonların preoperatif değerlere dönüşünün daha hızlı olduğu gösterilmiştir.

Günümüzde sık kullanılan bir cerrahi teknik olan laparoskopik kolesistektomi, iyi huylu safra kesesi hastalıklarının tedavisinde altın standart kabul edilmektedir. Minimal insizyon gerektirmesi, postoperatif morbiditenin daha az oluşu, erken taburculuk sağlaması gibi avantajları nedeniyle kolesistektomi çoğunlukla laparoskopik yaklaşımla uygulanmaktadır ve açık kolesistektomiye tercih edilmektedir.

Laparoskopik cerrahi konusunda her ne kadar oldukça fazla sayıda çalışma bulunsa da, laparoskopik cerrahinin kardiyopulmoner ve solunum mekaniklerine etkisini inceleyen çalışma sayısı oldukça azdır. Çeşitli deneysel ve klinik çalışmalar, intraabdominal basınçta artma ve CO<sub>2</sub> insüflasyonunun kardiyovasküler etkilerinin karmaşık olduğunu göstermektedir (1-3). Gerçek anlamda ise sonuçlar, çalışılan hasta popülasyonu, pozisyon ve verilen volümle ilişkilidir (4). Oluşan intraabdominal basınç artışı sonucunda diyafragmanın yer değiştirmesi ile birlikte akciğer volümlerinde azalma, FRK'de azalma, akciğer rezistansı ve ventilasyon-perfüzyon dengesizliğinde artma gelişir (5). Bunların sonucunda atelektazi ve hava yolu kapanmasını önleyen FRK düzeyinin altına inilebilir. Arteriyel oksijenasyonda azalma ve Tidal Volüm (TV) içindeki ölü hacimlerin artışına yol açabilir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda hastaların Vücut Kitle İndeksi (VKİ) ile solunum mekaniklerinin bozulması arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (5, 6).

Bu çalışmada obez hastalarda laparoskopik cerrahide genel anestezi sırasında rekrutment manevrası ve EOMV uygulamasının arteriyel kangazı, spirometre ve hemodinamik parametreler üzerine etkilerinin hem rutinde uygulanan ventilasyon tekniği ile hemde birbirleri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonunda elde edilen veriler; gelecekte obez hastalara uygulanacak cerrahi girişimlerde tercih edilecek ventilasyon stratejilerinin seçiminde yol gösterici olacaktır.

## GENEL BİLGİLER

### OBEZ HASTALARDA ANESTEZİ

İster bariatrik olsun ister olmasın cerrahi geçirecek obez hastaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır (7). Bu hastalar bilindiği kadarıyla sağlıklı akciğerlere sahiptir. Ancak, obeziteyle indüklenen patofizyolojik değişiklikler bu hastaların hipoksemi, hiperkapni, ve atelektazi gibi perioperatif komplikasyonlara yatkın olmasına sebep olmaktadır (8). Genel anestezinin indüksiyonundan hemen sonra, atelektazi gelişir ve hem ventilasyon-perfüzyon oranında hem de pulmoner kompliyansa azalmaya sebep olur (9-11). Obezite, respiratuar sistem mekaniklerindeki çeşitli değişiklikler ile karakterizedir. Bu değişiklikler gaz değişimindeki bozulmayı ileri derecede artırma eğilimindedir (8, 12, 13).

Anestezi alan hastalarda, parsiyel arteriyel oksijen basıncının(PaO<sub>2</sub>) VKİ ile ters ilişkili olduğu gösterilmiştir (8). Sonuç olarak, intraoperatif respiratuar değişimler postoperatif periyoda yansiyabilir ve bunu takiben supplementer oksijen kullanımını gerekli hale getirebilir. Aynı zamanda bu durum post-anestezi bakım ünitesinden çıkışı geciktirebilir, respiratuar fizyoterapi ve non-invaziv ventilasyon ihtiyacını artırabilir, ve yoğun bakım ünitesine sevk ihtimalini artırabilir. Ayrıca, obezitenin postoperatif trakeal reentübasyon, morbidite, ve mortalite açısından risk faktörü olduğu gösterilmiştir (14).

Çeşitli araştırmalar bu hastalarda farklı intraoperatif ventilasyon stratejilerini test etmiştir, örneğin, çeşitli ventilasyon modları, ekspiryum sonu pozitif basınç [Positive End Expiratory Pressure (PEEP)], veya kollabe olmuş alveollerin yeniden açılmasını sağlamak için kullanılan manevralar [Rekrutment Manevrası (RM)]. Ancak, genel anestezi altında cerrahi geçirecek obez hastalarda ideal ventilasyon stratejisi tam olarak netlik kazanmamıştır. Bu ventilasyon stratejisinin gaz değişimi ve pulmoner mekanikleri optimize etmesi ve postoperatif respiratuar komplikasyonların riskini minimize etmesi beklenmektedir.

### LAPAROSKOPİK CERRAHİ

#### Laparoskopik Cerrahinin Teknik ve Tarihçesi

Modern endoskopinin başlangıcı 1805'de Phillip Bozzini iledir. Mum ışığı altında çift lümenli üretral kanül ile kadın üretrasını muayene eden Phillip Bozzini kendi başına çalışan ilk endoskopu geliştirmiştir. Bundan sonraki 100 yıl içinde küçük ilerlemeler kaydedilmiştir (15).

1877'de Nitze, endoskopik görüntüyü büyütme için kullanılan cam optikleri tanıttı. Kelling, Nitze'nin sistoskopunu kullanarak bir trokar ile canlı bir köpeğin batin boşluğunu pnömoperitonyum oluşturarak muayene eden ilk kişidir (16). 1911'de Bernheim organoskop adını verdiği bir proktoskoplara batin boşluğunu görerek muayene etmiştir (17).

1918'de insüflasyon iğnesi, gaz insüflasyonu için Goetz tarafından otomatik yayı olan bir iğne haline getirildi (15). İlk kez 1923'te Jacabaeus insanda 10 adet peritonoskopi uygulamıştır (18). 1901'de Kelling'in peritoneuma steril pamuk ile filtrelenmiş havayı bir iğneyle insüfle ettiğinin bildirmesinden 23 yıl sonra 1924'de Zollikofer CO<sub>2</sub> gazının kullanılmasını geliştirdi (19).

1937'de laparoskopisi ile ilgili 500'ü aşkın olgu Ruddock tarafından bildirildi. 1938'de Macar iç hastalıkları uzmanı olan Veress, plevral bölgede pnömotoraks yaratmak için yaylı bir iğne kullanarak insüflasyonu göstermiş ve uygulama standart hale gelmiştir. 1947'de Palmer ilk jinekolojik laparoskopiyi denemiştir. 1951'de ise

hepatolojist olan Palmer organ refraksiyonu ve maniplasyonu için dual-trokar geliştirmiştir (20).

1960'larda optiklerin gelişmeye başlaması ile Hopkins kuartz mercekleri geliştirdi. Yine aynı dönemlerde fiber optik soğuk ışık kaynağı geliştirildi (20).

Modern zamanlar laparoskopisinin babası sayılan Alman jinekolog Semm, laparoskopik aletleri ve ameliyat tekniklerini geliştirmiş, intrakaviter gaz basıncının ölçülmesini sağlamıştır (21).

Laparoskopinin ürolojiye girişi, 1976'da Cartosi'nin bilateral abdominal inmemiş testis teşhisi amacıyla kullanmasıyla başlamıştır (20).

1987'de Mouret ilk başarılı laparoskopik kolesistektomi yaptı (22). Figge 1988'de bir at nalı böbrekte laparoskopi ile transperitoneal nefrolitotomi tanımladı. 1989'da ilk sistematik pelvik lenfadenektomi serviks kanseri evrelemesinde jinekolog Overleu tarafından yapıldı (20).

1990'dan itibaren organ yakalama ve torbalamanın temel tasarımları ve doku marsupializasyonunun geliştirilmesinden sonra, ürolojide değişik hastalıklarda ameliyat sunuları yapılmaya başlandı.

1990'da Sanchez de Badajoz ilk lenfadenektomi, 1991'de Clayma ilk nefrektomi, nefroüretrektomi gerçekleştirdiler (23, 24). 1992'de ilk varikosektomi ameliyatını takiben Das, mesane divertikülomisi, Morgan renal kistte unroofing, Hulbert, testis tümörlerinde retroperitoneal lenfadenektomi, Winfield parsiyel nefrektomi başarı ile gerçekleştirmişlerdir. Kerbl retroperitoneal nefrektomi, Urban nefropeksi, McDougall renal tümörde Wedge rezeksiyonu başarı ile uygulamışlardır (20).

1995'te Kavoussi ilk donör nefrektomi gerçekleştirmiştir (24).

### **Laparoskopik Cerrahi Endikasyonları**

#### ***Jinekolojik girişimler***

Kronik pelvik ağrı için diagnostik laparoskopi, vajinal histerektomi, tüp ligasyonu, pelvik lenf nodu diseksiyonu.

#### ***Gastrointestinal girişimler***

Apendektomi, peritoneal adezyolizis, inguinal herni tamiri, kolesistektomi, hiatus hernisinde fundiplikasyon, tümör evrelemesi, abdominal travma değerlendirmesi, vagotomi, diyafram herni tamiri, nefrektomi, splenektomi, adrenalektomi, ana safra kanalı eksplorasyonu, beslenme tüpü yerleştirilmesi.

#### ***Torakoskopik girişimler***

Plevral efüzyon-plörodez drenajı, pulmoner travma değerlendirmesi, soliter pulmoner nodüllerin rezeksiyonu, tümör evrelemesi, özefagus perforasyonunun tamiri, plevral biopsi.

#### ***Video eşliğinde toraks cerrahisi***

Lobektomi, pnömonektomi, wedge rezeksiyonu, kardioverter implantasyonu, mediastinal kitle eksizyonu, transtorasik sempatektomi, perikardiyosentez, perikardiyektomi, özefajektomi, torasik spinal cerrahi.

Açık cerrahi işlem sırasında ilgili bölgeyi görmek ve buraya ulaşmak için önemli ölçüde doku travmasına neden olunur. Laparoskopi bu travmayı azaltır, insizyon daha küçük ve postoperatif ağrı daha az olur. Hastanede kalma süresi ve normal aktiviteye dönüş süresi kısaldır, hastanın insizyon bölgesi daha iyi kozmetik görünüme sahip olur,

daha az oranda yara enfeksiyonu ve pnömoni görülür, postoperatif solunum fonksiyon test sonuçları daha olumludur. Ancak, bu avantajlarının yanısıra işlem ciddi fizyolojik bozukluklar ve riskler yaratabilir. Özellikle laparoskopik genel cerrahi ameliyatlarının yapıldığı hastalar genel olarak daha yaşlı ve sorunlu olabileceğinden bu hastalarda komplikasyon oranı artabilmektedir (25).

### **Laparoskopik Cerrahinin Kontrendikasyonları (25-27)**

#### ***Mutlak kontrendikasyonlar***

1. Artmış intrakranial basınç
2. Şok
3. Çok ileri derecede myopi ve retina dekolmanı
4. Yetersiz ekip ve monitörizasyon

#### ***Göreceli kontrendikasyonlar***

1. Ventrikuloperitoneal veya peritoneojugüler şanti olan hastalar
2. Hipovolemi
3. Konjestif kalp yetmezliği veya ciddi kardiyopulmoner hastalık
4. Geçirilmiş abdominal cerrahiye bağlı yapışıklık
5. Morbid obezite
6. Hamilelik
7. Koagülopati
8. Büllöz amfizem, spontan pnömotoraks

### **Günümüzde Laparoskopik Cerrahi**

Günümüzde laparoskopi ile pek çok cerrahi işlem güvenli ve etkin bir biçimde uygulanabilmektedir. Laparoskopik olarak yapılabilecek girişimler arasında kolesistektomi, herni onarımı, appendektomi, splenektomi, kolektomi, nefrektomi, tüp ligasyonu, histerektomi, myomektomi, lenf nodu diseksiyonu sayılabilir. Aortamezenterik bypass, radikal sistektomi, radikal prostatektomi, distal pankreatektomi gibi ileri düzey cerrahiler de artık laparoskopi ile yapılabilmektedir. (25).

### **Laparoskopi Tekniği**

Laparoskopik ameliyatlarda yeterli görüntü sağlanması, trokarların yerleştirilmesi ve cerrahi işlemin gerçekleştirilebileceği uygun sahanın elde edilebilmesi için periton boşluğuna gaz insüfle edilerek abdominal organların karın ön duvarından uzaklaşması sağlanır, pnömoperitonyum oluşturulur. Pnömoperitonyum oluşturmak için kullanılacak ideal gaz; minimal peritoneal absorpsiyonu ve minimal fizyolojik etkisi olan, hızlı atılan, yanıcı özellikte olmayan, yüksek kan çözünürlüğüne sahip ve intravasküler emboli riski düşük olan gazdır (25, 27, 28).

### **İnsüflasyon Gazının Seçimi**

Laparoskopik cerrahide pnömoperitonyum oluşturulurken seçilecek insüflasyon gazının doku permeabilitesi, iletkenliği, kanda solübilitesi, fiyatı, yan etki oluşturma potansiyeli önemlidir. İdeal gaz fizyolojik olarak inert, renksiz olmalı, pulmoner yolla atılmalıdır.

İnsüflasyon için en sık kullanılan gaz, ideal gazın özelliklerine en yakın olduğu ve güvenilirliği kanıtlanmış olduğu için karbondioksittir. İnsüflan gazın seçimi; kandaki çözünürlük, dokulardaki geçirgenlik, yanıcı özellik, maliyet ve diğer sistemik yan etkiler göz önüne alınarak yapılır. CO<sub>2</sub>'nin yanıcı özelliği yoktur. Çözünürlüğü

yüksek olduğu için işlem sonrasındaki rezidüel CO<sub>2</sub> diğer gazlara göre daha hızlı ve güvenli bir biçimde, solunum yoluyla temizlenir. Postoperatif rahatsızlık süresi kısadır. Ancak, CO<sub>2</sub>'nin transperitoneal emilimi fazladır. Bundan dolayı hiperkapni ve asidoza neden olabilir (Tablo 1). Hava ve oksijen bipolar koter veya lazer kullanıldığında yanmayı desteklediği için kullanılmamalıdır. Nitröz oksit yanıcı olabildiğinden, laparoskopik görüntü ve çalışma alanını bozacak düzeyde barsak distansiyonunu arttırdığından terk edilmiştir. Helyum ve argon inert gazlar olmalarına karşın, kanda çözünürlükleri iyi değildir ve bu durum komplike embolik olayların oluşumu için eğilim yaratmaktadır. Ayrıca helyum kullanımı maliyeti arttırmaktadır, argon ise özellikle hepatik kan akımında istenmeyen hemodinamik etkilere yol açabilir (27, 28).

**Tablo 1:** Pnömooperitonyum için kullanılan gazlar

İnsüflasyon için kullanılan gaz	Avantajları	Dezavantajları
CO <sub>2</sub>	Yanıcı değil Çözünürlüğü yüksek, gaz embolisi riski düşük	Hiperkapni Respiratuar asidoz
Nitröz Oksit	-	Yanıcı Barsak distansiyonu Ani kardiyak arrest
Hava	-	Hava embolisi
Oksijen	-	Yanıcı
Helyum, Argon	İnert  Peritondan absorbe olmazlar	Kanda az çözünmelerine bağlı embolik olaylar Pahalı

Diğer bir seçenek gaz kullanılmamasıdır. Bu yöntemde özel bir retraktör ile abdominal duvar kaldırılarak peritoneal kavite genişletilir. Bu teknik, artan intraabdominal basınç nedeni ile oluşan hemodinamik değişiklikleri ve CO<sub>2</sub> kullanımına bağlı görülen yan etkileri önler, ancak yeterli cerrahi görüş alanı sağlamayabilir. Kardiyak, pulmoner, renal problemi olan hastalarda her iki tekniği tek başına kullanmak yerine, düşük basınçlı CO<sub>2</sub> pnömooperitonyumu ve abdominal duvarın kaldırılması tekniğini birlikte kullanmanın daha iyi cerrahi koşullar sağlayabildiği belirtilmiştir (27, 29).

### **LAPAROSKOPIYE BAĞLI PATOFİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER**

Laparoskopik cerrahide patofizyolojik değişikliklerin kaynağı oluşturulan pnömooperitonyumdur. Yöntemin gerekliliği olan pnömooperitonyum, özellikle dolaşım ve solunum sistemleri başta olmak üzere tüm organ sistemlerinde işlem süresi ve uygulanan basınca bağlı olarak çok çeşitli fizyolojik yanıtlara yol açar. Pnömooperitonyum; 1-2 L/dk. hızda olacak şekilde 25 -30 L CO<sub>2</sub> gazı verilmesi (insüflasyonu) ile oluşturulur (30).

### **Pnömooperitonyuma Bağlı Metabolik Değişimler**

Karbondioksit pnömooperitonyumu ile ilişkili metabolik değişiklikler temel olarak sistemik asidoz ve hiperkarbiyi kapsar. CO<sub>2</sub>; kanda yüksek oranda çözünür ve dokulara kolayca diffüze olur. Peritoneal insüflasyondan sonra CO<sub>2</sub> transperitoneal



olarak absorbe olur. CO<sub>2</sub> absorpsiyonu gazın çözünürlüğüne, peritoneal kavitenin perfüzyonuna ve pnömoperitonyumun süresine bağlıdır. İşlem sırasında; Parsiyel Arteriyel Karbondioksit Basıncı (PaCO<sub>2</sub>), Parsiyel Miks Venöz Kan Karbondioksit Basıncı (PmvCO<sub>2</sub>) ve Parsiyel Alveolar Karbondioksit Basıncı (PACO<sub>2</sub>) gaz insüflasyonunun 5. dakikasında 10 mmHg artar. PaCO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumundan yaklaşık 15-30 dakika sonra progresif olarak plato düzeyine ulaşır. Bu nedenle PaCO<sub>2</sub>'de bu düzeyden sonra ortaya çıkan belirgin artışların CO<sub>2</sub> insüflasyonu ile ilişkili olup olmadığı araştırılmalıdır. Hiperkarbi gelişmesinde rol oynayan faktörler (30) şunlardır:

1. Transperitoneal CO<sub>2</sub> absorpsiyonu
2. Pnömoperitonyumun mekanik olarak diyafram ve interkostal kasları etkilemesi
3. Yüksek intraabdominal basınç
4. Cerrahi süresi
5. Anestezik gazların neden olduğu hipoventilasyon
6. Nöromusküler kas gevşeticilerinin kullanımı

Hiperkarbinin derecesi hakkında end-tidal CO<sub>2</sub> ölçümleri bize genel olarak bilgi verse de; PaCO<sub>2</sub>'yi gerçek değerinden daha düşük ölçer. PaCO<sub>2</sub> 41 mmHg'nın üstünde ise, end-tidal CO<sub>2</sub> ölçümleri güvenilir olmayabilir (30). Çünkü PaCO<sub>2</sub>'nin fazla yükseldiği hastalar genellikle ASA III-IV grubu kardiyopulmoner hastalığı olan hastalardır ve bu hastalarda pnömoperitonyum boyunca ölü boşluk ventilasyonu artar. ASA I-II grubu hastalarda, CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumu boyunca PaCO<sub>2</sub>, End-Tidal PCO<sub>2</sub> (PetCO<sub>2</sub>) gradienti sabit kalır. Kardiyovasküler hastalığı olanlarda bu gradient değişir ve PetCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> indeksini doğru yansıtmaz. Bu nedenle kardiyopulmoner işlevleri yetersiz hastalarda hiperkarbinin saptanması için arteriyel kan gazı analizi yapılarak PaCO<sub>2</sub>'nin ölçülmesi gereklidir (25). Birçok vakada dakika ventilasyonunun artırılması PaCO<sub>2</sub>'yi normal sınırlarda tutar, fakat kaçınılmaz olarak hava yolu basıncında artmaya neden olur. PaCO<sub>2</sub> gazın boşaltılmasından (desüflasyon) 1 saat sonra normal düzeye döner.

Peritoneal absorpsiyon sonrasında CO<sub>2</sub> akciğerlere taşınır ve buradan solunum yoluyla atılır. Çoğu sağlıklı insanda CO<sub>2</sub> basıncındaki artış ve buna bağlı pH'daki azalma klinik olarak bir önem taşımaz; çünkü endojen tampon sistemleri, yüksek CO<sub>2</sub> basınçlarına uyum sağlamayı kolaylaştırırken, akciğer yoluyla CO<sub>2</sub> atılımını hızlandırır, ancak ender görülmesine karşın uzun süren CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumu laktik asidoz ile sonuçlanabilir (31).

Neuberger ve ark. (32) çalışmalarında; CO<sub>2</sub> insüflasyonu ile laparoskopik kolesistektomi yapılan 20 hastada gelişen, klinik olarak önemli hiperkapni ve pH değişimlerinin, CO<sub>2</sub> insüflasyonu durdurulduğunda ve helyum kullanılarak yeniden pnömoperitonyum yaratıldığında geriye döndüğünü rapor etmişlerdir.

Bu bilgi düşük akciğer rezervi olan hastalarda (kronik obstrüktif akciğer hastalıkları, restriktif akciğer hastalıkları, morbid obezite gibi) CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumuna bağlı hiperkapni ve asidoz riski daha yüksek olduğu için önemli olabilir (31).

### **Pnömoperitonyumun Pulmoner Etkileri**

Laparoskopik cerrahi sırasında intraabdominal basıncın artması solunum mekaniğini değiştirir; havayolu basıncı artar, solunum sisteminin kompliansı azalır

(33). CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumu; dolaşımında CO<sub>2</sub> yüklenmesine yol açarken, CO<sub>2</sub> atılımı da buna paralel olarak hızlanır.

Hem PaCO<sub>2</sub> hakkında dolaylı bilgi verdiğiinden hem de yeterli ventilasyonu ve normokarbinin sağlanabildiğini göstermek amacıyla PetCO<sub>2</sub> izlemi yapılmalıdır. Ancak ventilasyon/perfüzyon uygunsuzluğu olduğunda bu iki parametrenin birbiri ile ilişkisi her zaman aynı yönde olmayabilir. Anestezi altında normal sağlıklı erişkinlerde PaCO<sub>2</sub> ile PetCO<sub>2</sub> arasında 2-9 mmHg fark vardır. Alveolar ölü boşluğu azaltan faktörler PaCO<sub>2</sub> ile PetCO<sub>2</sub> arasındaki farkı etkiler. İntrensek akciğer hastalığında, hipovolemide ve baş yukarı pozisyonunda artarken, gebelikte olduğu gibi kardiyak debi artışı ve CO<sub>2</sub> üretimi artışı olduğunda azalır (25, 27).

Pnömoperitonyumun Metabolik ve Pulmoner Etkileri (26):

- PaCO<sub>2</sub> ↑ , PmvCO<sub>2</sub> ↑ , PACO<sub>2</sub> ↑
- PH ↓
- PaO<sub>2</sub>: Belirgin değişiklik olmaz (Kardiyopulmoner hastalıkları olanlarda azalabilir)
- Tepe inspiratuar basıncı ↑
- İntratorasik basıncı ↑
- Vital kapasite ↓
- Fonksiyonel rezidüel kapasite ↓
- Solunum kompliansı ↓
- Solunum direnci ↑

Yüksek havayolu basıncı alarmı, intraabdominal basınçtaki aşırı yükselmenin saptanmasında yardımcı olabilir (27).

Solunum fonksiyonları göz önüne alındığında, pulmoner fizyolojideki değişiklikler primer olarak mekaniktir (33). İntraabdominal hacim ve basınçtaki artış diyafram hareketlerini kısıtlar ve intratorasik basıncı artırır. Bu durum tepe hava yolu basıncında artışa, vital kapasite ve akciğer kompliansında azalmaya neden olur. Tepe ve plato havayolu basınçları sırasıyla % 81 ve % 50 oranında yükselir, pulmoner komplians ise % 47 oranında azalır, solunum işi artar. Gazın boşaltılmasından sonra; tepe ve plato havayolu basınçları yine sırasıyla % 37 ve % 27 oranında yüksek kalır. Komplians ise, başlangıç değerlerin % 86'sına ulaşır. Bu durumu düzeltmek için PEEP uygulanır. Aynı zamanda; azalmış ve paradoksik olan diyafragma hareketleri tidal volümü, interkostal kasların artmış kullanımı ise fonksiyonel rezidüel kapasiteyi (FRK) azaltır. Laparoskopik kolesistektomi yapılan hastalarda; zorlu vital kapasite (ZVK) % 22 ve 1. saniyedeki zorlu ekspirasyon volümü (ZEV1) % 21 oranında azalır. Fonksiyonel rezidüel kapasitedeki azalma pnömoperitonyum ile alveollerin kollapsına, gaz dağılımının bozulmasına ve sonuçta da hipoksemiye neden olabilir. Ters trendelenburg pozisyonu, solunum frekansının artırılması ve düşük insüflasyon basıncı uygulaması FRK ve kompliansı artırır (30, 34).

Uzun süren ters trendelenburg pozisyonunda ise hipovolemi bulguları gelişebilir. Bu durum özellikle kalp yetmezliği olan hastalarda kardiyak debinin azalmasına ve hipotansiyona yol açabilir, bu nedenle bu pozisyonda ameliyat edilecek hastalarda hidrasyon durumunun bilinmesi zorunludur ve bazen volüm replasmanı gerekli olabilir (33).

Ventilasyon ve seçilen anestezi tipi de PaCO<sub>2</sub> seviyelerini belirgin olarak etkiler. Lokal anestezi altında, spontan solunumla uygulanan laparoskopilerde, PaCO<sub>2</sub>

hastanın inspirasyon eforunun artmasına bağlı olarak değişmeden kalır. Spontan solunumun devam ettiği genel anestezi yaklaşımında, PaCO<sub>2</sub>, anestezi maddelerin solunum depresan etkileri nedeniyle, hiperventilasyona rağmen artar. Kontrollü ventilasyon uygulanan genel anestezi yaklaşımıyla gerçekleştirilen laparoskopilerde, dakika ventilasyonu insüflasyon öncesi değerde ise PaCO<sub>2</sub> artar.

### **Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler ve Hemodinamik Etkileri**

Laparoskopik cerrahi sırasında kardiyovasküler fizyolojideki değişimlerin primer nedeni intraabdominal basınçtaki artıştır. İntraabdominal basıncın artması, vagal refleksleri ve renin-anjiyotensin-aldosteron sisteminin nörohümorale yanıtını uyardığı için sekonder olarak hemodinamik durumu etkileyebilir. Ayrıca CO<sub>2</sub> insüflasyonuna bağlı hiperkarbi ve bunu izleyen asidozun sempatoadrenal yolu uyarılması sonucunda kardiyovasküler sistem etkilenebilir (31).

Laparoskopik cerrahi ile ilişkili kardiyovasküler değişimleri inceleyen çalışmalarda genel bulgular; sistemik vasküler direnç, ortalama arteriyel kan basıncı, miyokardiyal dolum basıncında artış, kalp hızında minimal değişim ile beraber kardiyak indekste azalma şeklindedir. Ancak bunlar 12-15 mmHg insüflasyon basıncındaki ideal yanıtlardır ve işlem sırasında hastanın hemodinamik durumunu etkileyen birçok faktör tarafından değiştirilebilirler. İntraabdominal basınç, hastaya verilen pozisyon (trendelenburg, terstrendelenburg), CO<sub>2</sub> absorpsiyonu, solunumsal durum, cerrahi teknik ve cerrahinin süresi, hastanın intravasküler volümü, kullandığı ilaçlar, mevcut kardiyak durumu, nörohümorale faktörler ve uygulanan anestezi ajanları kardiyovasküler sistem yanıtını etkileyebilir (31).

#### **Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler ve Hemodinamik Etkileri;**

- Sistemik vasküler direnç ↑
- Ortalama arteriyel kan basıncı ↑
- Miyokardiyal dolum basıncı ↑
- Kalp hızı: minimal değişir
- Kardiyak debi ↓ , atım hacmi ↓
- Kardiyak indeks ↓
- Santral venöz basınç (SVB) ↑, Pulmoner kapiller kama basıncı (PCWP) ↑
- Şiddetli hiperkarbi: aritmi ↑

Karbondioksit pnömooperitonyumu ile ve gaz verilmeden abdominal duvarın kaldırılması yoluyla uygulanan laparoskopik kolesistektomi girişimlerini karşılaştıran 2 güncel çalışmada, kardiyak fonksiyonlara ilişkin bulgular iki çalışma arasında önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Larsen ve ark. (35) çalışma grupları arasında kardiyak debi yönünden hiçbir fark bulamazken, Alijani ve ark. (36) pozitif basınçlı kapnooperitonyum grubunda kardiyak debide anlamlı azalma olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmalardan; pnömooperitonyuma kardiyovasküler ve hemodinamik yanıtın değişken ve dinamik bir doğada olduğu çıkarımı yapılabilir. Örneğin, cerrahinin başında 12 ve 20 mmHg arasındaki insüflasyon basınçları intraabdominal basınçta artışa neden olarak kalbe venöz dönüşü artırır. Kalbin artan ön yükü; artmış kardiyak debi, atım hacmi ve ortalama arteriyel basınç ile sonuçlanabilir. Cerrahinin başlangıcında böyle bir yanıt sıklıkla, iyi hidrate olmuş sağlıklı insanlarda görülür. Ancak bu ilk yanıt zamanla değişir; pnömooperitonyuma bağlı süregelen basınç artışı sonuçta vena kavadaki venöz dönüşü daha düşük ve durağan bir düzeye azaltırken;

arteriyel sistem üzerindeki baskı yapıcı güçler sistemik direnci artırır. Bu durum, genellikle azalmış atım hacmi şeklinde kendini gösterir (31).

Pnömo-peritonyum sırasında çoğu sağlıklı insan minimum düzeyde olumsuz kardiyovasküler değişim göstermesine karşın, hiperkarbi görülme olasılığı olan hastalarda (kronik obstrüktif akciğer hastalıkları, restriktif akciğer hastalıkları, konjestif kalp yetmezliği, morbid obezite vb. hastalığı olan hastalar) aritmi riski her zaman akılda tutulmalıdır. Orta derecede bir hiperkarbi (45 – 50 mmHg), belirgin hemodinamik değişikliğe neden olmaz, ancak 50 – 70 mmHg olan şiddetli hiperkarbi; direkt etki ile kardiyovasküler sistemde önemli sapmalara neden olur; kardiyak kontraktilite azalır, miyokard duyarlılığı artar. Dolaylı yoldan ise sempatik-adrenerjik sistemi uyatarak, katekolaminlerin plazma düzeyini ve miyokard üzerindeki aritmojenik etkilerini, buna bağlı olarak da vazokonstriksiyon, taşikardi, hipertansiyon ve disritmi görülme sıklığını artırır. Aynı zamanda; artmış intraabdominal basınç, venöz dönüşü azaltarak, özellikle alt ekstremitelerde venöz basınç artmasına ve böylece kardiyak önyükün azalmasına neden olur. Artmış sistemik vasküler ve pulmoner vasküler direnç abdominal aorta basısını artırarak, kalbin ard yükünün artmasına; katekolaminler, vazopressin ve renin-angiotensin sisteminin aktivasyonuna neden olur (34).

Sonuç olarak; 10° baş yukarıda pozisyon, 15 mmHg intraabdominal basınç ile uygulanan bir laparoskopik kolesistektomide; Ortalama Arteriyel Kan Basıncı (OAB) %35, Sistemik Vasküler Direnç (SVR) %65 ve Pulmoner Vasküler Direnç (PVR) %90 oranında artar. Buna bağlı olarak; kardiyak indeks (CI) %20 oranında azalır, PCWP ve SVB ise artar.

Kardiyak yetmezliği olan veya hipovolemik kalan hastalarda bu değişiklikler daha belirgin olarak yaşanır. Bu hastalarda; ortalama arteriyel kan basıncı, sistemik vasküler direnç, venöz direnç belirgin olarak artar ve venöz dönüş azalır. Bunun yanında, kalbin ön yükü belirgin olarak azaldığından, kardiyak debinin devamını sağlamak için kalp hızı daha da artar. Artmış ard yük ve yükselen SVR nedeniyle de, ventriküler duvar gerilimi artar. Bu durum koroner kan akımının azalmasına yol açarak, miyokardiyal iskemiye ve sol ventrikül yetmezliğine neden olur (30). Çalışmalar, kardiyak problemi olan hastalarda düşük intraabdominal basınç (yaklaşık 8 mmHg) ile çalışılmasının bu komplikasyonları büyük ölçüde önlediğini göstermiştir (37).

### **Bölgesel Dolaşım Değişiklikleri**

#### ***Hepato-Portal, Gastrointestinal Değişiklikler***

Pnömo-peritonyum; süperior mezenterik arter ve portal ven kan akımını azaltarak, hepatic kan akımındaki otoregülasyon mekanizmasını değiştirebilir (30, 34). Açık kolesistektomi ile karşılaştırıldığında, laparoskopik girişimlerden sonra karaciğer enzimlerinde yükselme olduğunu gösteren çalışmalar vardır. Bu değişikliğin CO<sub>2</sub> pnömo-peritonyumuna bağlı olup olmadığını göstermek amacıyla da çalışmalar yapılmış ve CO<sub>2</sub> dışındaki gazlarla yapılan laparoskopik girişimlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir (38). Laparoskopik cerrahide uygulanan 12-14 mmHg basınç, normal portal kan basıncı olan 7-10 mmHg'nın üzerinde olduğundan, portal kan akımını azaltır. Portal kan akımındaki bu azalma karaciğer fonksiyonlarında değişikliğe yol açar ve enzim düzeylerinde artış görülür. Diğer taraftan, laparoskopik cerrahi sırasında intraabdominal basıncın ani yükselme ve düşmeler göstermesi de karaciğer enzimlerindeki artışın bir nedeni olarak değerlendirilmiştir. İntraabdominal

basıncıdaki ani değişimler portal kan akımının dalgalı olmasına neden olur. Akımdaki bu dalgalanma ve organ reperfüzyonu; özellikle hepatik sinüzoidlerin Kupffer ve endotel hücreleri olmak üzere, doku ve organların “iskemi ve reperfüzyon” hasarına yol açabilir. Bir çalışmada, laparoskopik kolesistektomi sırasında 8 mmHg’lık intraabdominal basıncın hepatik mikrodolaşımı önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Bir başka deneysel modelde, intraabdominal basınç 14 mmHg olduğu zaman portal venöz akımda belirgin bir azalma gözlenmiş ve basınç 7 mmHg olduğunda akım tekrar sağlanmıştır (38).

Karaciğer enzimlerindeki bu geçici yükselme çalışmaların hiçbirinde klinik yönden önemli olarak değerlendirilmemiştir. Ancak preoperatif karaciğer fonksiyonları bozuk olan hastalarda laparoskopik cerrahinin uygun seçim olmayacağı yorumu yapılmıştır (38, 39).

Hayvanlar üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada splanknik alandaki makro ve mikro dolaşımın, intraabdominal basınçla yakından ilişkili olduğunu göstermiştir (40). Bu çalışmada 7–30 mmHg arasındaki basınçlar kullanılmıştır. İnsanlarda ise 10 mmHg’dan 15 mmHg’ya yükseltilen intraabdominal basınçta, aradaki bu 5 mmHg’lık artışın bile; mide kan akımında % 40-54, jejunum’da % 32, kolonda % 44, karaciğerde % 39 ve peritonun kan akımında % 60 oranında azalmaya yol açtığı gösterilmiştir. Bu azalmada ameliyat süresinin de rolü vardır (41). Visseral kan akımındaki azalmanın sonucunda; insüflasyon ve desüflasyon sırasında oluşan iskemi reperfüzyon hasarına bağlı serbest oksijen radikalleri oluşmaktadır. Bunların da mukoza hasarına neden olduğu düşünülmektedir (34, 39).

### ***Renal Değişiklikler***

Pnömoeritonyum basıncı 12-15 mmHg’nın üzerine çıktığında oligüri görülmesi kaçınılmazdır. Bu durum geçici ve geri dönüşümlüdür, pnömoeritonyum basıncına bağımlıdır. Oligüri toplayıcı sistem basısı veya tıkanıklığının bir sonucu değildir. Renal parankim, renal damarlar ve venöz sistemdeki bası, oligürinin nedenidir (31).

### ***Hasta Pozisyonunun Etkileri***

Laparoskopik cerrahi sırasında hastaya, yerçekiminin de yardımıyla abdominal organların cerrahi alandan uzaklaşacağı biçimde pozisyon verilir. Uygulanan cerrahiye göre, trendelenburg, ters trendelenburg ve litotomi pozisyonu en sık kullanılanlardır. Jinekolojik girişimler ve appendektomi için trendelenburg pozisyonu verilir. Kolesistektomi gibi üst karın bölgesindeki girişimlerde ise ters trendelenburg pozisyonu kullanılır. Mümkünse, belirgin hemodinamik ve solunumsal değişiklikleri engellemek için baş-aşağı veya baş-yukarı eğim 15°’yi geçmemeli ve yavaşça kademeli olarak arttırılmalıdır (26).

Hastaya verilen pozisyon pnömoeritonyumun kardiyopulmoner, metabolik ve hemodinamik etkilerini daha da arttırabilir, regürjitasyon riskini arttırabilir, sinir hasarına yol açabilir. Sağlıklı insanlardaki kısa süren girişimlerde bu komplikasyonlar enderdir, ancak uzun, komplike cerrahinin uygulandığı daha yaşlı ve dahili hastalığı olan hastalarda görülme olasılığı daha yüksektir (27).

### ***Kardiyovasküler Değişiklikler ve Hasta Pozisyonu:***

Ters Trendelenburg pozisyonunda venöz dönüş azalır. Bu durum, kalp debisi, ortalama arteriyel basınç ve kardiyak indekste azalmaya, CO<sub>2</sub> pnömoeritonyumu ile ilişkili hemodinamik değişikliklerde kötüleşmeye yol açar. Ayrıca alt ekstremitelerde

kan göllenmesi ve böylece venöz tromboz ve pulmoner emboli riski artar (26). Trendelenburg pozisyonunda ise venöz dönüş ve kardiyak debinin artması alveolar ölü boşluğu azaltır, pnömoperitonyumun olumsuz kardiyovasküler etkilerini bir dereceye kadar hafifletir. Ancak baş ve boyun bölgesinde gelişen venöz konjesyon serebral perfüzyonu bozabilir, intrakraniyal ve intraoküler basınç artar.

#### ***Pulmoner Değişiklikler ve Hasta Pozisyonu:***

Trendelenburg pozisyonuna bağlı pulmoner değişiklikler; hastanın yaşı, pulmoner fonksiyonu, vücut kitle indeksi, eğimin derecesi, ventilasyon tekniği ve kullanılan anestezi ajanına bağlıdır. Trendelenburg pozisyonu, abdominal organların yukarı doğru yer değiştirmesine sekonder olarak diyafram fonksiyonunda bozukluğa neden olur. Fonksiyonel rezidüel kapasite, total akciğer kapasitesi ve pulmoner komplians azalır, intratorasik basınç artar, atelektaziler oluşur. Bu değişiklikler obez, yaşlı ve debil hastalarda daha belirgin iken, sağlıklı hastalarda minimaldir. Ayrıca akciğer ve karinanın diyafram tarafından yukarı itilmesine bağlı olarak, entübasyon tüpü ana bronşlara kayabilir. Ters Trendelenburg pozisyonunun pulmoner fonksiyonlar üzerine negatif etkisi yoktur, hatta pulmoner fonksiyonlarda iyileşme yapabilir (26).

#### **Laparoskopide Anestezi Yönetimi**

Günlük cerrahi merkezlerinde gittikçe daha fazla laparoskopik girişim yapılmaya başlandığından kısa etkili ilaçların kullanılması, kardiyovasküler stabilite, hızlı derlenme, hızlı mobilizasyon sağlanması, postoperatif bulantı kusma ve ağrının önlenmesi anestezi yaklaşımının başlıca unsurları olmuştur.

Laparoskopik cerrahide anestezi hem cerrahi girişimlerin gereksinimini karşılamalı hem de pnömoperitonyum ve cerrahinin getirdiği olumsuz etkileri takip ve tedavi edebilecek şekilde olmalıdır (42).

Üst abdominal laparoskopik cerrahi için seçilecek anestezi tekniği, çoğunlukla kas paralizisi, trakeal entübasyon ve intermittan pozitif basınçlı ventilasyonun (IPPV) kullanıldığı genel anestezi dir. Trakeal entübasyon ve IPPV normokarbinin sağlanması için pulmoner ventilasyonun kontrolünü ve havayolunun korunmasını sağlar. İndüksiyon sırasında maske ile ventilasyon yapılırken mide distansiyonuna neden olunmamalıdır (43).

İşlem sırasında intraabdominal basınç monitörize edilmeli, olası hemodinamik ve respiratuar değişiklikleri azaltmak için mümkün olduğunca düşük tutulmalı ve 20 mmHg'nın üstüne çıkılmasına izin verilmemelidir. İntraabdominal basınç artışı, derin anestezi sağlanarak engellenebilir (25).

Laparoskopi sırasında refleks vagal tonus artışı gelişebileceğinden anestezi indüksiyonu öncesinde atropin uygulanmalı ya da her an uygulanabilecek şekilde el altında bulunmalıdır (25).

Lokal veya reyonel anestezi teknikleri laparoskopik kolesistektomi veya diğer üst abdominal cerrahi işlemler için tercih edilmez. Çünkü üst abdominal yapıların cerrahi uyarımının rahatsızlığını giderebilmek için yüksek epidural blok (T2-T4 seviyeleri) gerekir. Yüksek blok ise myokardiyal baskılanmaya ve venöz dönüşte azalmaya yol açarak pnömoperitonyumun olumsuz hemodinamik etkilerini artırır (43).

### ***Derlenme ve Postoperatif Monitörizasyon***

Laparoskopik ameliyatlardan sonra postoperatif iyileşme genellikle hızlıdır. Örneğin, laparoskopik kolesistektomi yapılan hasta, bir gün sonra taburcu edilebilir. En sık görülen sorun bulantı ve kusmadır. Postoperatif bulantı-kusma hastaların % 40-75'inde görülür ve yoğun bakımda kalış süresini uzatan en önemli sebeptir. Bulantı-kusma hastanın ağrısını şiddetlendirir, kanama, elektrolit dengesizliğine ve iyileşmede gecikmeye neden olur. Bu nedenle ameliyat öncesinde profilaktik olarak antiemetik verilmesinde yarar vardır. Postoperatif dönemde de antiemetikler kullanılmalıdır. Karın içerisinde kalmış olan CO<sub>2</sub>'nin irritasyonuna bağlı karın ve omuz ağrısı, cerrahi işlem bölgesinde derinde duyulan ağrı için opioidler ya da NSAİ ilaçlar kullanılabilir (25, 43).

### **ANESTEZİNİN SOLUNUM MEKANİKLERİNE ETKİSİ**

Anestezinin solunum fonksiyonuna etkisi çok yönlüdür. Anestezik ve diğer ilaçların etkisi, anestezi derinliği, solunumun preoperatif durumu, anestezi ve cerrahinin özellikleri, anestezi aleti ve ventilatörün ayarları gibi birçok etkenin ortak sonucu olarak ortaya çıkar (44). Ayrıca santral depresyon, periferik kemoreseptörlerin depresyonu, kompiyansın azalması, ventilasyon ve perfüzyon oranı (V/Q) ve FRK'de değişme, kas gevşeticiler, ölü boşluk artışı, pulmoner dolaşım, hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon ve cerrahi pozisyon anestezinin solunum mekanikleri üzerine olan etkilerinden sorumlu olan faktörlerdendir.

Pozitif basınçlı mekanik ventilasyon intrakardiyak basınçlar da dahil olmak üzere tüm intratorasik damarlarda ölçülen basıncı artırır. Pozitif Basınçlı Ventilasyon (PPV) uygulanması ile kompensatuar mekanizmalar devreye girer ve hemodinamik parametrelerde değişim nadiren gözlenir. Atım hacmindeki azalma, hızlı bir şekilde taşikardiye yol açar, arter ve venlerdeki konstriksiyona bağlı olarak SVR ve periferik venöz basınçta artışa yol açar (45). Alt ekstremitelerde ve böbreklerde periferik şantlar oluşabilir.

Kompanzasyon mekanizmalarının tam çalışabilmesi için normal reflekslerin sağlam olması gerekmektedir. Hipoksi ile gelişen pulmoner damarlarda daralma ve pulmoner hipertansiyon pulmoner vasküler rezistansın artmasına yol açar. Mekanik ventilasyon bu kapiller yatakları açarak oksijenizasyonu iyileştirdiğinde pulmoner perfüzyon ve pulmoner vasküler rezistans düzelebilir (46).

### **Ekspiryum Sonu Pozitif Basınç (PEEP)**

Genel anestezi sırasında ventilasyonun inspirasyon fazı, anestezi makinesinin üst solunum yolunda oluşturduğu pozitif basınçla, ekspiryum fazı ise pasif olarak gerçekleşir (45). İnspirasyon sırasında toraks içinde artan basınç damarlara ve torakstaki diğer yapılara iletilerek büyük kan damarlarının basınç altında kalmasına yol açar ve santral venöz basınç artar. Ortalama hava yolu basıncı ne kadar yüksek ise, bu etki de o kadar fazla olur. Böylece normal kalp fonksiyonu üzerine PEEP uygulamasının etkileri, sadece PPV'dan daha fazladır.

Normal hastalarda PPV uygulanması ile kompensatuar mekanizmalar devreye girer ve hemodinamik parametrelerde değişim nadiren gözlenir. Kalp atım hacmindeki azalma, hızlı bir şekilde taşikardi oluşturur. Arter ve venlerde konstrüksiyona bağlı olarak sistemik vasküler dirençte ve periferik venöz basınçta artış oluşur (45). Anestezi altındaki normal kardiyak fonksiyonlara sahip bir hasta PEEP uygulamasının hemodinami üzerine olan etkilerini kompanse edebilirken, düşük kardiyak rezervli ya

da periferik dolaşım yetersizliği olan kişilerde bu kompensasyonun sağlanmasında sorun yaşanabilir (47).

#### ***Klinikte PEEP Uygulaması***

**Minimum veya Fizyolojik PEEP:** Hastanın normal FRK'sini korumaya yardımcı olmak için minimum düzeyde (3-5 cmH<sub>2</sub>O) PEEP uygulanır. Minimum PEEP ile çok küçük miktarda havayolu basıncı uygulandığından genellikle bir komplikasyona yol açmaz.

**Orta Dereceli PEEP:** Sınırları 5-15 cmH<sub>2</sub>O'dur. En sık kullanılan terapötik PEEP aralığıdır. Azalmış FRK ve kompliyansın eşlik ettiği, artmış intrapulmoner şantın yol açtığı inatçı hipoksemi tedavisinde kullanılır.

**Maksimum PEEP:** 15 cmH<sub>2</sub>O'dan yüksek değerler yüksek PEEP olarak kabul edilir.

**Optimum PEEP (Terapötik PEEP, tercih edilen PEEP):** Artmış oksijen transportu, FRK ve kompliyansa azalmış şantın eşlik ettiği durumlarda, PEEP'in yararlı etkilerine maksimum düzeyde ulaşıldığı noktalardır. Bu düzeyde PEEP, azalmış venöz dönüş, azalmış kardiyak output, azalmış kan basıncı, artmış şant ile ölü boşluk ve barotravma gibi önemli kardiyopulmoner yan etkiler olmaksızın kullanılabilen en uygun PEEP'tir (48).

**Auto / İntrensek PEEP (PEEPi):** Kronik obstrüktif akciğer hastalıklarında (KOAH) akciğerlerin iyi boşalamaması nedeniyle akciğerlerde bir miktar hava kalır ve bu sürekli olarak bir pozitif basınç meydana getirir (48).

#### **PEEP Endikasyonları**

- ARDS (Akut Respiratuar Distres Sendromu)
- IRDS (Yenidoğanın İdiopatik Solunum Sıkıntısı Sendromu)
- Kardiyojenik pulmoner ödem
- Bilateral diffüz pnömoni
- Postoperatif atelektazi tedavisi (48)

#### **PEEP Göreceli Kontrendikasyonları**

- Hipovolemi: Hasta hemoraji ya da dehidratasyon nedeniyle hipovolemik şokta ise kardiyak outputu azaltabileceği ve dolaşımı bozabileceği için PEEP zararlı olabilir.
- İKB yüksek kişilerde PEEP, santral venöz basıncı arttırarak kafa içi basıncının daha da artmasına neden olabilir.
- Tek taraflı akciğer hastalığı (lober pnömoni, pnömoni vb.) olanlarda kan dağılımı ve akciğer ventilasyonu üzerinde istenmeyen etkilere yol açabilir.
- Yakın zamanda akciğer operasyonu geçirmiş kişiler, PEEP uygulanırken yakın takibe alınmalıdır (48).

#### **PEEP Kesin Kontrendikasyonları**

- Tedavi edilmemiş büyük pnömotoraks ve tansiyon pnömotoraks: Uygulanan pozitif basınç intraplevral mesafedeki hava miktarını arttırabilir ve fatal sonuç doğurabilir.
- Bronkoplevral fistül
- Barotravma



- Amfizematöz hastalıklar
- Bronşit
- Kot fraktürü (48)

### **Tepe İspiratuar Basınç (Ppeak)**

İspirasyon esnasında meydana gelen maksimum basınçtır. İspirasyon sırasında ölçülen iki basıncın toplamıdır; havayolu direncine karşı gazı ilerletmek için gerekli basınç ile alveolleri dolduran gaz volümünün basıncının toplamıdır (49).

Hastanın akciğer ve göğüs duvarının direncinden, kompliyansından ve hastanın solunum sistemine giren gazın akım hızından etkilenir. Dinamik kompliyansın ( $C_D$ ) hesaplanmasında kullanılır (45). Barotravmadan kaçınmak için  $P_{peak} < 40 \text{ cmH}_2\text{O}$  olmalıdır.

### **Plato Basıncı (Pplato)**

Gaz akımının olmadığı periyotta hastanın akciğerlerinde TV sürdürülebilmesi için gerekli olan basınç miktarını gösterir. Statik kompliyansın ( $C_S$ ) ölçülmesinde kullanılır. Akciğer hastalığı olmayan bir hastada normal ventilasyon esnasında  $P_{peak}$ ,  $P_{plato}$ 'ya eşittir ya da hafifçe yüksektir. Her iki basınçta da aynı anda yükselme, TV artışına ya da kompliyans azalışına bağlı olabilir.  $P_{plato}$  değişmeden  $P_{peak}$  artar ise hava yolları direncine (Endotrakeal tüpün kıvrılması, bronkospazm, sekresyon, yabancı cisim aspirasyonu, hava yollarına bası vb.) veya akım hızında bir artışa bağlı olduğu düşünülebilir (45). Barotravmadan kaçınmak için  $P_{plato} < 30-35 \text{ cmH}_2\text{O}$  olmalıdır.

### **Pulmoner Kompliyans (Uyum)**

Pulmoner hastalık akciğerlerin fizyolojisini değiştirir, bu durum, solunum mekaniklerindeki değişimler olarak kendini gösterir. Bu nedenle, solunum mekaniklerinin ölçülmesi bir klinisyenin pulmoner hastalığın gidişatını yakından takip etmesini sağlar.

Solunum fizyolojisinde akciğer kompliyansı, akciğerlerin şişmeye istekliliğini ve elastans da akciğerin dinlenme pozisyonuna geri dönmeye istekliliğini tanımlar. Eğer kompliyans doğru bir şekilde ölçülecekse akışa direnç elimine edilmelidir. Bu, bir akış periyodunda basınç ve hacmin ölçülmesi ile elde edilir ve statik ölçümler adını alır. Bu nedenle kompliyans farklı akciğer hacimlerinde artmış basıncın statik ölçümleri yapılarak belirlenir ve inflasyon (şişme) veya deflasyon (sönme) esnasında yapılabilir (50).

Hem göğüs duvarı hem de akciğer, kompliyansı etkiler. Kompliyans azalmasına sert bir göğüs duvarı veya akciğer ya da her ikisi de neden olur (51) (Tablo 2).

**Tablo 2:** İnratorasik kompliyansı azaltan faktörler (52)

Göğüs duvarı kompliyansını azaltanlar	Akciğer kompliyansını azaltanlar
Obesite Asit varlığı Nöromusküler hastalık (Guillan-Barre, Steroid myopatisi ) Yelken göğüs Kifoskolyoz Fibrotoraks Pektus ekskavatum Göğüs duvarı tümörü Paralizi Skleroderma	Tansiyon pnömotoraks Mainstem entübasyon Dinamik hiperinflasyon Pulmoner ödem Pulmoner fibroz ARDS Langerhans hücreli histiositoz Hipersensitif pnömonit Konnektif doku hastalığı Sarkoidoz Kriptojenik organize pnömonit Lenfanjitik tümör

Yatan hastada kompliyansın belirlenmesi için klinisyenin inspiryum sonu alveolar basınç (Pplato), ekspiryum sonu alveolar basınç (P<sub>ex</sub>), oto-PEEP ve TV'ü bilmesi gereklidir.

Mekanik ventilasyondaki normal bir denekte kompliyans >50-100 mL/cmH<sub>2</sub>O olmalıdır (53)

Havanın akciğerlerin içerisine akması için, bir basınç gradyanı (ΔP) gelişmeli ve akciğerler ve göğüs duvarının elastik genişleme direncinin üstesinden gelmelidir. Bu yapılar konsantrik olarak düzenlenir ve elastik dirençleri de bu nedenle aditifdir.

Transpulmoner basınç gradyanı (ΔP) ile akciğer ve toraksta ortaya çıkan hacim artışı (ΔV) arasındaki ilişki, zamandan bağımsızdır ve total kompliyans (C<sub>T</sub>) olarak bilinir. C<sub>T</sub>, aşağıdaki denklemde olduğu gibi ifade edilir:

$$\text{Denklem 1: } C_T (\text{L/cmH}_2\text{O}) = \Delta V (\text{L}) / \Delta P (\text{cmH}_2\text{O})$$

Akciğer ve göğüs duvarının C<sub>T</sub>'ı aşağıdaki denkleme göre akciğerlerin (C<sub>L</sub>) ve göğüs duvarının (C<sub>CW</sub>) ayrı ayrı kompliyansı ile ilgilidir.

$$\text{Denklem 2: } 1/C_T = 1/C_L + 1/C_{CW} \text{ veya } (C_T = C_L \times C_{CW} / (C_L + C_{CW}))$$

Normalde C<sub>L</sub> ve C<sub>CW</sub>'nin her biri 0,2 L/cmH<sub>2</sub>O ya eşittir. Dolayısıyla, C<sub>T</sub> = 0,1 L/cm H<sub>2</sub>O' dur.

Klinik uygulamada sadece C<sub>T</sub> ölçülür ve C<sub>T</sub> hesaplaması için Ppeak mı yoksa Pplato mu kullanıldığına bağlı olarak dinamik ya da statik olarak ölçüm yapılabilir.

Pratik olarak, dinamik kompliyans Ppeak tarafından bölünen ve statik kompliyans da Pplato tarafından bölünen hacim değişimidir. Bu nedenle statik C<sub>T</sub> genellikle dinamik C<sub>T</sub>'den büyüktür. Bununla birlikte, eğer hasta PEEP almakta ise, torasik kompliyansın (yani kompliyans=verilen hacim/Ppeak veya Pplato-PEEP) hesaplanmasından önce bu basınç ilk önce Ppeak veya Pplato basıncından çıkarılmalıdır.

Alveoller bir sıvı tabakası ile hizalanır. Eğimli bir yüzeyin (alveoller, bronşioller ve bronşlar gibi) sıvı ile kaplanması bir yüzey gerilimi meydana getirir. Bu gerilim, atmosfere maruz kalan bu yüzey alanını mümkün olan en küçük hale getirme eğilimindedir. Akciğer veya alveoler hacim azaldıkça eğim derecesi ve retraktif yüzey gerilimi artar.

Laplace kanununa göre (denklem 3) alveoldeki basınç (P= cm<sup>2</sup> başına dyn) ortamdaki basınçtan yüksektir. Bu fark, alveolü kaplayan sıvının yüzey gerilimine (T=

cm başına dyn) ve alveolün yarıçapına (R= santimetre) dayalıdır. Bu ilişki aşağıdaki denklemde ifade edilmektedir:

$$\text{Denklem 3: } P = 2T / R$$

Yüzey gerilimi elastik dirence ve akciğerin retraktif kuvvetlerine katkıda bulunur. Alveoler sıvının yüzey gerilimi, su ve plazma gibi vücut sıvıları için normal değişim aralığının altında olan düzeylere ulaşabilir. Bir alveolün büyüklüğü azaldığında üzerindeki sıvının yüzey gerilimi, yarıçaptaki azalmadan daha büyük düzeyde düşer. Sonuç olarak, transmural basınç gradyanı ( $= 2T/R$ ) azalır. Bu, küçük alveollerin neden içeriklerini büyük alveollere deşarj etmediğini ve neden küçük alveollerin elastik geri çekilmelerinin büyük olanlardan daha düşük olduğunu açıklar.

Alveoler yüzey gerilimindeki değişiklikten sorumlu madde, alveollerdeki tip II pnömositler tarafından salgılanır ve sürfaktan adı verilen bir lipoproteindir. Alveol üzerini kaplayan sıvının yüzeyinde 50-Å kalınlığında bir film olarak yüzer. Alveol yüzeyi küçüldüğünde ve yüzeydeki sürfaktan konsantrasyonu arttığında yüzey indirgeyici basınç artar ve alveolü kaplayan sıvının yüzey gerilimine karşı koyar (54).

### **ARTERİYEL KAN GAZI ANALİZİ**

Arteriyel kan gazı (AKG) analizi, respiratuar ya da metabolik bozukluğu bulunan hastalarda tanı koymada ve tedavinin düzenlenmesinde yarar sağlamaktadır. Bununla birlikte sonuçların hastanın klinik durumu ile birlikte değerlendirilmesi zorunludur.

#### **Arteriyel Kan Gazı Analiz Endikasyonları**

- Metabolik asidoz ve alkalozun tanı ve takibi
- Solunum yetmezliği tipinin saptanması
- Verilen tedavinin etkinliğinin belirlenmesi
- Oksijen tedavisinin endikasyonu ve takibi
- Ani gelişen dispnenin sebebini araştırma (55).

#### **Arteriyel Kan Gazı Parametreleri**

##### ***Hidrojen İyonunun Negatif Logaritması (Ph)***

pH, asidoz ya da alkalozun kompanse olup olmadığını gösteren tek parametredir (56).  $pH < 7.35$  olursa dekompanse asidoz,  $> 7.45$  olursa dekompanse alkalozdan bahsedilir. Kompansasyon mekanizmaları nadiren tam kompansasyon sağlar ve asla aşırı kompansasyon olmaz (57)

##### ***Parsiyel Oksijen Basıncı (PaO<sub>2</sub>)***

Arteriyel kanda PaO<sub>2</sub>: 60-79 mmHg => Hafif hipoksemi, 40-59 mmHg => Orta Hipoksemi, <40 mmHg => Ağır Hipoksemi olarak adlandırılır. Hipoksi, alveollerde oksijenin kısmi basıncının azaldığını gösterir ve hipoksemisinin bir nedenidir.

##### ***Karbondioksit Parsiyel Basıncı (PaCO<sub>2</sub>)***

Alveoler ventilasyonun göstergesidir (58). Solunumsal asidoz ya da alkalozun saptanmasında en yararlı parametredir. Yüksek değerler respiratuar asidozu, düşük değerler respiratuar alkalozu gösterir. Arteriyel kanda PaCO<sub>2</sub> < 35 mmHg olmasına hipokapni (hipokarbi), >45 mmHg olmasına hiperkapni (hiperkarbi) adı verilir.

##### ***Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)***

Kan gazı analizi sonucunda iki değer verilir.

### ***Aktüel Bikarbonat***

(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> act) O anda hesaplanan gerçek bikarbonat değeridir. Artmış değerler metabolik alkalozu, azalmış değerler metabolik asidozu gösterir.

### ***Standart Bikarbonat (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> std)***

Normal PaCO<sub>2</sub> ve PaO<sub>2</sub> şartlarında kanda bulunması gereken bikarbonat değeridir. PaCO<sub>2</sub> normalden bikarbonattaki değişiklikler metabolik olaylar sonucu olmaktadır.

Standart bikarbonat, aktüel bikarbonattan düşükse solunumsal asidoz vardır. Standart bikarbonat, aktüel bikarbonattan büyükse solunum alkalozu vardır. Standart bikarbonat ve aktüel bikarbonat birbirine eşit, fakat normalden küçüklerse dekompanse metabolik asidoz vardır. Standart bikarbonat ve aktüel bikarbonat birbirine eşit, fakat normalden büyüklerse dekompanse metabolik alkaloz vardır (55, 57)

### ***Baz Fazlalığı (BE)***

Normal değeri: -2,5 ile +2,5 arasındadır. Metabolik sistemdeki bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkan baz fazlalığını gösterir. Baz fazlalığına bakılarak metabolik asidoz ya da alkaloz geliştiğine karar verilebilir. BE <-2.5 ise metabolik asidoz, BE >+2.5 ise metabolik alkalozdur (58). Ağır asidozda BE -10 mmol/L'nin altına düşer; ağır alkalozda ise +12 mmol/L'nin üzerine çıkar.

### ***Periferik Oksijen Saturasyonu (%SO<sub>2</sub>)***

Hızlı ve derin soluyan veya oksijenden zengin hava (%100 oksijen) soluyan bir hastada saturasyon %100'e yaklaşabilir.

**Tablo 3:** Normal arteriyel kan gazı değerleri

Parametre	pH	PO <sub>2</sub> (mmHg)	PCO <sub>2</sub> (mmHg)	sPO <sub>2</sub> (%)	HCO <sub>3</sub> st (mmHg)	HCO <sub>3</sub> act (mmHg)	BE
Normal Değer	7.35- 7.45	80-100	35-45	> 94	22-26	22-26	-2.5 /+2.5

pH: Hidrojen iyonunun negatif logaritması, PaO<sub>2</sub>: Parsiyel oksijen basıncı, PaCO<sub>2</sub>: Parsiyel karbondioksit basıncı, HCO<sub>3</sub>: Bikarbonat, BE: Baz açığı

### ***Kan Gazı Değerlendirilmesi***

1. pH'ya bakılarak alkalozun, kompanse ya da dekompanse asidozun tesbiti yapılır.
2. Olayın metabolik veya solunumsal olup olmadığına bakılır. pH düşüklüğünde ya PaCO<sub>2</sub> artmıştır (solunumsal asidoz) ya da HCO<sub>3</sub> azalmıştır (metabolik asidoz) (56).
3. Solunumsal patolojinin akut veya kronik olduğuna karar verilir. Metabolik bozukluklarda respiratuar mekanizma çok çabuk devreye girer. Solunumsal bozukluklarda ise renal kompensasyonla bikarbonat değişimi daha uzun sürer. Renal kompensasyon birkaç saat ile maksimum 4 gün arasında devreye girer. Akut bozukluklarda bikarbonattaki değişiklikler minimaldir. Kronik bozukluklarda ise daha fazladır (57).
4. Metabolik asidoz varsa anyon açığı hesaplanır. Normal koşullarda toplam anyon ve katyon miktarları birbirine eşittir. Ölçülemeyen anyonlar arttığında anyon açığı artar.

Anyon açığı (anyon gap) = Sodyum - (klor + bikarbonat) (104).

5. Solunum sisteminin metabolik bozukluğu yeterli kompanse edip etmediğine bakılır. Vücut metabolik asidoza solunumu artırarak cevap verir. CO<sub>2</sub> azalır. CO<sub>2</sub> ile bikarbonat arasında doğru orantılı bir ilişki vardır.

Doku hipoksisi, renal yetmezlik, hipoventilasyon gibi patolojik durumlar normal asit-baz dengesini bozar. Sistemlerden birinde anormallik olduğunda, diğer sistem pH değişikliklerini kompanse etmeye çalışacaktır.

AKG'ları gerek klinik, gerekse acil ve yoğun bakım hastalarında hayati önem taşıyan tanı ve tedavide yol gösterici bir tetkik yöntemidir. Hastaların tedavi ve takiplerinde, özellikle yoğun bakım hastalarının takibinde mutlaka kullanılması ve doğru değerlendirilmesi gerekir.

## REKRÜİTMENT

Ventilatör tedavisine bağlı akciğer hasarının önlenmesi için akciğer koruyucu mekanik ventilasyon tedavisinin temelini düşük tidal volum ile ventilasyon stratejisi oluşturur. Bunun yanında barotravmanın önlenmesi, akciğerdeki patolojinin hızla iyileşebilmesi ve yeterli oksijenlenmenin sağlanabilmesi için son yıllarda önerilmekte olan ve büyük oranda kabul görmüş diğer uygulama ise kapalı alveollerin açılması (rekrütment) ve açılan alveollerin yeniden kapanmasının önlenmesidir (derekrütment) (59).

Kapalı alveollerin açılabilmesi için temel olarak daha yüksek basınç veya hacimlerin uygulanması gerekmektedir. Halbuki yüksek hava yolu basınçları ve hacimleri uygulanmasının barotravma ve/veya volütravma, hemodinamik instabilite ve alveolokapiller hasar oluşturma potansiyeli olduğu bilinmektedir.

Rekrütment sağlanması için farklı teknikler ve uygulama şekilleri vardır:

**Yüksek sabit hava yolu basıncı uygulaması:** Rekrütment sabit ve yüksek bir basınç uygulandığında derhal gerçekleşen bir olay değildir. Tüm inspirasyon süresince oluşmaya devam etmektedir. Uygulanan inspiratuvar basınç düzeyi ve basıncın uygulanma süresi ile ilgilidir. Akciğerdeki patoloji ilerledikçe uygulanan basıncın ve uygulama süresinin artırılması gerekmektedir. Kollabe havayollarının açılması için daha düşük basınçlar yeterli olurken kollabe olan alveollerin açılması için daha yüksek basınçların uygulanması gerekmektedir. Çeşitli klinik ve deneysel araştırmalarda başarılı olduğu tesbit edilen rekrütment basınçları 30-60 cmH<sub>2</sub>O arasında değişmektedir. Rekrütment sağlandıktan sonra herhangi bir sebeple ventilatörden ayrılması gereken hastalarda ve oksijen saturasyonu değerlerinde kalıcı düşüşler oluşan hastalarda rekrütment manevrası tekrarlanmalıdır.

Başarılı rekrütment manevrasının temel özelliği olan oksijenlenmedeki iyileşmenin 15 dakika ile 4 saat sürelerle devam ettikten sonra yavaş yavaş ortadan kalktığı çeşitli araştırmalarda gözlenmiştir. Bu durumun rekrütment sonrasında uygulanan PEEP değerlerinin standardize edilmemesine ve nisbeten düşük olmasına bağlı olduğu belirtilmektedir. Deneysel ARDS modellerinde rekrütment manevrasının etkinliği çok belirgin olmasına ve %50'lere kadar yükselmesine karşın, ARDS'li hastalarda rekrütment manevrası ile kapalı alveollerin ancak % 6' sının açılabilmesi gösterilmiştir. Derekrütment da tüm ekspiryum boyunca yavaş yavaş gerçekleşen bir olaydır (60).

Genel olarak araştırmacılar rekrütment manevrası sırasında uygulanan basınç değerleri ve zamanları hakkında detaylı olarak bilgi verirken inspire edilen gaz

karışımları hakkında herhangi bir bilgi vermemektedir. Bununla birlikte sık karşılaşılan durum %100 oksijen kullanımınıdır. Teorik bir problem olarak yüksek konsantrasyonda oksijen kullanılması ( $FiO_2 > 0.70$ ) sıklıkla hipoventile olan akciğer ünitelerinde absorpsiyon atelektazisine neden olur. Mekanik ventilasyonda kullanılan gaz karışımının kana geçiş hızının akciğere inspire edilen oksijen konsantrasyonundan fazla olması durumu absorpsiyon atelektazisini kaçınılmaz kılabilir. Benzeri problemler teorik olarak rekrutment manevrası sırasında ortaya çıkması muhtemeldir. Bu durumdan kaçınmak için rekrutment manevrası uygulamasında yeterli basınçta, yeterli sürede ve mümkün olan en düşük oksijen konsantrasyonunda gaz karışımı kullanılmalıdır (61).

**Yüksek frekanslı osilasyonlu ventilasyon [High frequency oscillatory ventilation (HFOV)]:** Yüksek basınçlı rekrutment manevraları geleneksel mekanik ventilasyondan önce HFOV sırasında kullanılmıştır. Akciğer koruyucu mekanik ventilasyon uygulamasının temel olan küçük tidal volüm uygulaması HFOV’da zaten geçerli olan bir uygulama olup 1-3 mL/kg arasında tidal volumler uygulanmaktadır (62).

**Tepe alveol basıncının aralıklı olarak yükseltilmesi (Sigh):** Akciğer koruyucu mekanik ventilasyon stratejisine uygun olarak düşük tidal volümlerle mekanik ventilasyon uygulaması başlangıç rekrutment manevrası yapılmış olsa bile derekrutment’in çok kısa sürede oluşumuna neden olmaktadır. Derekrutment’a engel olunması için oldukça yüksek PEEP değerlerinin kullanılması ya da alveollerin ekspiryumda kapanmasına engel olacak kadar ekspiryum fazının kısaltılması gerekir. Ancak yüksek PEEP değerlerinin sürekli uygulanmasının en azından sağlıklı alveollerde aşırı gerilime neden olma olasılığı mevcuttur ve bu hasar artışına yol açabilir. Dolayısıyla düşük tidal volüm stratejisi ile birlikte yetersiz PEEP değerleri uygulandığında, rekrutment uygulanmış olsa bile kısa süre içerisinde derekrutment oluşması kaçınılmazdır. Düşük tidal volüm ve nispeten yüksek PEEP uygulanan hastalarda aralıklı olarak dakikada 3 kez plato basıncını 45 cmH<sub>2</sub>O ya çıkaracak şekilde Sigh uygulanarak oksijenlenme artışı, karbondioksit atılımı, akciğer ve solunum sistemi elastansı, şant fraksiyonu, ekspiryum sonu akciğer hacimleri açısından daha iyi sonuçlar sağlanabilir (63).

**Prone pozisyon:** Prone pozisyonun akut akciğer hasarı ve akut solunum distressi sendromu [Akut Lung Injury (ALI), Akut Respiratory Distress Syndrom (ARDS)] hastalarının % 50-78’ inde oksijenlenmenin iyileşmesini sağladığı bilinmektedir. Bunun nedeni ventilasyon/perfüzyon oranı düşük olan alanların ve şant fraksiyonunun azalmasıdır. Bunu sağlayan mekanizmalardan birisi daha önceden kollabe olan dorsal akciğer alanlarının açılması yani rekrutment’in sağlanmasıdır. Ayrıca anatomik nedenler ile prone pozisyona geçildikten sonra kollabe olan ventral akciğer segmentleri, açılması sağlanan akciğer segmentlerinden çok daha azdır. Supin pozisyonda alveolar kollaps ventralden dorsale doğru olduğu gibi kraniyalden sefale doğru artmaktadır. Dolayısı ile dorso-kaudal bölgelerin rekrutment’i için ve derekrutment’in önlenmesi için daha yüksek basınçlı rekrutment manevrası ve PEEP uygulanması gerekmektedir. Prone pozisyonun ARDS modellerinde PEEP gereksinimini azalttığı da açıktır (64, 65).

Başarılı rekrutment manevrasının göstergesi Parsiyel oksijen basıncı / İnspiratuvar oksijen fraksiyonu ( $PaO_2/FiO_2$ ) oranının 300 mmHg değerine ulaşmasıdır. Yapılan çalışmalarda ideal rekrutment sonrasında şant fraksiyonunun %10’un altına inmesi gerektiğini, bu durumda da  $PaO_2 > 450$  mmHg olduğunu

belirtmişlerdir. Rekrutment uygulaması açısından önemli noktalar ya da kriterler şunlardır; ALI veya ARDS tanısı konulmuş hastada erken dönemde rekrutment manevrası içeren bir ventilasyon stratejisine geçilmelidir. ALI veya ARDS ventilasyonu sırasında derekrutment olasılığına ilişkin bulgu varsa uygulanmalıdır. Kan gazı değerlendirilmesinde PaO<sub>2</sub>'nin düşmesi veya daha yönlendirici olarak PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranının 300'ün altına veya bazal değerinin %10 altına inmesi bir zamanlama kriteri olarak kullanılabilir.

Endotrakeal sekresyonların aspirasyonu veya başka bir gerekçe ile hastanın yapay solunum devresinden ayrılması ile hava yolunun atmosfer basıncı ile karşılaşması rekrutment manevrası gerektiren bir zamandır. Alveollerin ventilasyon süresince açılıp kapanmalarına ilişkin krepatasyon benzeri solunum seslerinin varlığı rekrutment manevrası için zamanlama kriteri olabilir. Akciğer grafisinde veya bilgisayarlı tomografide akciğerlerde buzlu cam ya da yamalı infiltrasyon görünümü varlığı ile beraber PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> oranının 300'ün altında olması gereklidir.

Volüm kontrollü ventilasyonda plato basıncın bazal değerine göre yükselmesi veya basınç kontrollü ventilasyonda bazal değerine göre soluk hacminin azalması rekrutment manevrası zamanlaması konusunda uyarıcı olabilir. Doğal olarak burada hava yolu obstrüksiyonu veya sekresyon varlığı gibi diğer spesifik nedenler ayırt edilmelidir. Yüksek FiO<sub>2</sub> gerektiren akut hadiselerde yüksek FiO<sub>2</sub> kullanılması sonrası (FiO<sub>2</sub>=1,0) oluşmuş absorpsiyon atelektazisine engel olmak üzere rekrutment manevrası kullanılabilir.

Hipotansif bir dönem yaşayan veya şoktan geçen mekanik ventilasyon uygulanan olgularda bu süreç sonrası rekrutment manevrasına gereksinim olabilir. Nöromusküler bloker kullanılan olgularda nöromusküler blok ventilasyonu bozarak altta kalan akciğer alanlarında atelektazi oluşumuna neden olabileceğinden, nöromusküler bloker kullanımını takiben rekrutment manevrasına gereksinim oluşabilir. Uzun süreli genel anestezi uygulanan olgular bu gruba girebilir.

Morbid obezlerin anestezisi sırasında PEEP'in solunum fonksiyonlarını iyileştirdiği bildirildiğinden bu hasta grubunun genel anestezi uygulamalarında rekrutment manevrasına gereksinim olabilir (66, 67).

**Rekrutment yapılmaması gereken durumlar;** Hemodinamik durumu çok bozuk olan, akciğerinde kist veya bül bulunan, akciğerinden hava kaçağı bulunan hastalardır.

### **EŞİT ORANLI MEKANİK VENTİLASYON (EOMV):**

İ/E oranının tersine döndürülmesi ile yani geleneksel yöntem olan 1:2 veya 1:3 oranlarından farklı olarak 1:1 veya daha büyük oranlarla değiştirilmesinin alveolar rekrutment ve daha iyi PaO<sub>2</sub> düzeyleri sağladığını gösteren çalışmalar vardır. Bu yöntemde daha yüksek P<sub>mean</sub> ve daha düşük P<sub>peak</sub> değerleri elde edilmektedir. 1970'lerde hyalen membran hastalığı için neonatal yoğun bakım servislerinde kullanılmaya başlanan bu yöntem, 1980'lerde ciddi arteriyel hipokseminin görüldüğü ARDS tedavisi için yetişkin yoğun bakımlarına adapte edilmiştir. Son 25 yıldır yetişkin ARDS hastaların da geleneksel yöntemlere göre daha düşük P<sub>peak</sub> değerleri ile daha yüksek PaO<sub>2</sub> değerleri sağlayan alternatif ventilasyon tekniği olarak TOMV kullanımı giderek artmaktadır. Bu yöntem basınç ve volüm kontrollü modlarda uygulanabilir.

1:1 ve daha büyük oranlar genel olarak TOMV olarak isimlendirilir. Fakat 1:1 oranlı ventilasyon için EOMV ismi yangın olarak kullanılmaktadır.

Volüm kontrollü modda İ/E 1:1 ve daha fazla değerlere yükseltilerek aynı volüm ile daha düşük akım hızları elde edilebilir. Veya inspiryum sonu pause süresi eklenerek alveollerin şişirilmiş olarak beklemesi ve rekrutment'i sağlanabilir.

İnspiryum süresinin uzamasının sonucu olarak ekspiryum süresi azalır ve sonucunda akciğerler tam boşalamayabilir. Bunun sonucu olarak akciğer normal volümüne dönemez ve intrinsik PEEP (PEEPi) oluşabilir. Bu durumda daha yüksek basınç değerleri ile akciğer hasarı meydana gelebilir. TOMV da Pmean değerlerinin artışı avantaj olmasına rağmen, PEEPi oluşması durumunda total basınç artışı dezavantaj haline gelebilir. Bu nedenle akciğer mekaniklerinin yakın takibi gerekir. Basınç kontrollü TOMV uygulamasında da CO<sub>2</sub> retansiyonu için dikkatli olmak gerekir.

Pmean değeri transpulmoner basıncın majör belirleyicilerindendir. Yüksek transpulmoner basınç havayollarının açılmasını sağlayarak alveoler recruit'i sağlar, kanın intrapulmoner şantını azaltarak daha iyi arteriyal oksijenasyon sağlar. TOMV da oksijenasyondaki iyileşmenin majör sebebi transpulmoner basıncın artışı ve alveoler rekrutmenti sağlamasıdır.

Uzamış inspiryum süresi ve intratorasik basınç artışı nedeni ile venöz dönüş ve kardiyak indeks azalabilir. Fakat ciddi hemodinamik bozukluk yaptığına dair bir veri yoktur.



## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma için, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 24/06/2014 tarih ve 60116787-020/39558 sayılı yazısı ile onay alınmıştır. Hastalara bilgi verilip, yazılı ve sözlü onayları alınmıştır.

Prospektif olarak yaptığımız bu çalışmada 24 Haziran 2014–30 Aralık 2014 tarihleri arasında Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Genel Cerrahi Kliniğinde bariatrik cerrahi amacı ile laparoskopik olarak cerrahiye alınan bilgilendirilmiş ve onamı alınmış, Amerikan Anestezistler Birliği (ASA) sınıflamasına göre I. ve II. grubuna giren, majör obstruktif veya restriktif akciğer hastalığı olmayan 18-65 yaş arası VKI 40-50 arasında olan 60 hasta alınmıştır. Bunlar rastgele sayılar tablosu kullanılarak 3 gruba ayrılmıştır.

### Gruplar:

[Grup K (Kontrol) n:20, Grup E (EOMV-İnspiratuar pause) n:20, Grup R (Rekrutment) n:20] anestezi indüksiyonundan sonra Volüm Kontrollü Mod'da Bazal ventilasyon 8 mL/kg TV (DVA'na göre hesaplanarak), 12 sol dk, PEEP 5 cmH<sub>2</sub>O, FiO<sub>2</sub>: %50 olarak ayarlandı. Vaka süresince PetCO<sub>2</sub> düzeyleri 35–40 mmHg düzeylerinde tutulacak şekilde dakika solunum sayısı değiştirildi.

**Grup 1: Kontrol Grubu (n:20):** Bu grupta İ/E = 1:2, Cs ölçümü yapabilmek için inspiratuar pause süresi anestezi cihazının izin verdiği minimal pozitif değer olan %5 olarak ayarlandı.

**Grup 2: Eşit Oranlı Mekanik Ventilasyon Grubu (n:20):** Bu grupta İ/E = 1:1, inspiratuar pause süresi %35 olarak ayarlandı.

**Grup 3: Rekrutment Grubu (n:20):** Bu grupta İ/E = 1:2, Cs ölçümü yapabilmek için inspiratuar pause süresi anestezi cihazının izin verdiği minimal pozitif değer olan %5 olarak ayarlandı. Entübasyondan hemen sonra başlanarak vaka boyunca rekrutment manevrası 20 dk'da bir uygulandı.

### Gereç ve Yöntem:

Operasyon odasına alınan hastalara standart EKG, noninvasiv kan basıncı ve pulse oksimetre monitörizasyonu uygulandı. Tüm hastalardan anestezi indüksiyonu öncesi oda havasında AKG alındı. Operasyondan önce, el üzeri veya önkoldan 18 gauge anjioket ile damar yolu açılarak intravenöz (iv) 2 mg midazolam ile premedike edildiler. Preoksijenasyonu takiben anestezi indüksiyonu her üç grupta da 1 µg/kg remifentanil, 2 mg/kg-propofol ve 0,6 mg/kg rokuronyum ile sağlandı. Endotrakeal entübasyon sonrası anestezi idamesine 1 MAC (Minimum Alveoler Konsantrasyon) sevofluran, FiO<sub>2</sub> %50 olacak şekilde O<sub>2</sub>/hava karışımı ve 0,15-0,25 µg/kg/dk remifentanil infüzyonu ile devam edildi. Pozisyona bağlı olarak gelişebilecek hipotansiyonu engellemek için ters trendelenburg pozisyonu öncesinde hastaya hesaplanan sıvı ihtiyacına ek olarak 500 cc kristaloid ile ekstra volüm yüklendi. İndüksiyonu takiben hastalara kan gazı analizi için intra-arteriyel kanülasyon uygulandı, nazogastrik kateter takılarak mide içeriği aspire edildi. Anestezi sırasında mekanik ventilasyon GE Datex-Ohmeda Avance marka anestezi cihazıyla uygulandı.

Tüm hastalara nötral supin pozisyonda Veress iğnesi yoluyla CO<sub>2</sub> insüflasyonu başlatıldı. 13 mmHg basınca ulaşılan kadar insüflasyona devam edilerek pnömoperitonyum oluşturuldu. Umbilikustan 10 mm'lik ana trokar girildi. Ardından hastalara 15° baş yukarıda (ters-trendelenburg) pozisyon verildi. Ek olarak 3 adet daha trokar girilerek toplam 4 trokar aracılığı ile işleme başlandı. Pnömoperitonyum, ana trokar aracılığıyla, tüm cerrahi işlem boyunca 13 mmHg basınçta sabit tutulacak şekilde sürdürüldü.

Hastaların vital bulguları [KAH, sistolik arter basıncı (SAB), diastolik arter basıncı (DAB) ve ortalama arter basıncı (OAB)] ve oksijen satürasyonu değerleri; T<sub>0D</sub>, T<sub>20D</sub>, T<sub>40D</sub>, T<sub>60D</sub>, T<sub>80D</sub> ve T<sub>100D</sub> olacak şekilde entübasyonu takiben her yirmi dakikada bir kaydedildi.

Hastaların solunum fonksiyon testleri solunum devresinde y konnektör üzerinden anestezi cihazının spirometrisi ile yapıldı. Hastanın entübe olduğu süre boyunca hava yolu basıncı (P<sub>peak</sub>, P<sub>plato</sub>, P<sub>mean</sub>) ve statik kompliyans değerleri 20 dakikalık aralıklarla kaydedildi. Birinci kayıt (T<sub>0D</sub>) 1. ve 2. Grupta entübasyondan hemen sonra, 3. grupta entübasyonu takiben uygulanan ilk rekrutment manevrasının hemen ardından yapıldı. Takiben her yirmi dakikada bir olacak şekilde T<sub>20D-100D</sub> olarak spirometri verileri kaydedildi.

Hastaların arteriyel kan gazı değerlendirmeleri; preoperatif induksiyon öncesi (T<sub>P</sub>), induksiyondan 60 dakika sonra (T<sub>60D</sub>), 100. dakika (T<sub>100D</sub>), postoperatif 4. saatte (T<sub>4S</sub>) ve postoperatif 6. saatte (T<sub>6S</sub>) olarak 5 farklı zamanda arteriyel kan gazı enjektör ile radial arterden 2 cc kan alınarak yapıldı.

Kalp atım hızının 50 atım/dk'nın altında olması bradikardi, ortalama arter basıncının başlangıca göre %25'ten fazla düşmesi hipotansiyon, artması hipertansiyon olarak değerlendirildi. Bradikardinin 0,5 mg iv atropin, hipotansiyon sıvı yüklemesi ve 5-10 mg iv efedrin ile tedavi edilmesi, hipertansiyon için gereksinime göre 100-200 µg nitrogliserin bolus dozları uygulanması, operasyon boyunca kullanılan toplam atropin, efedrin ve nitrogliserin miktarı ve uygulama zamanının not edilmesi planlandı.

İntraoperatif nöromuskuler blok düzeyinin takibi ve ek nöromuskuler bloker ihtiyacının belirlenmesi için Dörtlü Uyarı [Train Of Four (TOF)] yöntemi kullanıldı.

Zor entübasyon ve zor havayolu yönetimi sorunlarının sık yaşandığı bir grubu oluşturan bu hastalarda operasyon sonunda kas gevşetici etkisi 2 mg/kg Sugammadex ile antagonize edildi.

Operasyon sonunda tüm hastalar anestezi sonrası bakım ünitesine bilinçli, ekstübe edilmiş ve spontan soluyarak kabul edildiler. Burada yapılan TOF ölçümleri ile rezidüel blok açısından değerlendirildiler. Post-op ağrı kontrolü amacıyla hastalara 1 mg/kg dozunda diklofenak sodyum im uygulandı. Takiben 0,1 mg/kg/saat pethidine İV infüzyonuna başlandı.

#### **Araştırılan Parametreler**

1. Demografik veriler: Yaş, cinsiyet, ağırlık, boy, VKİ, ASA grubu.
2. Vital bulgular: KAH, kan basıncı, SpO<sub>2</sub>.
3. Arteriyel kan gazı:
  - T<sub>P</sub>: Pre operatif
  - T<sub>60D</sub>: Entübasyon sonrası 60. dk
  - T<sub>100D</sub>: Entübasyon sonrası 100. dk
  - T<sub>4S</sub>: Post op 4. saat
  - T<sub>6S</sub>: Post op 6. Saat
4. Spirometri değerleri: T<sub>0D-100D</sub> Entübasyon sonrası 20 dk aralıklarla. Son ölçüm nötral pozisyonda ve pnömoperitonyum sonlandırılmış olarak.

#### **Çalışma Dışı Bırakılma Kriterleri**

1. Hastanın çalışmaya onay vermemesi
2. Solunum sistemi hastalığı
3. Kalp yetmezliği ve koroner arter hastalığı

4. Karaciğer ve böbrek fonksiyon testleri herhangi bir nedenle preoperatif dönemde bozuk bulunan hastalar
5. Koagülopati öyküsü
6. Periferik arter hastalığı
7. Vazokonstrüktör ilaç kullanımı
8. Laparoskopik cerrahiyi güçleştiren girişim (mide cerrahisi uygulanmış olması vb.)
9. Laparoskopik başlanan ve laparotomiye dönülen vakalar
10. Operasyon salonunda ekstübe olmasını engelleyecek PetCO<sub>2</sub> değerinin olması
11. VKI <40, >50 olması
12. Modifiye Allen Testinin negatif olması
13. Hipotansif hastalar

### **Verilerin İstatistiksel Analizi**

Yapılan güç analizi sonucunda, çalışmaya 60 kişi alındığında (her grup için 20 kişi) %95 güvenle %95 güç elde edileceği hesaplanmıştır. Veriler SPSS paket programıyla analiz edildi. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma ve kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak verildi. Parametrik test varsayımları sağlandığında gruplar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Varyans Analizi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise gruplar arası farklılıkların karşılaştırılmasında Kruskal Wallis Varyans Analizi kullanıldı. Bağımlı grup karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi; parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Friedman Testi kullanıldı.

## BULGULAR

Çalışmaya her gruba 20'şer kişi dahil edilerek 3 grupta 60 kişi alındı. Çalışmaya katılan kişilerin yaş ortalamaları 37,8 (SD =8,1), kiloları ortalama 128,0 kg (SD= 17,9), ortalama boyları 168,2 cm (SD=9.11 ), ortalama İVA değerleri 61,6 kg/m<sup>2</sup> (SD= 9,4), ortalama DVA 88,2 kg/m<sup>2</sup> (SD=12,4 ), ortalama VKİ 44,7 kg/m<sup>2</sup> (SD=3,1 ) bulunmuştur. Olguların 30 tanesi ASA 1.grupta (%50), 30 kişi ASA 2.grupta değerlendirilmiştir. Gruplar arasında demografik veriler açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır (Tablo 4).

**Tablo 4:** Hastaların demografik verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

DEĞER		ÇALIŞMA GRUPLARI			P DEĞERİ
		KONTROL	EOMV	REKRÜİMENT	
Yaş		39.3	37.8	36.3	0.52*
Cinsiyet	Erkek	9	5	8	0.39**
	Kadın	11	15	12	
Kilo (kg)		127.3	123.1	133.8	0.09***
Boy (cm)		167.0	165.6	172.1	0.09***
İBW (kg/m <sup>2</sup> )		60.7	59.5	64.6	0.24***
DVA (kg/m <sup>2</sup> )		87.3	84.9	92.3	0.10***
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )		45.3	43.7	45.1	0.25***
ASA	1	9	13	8	0.24**
	2	11	7	12	

\* =ANOVA

\*\* =Ki-kare

\*\*\* =Kruskal-Wallis

**Tablo 5:** Vital değerlerin karşılaştırılması

Kalp Atım Hızı (KAH), Saturasyon, Sistolik Arter Basıncı (SAB), Diyastolik Arter Basıncı (DAB), Ortalama Arter Basıncı (OAB) düzeylerinin gruplar arası karşılaştırılması

MONİTÖR VERİLERİ		ÇALIŞMA GRUPLARI						P değeri
		KONTROL		EOMV		REKRÜTMENT		
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	
T <sub>0D</sub>	KAH	89,35	15,16	85,10	6,36	81,50	9,06	<b>0,016</b>
	SAT	98,95	1,19	98,95	1,27	99,15	1,04	0,846
	SAB	116,45	18,46	113,45	15,44	113,20	20,29	0,860
	DAB	67,80	10,89	67,80	13,93	61,20	13,14	0,343
	OAB	84,90	13,81	84,60	14,74	79,80	20,78	0,883
T <sub>20D</sub>	KAH	86,00	11,95	87,50	10,85	79,80	13,80	0,175
	SAT	98,65	1,30	99,00	1,52	99,10	0,85	0,389
	SAB	120,75	19,26	103,75	15,59	99,80	15,12	<b>0,001</b>
	DAB	75,00	16,46	63,20	9,55	58,80	13,72	<b>0,009</b>
	OAB	95,00	16,37	77,25	11,75	74,20	19,11	<b>0,001</b>
T <sub>40D</sub>	KAH	90,00	7,85	84,10	10,12	79,60	12,72	<b>0,007</b>
	SAT	98,40	1,84	99,00	1,622	99,45	0,60	0,145
	SAB	119,70	17,41	102,65	12,82	97,00	17,07	<b>0,000</b>
	DAB	69,75	12,97	59,65	8,041	56,00	5,46	<b>0,000</b>
	OAB	89,90	16,54	75,70	11,98	72,60	11,45	<b>0,001</b>
T <sub>60D</sub>	KAH	88,20	8,44	82,65	10,60	80,60	13,71	0,081
	SAT	99,00	1,37	98,90	1,33	99,40	0,50	0,786
	SAB	114,95	15,03	108,05	12,21	103,00	21,58	0,132
	DAB	66,45	8,72	64,15	11,11	58,00	14,92	0,143
	OAB	84,85	10,42	80,20	11,53	75,40	20,81	0,121
T <sub>80D</sub>	KAH	83,15	5,98	80,25	8,78	75,40	14,29	0,206
	SAT	99,05	0,826	99,25	1,33	99,60	0,50	0,096
	SAB	117,40	12,47	109,15	10,24	99,00	17,42	<b>0,002</b>
	DAB	69,50	7,72	63,40	7,97	55,60	12,33	<b>0,003</b>
	OAB	88,20	9,05	78,80	7,79	73,00	17,05	<b>0,002</b>
T <sub>100D</sub>	KAH	78,90	9,12	78,70	8,04	73,20	19,17	<b>0,020</b>
	SAT	99,10	1,55	99,15	1,46	99,65	0,48	0,718
	SAB	117,90	7,50	106,80	13,53	104,60	17,93	<b>0,032</b>
	DAB	71,80	9,60	61,25	7,43	59,60	9,98	<b>0,001</b>
	OAB	88,25	8,25	77,95	10,00	75,80	14,77	<b>0,003</b>

Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır.

EOMV=Eşit Oranlı Mekanik Ventilasyon

T<sub>0D</sub>'de alınan monitör verilerinden KAH gruplar arasında anlamlı fark gösterirken (P=0,016), saturasyon, sistolik arter basıncı (SAB), diyastolik arter basıncı (DAB), ortalama arter basıncı (OAB) değerlerinde gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05).

Grupların 6 farklı zamanda bakılan KAH, saturasyon, SAB, DAB, OAB değerleri karşılaştırıldığında T<sub>20D</sub> ve T<sub>80D</sub>. monitör kayıtlarında SAB, DAB ve OAB; T<sub>40D</sub> monitör kayıtlarında KAH, SAB, DAB ve OAB; T<sub>100D</sub> monitör kayıtlarında KAH, DAB ve OAB değerlerinde gruplar arasındaki fark anlamlıdır (p>0,05).

T<sub>40D</sub>'de kaydedilen DAB ve SAB değerleri Rekrutment grubunda önemli ölçüde düşük bulunmuştur (p<0,05). Son aşamada da SAB, DAB, OAB EOMV ve Rekrutment grubunda Kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur.

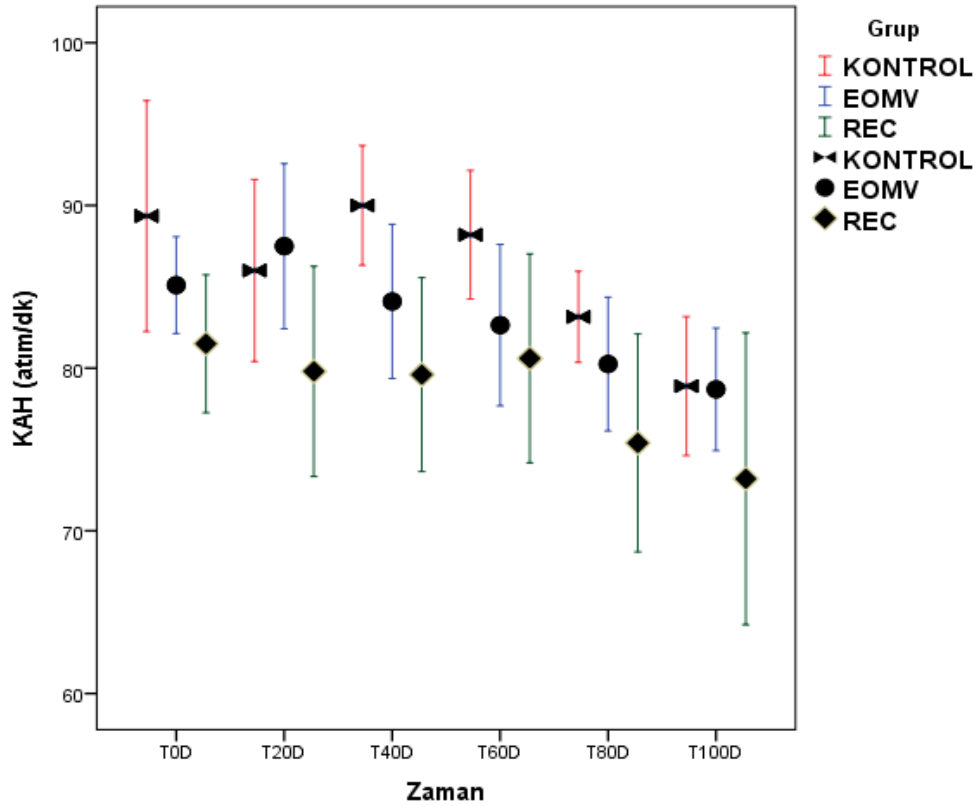
**Tablo 6:** Gruplar arasında anlamlı fark bulunan monitör verilerinin ikili karşılaştırması

MONİTÖR VERİLERİ		P değeri*	Kontrol-EOMV **	Kontrol-Rekrüt.**	EOMV-Rekrüt.**
T <sub>0D</sub>	KAH	0,016	0,054	0,013	0,090
T <sub>20D</sub>	SAB	0,001	0,020	0,000	0,551
	DAB	0,009	0,035	0,002	0,480
	OAB	0,001	0,002	0,001	0,663
T <sub>40D</sub>	KAH	0,007	0,020	0,002	0,827
	SAB	0,000	0,001	0,000	0,175
	DAB	0,000	0,002	0,000	0,142
	OAB	0,001	0,004	0,001	0,914
T <sub>80D</sub>	SAB	0,002	0,024	0,001	0,128
	DAB	0,003	0,019	0,002	0,082
	OAB	0,002	0,003	0,004	0,231
T <sub>100D</sub>	KAH	0,020	0,903	0,017	0,014
	SAB	0,032	0,003	0,115	0,828
	DAB	0,001	0,001	0,001	0,664
	OAB	0,003	0,001	0,013	0,515

\* Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır

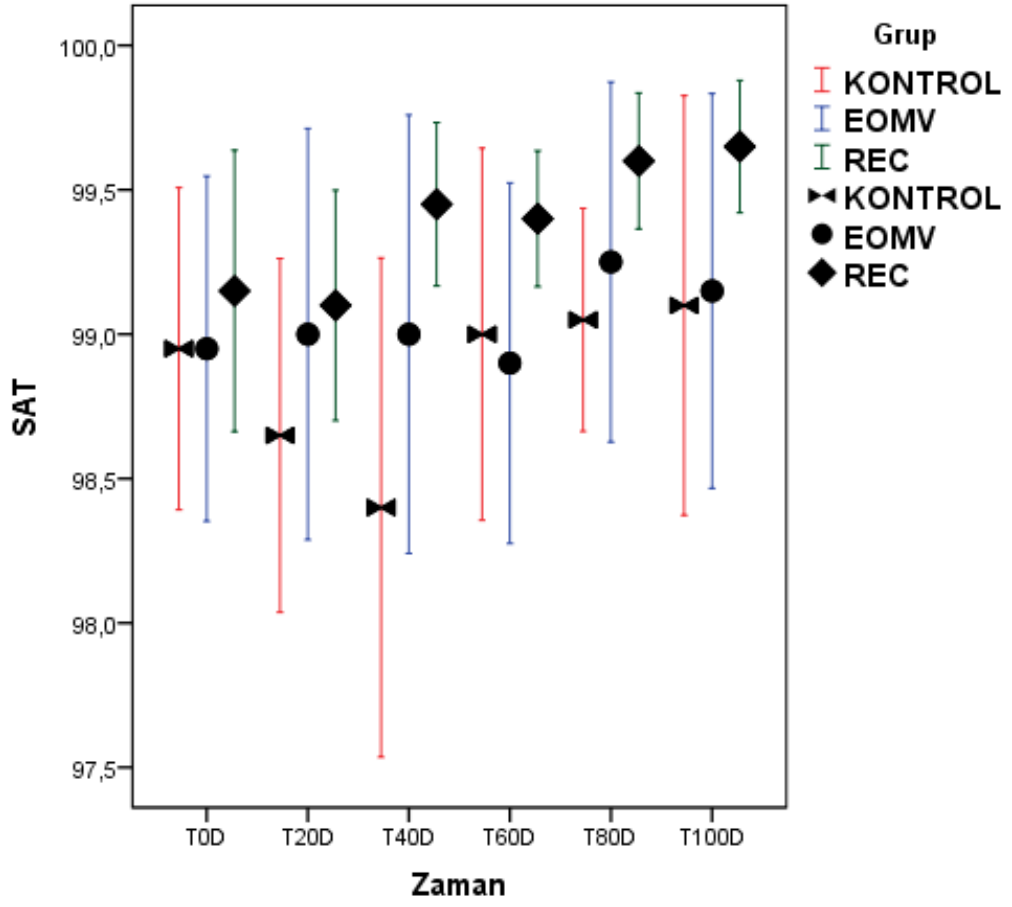
\*\* Analizler Mann-Whitney U testi ile yapılmıştır.

3 grup arasında anlamlı fark olan monitör değerleri ikili karşılaştırıldığında EOMV ve Rekrütment grubu arasında farkın az olduğu buna karşın EOMV–Kontrol ve Rekrütment–Kontrol arasında anlamlı farklar olduğu görülmektedir.



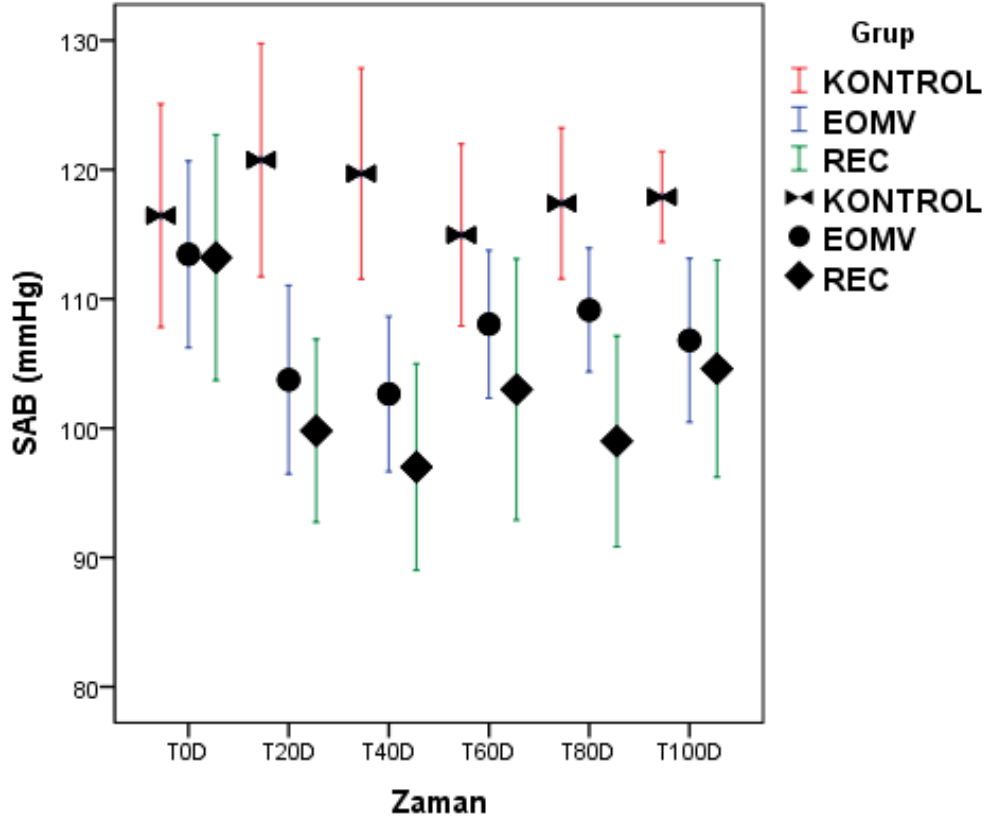
**Şekil 1:** KAH gruplar arası karşılaştırılması

Rekrutment grubunda KAH değerleri diğer gruplara göre düşük seyretmiştir.

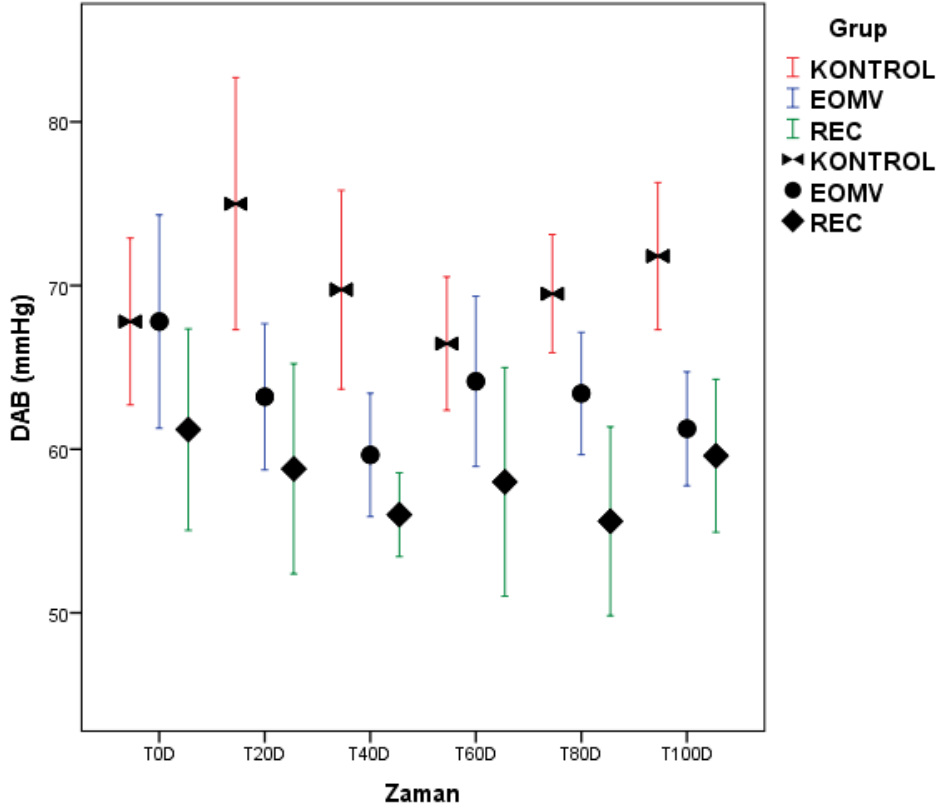


şekil 2: SAT gruplar arası karşılaştırılması

Saturasyon değerlerinde gruplar arasında anlamlı fark oluşmamıştır.



Şekil 3: SAB gruplar arası karşılaştırılması

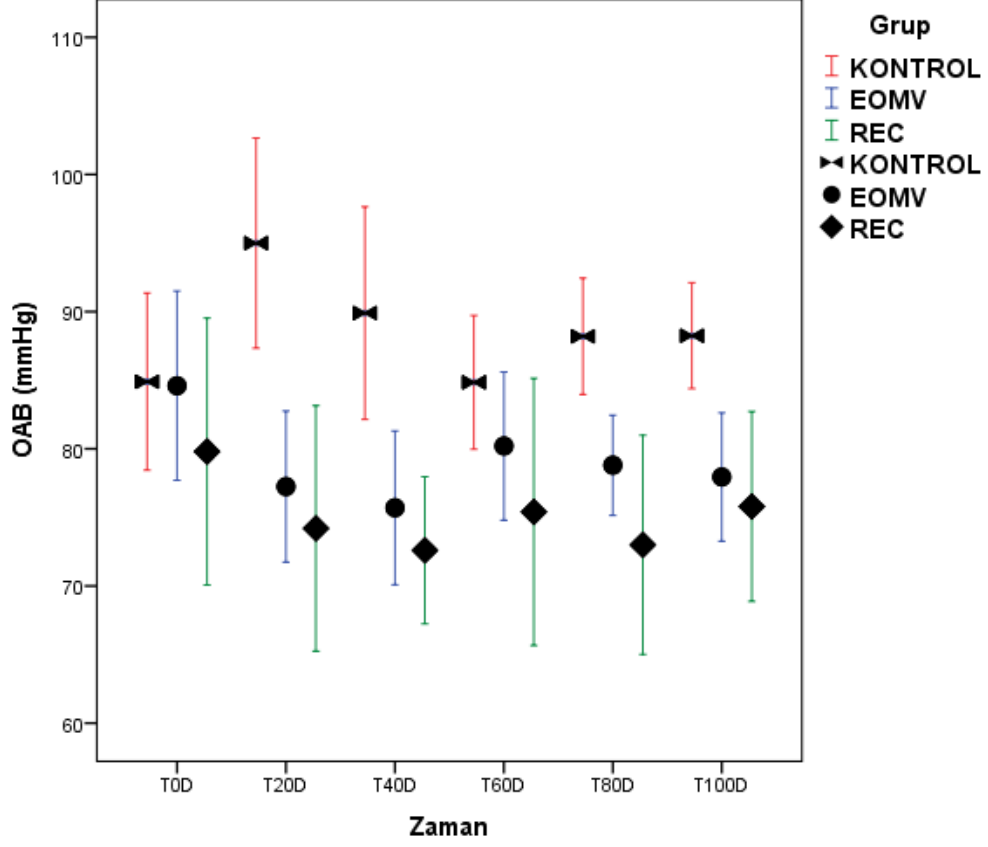


Şekil 4: DAB gruplar arası karşılaştırılması



T<sub>0D</sub> SAB'lerde Şekil 3'te görüldüğü üzere gruplar arasında fark yok iken, devamında EOMV ve Rekrutment grupları Kontrol grubuna göre düşük seyretmiştir.

Şekil 4'te görüldüğü üzere DAB'larında giriş değerlerinde fark yok iken, devam ölçümlerinde EOMV ve Rekrutment grupları Kontrol grubuna göre düşük seyretmiştir.



Şekil 5: OAB gruplar arası karşılaştırılması

Şekil 5 te görüldüğü üzere OAB'ında giriş değerlerinde fark yok iken, devam ölçümlerinde EOMV ve Rekrutment grupları Kontrol grubuna göre düşük seyretmiştir.

**Tablo 7:** Spirometri verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

[Pik Basınç (PPEAK), Plato Basıncı (PPLATO), Ortalama Basınç (PMEAN), Kompliyans (KOMP)]

SPIROMETRİ DEĞERLERİ		ÇALIŞMA GRUPLARI						P Değeri
		KONTROL		EOMV		REKRÜTMENT		
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	
T <sub>0D</sub>	PPEAK	22,95	2,52	22,65	4,475	22,80	2,46	0,995
	PPLATO	19,45	2,30	17,65	3,297	19,00	2,59	0,342
	PMEAN	11,25	1,55	11,75	1,713	9,20	1,19	<b>0,000</b>
	KOMP	37,15	8,54	45,70	13,792	44,20	13,25	0,205
	KOMP%	100,00	0,00	100,00	0,000	100,00	0,00	1,000
T <sub>20D</sub>	PPEAK	25,95	3,53	24,20	3,91	21,20	4,83	<b>0,007</b>
	PPLATO	20,85	4,97	19,50	3,28	17,80	4,27	0,099
	PMEAN	12,15	1,13	12,35	1,46	9,20	1,64	<b>0,000</b>
	KOMP	35,75	13,03	39,50	10,69	41,20	9,82	0,117
	KOMP%	94,72	22,10	88,97	15,99	96,13	15,20	0,479
T <sub>40D</sub>	PPEAK	26,85	3,82	25,90	4,02	23,20	3,39	<b>0,010</b>
	PPLATO	21,70	4,53	20,45	2,96	19,20	3,27	0,064
	PMEAN	12,35	1,42	13,40	1,72	10,40	0,82	<b>0,000</b>
	KOMP	33,10	9,15	37,00	7,30	41,80	9,69	<b>0,047</b>
	KOMP%	88,45	9,91	84,90	16,72	99,45	23,68	<b>0,027</b>
T <sub>60D</sub>	PPEAK	26,75	3,72	25,15	2,97	25,00	4,67	0,138
	PPLATO	21,45	4,34	19,75	2,51	21,40	4,28	0,144
	PMEAN	12,30	1,86	13,05	1,09	10,80	1,76	<b>0,000</b>
	KOMP	33,30	9,07	37,60	6,90	37,00	11,57	0,291
	KOMP%	89,27	11,64	86,91	19,94	85,68	17,65	0,589
T <sub>80D</sub>	PPEAK	25,35	4,66	25,25	3,52	26,00	2,97	0,801
	PPLATO	20,05	5,32	20,10	2,59	21,80	2,28	0,307
	PMEAN	11,40	1,53	13,25	1,61	11,20	0,76	<b>0,000</b>
	KOMP	36,50	13,10	36,35	7,02	34,60	5,05	0,847
	KOMP%	95,93	15,27	83,48	16,61	85,09	27,30	0,100
T <sub>100D</sub>	PPEAK	21,95	3,48	22,80	2,54	23,80	3,57	0,511
	PPLATO	18,20	2,35	15,55	4,58	17,00	1,89	0,077
	PMEAN	10,85	1,87	13,25	4,14	10,40	1,04	<b>0,000</b>
	KOMP	38,20	8,58	48,95	13,30	47,05	10,76	<b>0,003</b>
	KOMP%	103,84	13,58	108,57	8,24	109,90	16,53	0,775

Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır.

T<sub>100D</sub>'de Rekrutment ve EOMV'da kompliyans anlamlı olarak daha yüksektir. Kontrol grubunda ise düşük kalmıştır. Rekrutment ve EOMV arasında anlamlı fark yoktur.

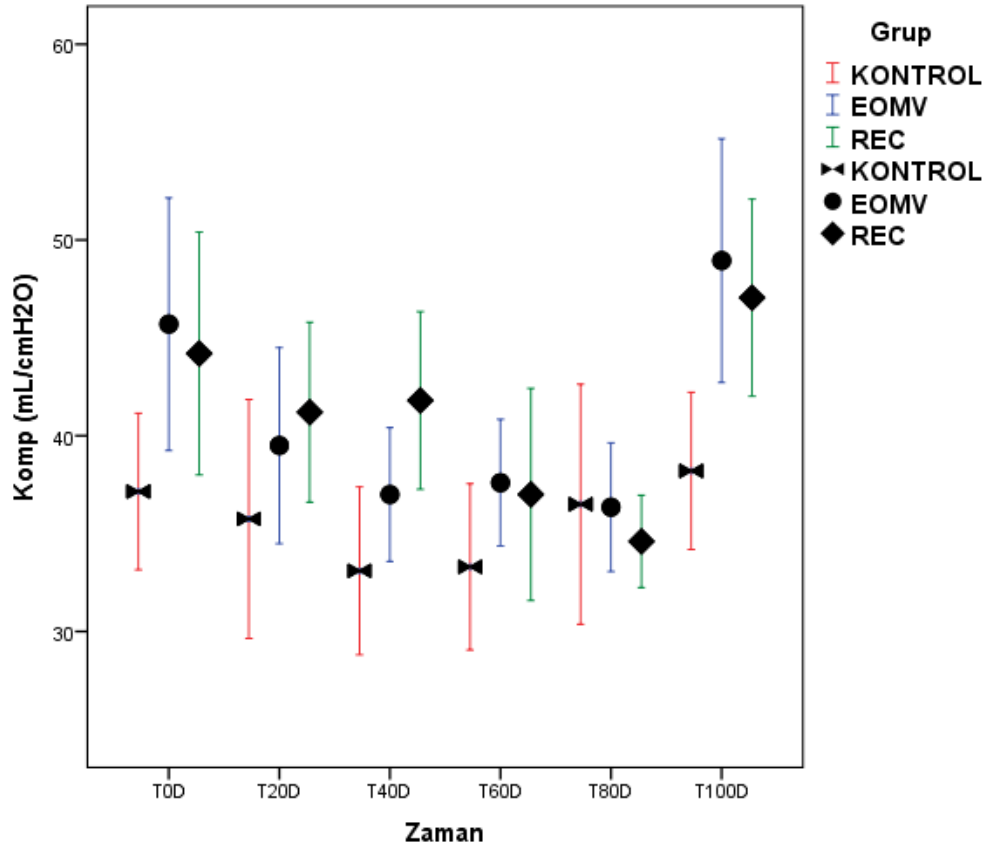
T<sub>40D</sub>'de kompliyans değeri kontrol grubuna göre diğer gruplarda yüksek seyretmiştir. En yüksek kompliyans değerleri Rekrutment grubunda gözlenmiştir. Rekrutment ve Kontrol arasında anlamlı fark vardır.

**Tablo 8:** Gruplar arasında anlamlı fark bulunan spirometri değerlerinin ikili karşılaştırması

SPIROMETRİ DEĞERLERİ		P Değeri*	KONTROL-EOMV **	KONTROL-REKRÜT.**	EOMV-REKRÜT.**
T <sub>0D</sub>	PMEAN	0,000	0,306	0,000	0,000
T <sub>20D</sub>	PPEAK	0,007	0,205	0,002	0,057
	PMEAN	0,000	0,650	0,000	0,000
T <sub>40D</sub>	PPEAK	0,010	0,371	0,002	0,071
	PMEAN	0,000	0,021	0,000	0,000
	KOMP	0,047	0,210	0,017	0,174
	KOMP%	0,027	0,480	0,022	0,023
T <sub>60D</sub>	PMEAN	0,000	0,005	0,035	0,000
T <sub>80D</sub>	PMEAN	0,000	0,001	0,059	0,000
T <sub>100D</sub>	PMEAN	0,000	0,000	0,690	0,000
	KOMP	0,003	0,005	0,003	0,673

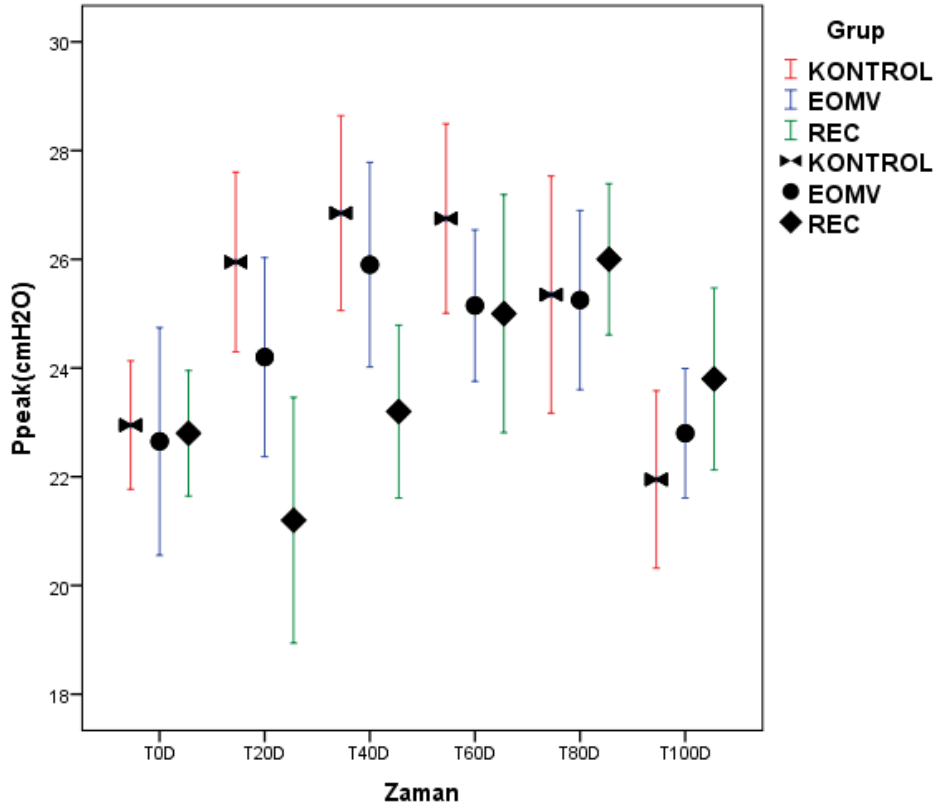
\* Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır.

\*\* Analizler Mann-Whitney U testi ile yapılmıştır.

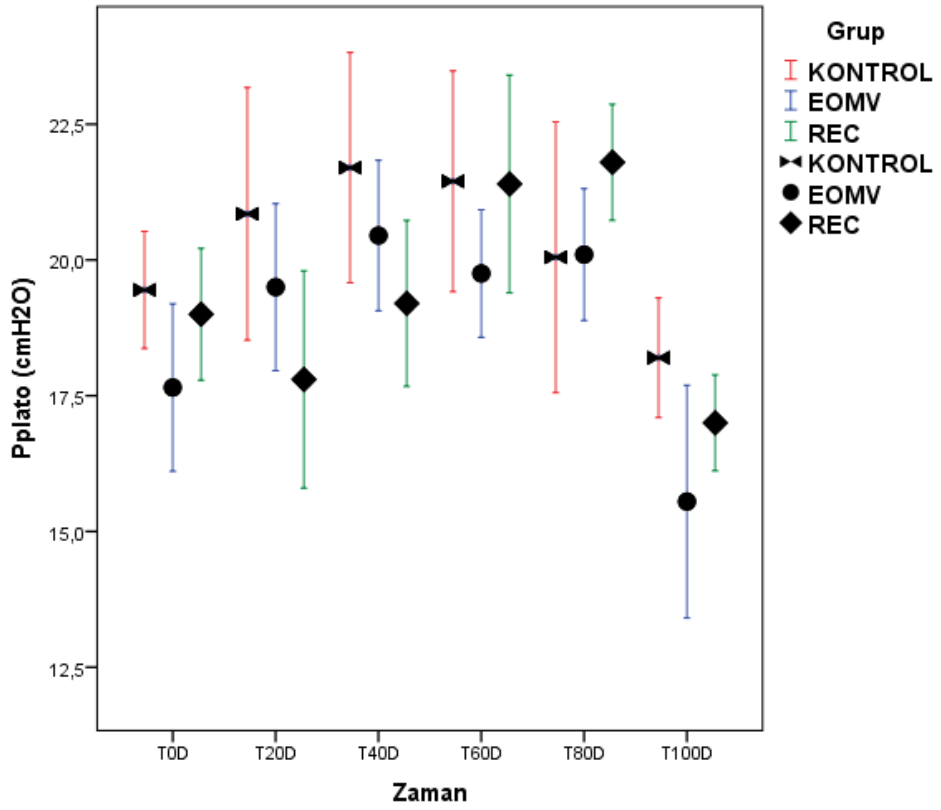


**Şekil 6:** Kompliyans değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

T<sub>40D</sub> ve T<sub>100D</sub>'deki kompliyans değerlerinin gruplar içi farklılıkları Tablo 8'de detaylandırılmıştır. Çalışma grupları içerisinde başlangıçta kompliyanslar birbirinden farklı değil iken, süreçte Rekrutment grubunda yüksek seyretmiş, T<sub>40D</sub>'de fark anlamlı hale gelmiş, süreç sonunda T<sub>100D</sub>'de ise kontrol grubuna göre EOMV ve Rekrutment grupları yüksek olarak sonlanmıştır.



Şekil 7: Ppeak değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

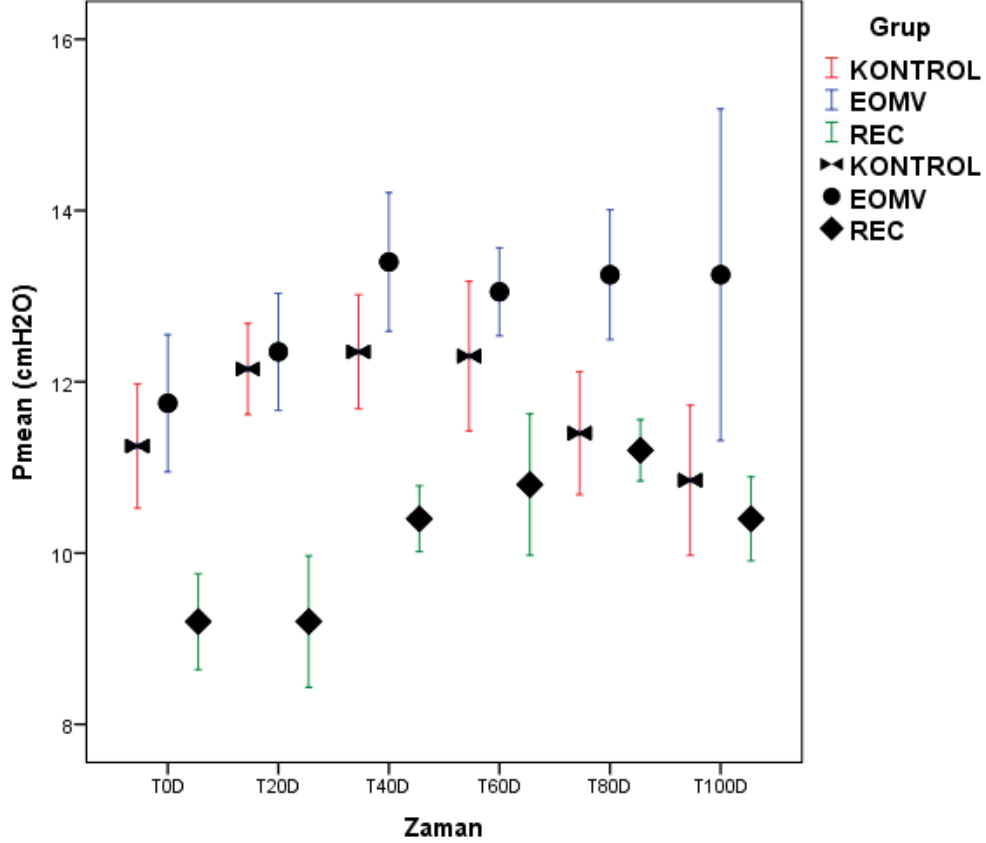


Şekil 8: Pplato değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Ppeak değerleri T<sub>20D</sub> ve T<sub>40D</sub>'de anlamlı farklılık göstermiştir. Gruplar arası ayrı ayrı değerlendirildiğinde sadece Rekrutment ve Kontrol grubu arasındaki farklılık anlamlı p değerlerine sahiptir. T<sub>20D</sub> ve T<sub>40D</sub>'de Rekrutment grubu kompliyansa da elde ettiği artı değere bağlı olarak beklediği şekilde düşük Ppeak değerleri elde etmiştir. Diğer aşamalarda anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05).

T<sub>0D</sub>-T<sub>20D</sub>-T<sub>40D</sub>-T<sub>60D</sub>-T<sub>100D</sub>'de EOMV grubunda Pplato değerleri kontrol grubuna göre daha düşük görülmesine rağmen anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05).

T<sub>0D</sub>-T<sub>20D</sub>-T<sub>40D</sub>-T<sub>100D</sub>'de Rekrutment grubunda Pplato değerleri kontrol grubuna göre daha düşük olmasına rağmen anlamlı bir fark saptanmamıştır (p>0,05).



**Şekil 9:** Pmean değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

T<sub>0D</sub>-T<sub>20D</sub>-T<sub>40D</sub>-T<sub>60D</sub>'de Rekrutment grubunda Pmean anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur.

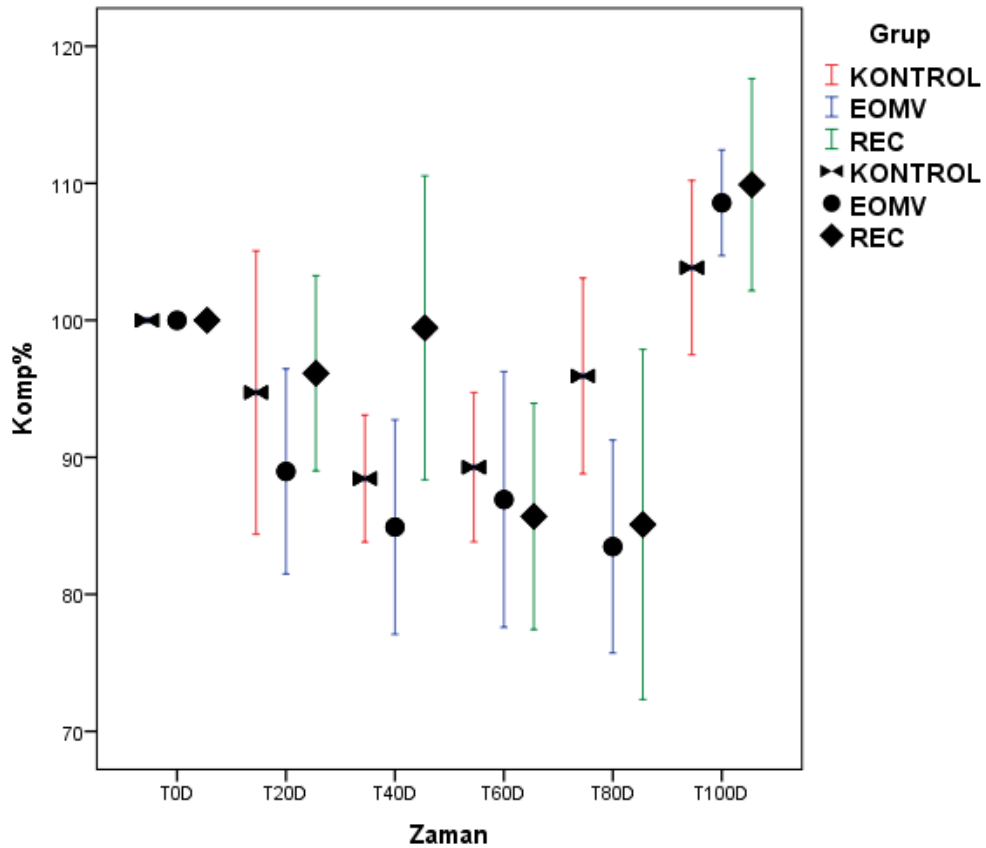
EOMV grubunda yonteme dayalı olarak beklediği şekilde Pmean değerleri Rekrutment grubundan anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur. Fakat kontrol grubuna göre anlamlı bir fark saptanmamıştır.

**Tablo 9:** Kompliyans oranlarının gruplar arası karşılaştırılması

	ÇALIŞMA GRUPLARI						P Değeri
	KONTROL		EOMV		REKRÜTMENT		
	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	
T <sub>0D</sub>	100,00	0,000	100,00	0,000	100,00	0,000	1,000
T <sub>20D</sub>	94,72	22,10	88,97	15,99	96,13	15,20	0,479
T <sub>40D</sub>	88,45	9,91	84,90	16,72	99,45	23,68	0,027
T <sub>60D</sub>	89,27	11,64	86,91	19,94	85,68	17,65	0,589
T <sub>80D</sub>	95,93	15,27	83,48	16,61	85,09	27,30	0,100
T <sub>100D</sub>	103,84	13,58	108,57	8,24	109,90	16,53	0,775

KOMP% (T<sub>0D</sub>'de ölçülen kompliyans değerine göre diğer zamanlarda elde edilen kompliyans değerlerinin oranları)

Vaka sonunda nötral pozisyonda ve pnömoperitonyum sonlandırılmış halde yapılan ölçümlerde kompliyans değerlerinin başlangıç değerlerine oranlarının karşılaştırmasında %108,57 ile EOMV ve %109,9 ile Rekrütment grubu Kontrol grubuna göre daha yüksek değerler elde etmiş. T<sub>20D</sub>-T<sub>40D</sub>-T<sub>60D</sub>-T<sub>80D</sub>'de ölçülen değerlerde pnömoperitonyum uygulanan zamanlarda kompliyans değerlerinin üç grupta düşüş gösterdiği görülüyor.



**Şekil 10:** KOMP% oranlarının gruplar arası karşılaştırılması

Uygulamanın başlangıcında PaO<sub>2</sub> değerleri birbirine yakın iken uygulama sürecinde bütün gruplarda PaO<sub>2</sub> değerleri yükselmiş ancak Rekrütment grubunda bu

yükseliş diğerlerinden daha fazla olmuştur. Uygulama sonrası yapılan ölçümlerde de Rekrütment grubu anlamlı şekilde diğer gruplardan yüksek PaO<sub>2</sub> değerleri vermiştir.

Bütün aşamalarda gruplar arasında pH'nın farklı olmadığı tespit edilmiştir. PaO<sub>2</sub> tüm aşamalarda gruplar arasında farklı çıkmıştır.

**Tablo 10:** Kan gazı değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

Kan Gazı düzeyleri		ÇALIŞMA GRUPLARI						P değeri
		KONTROL		EOMV		REKRÜTMENT		
		Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	
T <sub>P</sub>	PH	7,41	0,01	7,41	0,02	7,41	0,02	0,813
	PaO <sub>2</sub>	90,55	10,60	87,05	9,67	95,40	7,58	<b>0,018</b>
	PaO <sub>2</sub> %	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	1,000
	PaCO <sub>2</sub>	36,55	2,13	36,02	2,00	36,55	1,31	0,317
	SAT	96,97	1,32	96,76	1,21	97,22	0,70	0,391
T <sub>60D</sub>	PH	7,40	0,03	7,40	0,02	7,40	0,03	0,976
	PaO <sub>2</sub>	166,05	25,15	166,35	28,14	187,85	25,33	<b>0,014</b>
	PaO <sub>2</sub> %	185,48	33,43	194,33	46,47	198,02	29,78	0,307
	PaCO <sub>2</sub>	39,20	2,60	36,41	2,32	38,00	2,57	<b>0,005</b>
	SAT	99,47	0,24	99,32	0,42	99,62	0,24	<b>0,027</b>
T <sub>100D</sub>	PH	7,38	0,02	7,39	0,02	7,38	0,02	0,385
	PaO <sub>2</sub>	172,25	29,06	181,55	29,33	207,55	9,49	<b>0,000</b>
	PaO <sub>2</sub> %	192,25	36,23	211,57	45,86	218,53	15,70	0,110
	PaCO <sub>2</sub>	39,23	2,93	37,38	2,58	38,19	2,01	0,111
	SAT	99,435	0,31	99,53	0,53	99,77	0,05	<b>0,001</b>
T <sub>4S</sub>	PH	7,41	0,02	7,41	0,02	7,41	0,02	0,649
	PaO <sub>2</sub>	97,90	6,189	94,80	9,92	110,75	9,28	<b>0,000</b>
	PaO <sub>2</sub> %	109,02	9,41	109,06	4,39	116,32	8,18	<b>0,001</b>
	PaCO <sub>2</sub>	36,79	2,09	34,96	3,00	36,41	1,73	<b>0,014</b>
	SAT	98,04	0,70	97,34	0,94	97,89	0,77	<b>0,034</b>
T <sub>6S</sub>	PH	7,40	0,01	7,40	0,02	7,41	0,01	0,361
	PaO <sub>2</sub>	96,65	5,74	95,10	9,92	109,45	8,72	<b>0,000</b>
	PaO <sub>2</sub> %	107,67	9,65	109,42	4,73	115,04	8,74	<b>0,004</b>
	PaCO <sub>2</sub>	38,56	1,67	36,59	2,34	37,75	1,33	<b>0,006</b>
	SAT	97,88	0,75	97,40	0,95	97,90	0,69	0,109

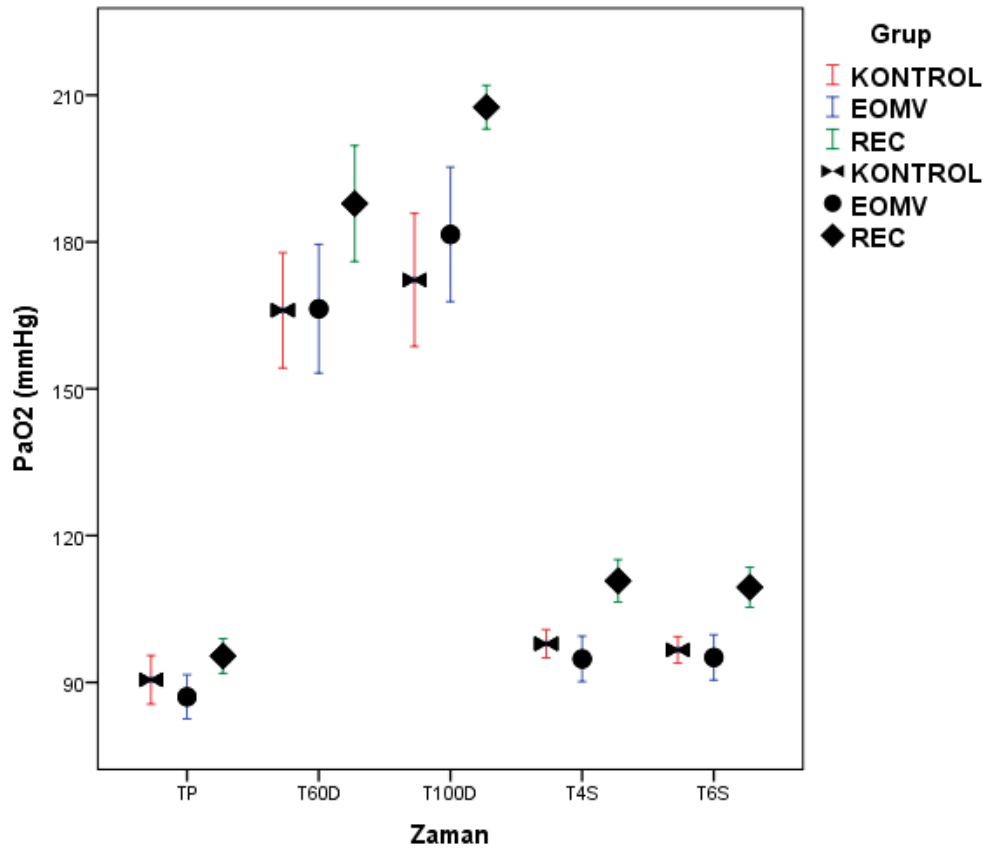
Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır.

**Tablo 11:** Gruplar arasında anlamlı fark bulunan kan gazı değerlerinin ikili karşılaştırması

Kan Gazı düzeyleri	P değeri*	EOMV-KONTROL**	KONTROL-REKRÜİT.**	EOMV-REKRÜİT.**
<b>T<sub>P</sub></b> PaO <sub>2</sub>	<b>0,018</b>	0,175	0,143	<b>0,005</b>
<b>T<sub>60D</sub></b> PaO <sub>2</sub>	<b>0,014</b>	1,000	<b>0,009</b>	<b>0,015</b>
PaCO <sub>2</sub>	<b>0,005</b>	<b>0,001</b>	0,214	<b>0,048</b>
SAT	<b>0,027</b>	0,324	<b>0,046</b>	<b>0,015</b>
<b>T<sub>100D</sub></b> PaO <sub>2</sub>	<b>0,000</b>	0,198	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>
SAT	<b>0,001</b>	0,105	<b>0,000</b>	<b>0,010</b>
<b>T<sub>4S</sub></b> PaO <sub>2</sub>	<b>0,000</b>	0,116	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
PaO <sub>2</sub> %	<b>0,001</b>	0,433	<b>0,004</b>	<b>0,001</b>
PaCO <sub>2</sub>	<b>0,014</b>	<b>0,011</b>	0,772	0,013
SAT	<b>0,034</b>	<b>0,015</b>	0,514	0,054
<b>T<sub>6S</sub></b> PaO <sub>2</sub>	<b>0,000</b>	0,343	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>
PaO <sub>2</sub> %	<b>0,004</b>	0,086	<b>0,005</b>	<b>0,011</b>
PaCO <sub>2</sub>	<b>0,006</b>	<b>0,004</b>	0,115	<b>0,030</b>

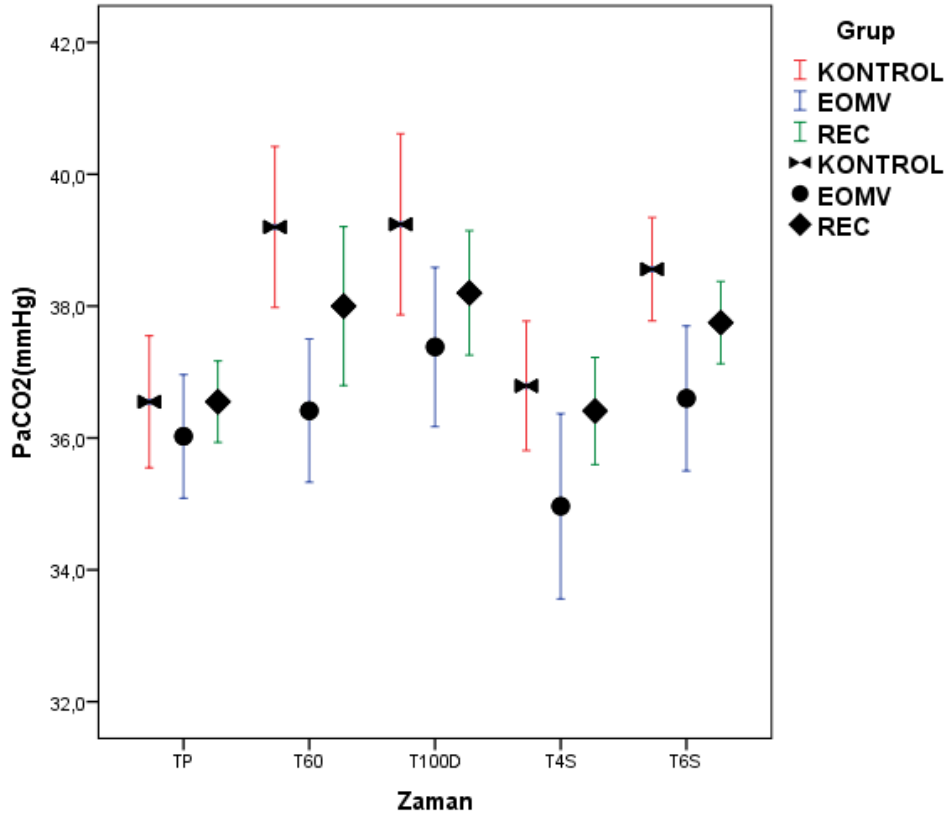
\* Analizler Kruskal-Wallis ile yapılmıştır.

\*\*Analizler Mann-Whitney U testi ile yapılmıştır.

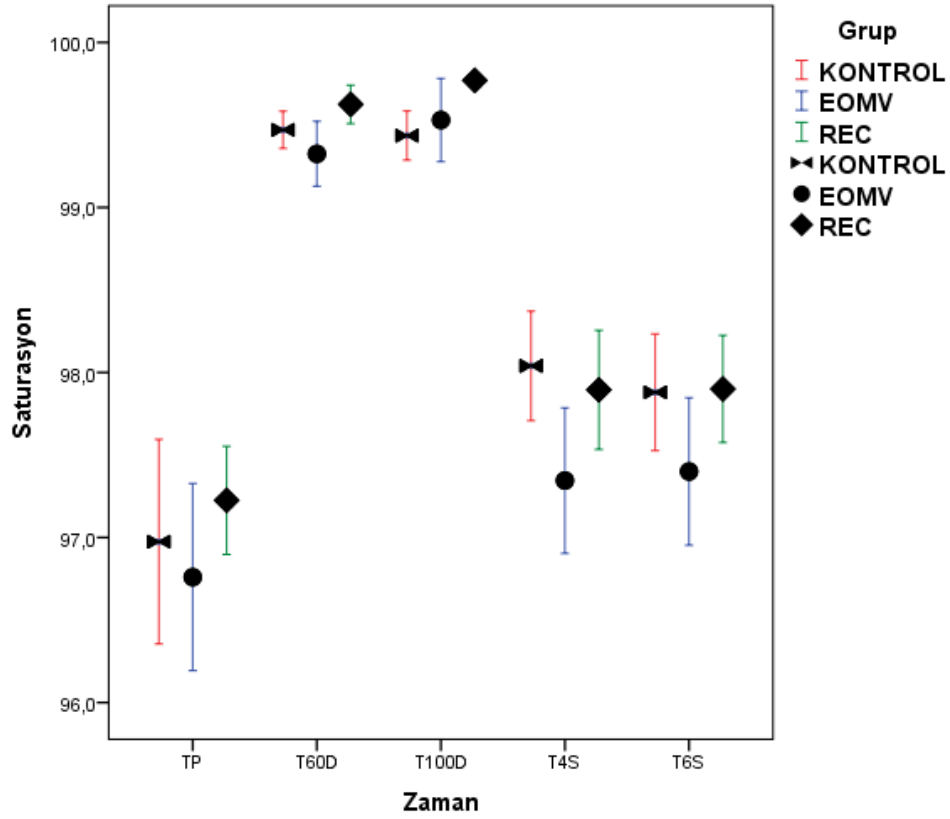


**Şekil 11:** PaO<sub>2</sub> değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması





Şekil 12: PaCO<sub>2</sub> değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması



Şekil 13: Satürasyon değerlerinin gruplar arası karşılaştırılması

EOMV de karbondioksit atılımı ile ilgili bir sorun görülmemiştir. Diğer gruplar ile karşılaştırıldığında retansiyon bulgusu yoktur. Tüm zamanlarda EOMV grubunda daha düşük PaCO<sub>2</sub> düzeyleri saptanmıştır.

**Tablo 12:** %PaO<sub>2</sub> oranlarının gruplar arası karşılaştırılması  
(T<sub>P</sub>'de ölçülen PaO<sub>2</sub> değerine göre diğer zamanlarda elde edilen PaO<sub>2</sub> değerlerinin oranları)

	ÇALIŞMA GRUPLARI						P değeri
	KONTROL		EOMV		REKRÜİTMENT		
	Ortalama	SD	Ortalama	SD	Ortalama	SD	
T <sub>P</sub>	100,00	0,000	100,00	0,00	100,00	0,00	1,000
T <sub>60D</sub>	185,48	33,43	194,33	46,47	198,02	29,78	0,307
T <sub>100D</sub>	192,25	36,23	211,57	45,86	218,53	15,70	0,110
T <sub>4S</sub>	109,02	9,41	109,06	4,39	116,32	8,18	<b>0,001</b>
T <sub>6S</sub>	107,67	9,65	109,42	4,73	115,04	8,74	<b>0,004</b>

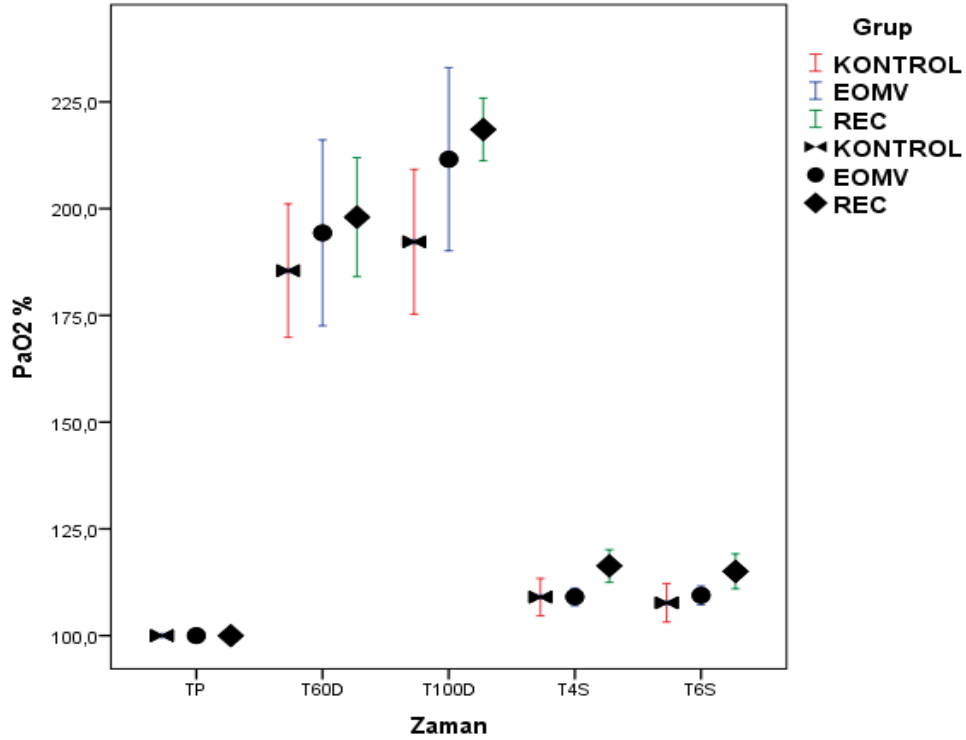
T<sub>60D</sub> ve T<sub>100D</sub>'de EOMV ve Rekrütment grubunda % PaO<sub>2</sub>'lerin Kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu fakat p değerlerinin >0,05 olduğu, T<sub>4S</sub> ve T<sub>6S</sub>'de % PaO<sub>2</sub>'lerin gruplar arasında anlamlı şekilde farklı olduğu gözlenmiştir.

Grupların ikili karşılaştırmalarına bakıldığında;

EOMV ve Kontrol grubu arasında T<sub>4S</sub> (p=0,433) ve T<sub>6S</sub> (p=0,086) aşamalarda fark olmadığı gözlenmiştir.

Rekrütment–Kontrol grubu arasında T<sub>4S</sub> (p=0,004) ve T<sub>6S</sub> (p=0,005) aşamalarda ve EOMV–Rekrütment arasında T<sub>4S</sub> (P=0,001) ve T<sub>6S</sub> (P=0,011) aşamalarda anlamlı fark olduğu gözlenmiştir.

Toplamda gruplar arası farklılığın aşağıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi Rekrütment grubundan kaynaklandığı tespit edilmiştir.



**Şekil 14:** %PaO<sub>2</sub> oranlarının gruplar arası karşılaştırılması

## TARTIŞMA

Bariyatrik cerrahi girişimler; mide rezervuarının küçültülerek kalori alımının sınırlandırıldığı kısıtlayıcı girişimler ve ince bağırsağın uzunluğunun azaltıldığı malabsorptif girişimler olarak ikiye ayrılabilir. Bizim çalışma grubumuzu oluşturan hastalara mide rezervuarı küçültücü cerrahi uygulanmıştır. Obez hastaların cerrahiye hazırlığı, obezitenin getirdiği muhtemel riskler ve yandaş hastalık varlığı dikkate alınarak yapılmalıdır. Başarılı bir cerrahi yaklaşım ve sonuç için preanestezik değerlendirme, ideal anestezik ajan ve ventilasyon stratejilerinin seçimi, postoperatif analjezinin uygun yapılması son derece önemlidir (68).

Morbid obezite cerrahisinde pozisyon cerrahin tercihine göre değişebilir; ancak laparoskopik obezite cerrahisi genellikle, modifiye litotomi pozisyonunda (Lloyd-Davis: Kalça ekleminden abduksiyon ve diz ekleminden fleksiyon) ve ters trendelenburg pozisyonunda gerçekleştirilir. Bizim çalışmamızda Kalça ekleminden adduksiyon ve ters trendelenburg uygulanmıştır. Diyafram hareket azlığı ve fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC) azalmasına rağmen obezler laparoskopik işlemleri iyi tolere etmektedir. Laparoskopik gastroplasti yapılan obezlerde analjezik ihtiyacı anlamlı olarak azalmakta, hastalar erken yürüyebilmekte ve hastanede daha az süre kalmaktadırlar. Gastroplasti olgularında laparoskopinin erken postoperatif dönemi iyileştirebileceği ancak trendelenburg ve ters trendelenburg pozisyonunun kötü tolere edilebileceği ve hiperkarbi oluşturarak aritmilere ve kardiyovasküler instabiliteye neden olabileceği unutulmamalıdır (68). Bizim çalışmamızda da vaka takibi sırasında hemodinamik parametreleri en çok etkileyen etmenlerden biri ters trendelenburg pozisyonu olmuştur. Laparoskopik girişimlerin açık girişimlere göre postoperatif pulmoner fonksiyonlarda daha az bozulma yaptığı bilinmektedir (69). Laparoskopik girişimlerde olası komplikasyonlar, dengeli genel anestezi, akciğer koruyucu mekanik ventilasyon stratejilerinin uygulanması, dikkatli pozisyon verme, monitörizasyon ve özellikle CO<sub>2</sub> insüflasyonu süresince dikkatli gözlem ile önlenebilir (70, 71). Bu hastalarda solunum mekanikleri obezite ve pnömoperitonyumdan etkilenir fakat bunda hasta pozisyonunun payı azdır (72). İntraoperatif rekrutment uygulamaları oksijenizasyonu düzeltebilir (73). Fakat bu manevranın hemodinamisi stabil hastalarda uygulanması önemlidir. Stabil hastalarda da basınç ve süreye bağlı olarak hemodinamiyi olumsuz etkileyebilir. Obezite cerrahisinde ve obez hastaların intraoperatif ideal ventilasyon stratejileri halen tam aydınlatılmış değildir. Cerrahi sonrası hastaların solunumu ağrı nedeniyle baskılanabilir. Ağrı kontrolü etkin bir şekilde sağlanabilir ise solunum içinde azalma olur (74).

Günümüzde koruyucu mekanik ventilasyon uygulamasında İVA'na göre 6-8 mL/kg'dan daha yüksek TV değerleri önerilmemektedir. Yapılan çalışmalar 10-12 mL/kg'lık TV uygulamaları ile karşılaştırıldığında sonuçların düşük volüm grubunda daha iyi olduğunu göstermiştir (75). Düşük TV uygulamalarında CO<sub>2</sub> retansiyonunu ve respiratuar asidozu minimize etmek için önerilen İ/E 1:1 ve 1:3 arasındadır (75). Sağlıklı insanların kendi spontan solunumlarında İ/E 1:2 dir (76). Bu nedenle, geleneksel olarak İ/E sıklıkla fizyolojik değerlere yakın olan 1:2 veya 1:1,5 olarak ayarlanır. Bizim çalışmamızda da TV DVA üzerinden hesaplanarak 8 ml/kg, İ/E kontrol ve rekrutment grubunda 1:2, EOMV grubunda 1:1 olarak uygulanmıştır.

Genel anestezi altında kollabe olan akciğerleri tekrar açarak PaO<sub>2</sub>'yi yükseltmek amacıyla farklı uygulamalar kullanılmıştır. Bunlar PEEP uygulaması, recruitment manevraları, sigh (iç çekme) manevraları, inspiratuar pause ve solunum kas tonusunun korunması için yapılan işlemlerdir.

Bu çalışmada obez hastalarda laparoskopik bariatrik cerrahi girişimlerinde VKV modunda geleneksel yöntem, EOMV (%35 inspiratuar pause süresi) ve rekrutment uygulamalarını içeren farklı ventilasyon stratejileri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmayı yaparken vakaların preoperatif, intraoperatif, postoperatif AKG değerleri, intra operatif spirometri ölçümleri ile elde edilen solunum sistemi mekanik değerleri ve hemodinamik parametreler kullanılmıştır.

TOMV uygulaması da İAB'ı artırarak alveollerde rekrut oluşturur. İspirasyon zamanının uzatılması ile kapalı akciğer ünitelerinin yeniden açılması mümkün olur. Oksijenasyonu iyileştirir. TOMV'un VKV modunda komponenti olan inspiryum sonu pause uygulamasının PEEP uygulamasına benzer etkileri vardır. Yoğunbakımda ARDS'li hastalarda yaygın olarak kullanılan bu yöntem perop kullanımda hakettiği yeri henüz bulamamıştır (77).

TOMV temelde ARDS hastalarında daha iyi oksijenasyonu sağlamak için kullanılan bir yöntemdir (77). TOMV uygulamasında İ/E  $\geq$  1:1 (genelde 2:1) olur. 1:1 İ/E literatürde yaygın olarak EOMV olarak adlandırılır. VKV'da bu oranları oluşturmak için inspirasyon sonunda bir pause uygulanır. Uygulama Pmean'i yükselterek atelektazik alveollerde düzelleme sağlar, kompliyansı artırır, arteriyel oksijenasyonu iyileştirir, Ppeak'i düşürür, arteriovenöz şanti azaltır, ventilasyon-perfüzyon oranını iyileştirir, ölü boşluk ventilasyonunu azaltır (78, 79). VKV'da daha çok inspirasyon basıncını sınırlayıp solunum frekansını ve inspirasyon süresini değiştirerek Ppeak değerlerinde azalma sağlanır. İspirasyon süresi ekspirasyon süresinden daha uzun olduğundan air trap (hava hapsi) ve PEEPi oluşabilir, FRK artar. Bu modelde spontan solunum olmaz. Yeterli sedasyon ve bazende kas gevşemesi gerekir. TOMV ve inspiratuar pause, FRK azalmış hastalarda oksijenasyonu arttırmak için PEEP kadar etkilidir. TOMV'un başlıca avantajı Pmean'in yüksek, Ppeak'in düşük olabilmesidir. TOMV'nin savunucuları alveollerin yeniden açılmasını ve inspirasyon volümünün homojen dağılımını sağlamada PEEP'den daha etkili olduğunu bildirmektedirler (77).

Çalışmamızda TOMV grubunda inspiratuar pause uygulaması ile kollabe olmuş akciğer ünitelerinin düzeltilmesini amaçladık. İspiratuar pause süresini uzatmak 1:2 oranı korunduğu takdirde inspiryum süresini kısaltarak daha yüksek basınçlara ve akım hızına çıkmaya sebep olarak akciğere zarar verebileceği için İ:E oranımızı 1:1 (EOMV) olarak değiştirdik.

Laparoskopik bariatrik cerrahide İ/E'nin artırılmasının arteriyel oksijenasyon üzerine etkilerini araştıran ilk ve tek çalışma Mousa F. (80)'in basınç kontrollü modda EOMV ile yaptığı çalışmadır. Bizim çalışmamızda bu çalışmadan farklı olarak VKV modu seçildi. Literatür taramasında VKV modunda EOMV ile yapılmış bir çalışmaya rastlamadık. Bu yönüyle çalışmamızın bir ilk olduğunu söyleyebiliriz.

Rekrutment kapalı alveolleri açmak için uygulanan bir seri solunum manevrası olup farklı süre ve basınçlarda tanımlanmaktadır. Son yıllarda özellikle uzun süre mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda PEEP uygulaması ve rekrutment manevralarının etkinliği konusunda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Mevcut çalışma sayısı ve sonuçlar itibarıyla rekrutment-PEEP kombinasyonu PaO<sub>2</sub> üzerine olumlu etkileri açısından kendisini kanıtlamış bir tekniktir.

RM'nin faydalı etkilerinin intraoperatif dönemde 30-40 dakika devam ettiği belirtilmiştir (81, 82). Eski çalışmalar kollabe akciğer dokusunun yeniden açılması için 15 saniye boyunca 40 cmH<sub>2</sub>O basınç uygulanması gerektiğini göstermiştir (60). Rothen ve ark. (61) 40 cmH<sub>2</sub>O basınç ile 8 sn'lik uygulamanın daha sık yapılarak

kollabe olmuş akciğer dokusunu açmakta yeterli olacağını göstermiştir. Çalışmaya başlamadan önce pilot grup üzerinde özellikle ters trendelenburg pozisyonunda iken 15 saniye süre ile uyguladığımız rekrütment manevrası sırasında belirgin bradikardi ve hipotansiyon gelişti. Bu sebeple bizim çalışmamızda Rothen'in sonuçlarına dayanarak rekrütment grubunda uyguladığımız model 8 sn süre ile 40 cmH<sub>2</sub>O basınç şeklinde oldu. İlk uygulama entübasyondan hemen sonra yapıldı ve 20 dk aralıklarla vaka boyunca tekrarlandı.

Genel anestezi altında, daha çok bazaller ağırlıkta olmak üzere akciğerin %5-6'sı kadar olan atelektazi oranının, laparoskopik kolesistektomi operasyonlarında daha yüksek olması beklenmektedir (83). Genel anestezinin ve laparoskopik cerrahide CO<sub>2</sub> insüflasyonunun solunum sistemi üzerine olumsuz etkilerini azaltmak için uygulanan alveolar rekrütment manevrasının etkinliği birçok araştırmada bildirilmiştir (82, 84-86). Genel anesteziye bağlı olarak oluşan atelektazinin önlenmesi ve PaO<sub>2</sub> değerinin artırılması amacıyla farklı alveolar rekrütment manevraları ve PEEP düzeyleri kullanılmaktadır (82, 84). Whalen ve ark. (82) laparoskopik bariatrik cerrahi yapılan morbid obez hastalarda atelektazinin daha fazla görüldüğünü gözlemlemiş, rekrütment manevrası ve sonrasında 12 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamasının intraoperatif oksijenasyon ve dinamik kompliyansı arttırdığını göstermişlerdir.

Yüksek tidal volüm veya tek başına PEEP uygulamasının atelektazik akciğer alanlarını açmada yetersiz olduğu bilinmektedir (87, 88). PEEP atelektazik alanları azaltmasa da rekrütment manevrası ile açılan akciğer alanlarının yine kapanmasını geciktirir (84). Ancak, rekrütment manevrası sonrası açılan kollabe akciğer alanlarının açık kalmasını sağlamak için gerekli optimum PEEP seviyesi tartışmalıdır. Potansiyel olarak açılabilir akciğer üniteleri, bazal bölgelerde olma eğilimindedir ve açılabilmesi için yüksek ve devamlı bir hava yolu basıncı gerekir (89). Rekrütment manevrasının, uygun inspirasyon basıncı seviyesinden daha yüksek ve uzun süreli uygulandığında barotravma riski taşıdığı her zaman akılda bulundurulmalıdır. RM ve sonuçlarını değerlendiren çalışmalarda 40 cmH<sub>2</sub>O basınç ile barotravma bulgusunun oluştuğunu bildiren yayına rastlamadık. Bu sebeple 40 cmH<sub>2</sub>O luk basınç değerini güvenli olarak değerlendirerek çalışmamız için seçtik.

Rothen ve ark. (90) sağlıklı akciğerlere sahip gönüllülerde yaptıkları çalışmalarında, genel anesteziye bağlı kollabe olan akciğer alanlarının açılabilmesi için en az 40 cmH<sub>2</sub>O PIP basınç uygulamasının gerekli olduğunu göstermiştir. Tusman ve ark. (84) anestezi sırasındaki atelektazinin tedavisinde 5 cmH<sub>2</sub>O PEEP in yeterli olmadığını, atelektazinin ancak RM ile düzeltilebileceğini ileri sürmüştür. Neuman ve ark. (91) % 100 O<sub>2</sub> kullanarak yaptıkları çalışmada, RM sonrası PEEP uygulanmayan grupta, 6 hastanın hepsinde atelektazinin manevradan sonra yinelediğini, fakat 10 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulanan grupta, hastaların yalnızca yarısında atelektazi alanlarının geliştiğini göstermiştir. PEEP uygulanan grupta yüksek O<sub>2</sub> konsantrasyonuna rağmen atelektazik alanlar açık kalmaya devam etmiştir.

Pelosi ve ark. (67)'nin yaptıkları bir çalışmada PEEP uygulamasının morbid obez hastalarda PaO<sub>2</sub> değerleri üzerine olumlu etkisinin daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Buna yol açan fizyolojik mekanizmayı artmış İAB'in oluşturduğu, ekspiryum sonu akciğer volüm azalmasını PEEP'in engelleyerek oksijenasyonu arttırdığı şeklinde açıklamaktadırlar. PEEP uygulanması stres altında ya da olası komplikasyon durumlarında daha iyi bir oksijen rezervi, korunmuş bir pulmoner fonksiyon sağlayabilir, mortalite ve morbidite üzerine olumlu etki gösterebilir. Bu durum özellikle pulmoner fonksiyonu sınırlı olan olgular ile obez olgularda göz önüne

alınması gereken bir faktördür. Bu görüşlerle de uyumlu olarak çalışmamız için oluşturduğumuz tüm modellerde PEEP uygulanmıştır.

İntraoperatif PEEP uygulaması günümüzde rutin olarak kullanılmamaktadır. Wetterslev ve ark. (92) bir çalışmalarında, obez olguların üst abdominal açık cerrahi operasyonlarında intraoperatif 0 ve 15 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamışlar, 0 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulanan olgularda postoperatif pnömoninin daha sık oluştuğunu saptamışlardır. Almarakbi ve ark. (93) obez olguların laparoskopik üst batin cerrahisinde 10 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamışlar ve 10 dk aralıkla sığ uyguladıkları grupta oksijenasyonun daha da iyi olduğunu bildirmişlerdir. Tusman ve ark. (84)'nın 90 olguluk serilerinde; obez hastalarda 0, 5 ve 10 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamışlar, 0 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulananlara oranla 5-10 cmH<sub>2</sub>O uygulananlarda daha iyi oksijenizasyon saptamışlardır. Araştırmacılar 5 ile 10 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamasının oksijenasyon üzerine etkilerinin benzer olduğunu vurgulamışlardır. Kim ve ark. (94) benzer dizaynla yaptıkları çalışmalarında 5-10 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamasının 0 cmH<sub>2</sub>O PEEP'e oranla PaO<sub>2</sub> üzerinde daha fazla artışa yol açtığını ve atelektaziye önlediğini bildirmişlerdir. İntraoperatif PEEP uygulamalarının daha çok obez hastalarda araştırılması, pulmoner fonksiyonlar üzerine obezitenin olumsuz etkilerini azaltma amaçlıdır. Biz çalışmamızda üç grupta da eşit olarak, benzer çalışmalarda geleneksel yöntem olarak tanımlanmış olan 5 cmH<sub>2</sub>O PEEP değerini uyguladık. PEEP oksijenasyonu artıran bir etken olduğu için daha yüksek bir değer seçerek bütün gruplarda PaO<sub>2</sub> değerlerinin yükselmesini ve diğer yöntemlerle elde edeceğimiz PaO<sub>2</sub> düzeylerindeki değişikliğin rölatif olarak azalmasını istemedik. Ayrıca pilot çalışma sırasında uyguladığımız 10 cmH<sub>2</sub>O düzeyinde PEEP değerleri ile vaka takibi sırasında, özellikle ters trendelenburg pozisyonu sonrası hemodinamik yönetimde yaşadığımız güçlükler PEEP değerini daha düşük ayarlamamız konusunda bizi yönlendirdi.

PEEP uygulaması intratorasik basıncı arttırarak kalbe venöz dönüşü azaltarak kardiyak outputu azaltacaktır. PEEP uygulamasının bu yöndeki olumsuz etkisi özellikle yoğun bakım hastalarında ve yüksek değerlerde uygulanma durumunda gözlenmektedir. Fizyolojik kabul edilebilecek 5-7 cmH<sub>2</sub>O PEEP değerleri yoğun bakım hastalarında ve peroperatif olgularda hemodinamiyi minimal düzeyde etkilemektedir. PEEP uygulanan olgular üzerinde yapılan çalışmalarda da KAH'nda azalma olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda PEEP uygulamasında değişiklik olmadığı için gruplar arasında KAH üzerinde farklılığa sebep olmadığını düşünüyoruz. Pilot çalışmamızda da 0 ve 5 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulamalarında KAH değerleri arasında bir fark saptanmamıştır. Tüm çalışma boyunca fizyolojik sınırlar dışında KAH değerleri saptanmamıştır. Dolayısıyla bu değerlerde PEEP uygulamasına bağlı KAH üzerinde olumsuz bir etkiden söz edemeyiz. Çalışmamızda hiçbir grupta kardiyak outputu azaltacak PEEP düzeyine çıktığımızda dair bir belirtiyeye rastlamadık.

Qui ve ark. (95) 3 farklı PEEP seviyesinde (5, 10, 15 cmH<sub>2</sub>O) recrute olan akciğer volümlerini araştırdıkları çalışmada TV sabit olması koşuluyla değişik PEEP düzeylerinde C<sub>s</sub> değerleri arasında belirgin fark gözlememişlerdir. Belirgin düzeyde etkisi olmadığı düşünülse de çalışmamızda uyguladığımız yöntemlerin kompliyans üzerindeki etkilerini maskeleyemesi için PEEP değerini minimal düzeyde tutmayı tercih ettik.

Çalışmamızda hastalarımızın demografik verileri arasında bir fark bulunmamıştır (Tablo 4). Bu durum çalışmada uygun örneklemelerin kullanıldığını bize düşündürmektedir. Hem intraoperatif hemde postoperatif AKG, spirometri ve vital

değerlerde farklılık çalışmanın amacına uygun olarak oluşturulduğunu bize göstermektedir.

18-65 yaş aralığını kabul kriteri olarak belirlediğimiz çalışmada en genci 22, en yaşlısı 54 yaşında olan 60 hasta randomize olarak üç gruba ayrıldı. Grup K 39,3, grup E 37,8, grup R 36,3 yaş ortalaması ile gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,52).

ASA 1 ve 2 hastaların kabul edildiği referans çalışmalarda da yapıldığı gibi, obesite dışı ek hastalıklarına göre yapılan ASA skorlamasına göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,24).

Obezite, vücutta yağ dokusunun normalden fazla oranda bulunmasına neden olan metabolik bir hastalıktır. Anesteziyologlar gittikçe artan sıklıkla obes hastalara çok çeşitli cerrahi girişimler için anestezi uygulamak zorunda kalmaktadır. Morbid obes bir hastada anestezi ve mekanik ventilasyon yönetimi daha da fazla önem taşımaktadır. Morbid obezite tanımında VKİ kullanılır. VKİ vücut ağırlığının (kg) boyun (metre) karesine bölünmesi ile hesaplanır. <25 "Sağlıklı Kilo", 25-29,9 "Kilolu", 30-39,9 "Obez", 40-55 "Morbid Obez", >55 "Süper Morbid Obez" olarak tanımlanır. Bizim çalışmamız için kabul ettiğimiz 40-50 BMİ aralığı morbid obesite sınırları içine girmektedir. Mousa F. (80)'de çalışmasına 40 ve üzeri VKİ'ni kabul kriteri olarak seçmiştir. Aldenkort M. (96)'in opere olan obez hastalarda mekanik ventilasyon stratejilerini değerlendirdiği metaanalize dahil ettiği 15 çalışma 30 ve üzeri VKİ'ni kabul kriteri olarak seçmiştir. Çalışmamızda grup K 45.3 kg/m<sup>2</sup>, grup E 43.7 kg/m<sup>2</sup>, grup R 45.1 kg/m<sup>2</sup> ortama VKİ değerleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır (p=0,25).

Whalen ve ark. (82) morbid obezlerde laparoskopik bariatrik cerrahi sırasında vazopressör kullanımını rekrütment manevrası uygulanan grupta daha fazla bulmuştur. Manju S. ve ark. (97)'nin TOMV 1,5:1 İ/E ile yaptıkları çalışmada ve Mousa F. (80)'in EOMV 1:1 İ/E ile yaptığı çalışmada vazopressör ihtiyacında artış olmamıştır. İki çalışmada da KAH'da belirgin bir düşüş olmamıştır. Bizim çalışmamızda hiçbir çalışma grubunda vazopressör kullanımı olmamıştır. Çalışma öncesi tanımlanan bradikardi ve hipotansiyon değerlerine yaklaşan hastalarda anestezi derinliği ve pozisyon üzerinde yapılan değişiklikler hemodinamik değerleri düzeltmekte yeterli olmuştur. Fakat hemodinamik değerlerin en çok etkilendiği grup rekrütment grubu olmuştur. Rekrütment grubunda Şekil 1'de görüldüğü üzere KAH değerleri diğer gruplara göre tüm zamanlarda daha düşük seyretmiştir. T1 ölçümlerinde SAB (Şekil 3), DAB (Şekil 4), OAB (Şekil 5) değerlerinde gruplar arasında fark yok iken, devam ölçümlerinde EOMV ve rekrütment grupları kontrol grubuna göre düşük seyretmiştir. En düşük değerler rekrütment grubunda gözlenmiştir.

Laparoskopik cerrahide insüflasyon sonrası intratorasik basıncın artması, venöz dönüşü azaltarak kan basıncında düşmeye neden olabilir (84). Bununla birlikte birçok yazar atım hacmi ve kalp debisindeki azalmanın belirgin klinik önemi olmadığını ileri sürmektedir (98, 99). Bizim çalışmamızda ensüflasyon sonrasında kontrol grubunda kan basıncında bir düşüş gözlenmemiştir. Fakat EOMV ve rekrütment gruplarında anlamlı düzeyde düşüş gözlendi. EOMV ve rekrütment grupları arasında anlamlı fark olmasada rekrütment grubunda kan basıncı daha düşük olarak seyretti. Hiçbir grupta kanbasıncı değerleri tanımlanan hipotansiyon değerlerinin altına inmedi.

Gürsel ve ark. (100) ARDS tanılı hastalarda 45 cmH<sub>2</sub>O PIP ve 10 cmH<sub>2</sub>O PEEP ile yapılan rekrütment manevrası sonrası hastalarının hemodinamisinde anlamlı

bozulma olmadığını göstermiştir. Whalen ve ark. (82) laparoskopik cerrahide rekrütment manevrası sonrası OAB ve KAH ölçümlerinin gruplar arasında benzer olduğunu, rekrütment manevrası yapılan grupta manevra sırasında vazopressör gereksinimi olmasa da, ameliyat boyunca diğer gruba göre daha fazla vazopressör tüketimi olduğunu bulmuştur. Birçok çalışmada manevraya bağlı belirgin hemodinamik etki gözlenmemiştir (84, 85).

İnspiryum süresinin uzatılması nedeniyle PEEPi oluşsun oluşmasın Pmean ve intratorasik basınç değerlerinin artışı, kalbe venöz dönüşü, sağ ve sol ventrikül dolumunu ve kardiyak output'u azaltır (101). Klinik çalışmalar TOMV'un kardiyak indeksi düşürdüğünü göstermiştir (102, 103). 10 ARDS hastası ile yapılan bir çalışma 1,7:1 ve daha düşük oranlarda kardiyak indekste düşüş olmadığını göstermiştir (102). Benzer şekilde diğer araştırmacılar da geleneksel yöntem olan 1:2 oranlı ventilasyondan 2:1 oranlı TOMV'a geçişte ciddi kardiyosirkülatuar instabilite gözlemlenmemişlerdir (104-106).

Vazopressör ihtiyacı açısından bakıldığında; çalışmamızda üç grupta da tedavi gerektiren hemodinamik değişiklikler gelişmemiştir. Arteriyel kan basıncı rekrütment ve EOMV uygulanan grupta, KAH değerleri rekrütment manevrası uygulanan grupta daha düşük seyretmiştir. Grupların üçünde de benzer şekilde; vaka takibi süresince efedrin ve atropin ihtiyacı olmamıştır. EOMV grubundaki kanbasıncı değerlerindeki düşüklüğün intratorasik basınç ortalamasının yüksek seyretmesine ve kalbe venöz dönüşün azalmasına bağlı olarak geliştiğini düşündük. Rekrütment grubundaki arteriyel tansiyon ve KAH'ndaki düşüşü ise RM sırasındaki geçici intratorasik basınç artışı nedeni ile venöz dönüşün azalmasına ve valsalva etkisi ile ortaya çıkan vagal uyarı nedeni ile KAH ve atım hacmindeki düşüşe bağladık.

Yapılan çalışmalarda volüm kontrollü ventilasyon modunda pnömoperitonyum sırasında ortalama arter basıncında ve sol ventrikül sistol sonu duvar stresinde artış gözlenmiştir (107-109). Benzer şekilde bizim çalışmamızda da kontrol grubunda pnömoperitonyum sırasında ortalama arter basıncı değerlerinde artış gözlenmiştir. Diğer gruplarda rekrütment grubunda daha belirgin olmak üzere düşüş görülmüştür. Biz hastaya ters trendelenburg pozisyonu verilmesinin ardından pnömoperitonyum uygulanması, yöntemlerin intratorasik basınç üzerine etkileri ve vagal uyarı nedeni ile kanbasıncı değerlerindeki artışın maskelendiğini düşündük. Pozisyon sonrası alt ekstremitelerde venöz göllenme ve kalbe venöz dönüşün azalmış olması da bunun sebebi olabilir. EOMV grubunda Pmean değerlerinin ve dolayısıyla intratorasik basıncın artışı da kalbe venöz dönüşü azaltarak buna katkıda bulunur. Rekrütment grubunda vaka boyunca genel olarak daha düşük arteriyel basınç ve KAH değerleri izlenmiştir. Sonuç olarak bu iki grupta pnömoperitonyum sırasında bu çalışmalarla uyumsuz olarak daha düşük arteriyel basınç değerleri gözlemlendi.

Laparoskopik cerrahi sırasında uygulanan CO<sub>2</sub> insüflasyonu, intraabdominal basıncı 12-14 mmHg seviyesine kadar yükseltir. Pnömooperitonyum ile diyafram yükselir ve fonksiyonel rezidüel kapasite ve solunum sistemi kompliyansının azalması kaçınılmaz olur (110). Bu basınç artışı nedeni ile akciğer mekanikleri olumsuz etkilenir, Ppeak artar, ventilasyon zorlaşır, oksijenasyon bozulabilir. Bizim çalışmamızda da 13 mmHg intraabdominal basınç limiti olarak belirlenmiştir. Köprülü ve ark. (111) abdominal CO<sub>2</sub> insüflasyonundan sonra Ppeak'te %46 artış olduğunu bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da ensüflasyon sonrası ölçümlerde tüm gruplarda Pplato ve Ppeak değerleri T<sub>0D</sub> ölçümüne göre daha yüksek bulunmuş, pnömoperitonyumun sonlandırılmasından sonra yapılan T<sub>100D</sub> ölçümünde basınç



değerlerinde düşüş gözlenmiştir (Tablo 7). Kararmaz A. (112) laparoskopi sırasında kompliyansa %20-48 oranında azalma gözlenebileceğini bildirmiştir. Sprung ve ark.ları (113) volüm kontrollü modda supin pozisyonda anestezi almış obez hastaların, normal kilodaki hastalarla karşılaştırıldığında; solunum sistemi kompliyanslarının %30 azaldığını ortaya koymuşlardır. Bizim çalışmamızda da tüm gruplarda ensüflasyon sonrası kompliyans değerleri azalmış ve T<sub>100D</sub> ölçümlerinde tekrar yükselmiştir (Tablo 7). Bu intraabdominal basıncın artması ve bu basıncın intratorasik alana yansması sonucu beklenen bir bulgu idi.

Pmean alveolar gaz değişiminin anahtar bir belirleyicisidir (113). Bu basınç ortalama alveolar basınç ile ilişkilidir ve total akciğer volümünü değerlendirmek için kullanılır. Solunum sayısı değiştirilmeden inspiyum süresinin uzatılması ve inspiyum sonu pause uygulaması sonucunda Pmean artar ve PEEPi oluşur. TOMV'un potansiyel avantajı bu sonuçlar ile sağlanır (104, 114). Biz çalışmamızda uygulanan stratejilerde beklendiği üzere T<sub>0D</sub>'den T<sub>100D</sub>'ye tüm zamanlarda kontrol grubuna göre EOMV grubunda ortalama havayolu basınçlarını daha yüksek, rekrutment grubunda ise daha düşük bulduk (p<0,05). Her iki grupta alveollerde elde edilen açılmaya bağlı olarak Pplato ve Ppeak değerleri kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Buna bağlı olarak rekrutment grubunda ortalama basınçta net düşüş gözlenirken; EOMV grubunda uygulanan inspiratuar pause süresince basıncın Pplato değerinde sabit kalması nedeniyle; hesaplanan Pmean değeri yüksek olarak bulunmuştur. Hiçbir vakada PEEPi oluşumu gözlenmemiştir. Bu bulguya dayanarak çalışmamızda EOMV grubunda oksijenasyon ve kompliyans değerlerinde sağlanan kazanımların Pmean'deki yükselişe bağlı olduğunu söyleyebiliriz.

Laparoskopik kolesistektomi sırasında pnömoperitonyum ve trendelenburg pozisyonu gibi risk faktörleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Pozisyonun obez hastalarda cerrahi sırasında diyafram pozisyonu, akciğer volümü ve fonksiyonu üzerine majör etkileri vardır (115, 116). Bariatrik cerrahi sırasında 20 derecelik ters trendelenburg pozisyonunun Pmean ve arteriyel oksijenasyonu iyileştirdiği gösterilmiştir (117). Diğer yandan trendelenburg pozisyonunda endoskopik radikal prostatektomi yapılan aşırı kilolu obez hastalarla (25-29,9 kg/m<sup>2</sup>) normal kilolu hastaların karşılaştırıldığı bir çalışmada obez hastalarda anlamlı derecede daha düşük PaO<sub>2</sub> ve daha yüksek alveolar-arteriyel O<sub>2</sub> gradienti elde edilmiştir (118). Bizim çalışmamızda üç grupta da ters trendelenburg pozisyonu sonrasında belirgin bir saturasyon değişikliği gözlenmemiştir. Fakat pozisyon ve oksijenasyon arasında ilişkinin değerlendirilmesi için çalışmamızın güçlendirilmediği göz önüne alınmalıdır. Ters trendelenburg pozisyonu sonrasında alt ekstremitelerde venöz göllenmeye sekonder olarak sıkça görülen hipotansiyon, desatürasyon, pulsoksimetre amplitüdünde düşüş, taşikardi gibi durumların engellenmesi amacı ile vaka başlangıcında yapılan sıvı yüklemesi ile açığın kapatılması yeterli olmuş ve hemodinami yönetiminde problem yaşanması engellenmiştir.

Oluşturulan pnömoperitonyum sonucunda hiperkarbinin gelişmesinin yanı sıra, hipokside gelişebilir. Bizim metodumuza benzer olarak %50 FiO<sub>2</sub> oranı ile yapılan birçok çalışmada gösterilmiştir ki; obez hastalarda laparoskopik ameliyatlar sırasında pnömoperitonyum uygulaması ile ameliyat öncesine göre, mekanik ventilasyona rağmen geçici olarak PaO<sub>2</sub>'de ve alveolar-arteriyel O<sub>2</sub> gradyentinde bozulma olduğunu göstermektedir (118). Bu sonuçlarla uyumsuz olarak bizim çalışmamızda, hastaların ameliyat öncesi PaO<sub>2</sub>'leri ile karşılaştırıldığında peri ve postoperatif hiçbir ölçümde hipoksi ya da başlangıç değerinin altında bir değerle karşılaşmamıştır.

Pnömooperitonyum oluşturulması sonrasında T<sub>20D</sub> ve T<sub>40D</sub> kayıtlarında kontrol grubunun saturasyon değerlerinde bir miktar düşüş görülmesine rağmen diğer ölçümlerde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Diğer iki grupta saturasyon düzeylerinde düşüş gözlenmemiştir. Kontrol grubunda görülen %0,55 lik düşüş anlamsız olarak değerlendirilmiştir. Yapılan birçok çalışmada, yaptığımız bu çalışmayla uyumsuz olarak hipoksinin laparoskopik ameliyat sonrası hastaların hepsinde geliştiği ve parametrelerden sadece hipoksi oranlarının hastaların demografik özelliklerine göre değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (118-120). Bunun intraabdominal basınç artışından ziyade genel anestezi ile ilgili olduğunu söyleyen araştırmacılar mevcuttur (1, 121). Bazı yazarlar da genel anestezinin hipoksik etkinin bir miktar artmasına aracı olduğunu düşünmektedir. Bizim çalışmamız hipoksinin intraoperatif ve postoperatif dönemde hiçbir grupta gelişmediğini göstermiştir. CO<sub>2</sub> ile oluşturulan pnömooperitonyumda oluşan hemodinami ve akciğer mekanikleri üzerindeki etkilerin tamamı hastada hipoksi yapma yönündedir (118, 121). Çalışmamızda seçtiğimiz %50 FiO<sub>2</sub> düzeyinin hipoksi gelişimini engellemiş olabileceği gözardı edilmemelidir.

PaO<sub>2</sub>'nin üç anahtar belirleyicisi vardır. Alveolar parsiyel oksijen basıncı (PAO<sub>2</sub>), alveolar ventilasyon ve ventilasyon/perfüzyon oranı (122). Çalışmamızda üç grubun başlangıç PaO<sub>2</sub> değerleri arasında anlamlı farklılık olduğu için uygulanan stratejilerin PaO<sub>2</sub> üzerine etkilerini başlangıç değerine göre değişim oranları ile değerlendirmeyi seçtik. Çalışmamızda T<sub>60D</sub> ve T<sub>100D</sub> zamanlarında EOMV ve rekrütment grubunda %PaO<sub>2</sub> değerini yüksek bulduk (p>0,05). Bu iki grup arasında rekrütment EOMV'ye üstünlük sağladı. FiO<sub>2</sub> oranını her üç grupta bütün hastalarda %50 olarak ayarladığımız için gruplar arasındaki bu farkın ventilasyon/perfüzyon oranı arasındaki değişiklikten dolayı ortaya çıktığını düşünüyoruz. Rekrütment manevrası ve PEEP ile uygulanan ventilasyon stratejilerinin, kollabe akciğer alanlarını açarak intraoperatif arteriyel oksijenasyonu arttırmasına rağmen, bu etkinin postoperatif dönemde kaybolduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Pang ve ark. (85) laparoskopik kolesistektomi yapılan hastalarda insüflasyon öncesi 40 cmH<sub>2</sub>O hava yolu basıncıyla rekrütment manevrası ve takiben 5 cmH<sub>2</sub>O PEEP uygulayarak PaO<sub>2</sub> değerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Ancak, derlenme odasında ölçülen PaO<sub>2</sub> değerleri her iki grupta da indüksiyon öncesi değerlere yakın bulunmuştur. EOMV (80) ve TOMV (97) ile yapılan referans çalışmalarda intraoperatif oksijenasyonda belirgin iyileşme olduğu gösterilmiş fakat bu çalışmalarda post op etkiler çalışılmamıştır. Bu çalışmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda rekrütment grubundaki PaO<sub>2</sub> yüksekliği postoperatif 4. ve 6. saatlerde devam etmiştir ve pre-post op PaO<sub>2</sub> değerleri ve %PaO<sub>2</sub> oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0,05). Ancak kontrol ve EOMV gruplarında post op 4. ve 6. saatte preoperatif bazal değerlere dönmüştür. EOMV yönteminin etkinliği ekstübasyon sonrası uzun sürmediği için postoperatif dönemde, gereksinim duyulan hastalarda non-invaziv solunum desteğine başvurulabileceğini düşünüyoruz.

Laparoskopi sırasında PaCO<sub>2</sub> artışının mekanizması tartışmalıdır. Pnömooperitonyum sırasında CO<sub>2</sub>'nin intraperitoneal kaviteden absorpsiyonu, intraabdominal basınç artışının solunum sistemi üzerindeki olumsuz etkileri, hasta pozisyonu ve kontrollü ventilasyon gibi faktörler PaCO<sub>2</sub>'yi etkileyebilir. Bu durum hiperkapni ve asidoz riski oluşturur. Çalışmamızda her üç grupta da insüflasyondan sonra kapnografi ölçümlerinde PetCO<sub>2</sub> artış gösterdi. PetCO<sub>2</sub> değerleri her üç grupta

da benzerdi. Mekanik ventilasyon PetCO<sub>2</sub> 35-40 arasında tutulacak şekilde düzenlendiği için PaCO<sub>2</sub> ölçümleri gruplar arasında benzer bulunmuştur.

İnspiratuar sürenin uzatılması CO<sub>2</sub> klirensini iyileştirmektedir. Yapılan çalışmalarda TOMV uygulanan gruplarda 1:2 oranlı ventilasyon ve PEEP uygulanan gruplara göre daha iyi CO<sub>2</sub> değerleri elde edilmiştir (106, 123). ARDS'li 8 vaka üzerinde VKV modunda 6 saat süre ile yapılan bir çapraz çalışmada TOMV ve geleneksel ventilasyon karşılaştırılmış ve TOMV grubunda daha iyi CO<sub>2</sub> değerleri elde edilmiştir (78). Bizim çalışmamızda PetCO<sub>2</sub> ve PaCO<sub>2</sub> değerleri gruplar arasında benzer idi ve bunu sağlamak için solunum sayısı üzerinde özel değişiklikler yapmak gerekmedi. Bu çalışmalarla benzer olarak tüm zamanlarda en düşük değerler EOMV grubunda elde edildi. EOMV grubunda ekspiryum süresi kısaltılmış olmasına rağmen PaCO<sub>2</sub> düzeyleri ile ilgili herhangi bir retansiyon bulgusu gözlenmedi. Fakat çalışmamızın CO<sub>2</sub> düzeylerinin değerlendirilmesi konusunda güçlendirilmiş olmadığı dikkate alınmalıdır. Ensüflasyon basıncı, harcanan CO<sub>2</sub> gaz hacmi, dakika ventilasyon volümü takibi yapılmadığı için yöntemlerin CO<sub>2</sub> eliminasyonu üzerine etkileri elimizdeki verilerle net olarak değerlendirilemez.

Laparoskopik ameliyatlara bağlı asit baz dengesindeki değişikliklerin metabolik mi yoksa solunumsal kökenli mi olduğu konusunda veya bu değişikliklerin temel mekanizması konusunda fikir birliği yoktur (124). Karbondioksit pnömoperitonyumu sırasındaki metabolik asidoz intraabdominal basıncın yükselmesine bağlı doku hipoperfüzyonu ile ilişkili olabilir. Gandara ve ark.'ın (125) laparoskopik kolesistektomilerde yaptıkları klinik çalışmada; CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumuna bağlı asidozun çoğunlukla metabolik kökenli olduğu savunulmuştur. Bu durum viseral hipoperfüzyon ve kardiyak debideki azalma ile açıklanabilir. Bununla beraber klinik ve deneysel çalışmaların çoğunda CO<sub>2</sub> pnömoperitonyumu çoğunlukla solunumsal asidoz ile ilişkili bulunmuştur (126-129).

Diğer çalışmalarla benzer şekilde, bizim çalışmamızda da pnömoperitonyumun yaratılması ile beraber asit-baz dengesinde değişiklikler olmaktadır. PH azalırken, arteriyel karbondioksit basıncı artmaktadır. Çalışmamızda HCO<sub>3</sub> değerleri önemli ölçüde değişkenlik göstermedi. Ameliyat öncesi normal olan asit baz parametreleri pnömoperitonyumun etkisiyle daha çok solunumsal tipte asidoz oluşturmaktadır (126-129). Ancak çalışmamızda, gruplar arasında asidoza eğilim yönünden anlamlı bir fark saptanmadı. Literatürdeki diğer çalışmalarla ortak olan nokta, laparoskopi sırasında normal aralık içinde pH değerinde asidoza doğru bir değişimin gözlenmesidir.

Laparoskopik ameliyatlarda hiperkapni ve asidoza neden olan en önemli faktörün ameliyat sırasındaki ve erken postoperatif dönemdeki transperitoneal CO<sub>2</sub> absorpsiyonu olduğu düşünülmektedir (130, 131). Bazı çalışmalar CO<sub>2</sub> absorpsiyonu miktarının intraabdominal basıncın düzeyi ve peritonun absorpsiyon kapasitesi ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Bununla beraber, bu ilişki doğrusal değildir. Çünkü artan intraabdominal basınç kapiller damarlar üzerinde mekanik baskı oluşturarak CO<sub>2</sub> absorpsiyonunu sınırlandırmaktadır (132, 133).

Bazı çalışmalarda pnömoperitonyum sırasında pH ve PaCO<sub>2</sub> değişikliklerinin progresif eğilim gösterdiği yani zaman ve kullanılan toplam CO<sub>2</sub> miktarı ile sürekli azaldığı veya arttığı savunulmuştur (99, 128, 134). Diğer çalışmalarda ise PaCO<sub>2</sub>'deki en büyük artış pnömoperitonyumun insüflasyonu ve desüflasyonu sırasında saptanmış olup, aradaki dönemde PaCO<sub>2</sub> ve pH plato çizmiştir. Bu durum CO<sub>2</sub> absorpsiyonunun temel olarak ameliyatın bu iki evresi sırasında olduğunu düşündürmüştür. Aynı zamanda, bu durum peritoneal boşluğa verilen toplam CO<sub>2</sub> miktarı ve işlem süresinin

asit baz dengesindeki değişimlerle korele olmadığı gösterilerek de desteklenmiştir (130, 133). Bu da iki mekanizma ile açıklanmıştır. Birincisi; hastaların hiperventilyasyonda tutulması, ikincisi intraabdominal basıncın sürekli yüksek seyretmesinin kapillerler üzerinde oluşturduğu baskılayıcı mekanik güce bağlı olarak CO<sub>2</sub> absorpsiyonunun sınırlanmasıdır (130, 132, 133, 135). Bizim çalışmamızda ilk gruptaki çalışmalarla uyumlu olarak pnömoperitonyum veya ameliyat süresi ile asit baz dengesi parametreleri arasında korelasyon bulundu. Tüm gruplarda T<sub>60D</sub> ve T<sub>100D</sub>'de pH ve CO<sub>2</sub> değerleri asidoz yönünde progresyon gösterdi.

Sıralama değişken olmakla beraber EOMV ve rekrut gruplarında Pplato değerleri T<sub>0D</sub>, T<sub>20D</sub>, T<sub>40D</sub>, T<sub>60D</sub>, T<sub>100D</sub>'de kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Pnomoperitonyumun sonlandığı ve pozisyonun nötral olduğu, akciğerin pozisyon ve pnömoperitonyum etkilerinden kurtulduğu T<sub>100D</sub>'de rekrutment ve EOMV gruplarında Pplato değerleri daha düşük olarak ölçüldü. İ/E geleneksel 1:2 oranından 2:1'e doğru yükseltildikçe PaO<sub>2</sub>'nin dramatik olarak yükseldiğini rapor eden çalışmalar vardır (103, 104, 114). Laparoskopik bariatrik cerrahide geleneksel 1:2 oranlı ventilasyon ile karşılaştırıldığında, TOMV benzer TV ile ventile edilen hastalarda daha düşük Ppeak değerleri sağlar ve PaO<sub>2</sub>, Pmean ve kompliyans değerlerini artırmakta daha etkilidir. Kararmaz A. ve ark. (112)'nin yaptığı çalışmada laparoskopik cerrahi sırasında uygulanan rekrutment manevrasının arteriyel oksijenasyon ve akciğer kompliyansına etkileri değerlendirilmiş ve yöntemin PaO<sub>2</sub>'yi ve kompliyansı anlamlı düzeyde yükselttiğini, kompliyans ve PaO<sub>2</sub> arasında pozitif korelasyon olduğu sonucuna varılmış. Bu çalışma ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da T<sub>100D</sub>'de kompliyans % oranları karşılaştırıldığında rekrutment ve EOMV gruplarının başlangıç ölçümlerine göre daha yüksek kompliyans oranları yakaladığını, fakat rekrutment grubunun EOMV grubuna üstünlük sağladığını, kompliyans ve PaO<sub>2</sub> değerleri arasında korelasyon olduğunu görüyoruz.

Çalışmamızda her iki grupta barotravma dahil herhangi bir komplikasyonla karşılaşmadık. Bu çalışmaya dahil ettiğimiz hastaların özellikleriyle ilgili olabilir, örneğin; akciğer hastalığı olanları çalışma dışı bıraktık. Çalışmalar volüm kontrollü ventilasyon sırasında akciğer hasar riskini Pplato'yu sınırlandırarak azaltabileceğimizi bildirmektedir (136). Bazı çalışmalar Pplato ile mekanik ventilasyonun indüklediği barotravma arasında Pplato 35 cmH<sub>2</sub>O'yu aştığında güçlü bir korelasyon olduğunu ileri sürmektedirler (137). Biz çalışmamızda her üç grupta da 35 cmH<sub>2</sub>O'yu aşan bir havayolu plato basıncı ile karşılaşmadık. Pplato ve PIP üst limitleri sırasıyla 30 ve 40 cmH<sub>2</sub>O olarak planlandı. Buna bağlı olarak da barotravmayla ilişkili komplikasyonla karşılaşmadığımızı düşünüyoruz.

Çalışmamızın sonucunda elde ettiğimiz verilerin, karşılaştırdığımız yöntemlerin etkileri hakkında değerli bilgiler sağladığını düşünüyoruz. Bununla birlikte hem çalışma dizaynı hem de vaka sayısı ile ilgili eksiklikler olduğu da gözardı edilemez. Hastalar VKİ'lerine göre değerlendirilmiştir. Fakat vücutta yağ dağılımı gözardı edilmiştir. Aynı VKİ değerlerine sahip hastaların proporsiyone bir dağılıma sahip olup olmaması, jinekoid tipte veya erkek tipi yağlanmaya sahip olması obezitenin akciğer mekanikleri üzerine etkilerinin farklı olmasına neden olacaktır. Hasta kabul kriterlerinde bu konuda bir sınırlama yapılmamıştır. Referans çalışmaların hiçbirinde bu konuya değinilmemiştir. Preop PaO<sub>2</sub> değerlerinde anlamlı farklılık olduğu için değişim oranlarını değerlendirmeyi seçtik. Aynı şekilde kompliyans değerlerini de vaka içinde ilk değerlere göre değişim oranları ile değerlendirdik. Hastaların preop ve başlangıç değerleri açısından da homojenizasyonunu sağlayacak bir yöntem ile

gruplara ayrılması sonuçları daha anlamlı hale getirebilirdi. EOMV grubunda anahtar değişken Pmean'dir, fakat çalışmamızda EOMV grubunda Pmean'i hastalarda eşit tutmaya yönelik bir düzenleme yoktur. Demografik verilerde anlamlı farklılık olmasada yaş ve oksijenasyon arasında ilişki olduğu düşünülerek kabul kriteri olan yaş aralığının daha dar tutulması, hastaların statik ve dinamik akciğer hacimleri de değerlendirilerek gruplara homojen olarak dağıtılması verileri daha anlamlı ve net hale getirebilirdi. Tanımlanan kriterlere uygun hasta bulmakta yaşadığımız zorluk ve zaman kısıtlılığı nedeni ile kısıtlı sayıda hasta ile bu çalışmayı yapmak zorunda kaldık. Vaka sayısının azlığı istatistiksel anlamlılığı yakalamakta zorluk çekmemize neden oldu. Fakat elde ettiğimiz verilerin klinik olarak anlamlı olduğunu düşünüyoruz. Biz yeterli vaka sayısına ulaşarak istatistiksel farklılığın anlamlı değerlere ulaşması için çalışmayı devam ettirmeyi planlıyoruz.

## SONUÇ

Obez hastalarda laparoskopik bariatrik cerrahi girişimlerinde VKV modunda geleneksel yöntem, EOMV ve Rekrutment uygulamalarını içeren farklı ventilasyon stratejilerinin karşılaştırıldığı bu çalışmada;

1. Hiçbir çalışma grubunda vazopressör kullanımı olmamıştır. Fakat hemodinamik değerlerin en çok etkilendiği grup rekrutment grubu olmuştur. Rekrutment grubunda KAH değerleri diğer gruplara göre tüm zamanlarda daha düşük seyretmiştir. Arteriyel basınç EOMV ve rekrutment gruplarında kontrol grubuna göre düşük seyretmiştir. En düşük değerler rekrutment grubunda gözlenmiştir. Saturasyon değerlerinde gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.
2. Pmean değerleri EOMV grubunda daha yüksek seyretmiştir. Bu yöntemde anahtar değişken Pmean'dir. Rekrutment grubunda daha fazla olmak üzere her iki grup ta geleneksel yöntemle göre kompliyantta daha fazla artış sağlamışlardır. Kompliyanttaki artışın, yöntemin atelektazik alanları açmaktaki etkinliğini yansıttığı varsayılmıştır. Hiçbir hastada barotravma bulgusuna rastlanmamıştır.
3. Ph ve PaCO<sub>2</sub> değerlerinde yöntemler arasında farklılık yoktur. CO<sub>2</sub> eliminasyonunda yetersizlik gözlenmemiştir. Rekrutment grubunda daha fazla olmak üzere intraoperatif PaO<sub>2</sub> değerlerinde oransal olarak EOMV ve rekrutment grubunda daha fazla artış gözlenmiştir. Rekrutment grubunun PaO<sub>2</sub> üzerindeki etkisi postoperatif ölçümlerde devam etmiştir. Ancak kontrol ve EOMV gruplarında preoperatif bazal değerlere dönmüştür

Çalışmamızda EOMV ve rekrutment manevrasının atelektaziye düzelterek, belirgin bir hemodinamik yan etki yapmadan intraoperatif oksijenasyonu arttırdığını gösterdik. Rekrutment grubu en yüksek PaO<sub>2</sub> ve kompliyans oranlarını yakalamıştır. Ayrıca sadece rekrutment grubundaki PaO<sub>2</sub> yüksekliği postoperatif 4. ve 6. saatlerde devam etmiştir.

Bu sonuçlarla, obez hastalarda laparoskopik cerrahide hem EOMV'un hem de rekrutment'in eşit güvenlikte kullanılabilceğini düşünüyoruz. Vakaya göre optimize edilmiş İ/E ve inspiratuar pause ile uygulanan TOMV, PEEP ve rekrutment kombinasyonunun kullanımı daha iyi sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

İntraoperatif hipoksi ve atelektaziye bağlı komplikasyon gelişme riski yüksek olan kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi olgularda EOMV ve rekrutment uygulamasının etkilerini araştıran ileri çalışmalar yapılabilceğini düşünüyoruz.

Atelektazi tespitindeki kısıtlılık bu çalışmanın bir eksikliğidir. Oksijenasyon akciğer kollapsının değerlendirilmesi için kötü bir indikatör olabilir. Pnömooperitonyum sırasında atelektazi gelişimi ile oksijenasyon arasında ilişki olmadığını gösteren çalışmalar da vardır (138, 139). Bu sorunu çözmek için değerlendirmede bilgisayarlı tomografinin kullanıldığı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Solunumsal ve hemodinamik yan etkiler oluşturmadan arteriyel oksijenasyonu iyileştirebilen optimal İ:E oranını bulmak için daha fazla çalışma yapılması gereklidir. TOMV, rekrutment ve daha yüksek PEEP değerlerinin kombine edildiği çalışmalara da ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz verilerin analizinde anlamlı istatistiksel sonuçlar elde edemediğimiz alanlar olmasını vaka sayımızın düşük olmasına bağlıyoruz. Bu sebeple vaka havuzunu genişletmek için çalışmaya devam edilmesi planlanmıştır.

## KAYNAKLAR

1. Ho HS, Gunther RA, Wolfe BM. Intraperitoneal carbon dioxide insufflation and cardiopulmonary functions: laparoscopic cholecystectomy in pigs. *Archives of Surgery*. 1992;127(8):928-33.
2. Ivankowich AD, Miletich DJ, Albretch RF, Hayman HJ, Bonnet RF. Cardiovascular effect of intraperitoneal insufflation with CO<sub>2</sub> and nitrous oxide in the dog. *Anesthesiology*. 1975;42:281.
3. Kashtan J, Green JF, Parsons EQ, Holcroft JW. Hemodynamic effects of increased abdominal pressure. *Journal of Surgical Research*. 1981;30(3):249-55.
4. Odeberg S, Ljungqvist O, Svenberg T, Gannedahl P, Bäckdahl M, Rosen Av, et al. Haemodynamic effects of pneumoperitoneum and the influence of posture during anaesthesia for laparoscopic surgery. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1994;38(3):276-83.
5. Koivusalo AM, Lindgren L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2000;44(7):834-41.
6. Nishio I, Noguchi J, Konishi M, Ochiai R, Takeda J, Fukushima K. The effects of anesthetic techniques and insufflating gases on ventilation during laparoscopy. *Masui Journal*. 1993;42(6):862-6.
7. Candiotti K, Sharma S, Shankar R. Obesity, obstructive sleep apnoea and diabetes mellitus: anaesthetic implications. *British Journal of Anaesthesia*. 2009;103:23-30.
8. Pelosi P, Croci M, Ravagnan I, Tredici S, Pedoto A, Lissoni A, et al. The effects of body mass on lung volumes, respiratory mechanics, and gas exchange during general anesthesia. *Anesthesia & Analgesia*. 1998;87(3):654-60.
9. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology*. 2005;102(4):838-54.
10. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med*. 2005;31(10):1327-35.
11. Bruells CS, Rossaint R. Physiology of gas exchange during anaesthesia. *European Journal of Anaesthesiology*. 2011;28(8):570-9.
12. Shenkman Z, Shir Y, Brodsky JB. Perioperative management of the obese patient. *British Journal of Anaesthesia*. 1993;70(3):349-59.
13. Adams JP, Murphy PG. Obesity in anaesthesia and intensive care. *British Journal of Anaesthesia*. 2000;85(1):91-108.



14. Bamgbade OA, Rutter TW, Nafiu OO, Dorje P. Postoperative complications in obese and nonobese patients. *World Journal of Surgery*. 2007;31(3):556-60.
15. Doglietto F, Prevedello DM, Jane Jr JA, Han J, Laws Jr ER. A brief history of endoscopic transsphenoidal surgery—from Philipp Bozzini to the First World Congress of Endoscopic Skull Base Surgery. *Neurosurgical focus*. 2005;19(6):1-6.
16. Litynski GS. Laparoscopy—the early attempts: spotlighting Georg Kelling and Hans Christian Jacobaeus. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 1997;1(1):83-5.
17. Bernheim BM. Organoscopy: cystoscopy of the abdominal cavity. *Annals of surgery*. 1911;53(6):764.
18. Hatzinger M, Kwon S, Langbein S, Kamp S, Häcker A, Alken P. Hans Christian Jacobaeus: Inventor of human laparoscopy and thoracoscopy. *Journal of Endourology*. 2006;20(11):848-50.
19. Seman EI, Keirse MJ. The development of laparoscopy and its application to pelvic floor repair. *Pelvipерineology*. 2012:74.
20. Berci G, Forde K. History of endoscopy. *Surgical endoscopy*. 2000;14(1):5-15.
21. Litynski GS. Kurt Semm and an automatic insufflator. *Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 1998;2(2):197.
22. Cuschieri A, Dubois F, Mouiel J, Mouret P, Becker H, Buess G, et al. The European experience with laparoscopic cholecystectomy. *The American Journal of Surgery*. 1991;161(3):385-7.
23. Sanchez-de-Badajoz E, Diaz-Ramirez F, Vara-Thorbeck C. Endoscopic varicocelelectomy. *Journal of Endourology*. 1990;4(4):371-4.
24. Clayman R, Kavoussi L, Soper N, Dierks S, Meretyk S, Darcy M, et al. Laparoscopic nephrectomy: initial case report. *The Journal of Urology*. 1991;146(2):278-82.
25. Alver FA. Laparoskopik cerrahi için anestezi. *Türkiye Klinikleri*. 2008:39-52.
26. James D. Anestezinin Sırları. 392-8.
27. Frederic J. Gerges GEKM, Samar I. Jabbour-khoury, MD. Anesthesia for laparoscopy: a review,. *Journal of Clinical Anesthesia*. 2006;18:67–78.
28. Menes T, Spivak H. Laparoscopy: searching for the proper insufflation gas. *Surgical Endoscopy*. 2000;14(11):1050-6.

29. Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer E, Bergamaschi R, Bonjer H, Cuschieri A, et al. The European Association for Endoscopic Surgery clinical practice guideline on the pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy And Other Interventional Techniques*. 2002;16(7):1121-43.
30. Sharma KC, Brandstetter RD, Brensilver JM, Jung LD. Cardiopulmonary physiology and pathophysiology as a consequence of laparoscopic surgery. *Chest*. 1996;110(3):810-5.
31. Ost MC, Tan BJ, Lee BR. Urological laparoscopy: basic physiological considerations and immunological consequences. *Journal of Urology*. 2005;174(4):1183-8.
32. Neuberger TJ, Andrus CH, Wittgen CM, Wade TP, Kaminski DL. Prospective comparison of helium versus carbon dioxide pneumoperitoneum. *Gastrointestinal endoscopy*. 1996;43(1):38-41.
33. Odeberg-Werner S. Laparoscopic surgery—effects on circulatory and respiratory physiology: an overview. *European Journal of Surgery*. 2000;166(S12):4-11.
34. Gutt C, Oniu T, Mehrabi A, Schemmer P, Kashfi A, Kraus T, et al. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. *Digestive surgery*. 2004;21(2):95-105.
35. Larsen J, Svendsen F, Pedersen V. Randomized clinical trial of the effect of pneumoperitoneum on cardiac function and haemodynamics during laparoscopic cholecystectomy. *British Journal of Surgery*. 2004;91(7):848-54.
36. Alijani A, Hanna GB, Cuschieri A. Abdominal wall lift versus positive-pressure capnoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: randomized controlled trial. *Annals of surgery*. 2004;239(3):388.
37. Ibraheim OA, Samarkandi AH, Alshehry H, Faden A, Farouk EO. Lactate and acid base changes during laparoscopic cholecystectomy. *Middle East Journal of Anesthesiology*. 2006;18(4):755.
38. Tan M, Xu FF, Peng JS, Li DM, Chen LH, Lv BJ, et al. Changes in the level of serum liver enzymes after laparoscopic surgery. *World Journal of Gastroenterology*. 2003;9(2):364-7.
39. Hasukic S. Postoperative changes in liver function tests: randomized comparison of low- and high-pressure laparoscopic cholecystectomy. *Surgical Endoscopy*. 2005;19(11):1451-5.
40. Yokoyama Y, Alterman DM, Sarmadi AH, Baveja R, Zhang JX, Huynh T, et al. Hepatic vascular response to elevated intraperitoneal pressure in the rat. *Journal of Surgical Research*. 2002;105(2):86-94.

41. Thaler W, Frey L, Marzoli G, Messmer K. Assessment of splanchnic tissue oxygenation by gastric tonometry in patients undergoing laparoscopic and open cholecystectomy. *British Journal of Surgery*. 1996;83(5):620-4.
42. Joshi GP. Anesthesia for laparoscopic surgery. *Canadian Journal of Anaesthesia*. 2002;49(1):R45-R9.
43. Gharaibeh H. Anaesthetic management of laparoscopic surgery. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 1998;4(1):185-8.
44. Kayhan Z. Klinik anestezi. 3 ed: Logos Yayıncılık; 2004. 191-228.
45. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, Tulunay M, Cuhruk H. Klinik anesteziyoloji: Güneş Tıp Kitabevleri; 2008. 79-83.
46. Walther SM, Domino KB, Glenn RW, Hlastala MP. Pulmonary blood flow distribution in sheep: effects of anesthesia, mechanical ventilation and change in posture. *Anesthesiology*. 1997;87(2):335-42.
47. Nishikawa T. Prone position and oxygenation. *Anesthesia & Analgesia*. 1996;82(4):885.
48. Mure M, Lindahl SGE. Prone position improves gas exchange – but how? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2001;45(2):150-9.
49. Cairo JM. *Pilbeam's Mechanical Ventilation: Physiological and Clinical Applications*: Elsevier Health Sciences; 2013.
50. Truwit JD. Lung mechanics. In: Dantzer DR, MacIntyre NR, Bakow ED, editors. *Comprehensive Respiratory Care*. Philadelphia: WB Saunders Company; 1996.
51. Costanzo LS. *Physiology*. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Co; 2002.
52. Grinnan DC, Truwit JD. Clinical review: respiratory mechanics in spontaneous and assisted ventilation. *Crit Care*. 2005;9(5):472-84.
53. MacIntyre NR. Evidence-Based Guidelines for Weaning and Discontinuing Ventilatory Support A Collective Task Force Facilitated by the American College of Chest Physicians; the American Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest Journal*. 2001;120(6):375-96.
54. Wilson WC, Benumof JL. Respiratory Physiology and Respiratory Function during Anesthesia. *Miller's Anesthesia*. 6 ed: Churchill Livingstone; 2005. 689-91.
55. Müsellim B. Arter kan gazları. In: Yıldırım N, editor. *Akciğer fonksiyon testleri Fizyolojiden klinik uygulamaya*. Ankara: Turgut Yayıncılık; 2004. 209-21.

- 56.** Yıldız F. Klinikte arter kan gazı ölçümü ve değerlendirilmesi. In: Ilgazlı A, Çağlar T, editors. Solunum fonksiyon testleri ve klinik kullanımı. Kocaeli: Nobel Tıp Kitapları; 2004. 58-69.
- 57.** Hancox B, Whyte K. Pocket Guide to Lung Function Tests. 1 ed. New Zealand: The McGraw-Hill companies; 2004. 71-90.
- 58.** Saryal S. Arter kan gazları. In: Numanoğlu N, editor. Klinik solunum sistemi ve hastalıkları. 201-17. Ankara2001.
- 59.** Lachmann B. Open up the lung and keep the lung open. Intensive Care Med. 1992;18(6):319-21.
- 60.** Pelosi P, Goldner M, McKibben A, Adams A, Eccher G, Caironi P, et al. Recruitment and derecruitment during acute respiratory failure: an experimental study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2001;164(1):122-30.
- 61.** Topuz U, Salihoglu Z, Gokay BV, Umutoglu T, Bakan M, Idin K. The Effects of Different Oxygen Concentrations on Recruitment Maneuver During General Anesthesia for Laparoscopic Surgery. Age (y). 2014;45(11):48-13.
- 62.** Fort P, Farmer C, Westerman J, Johannigman J, Beninati W, Dolan S, et al. High-frequency oscillatory ventilation for adult respiratory distress syndrome-a pilot study. Critical care medicine. 1997;25(6):937-47.
- 63.** Pelosi P, Cadringer P, Bottino N, Panigada M, Carrieri F, Riva E, et al. Sigh in acute respiratory distress syndrome. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1999;159(3):872-80.
- 64.** Guerin C, Badet M, Rosselli S, Heyer L, Sab J-M, Langevin B, et al. Effects of prone position on alveolar recruitment and oxygenation in acute lung injury. Intensive care medicine. 1999;25(11):1222-30.
- 65.** Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, Vicardi P, Crotti S, Valenza F, et al. Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 1998;157(2):387-93.
- 66.** Benoît Z, Wicky S, Fischer J-F, Frascarolo P, Chapuis C, Spahn DR, et al. The effect of increased FiO<sub>2</sub> before tracheal extubation on postoperative atelectasis. Anesthesia & Analgesia. 2002;95(6):1777-81.
- 67.** Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G, Panigada M, Bottino N, Tredici S, et al. Positive End-Expiratory Pressure Improves Respiratory Function in Obese but Not in Normal Subjects During Anesthesia and Paralysis. Survey of Anesthesiology. 2000;44(6):360-1.

- 68.** Topuz C, Baturay F, Çakıröz M, Ersoy A. Morbid Obezite Cerrahisi ve Anestezi. *Okmeydanı Tıp Dergisi*. 2014;30:56-9.
- 69.** Nguyen NT, Lee SL, Goldman C, Fleming N, Arango A, McFall R, et al. Comparison of pulmonary function and postoperative pain after laparoscopic versus open gastric bypass: a randomized trial. *Journal of the American College of Surgeons*. 2001;192(4):469-76.
- 70.** Windberger UB, Auer R, Keplinger F, Längle F, Heinze G, Schindl M, et al. The role of intra-abdominal pressure on splanchnic and pulmonary hemodynamic and metabolic changes during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Gastrointestinal endoscopy*. 1999;49(1):84-91.
- 71.** Chui P, Gin T, Oh T. Anaesthesia for laparoscopic general surgery. *Anaesthesia and intensive care*. 1993;21(2):163-71.
- 72.** Sprung J, Whalley DG, Falcone T, Warner DO, Hubmayr RD, Hammel J. The impact of morbid obesity, pneumoperitoneum, and posture on respiratory system mechanics and oxygenation during laparoscopy. *Anesthesia & Analgesia*. 2002;94(5):1345-50.
- 73.** Ezri T, Muzikant G, Medalion B, Szmuk P, Charuzi I, Susmallian S. Anesthesia for restrictive bariatric surgery (gastric bypass not included): laparoscopic vs open procedures. *International journal of obesity and related metabolic disorders*. 2004;28(9):1157-62.
- 74.** Üstün YB, Köksal E. Obezite ve anestezi. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 2013;30:15-23.
- 75.** De Campos T. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *The Acute Respiratory Distress Syndrome Network*. *New England Journal of Medicine*. 2000;342(18):1302-8.
- 76.** Reynolds E. Effect of alterations in mechanical ventilator settings on pulmonary gas exchange in hyaline membrane disease. *Archives of disease in childhood*. 1971;46(246):152-9.
- 77.** Putensen C. Inverse Ratio Ventilation. In: B PPaL, editor. *Mechanical Ventilation: Clinical Applications and Pathophysiology*: Elsevier, Philadelphia, Pennsylvania USA; 2008. 259-68.
- 78.** Mercat A, Titiriga M, Anguel N, Richard C, Teboul J-L. Inverse ratio ventilation (I/E= 2/1) in acute respiratory distress syndrome: a six-hour controlled study. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1997;155(5):1637-42.

- 79.** Gurevitch M, Van Dyke J, Young E, Jackson K. Improved oxygenation and lower peak airway pressure in severe adult respiratory distress syndrome. Treatment with inverse ratio ventilation. *Chest Journal*. 1986;89(2):211-3.
- 80.** Mousa WF. Equal ratio ventilation (1:1) improves arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery: A crossover study. *Saudi J Anaesth*. 2013;7(1):9-13.
- 81.** Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, Sundbom M, Duvernoy O, Pelosi P, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis. *Anesthesiology*. 2009;111(5):979-87.
- 82.** Whalen FX, Gajic O, Thompson GB, Kendrick ML, Que FL, Williams BA, et al. The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2006;102(1):298-305.
- 83.** Johnson D. Lung recruitment during general anesthesia. *Canadian Journal of Anesthesia*. 2004;51(7):649-53.
- 84.** Tusman G, Böhm S, De Anda GV, Do Campo J, Lachmann B. 'Alveolar recruitment strategy' improves arterial oxygenation during general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 1999;82(1):8-13.
- 85.** Pang C, Yap J, Chen P. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesthesia and intensive care*. 2003;31(2):176-80.
- 86.** Futier E, Constantin J-M, Pelosi P, Chanques G, Kwiatkoski F, Jaber S, et al. Intraoperative recruitment maneuver reverses detrimental pneumoperitoneum-induced respiratory effects in healthy weight and obese patients undergoing laparoscopy. *Anesthesiology*. 2010;113(6):1310-9.
- 87.** Gadacz TR, Talamini MA. Traditional versus laparoscopic cholecystectomy. *The American Journal of Surgery*. 1991;161(3):336-8.
- 88.** Sharma KC, Kabinoff G, Ducheine Y, Tierney J, Brandstetter RD. Laparoscopic surgery and its potential for medical complications. *Heart Lung Journal*. 1997;26(1):52-64.
- 89.** Richard JC, Maggiore SM, Jonson B, Mancebo J, Lemaire F, Brochard L. Influence of tidal volume on alveolar recruitment. Respective role of PEEP and a recruitment maneuver. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2001;163(7):1609-13.
- 90.** Bendixen H, Bullwinkel B, Hedley-Whyte J. Atelectasis and shunting during spontaneous ventilation in anesthetized patients. *Anesthesiology*. 1964;25(3):297-301.

- 91.** Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1999;43(3):295-301.
- 92.** Wetterslev J, Hansen E, Roikjaer O, Kanstrup I, Heslet L. Optimizing perioperative compliance with PEEP during upper abdominal surgery: effects on perioperative oxygenation and complications in patients without preoperative cardiopulmonary dysfunction. *European Journal of Anaesthesiology*. 2001;18(6):358-65.
- 93.** Almarakbi W, Fawzi H, Alhashemi J. Effects of four intraoperative ventilatory strategies on respiratory compliance and gas exchange during laparoscopic gastric banding in obese patients. *British Journal of Anaesthesia*. 2009;102(6):862-8.
- 94.** Kim KS, Park SS, Lim DG. The Effects of Preventive PEEP on Perioperative Pulmonary Functions in Patients Receiving Gastrectomy with a Kent Retractor. *Korean Journal of Anesthesiology*. 2003;45(3):359-64.
- 95.** Qiu H, Xu H, Yang Y, Zhou S, Chen Y, Sun H. Effects of positive end-expiratory pressure on lung recruited volume and oxygenation in patients with acute respiratory distress syndrome. *Chinese Critical Care Medicine Journal*. 2004;16(7):399-402.
- 96.** Aldenkortt M, Lysakowski C, Elia N, Brochard L, Tramer MR. Ventilation strategies in obese patients undergoing surgery: a quantitative systematic review and meta-analysis. *British Journal of Anaesthesia*. 2012;109(4):493-502.
- 97.** Sinha M, Chiplonkar S, Ghanshani R. Pressure-controlled inverse ratio ventilation using laryngeal mask airway in gynecological laparoscopy. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. 2012;28(3):330.
- 98.** Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Archives of Surgery*. 1991;126(8):997-1001.
- 99.** Liu S-Y, Leighton T, Davis I, Klein S, Lippmann M, Bongard F. Prospective analysis of cardiopulmonary responses to laparoscopic cholecystectomy. *Journal of Laparoendoscopic Surgery*. 1991;1(5):241-6.
- 100.** Gürsel G. Akut Solunum Sıkıntısı Sendromu (ARDS)'nda "Recruitment" Manevraları ve Optimum PEEP Ayarı. *Yoğun Bakım Dergisi*. 2003;3(1):22-32.
- 101.** Downs JB, Michal E Douglas M, Sanfelippo PM, Stanford W, Hodges MR. Ventilatory Pattern, Interpleural Pressure, and Cardiac Output. *Anesthesia & Analgesia*. 1977;56(1):88-94.

- 102.** Cole A, Weller S, Sykes M. Inverse ratio ventilation compared with PEEP in adult respiratory failure. *Intensive care medicine*. 1984;10(5):227-32.
- 103.** Mercat A, Teboul J, Lenique F, Richard C. Cardiorespiratory effects of pressure-controlled ventilation with and without inverse ratio in the adult respiratory distress syndrome. *Chest Journal*. 1993;104(3):871-5.
- 104.** Abraham E, Yoshihara G. Cardiorespiratory effects of pressure controlled inverse ratio ventilation in severe respiratory failure. *Chest Journal*. 1989;96(6):1356-9.
- 105.** Gore DC. Hemodynamic and ventilatory effects associated with increasing inverse inspiratory-expiratory ventilation. *Journal of Trauma-Injury, Infection, and Critical Care*. 1998;45(2):268-72.
- 106.** Lessard MR, Guérot E, Lorino H, Lemaire F, Brochard L. Effects of pressure-controlled with different I: E ratios versus volume-controlled ventilation on respiratory mechanics, gas exchange, and hemodynamics in patients with adult respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 1994;80(5):983-91.
- 107.** Dexter S, Vucevic M, Gibson J, McMahon M. Hemodynamic consequences of high-and low-pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surgical endoscopy*. 1999;13(4):376-81.
- 108.** Decailliot F, Streich B, Heurtematte Y, Duvaldestin P, Cherqui D, Stéphan F. Hemodynamic effects of portal triad clamping with and without pneumoperitoneum: an echocardiographic study. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;100(3):617-22.
- 109.** Alfonsi P, Vieillard-Baron A, Coggia M, Guignard B, Goeau-Brissonniere O, Jardin F, et al. Cardiac function during intraperitoneal CO2 insufflation for aortic surgery: a transesophageal echocardiographic study. *Anesthesia & Analgesia*. 2006;102(5):1304-10.
- 110.** Llorens J, Ballester M, Tusman G, Blasco L, García-Fernández J, Jover JL, et al. Adaptive support ventilation for gynaecological laparoscopic surgery in Trendelenburg position: bringing ICU modes of mechanical ventilation to the operating room. *European Journal of Anaesthesiology (EJA)*. 2009;26(2):135-9.
- 111.** Koprulu G, Esen F, Pembeci K, Denkel T. Pulmonary mechanics during laparoscopic surgery. *Adv Exp Med Biol*. 1996;388:643-6.
- 112.** Kararmaz A, Kaya S, Turhanoglu S, Özyılmaz M. Laparoskopisi sonrasında uygulanan rekrutman manevrasının arteriyel oksijenasyon ve akciğer kompliyansına etkileri. *Türk Anesteziyoloji ve Reanimasyon Derneği Dergisi*. 2004;32:113-9.
- 113.** Sprung J, Whalley DG, Falcone T, Wilks W, Navratil JE, Bourke DL. The effects of tidal volume and respiratory rate on oxygenation and respiratory mechanics



during laparoscopy in morbidly obese patients. *Anesthesia & Analgesia*. 2003;97(1):268-74.

**114.** Baum M, Benzer H, Mutz N, Pauser G, Tonczar L. Inversed ratio ventilation (IRV). Role of the respiratory time ratio in artificial respiration in ARDS. *Der Anaesthesist*. 1980;29(11):592-6.

**115.** Brodsky JB. Positioning the morbidly obese patient for anesthesia. *Obesity surgery*. 2002;12(6):751-8.

**116.** Boyce JR, Ness T, Castroman P, Gleysteen JJ. A preliminary study of the optimal anesthesia positioning for the morbidly obese patient. *Obesity surgery*. 2003;13(1):4-9.

**117.** Perilli V, Sollazzi L, Bozza P, Modesti C, Chierichini A, Tacchino RM, et al. The effects of the reverse Trendelenburg position on respiratory mechanics and blood gases in morbidly obese patients during bariatric surgery. *Anesthesia & Analgesia*. 2000;91(6):1520-5.

**118.** Meininger D, Zwissler B, Byhahn C, Probst M, Westphal K, Bremerich DH. Impact of overweight and pneumoperitoneum on hemodynamics and oxygenation during prolonged laparoscopic surgery. *World Journal of Surgery*. 2006;30(4):520-6.

**119.** Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg Å, Brismar B, Lundquist H. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology*. 1987;66(2):157-67.

**120.** Safran DB, Orlando III R. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *The American Journal of Surgery*. 1994;167(2):281-6.

**121.** Wallace D, Serpell M, Baxter J, O'dwyer P. Randomized trial of different insufflation pressures for laparoscopic cholecystectomy. *British Journal of Surgery*. 1997;84(4):455-8.

**122.** Cadi P, Guenoun T, Journois D, Chevallier J-M, Diehl J-L, Safran D. Pressure-controlled ventilation improves oxygenation during laparoscopic obesity surgery compared with volume-controlled ventilation. *British Journal of Anaesthesia*. 2008;100(5):709-16.

**123.** Ludwigs U, Klingstedt C, Baehrendtz S, Hedenstierna G. A comparison of pressure- and volume-controlled ventilation at different inspiratory to expiratory ratios. *Acta anaesthesiologica scandinavica*. 1997;41(1):71-7.

**124.** Sefr R, Puszkailer K, Jagos F. Randomized trial of different intraabdominal pressures and acid-base balance alterations during laparoscopic cholecystectomy. *Surgical endoscopy*. 2003;17(6):947-50.

- 125.** Gandara V, De Vega D, Escriu N, Zorrilla IG. Acid–base balance alterations in laparoscopic cholecystectomy. *Surgical endoscopy*. 1997;11(7):707-10.
- 126.** Iwasaka H, Miyakawa H, Yamamoto H, Kitano T, Taniguchi K, Honda N. Respiratory mechanics and arterial blood gases during and after laparoscopic cholecystectomy. *Canadian Journal of Anaesthesia*. 1996;43(2):129-33.
- 127.** Kantorova I, Svoboda P, Ochmann J, Pestal M, Kozumplik L, Dolezalova L, et al. Does insufflation of the abdomen in laparoscopic surgery affect acid-base and ventilatory parameters? *Rozhledy v chirurgii: mesicnik Ceskoslovenske chirurgicke spolecnosti*. 1999;78(7):332-6.
- 128.** Leighton TA, Liu S-Y, Bongard F. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery*. 1993;113(5):527-31.
- 129.** Puri G, Singh H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 1992;68(2):211-3.
- 130.** Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner CB, McEwen J, Chan M, Walley KR. Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology*. 1994;80(1):129-36.
- 131.** Seed R, Shakespeare T, Muldoon M. Carbon dioxide homeostasis during anaesthesia for laparoscopy. *Anaesthesia*. 1970;25(2):223-31.
- 132.** Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K, Abe H, Ohtomo Y, Idezuki Y. Changes in splanchnic blood flow and cardiovascular effects following peritoneal insufflation of carbon dioxide. *Surgical endoscopy*. 1993;7(5):420-3.
- 133.** Mullet CE, Viale JP, Sagnard PE, Mielle CC, Ruynat LG, Counieux HC, et al. Pulmonary CO<sub>2</sub> elimination during surgical procedures using intra-or extraperitoneal CO<sub>2</sub> insufflation. *Anesthesia & Analgesia*. 1993;76(3):622-6.
- 134.** Bongard FS, Pianim NA, Leighton TA, Dubecz S, Davis IP, Lippmann M, et al. Helium insufflation for laparoscopic operation. *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1993;177(2):140-6.
- 135.** Blobner M, Felber A, Gögler S, Weigl E, Esselborn SJ. Carbon Dioxide Uptake From Pneumoperitoneum During Laparoscopic Cholecystectomy. *Anesthesiology*. 1992;77(3A):3-37.
- 136.** MacIntyre NR. Setting the frequency-tidal volume pattern. *Respiratory care*. 2002;47(3):266-74.
- 137.** Boussarsar M, Thierry G, Jaber S, Roudot-Thoraval F, Lemaire F, Brochard L. Relationship between ventilatory settings and barotrauma in the acute respiratory distress syndrome. *Intensive care medicine*. 2002;28(4):406-13.

**138.** Nguyen NT, Wolfe BM. The physiologic effects of pneumoperitoneum in the morbidly obese. *Annals of surgery*. 2005;241(2):219-26.

**139.** Strang CM, Hachenberg T, Fredén F, Hedenstierna G. Development of atelectasis and arterial to end-tidal PCO<sub>2</sub>-difference in a porcine model of pneumoperitoneum. *British Journal of Anaesthesia*. 2009:1-6.