

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

**ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ
YAPILAN HASTALARDA SÜRÜCÜ BASINÇ HEDEFLİ MEKANİK
VENTİLASYONUN SOLUNUMSAL ETKİLERİNİN ELEKTRİKSEL
EMPEDANS TOMOGRAFİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON UZMANLIK TEZİ

Dr. Ezgi BUDAK ÖZYALÇIN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Fatış ALTINDAŞ

İSTANBUL - 2024

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

ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ
YAPILAN HASTALARDA SÜRÜCÜ BASINÇ HEDEFLİ MEKANİK
VENTİLASYONUN SOLUNUMSAL ETKİLERİNİN ELEKTRİKSEL
EMPEDANS TOMOGRAFİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON UZMANLIK TEZİ

Dr. Ezgi BUDAK ÖZYALÇIN

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Fatih ALTINDAŞ

İSTANBUL - 2024

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimimin her aşamasında bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren; sabırlı olmanın ve araştırma sürecindeki disiplinin önemini öğreten, bilimsel sorgulama ve eleştirel düşünce yetisi kazandıran ve bana her konuda her daim destek olan, birlikte çalışabildiğim için kendimi şanslı hissettiğim değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Fatış Altındaş’a,

Asistanlık sürecim boyunca zorlu vakaları sakinlikle yönetmeyi öğreten, liderliği ve bilgi birikimiyle bizlere yol gösteren İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşı, Cerrahpaşı Tıp Fakóltesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Lale Yüceyar’a,

Bilgi ve rehberliklerinden faydalandığım, akademik ve entelektüel katkılarını hissetmeye devam edeceğim değerli abim Doç. Dr. Şafak Emre Erbabacan’a, Dr. Öğr. Üyesi Aylin Nizamoğlu’na, Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Akyol Beyoğlu’na, Uzm. Dr. Eser Özlem Ünlüsoy’a ve her daim bana abilik yapan, tecrübelerinden ve hayata bakış açısından çok şey öğrendiğim çok sevgili Uzm. Dr. İlhan Beyoğlu’na,

Bilime olan tutkuları ve çalışma disiplinleri ile bana örnek olan, mesleki gelişimime ve bilimsel bakış açımı genişletmeme katkı sağlayan hocalarım Prof. Dr. Özlem Korkmaz Dilmen, Prof. Dr. Yusuf Tunalı ve Doç. Dr. Fatma Eren Akçıl’a,

Birlikte çok değerli deneyimler kazandığımız, özellikle zorlu pandemi döneminde gece gündüz demeden yanımızda olan ve tez sürecimde de benden desteklerini esirgemeyen saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Yalım Dikmen, Prof. Dr. Oktay Demirkıran ve Uz. Dr. Seval Ürkmez’e,

Anesteziyoloji hekiminde özgüvenin ne kadar önemli olduğunu gösteren, hak arayışımızda desteğini tüm asistanlar olarak sonuna kadar hissettiğimiz, bizi sürekli koruyup kollayan kıymetli abim Prof. Dr. Ercan Türeci’ye,

Pediyatrik anesteziinin inceliklerini 6ğreten ve çok değerli pratikler kazanmamı sağlayan hocalarım Prof. Dr. Çiğdem Tütüncü ve Prof. Dr. Pınar Kendigelen'e,

Farklı yaklaşımlar 6ğrendiğim, mesleki gelişimime büyük katkı sağlayan Prof. Dr. Gürcan Güngör, Uz. Dr. Nevzat Cem Sayılğan'a ve Uz. Dr. Nilgün olakoęlu'na

Tezimin her aşamasında desteklerini ve güler yüzlerini esirgemeyen robotik cerrahi ekibimizin değerli üyeleri Prof. Dr. Bülent Önal, Doç Dr. etin Demirdağ, Dr. Ahmet Vural, Dr. Alper Okur, Naci Güllü, Tarık akmak ve Mehmet Ali Cięerci'ye,

Asistanlık sürecimin keyifli ve huzurlu geçmesine katkıları olan, çok sevdiğim asistan arkadaşlarıma,

Beni sevgi ile büyütüp yetiştiren, hayatım boyunca her zaman bana destek olup hayata güvenle bağlanmamı sağlayan canım aileme; annem Nil Budak, babam Namık Budak, kardeşim Özge Yardımcı'ya ve Furkan Yardımcı'ya,

Hep yanımda olan, zorlukları beraber aştığımız hayat arkadaşım çok sevgili eşim Dr. Ali Özyalçın'a,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Ezgi BUDAK ÖZYALÇIN
İstanbul/2024

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ETİK KURUL ONAYI	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ (RYLRP)	4
2.1.1. Robotik Cerrahi Tarihçesi	4
2.1.2. da Vinci® Robotik Cerrahi Sistemi	5
2.1.3. Robotik Cerrahi Kullanım Alanları	5
2.1.4. Robotik Cerrahinin Avantajları-Dezavantajları	5
2.1.5. RYLRP Sırasında Görülen Fizyolojik Değişiklikler	6
2.1.6. RYLRP’lerde Anestezik Yönetim	8
2.1.7. RYLRP Sırasında Oluşabilecek Komplikasyonlar	9
2.2. AKCİĞER KORUYUCU MEKANİK VENTİLASYON	10
2.2.1. Düşük Tidal Volüm Ventilasyonu	11
2.2.2. PEEP uygulaması	11
2.2.3. Rekrutment Manevraları	12
2.2.4. Sürücü Basınç	12
2.2.5. Akciğer Koruyucu Mekanik Ventilasyon Modları	12

2.3. ELEKTRİKSEL EMPEDANS TOMOGRAFİSİ	13
2.3.1. EET Çalışma Prensipleri	16
2.3.2. Akciğer Havalanmasının EET Değerlendirilmesi.....	18
2.3.3. EET'nin Peroperatif Kullanım Alanları	19
2.3.4. EET Kısıtlılıkları	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3.1. ANESTEZİ PROTOKOLÜ.....	22
3.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN İSTATİKSEL YÖNTEMLER.....	25
4. BULGULAR.....	27
5. TARTIŞMA	54
6. SONUÇ.....	65
7. KAYNAKLAR	66
8. EKLER.....	74
8.1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	74
8.2. İZLEM FORMU	77
9. ÖZGEÇMİŞ.....	81
10. İNTİHAL TARAMA RAPORU	84

SİMGELER VE KISALTMALAR

ARDS	: Erişkin Solunum Sıkıntısı Sendromu
ASA	: Amerikan Anesteziyolojistleri Derneği
BMI	: Vücut Kütle İndeksi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CO₂	: Karbondioksit
CoV	: Ventilasyon Merkezi
CV	: Varyasyon Katsayısı
dk	: Dakika
DM	: Diabetes Mellitus
EET	: Elektriksel Empedans Tomografisi
EKG	: Elektrokardiyogram
EtCO₂	: Ekshalasyon Sunu Karbondioksit Basıncı
FiO₂	: İnspire Fraksiyonel Oksijen
FRC	: Fonksiyonel Rezidüel Kapasite
GI indeks	: Global İnhomojenite indeksi
HT	: Hipertansiyon
IAB	: İntra Abdominal Basıncı
IVC	: İnferior Vena Kava
KAH	: Kalp Atım Hızı
kg	: Kilogram

KOAH.	: Kronik Obstruktif Akciğer Hastalığı
ml	: Mililitre
MPaw.	: Ortalama Hava Yolu Basıncı
NYHA.	: New York Kalp Cemiyeti
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
OSAS	: Obstruktif Uyku Apne Sendromu
PaCO₂	: Arteriyel Karbondioksit Parsiyel Basıncı
PaO₂	: Arteriyel Oksijen Parsiyel Basıncı
PCV	: Basınç Kontrollü Ventilasyon
PEEP	: Ekspirasyon Sonu Pozitif Basınç
Ppeak	: Tepe İnspiratuar Basınç
PPK	: Postoperatif Pulmoner Komplikasyon
Pplat	: Plato Havayolu Basıncı
PSA	: Prostat Spesifik Antijen
RM	: Rekrutment Manevrası
ROI	: İlgi Alanı
RR	: Solunum Sayısı
RVDI	: Bölgesel Ventilasyon Gecikme İndeksi
RYLRP	: Robot Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomi
SpO₂	: Periferik Oksijen Satürasyonu
SVO	: Serebrovasküler Olay
SVR	: Sistemik Vasküler Rezistans
TV	: Tidal Volüm

TVA	: Tahmini Vücut Ağırlığı
USG	: Ultrasonografi
VC-AF	: Volüm kontrollü otomatik akış
VCV	: Volüm Kontrollü Ventilasyon
VILI	: Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı
Z	: Empedans



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Pnömoni hastasının bilgisayarlı tomografi (BT) ve elektriksel empedans tomografisi (EET) ile elde edilen fonksiyonel görüntüleri BT’de sağ akciğerdeki büyük konsolidasyon, EET görüntüsünde sağ alt akciğerde ventilasyon olmaması ile görüntülenmiştir	14
Şekil 2. Elektriksel Empedans Tomografisi.....	15
Şekil 3. Elektriksel Empedans Tomografisi Elektrot Kemerleri	15
Şekil 4. EET Kemerleri’nin Hasta Üzerinde Yerleşimi	15
Şekil 5. Göğüsün 32 elektrotlu kemer ile bilgisayarlı tomografik kesiti ve torakstan geçen elektrik akımı yollarının şematik gösterimi.	16
Şekil 6. Empedans (Z) artışının (+Z) ve empedans azalmasının (–Z) temsili renkler ile açıklanması.....	17
Şekil 7. İnspirasyonun başlangıcından sonuna kadar olan ventilasyon dağılımının EET kullanılarak ölçülen seri statik görüntüleri	17
Şekil 8. Sayısal ROI değerleri total ventilasyonunun yüzde kaçının o bölgede gerçekleştiğini gösterir	18
Şekil 9. Sabit PEEP (a) ve kişiselleştirilmiş PEEP grubundan (b) hastalar için farklı zaman noktalarında temsili EET görüntüleri	25
Şekil 10. Gruplara Göre GI İndeks Değerlerinin Dağılımı.....	30
Şekil 11. Gruplara Göre ROI 1 + ROI 2 Değerlerinin Dağılımı.....	33
Şekil 12. Gruplara Göre ROI 3 + ROI 4 Değerlerinin Dağılımı.....	33
Şekil 13. Gruplara Göre KAH Değerlerinin Dağılımı	35
Şekil 14. Gruplara Göre OAB Değerlerinin Dağılımı	37

Şekil 15. Gruplara Göre SpO ₂ Değerlerinin Dağılımı	39
Şekil 16. Gruplara Göre Ppeak Değerlerinin Dağılımı	41
Şekil 17. Gruplara Göre Pplato Değerlerinin Dağılımı	43
Şekil 18. Gruplara Göre Peep Değerlerinin Dağılımı	45
Şekil 19. Gruplara Göre Sürücü Basıncı Değerlerinin Dağılımı	47
Şekil 20. Gruplara Göre Kompliyans Değerlerinin Dağılımı	49
Şekil 21. Gruplara Göre PaO ₂ Değerlerinin Dağılımı.....	51
Şekil 22. Gruplara Göre PaO ₂ /FiO ₂ Değerlerinin Dağılımı	52

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Gruplara Göre Bireylerin Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması	28
Tablo 2. Gruplara Göre Bireylerin Operasyon Değerlerinin Karşılaştırılması	29
Tablo 3. Gruplara Göre GI İndeks Değerleri Karşılaştırılması	30
Tablo 4. Gruplara Göre ROI Değerleri Karşılaştırılması	32
Tablo 5. Gruplara Göre KAH Değerleri Karşılaştırılması	34
Tablo 6. Gruplara Göre OAB Değerleri Karşılaştırılması.....	36
Tablo 7. Gruplara Göre SpO2 Değerleri Karşılaştırılması.....	38
Tablo 8. Gruplara Göre Ppeak Değerleri Karşılaştırılması	40
Tablo 9. Gruplara Göre Pplato Değerleri Karşılaştırılması.....	42
Tablo 10. Gruplara Göre PEEP Değerleri Karşılaştırılması.....	44
Tablo 11. Gruplara Göre Sürücü Basıncı Değerleri Karşılaştırılması.....	46
Tablo 12. Gruplara Göre Kompliyans Değerleri Karşılaştırılması	48
Tablo 13. Gruplara Göre PaO2 Değerleri Karşılaştırılması	50
Tablo 14. Gruplara Göre PaO2/FiO2 Değerleri Karşılaştırılması.....	51
Tablo 15. Gruplara Göre Postoperatif Pulmoner Komplikasyon Karşılaştırılması...	52
Tablo 16. Gruplara Göre Uzun Süre Oksijen Desteği İhtiyacı Karşılaştırılması	53

ETİK KURUL ONAYI

İÜC Tarih ve Sayı: 07.08.2024-1050342



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
REKTÖRLÜĞÜ
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı :E-83045809-604.01-1050342
Konu :Araş.Gör.Ezgi Budak ÖZYALÇIN etik
kurul kararı

07.08.2024

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : 22.03.2024 tarihli 950742 sayılı yazımıza istinaden

Anabilim Dalımızda görevli Araş.Gör.Ezgi Budak ÖZYALÇIN'ın yürütücülüğünde, Prof.Dr.Fatih ALTINDAŞ'ın danışmanlığında, Uzm.Dr.İlhan BEYOĞLU, Doç.Dr.Şafak Emre ERBABACAN, Uzm.Dr.Eser Özlem ÜNLÜSOY, Prof.Dr.Bülent ÖNAL, Doç.Dr.Çetin DEMİRDAĞ, ve Dr.Öğr.Üyesi Aylin NİZAMOĞLU'nun yardımcı araştırmacılığında yapılacak olan "**Robot Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomi Yapılan Hastalarda Sürücü Basınç Hedefli Mekanik Ventilasyonun Solunumsal Etkilerinin Elektriksel Empedans Tomografisi İle Değerlendirilmesi**" başlıklı çalışma 30.04.2024 tarihli etik kurulumuzca müzakere edilmiş olup, etik açıdan uygun görülmüştür
Bilgilerinize rica ederim

Prof. Dr. Mehmet Sarper ERDOĞAN
Başkan

Ek:01 Adet karar fiziki olarak teslim alınacaktır

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: BSPU4E0C12

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-cerrahpaşa-ebya>

Adres:İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Rektörlüğü, 34320 Avcılar-İstanbul
Telefon:0212 404 03 00 Faks:0212 404 07 01
Web:<https://www.iuc.edu.tr>
Kep Adresi:iuc@hs01.kep.tr

Bilgi için: Hakan CENGİZ
Dahili: 23076



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

E vrak doğrulaması <https://turkiye.gov.tr/ebd?eK=BSPU4E0E KZ&eS=1050342> adresinden yapılabilir.

ÖZET

Giriş ve Amaç: Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi için uygulanan Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyum gibi faktörler nedeniyle postoperatif pulmoner komplikasyonlar gelişebilir. Çalışmamızın amacı, robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi (RYLRP) sırasında, sürücü basınç yaklaşımıyla kişiselleştirilmiş PEEP uygulaması içeren ventilasyon ile sabit PEEP uygulamasını içeren ventilasyonun akciğer gaz dağılımına etkilerini elektriksel empedans tomografisi (EET) aracılığıyla değerlendirmek ve gruplar arası postoperatif pulmoner komplikasyonları (PPK) karşılaştırmaktır.

Yöntem: Çalışmamız, prostat kanseri tanısıyla RYLRP geçiren 42 hastada, randomize, prospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmaya ASA skoru 1-3 arasında olan 18-80 yaş hastalar dahil edildi. Kontrol grubundaki hastalara sabit 5 cmH₂O PEEP uygulandı. Çalışma grubundaki hastalara PEEP titrasyonu sonucu en düşük sürücü basınç değerini sağlayan "kişiselleştirilmiş" PEEP değeri uygulandı. EET ile ölçülen GI indeks ve ROI3+ROI4 değerleri, ayrıca PPK oranları karşılaştırıldı.

Bulgular: Gruplar arası hasta özellikleri, hemodinami ve ameliyat ile ilgili veriler benzerdir. Akciğer homojenitesini gösteren GI indeksi, ekstübasyon öncesi kişiselleştirilmiş PEEP grubunda 0.40 ± 0.04 , sabit PEEP grubunda ise 0.44 ± 0.04 ; ekstübasyon sonrası sırasıyla 0.38 ± 0.03 ve 0.43 ± 0.03 olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Düşük GI indeksi daha homojen akciğer havalanmasını gösterdiğinden, kişiselleştirilmiş PEEP grubunda ventilasyonun daha homojen dağıldığı saptanmıştır. Dorsal havalanmayı gösteren ROI3+ROI4 değerinin ekstübasyon öncesi kişiselleştirilmiş PEEP grubunda sabit PEEP grubuna göre arttığı gözlenmiştir (kişiselleştirilmiş PEEP grubu 40.30 ± 13.16 , sabit PEEP grubu 31.95 ± 9.10) ($p < 0.05$). Çalışmamızda, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının PPK oranını azalttığı gösterilmiştir (kişiselleştirilmiş PEEP grubu PPK oranı %26.1; sabit PEEP grubu PPK oranı %63.2; $p = 0.016$).

Sonuç: RYLRP geçiren hastalarda, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının, sabit PEEP'e kıyasla daha homojen akciğer havalanması sağladığı, EET ile hesaplanan

GI indeksi ile gösterilmiştir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının PPK'leri azalttığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kişiselleştirilmiş PEEP, Sürücü Basınç, Akciğer Koruyucu Mekanik Ventilasyon, Elektriksel Empedans Tomografisi, Robot Yardımlı Laparoskopik Radikal Prostatektomi



ABSTRACT

Aim: Due to factors such as the Trendelenburg position and pneumoperitoneum applied during robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy (RALRP), postoperative pulmonary complications (PPC) may occur. The aim of our study is to evaluate the effects of personalized PEEP, based on driving pressure approach, versus fixed PEEP on lung gas distribution during RALRP using electrical impedance tomography (EIT), and to compare postoperative pulmonary complications (PPCs).

Material And Method: Our study was conducted with 42 patients undergoing RALRP. Patients aged 18-80 years, with ASA score of 1-3, were included. In control group, fixed PEEP of 5 cmH₂O was applied. "Personalized" PEEP value that provided lowest driving pressure as a result of PEEP titration was applied in study group. The GI index and ROI3 + ROI4 values, as well as PPC rates, were compared.

Results: The patient characteristics, hemodynamics, and surgery-related variables were similar. The GI index, was 0.40 ± 0.04 in the study group and 0.44 ± 0.04 in the control group before extubation; post-extubation values were 0.38 ± 0.03 and 0.43 ± 0.03 , respectively ($p < 0.05$). Ventilation was more homogeneous in study group. The ROI3+ROI4 values, representing dorsal ventilation, were observed to increase in the study group compared to the control group before extubation (study group: 40.30 ± 13.16 , control group: 31.95 ± 9.10) ($p < 0.05$). Our study demonstrated that personalized PEEP reduced PPCs (PPC rate was 26.1% in the personalized group and 63.2% in the fixed group; $p = 0.016$).

Conclusion: In patients undergoing RALRP, personalized PEEP provides more homogeneous lung ventilation compared to fixed PEEP, as demonstrated by the GI index calculated through EIT. It was found that personalized PEEP application reduced PPCs.

Keywords: Personalized PEEP, Driving Pressure, Lung Protective Ventilation, Electrical Impedance Tomography, Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy



1. GİRİŞ

Genel anestezi; koruyucu refleks kaybının eşlik ettiği ilaçlar yardımıyla elde edilen geçici bilinç kaybıdır. Genel anestezi gerektiren prosedürlerde sıklıkla kas gevşemesi de gereklidir. Bunun için verilen ilaçlar hastanın spontan solunumunu durdurur ve solunum pozitif basınçlı ventilasyon ile mekanik olarak desteklenir [1].

Genel anestezi için verilen ilaçlar ve kas gevşemesi akciğerlerin normal fizyolojisini bozar. İnspiratuar kas paralizi ve diyaframın yukarı hareketi nedenli alveoler kapanma ve kompresyon atelektazisi oluşur. Bu değişiklikler fonksiyonel rezidüel kapasiteyi [“Functional Residual Capacity” (FRC)] azaltır. Aynı zamanda baş aşağı çalışılması gereken pozisyonlarda (Trendelenburg pozisyonu) intratorasik kan volümü artar ve FRC’nin daha da azalmasına neden olur. Tüm bu solunum komplikasyonları arteriyel oksijenizasyonu bozar ve hastaları ameliyat sonrası solunum sistemi komplikasyonlarına yatkın hale getirir [2].

Prostat kanseri, 2020 itibarıyla 112 ülkede erkekler arasında en yaygın kanser türüdür ve yine erkekler arasında kanser nedeniyle ölüm oranlarında akciğer kanserinden sonra ikinci sırada gelmektedir [3]. Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi [“Robot-Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy” (RYLRP)]; prostat kanserinin küratif tedavisi için altın standart olan radikal prostatektomi için uygulanan bir cerrahi tekniktir [4]. Minimal invaziv bir cerrahi olmasının yanında robotik sistem sayesinde gelişmiş manevra kabiliyeti, prostat dokusunun ve nörovasküler demetin daha iyi diseksiyonunun sağlanmasıyla diğer cerrahi yöntemlere göre daha az komplikasyon, morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Daha az kan kaybı, daha az skar doku oluşumu, ameliyat sonrası daha az ağrı, daha az üriner ve erektile disfonksiyonlar ile ilişkili olması ve hastane kalış süresinin daha kısa olması bu yöntemin giderek daha yaygın bir şekilde tercih edilmesinin sebepleri arasındadır [5].

Robotik cerrahi için batin içinin karbondioksit ile şişirilerek görüntü sağlanması ve aşırı baş aşağı pozisyonda çalışılması akciğerlere bası yaparak akciğerlerin kapanmasına neden olur. Genel anestezinin de getirmiş olduğu

fonksiyonel rezidüel kapasite azalması, ventilasyon perfüzyon dengesizliği gibi sebeplere aşırı Trendelenburg ($>30^\circ$ baş aşağı) pozisyonun getirdiği negatif etkiler de eklenince hastalarda ameliyat sırasında ve sonrasında ciddi solunum sistemi komplikasyonları gelişme riski artar [6].

Postoperatif pulmoner komplikasyonlar (PPK) atelettazi, pulmoner ödem, pnömoni, plevrit, yeniden entübasyon, cerrahi sonrası uzun süre oksijen desteği gereksinimi gibi olayları temsil ederken artmış morbidite, mortalite, yoğun bakım ve hastane yatış süresi ile birlikte artan sağlık maliyetleri ile de ilişkilidir. Genel anestezi altındaki hastalarda PPK insidansını azaltmak için etkin strateji hala net değildir [7].

Akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri, önceden sağlıklı olan akciğerlerde iatrojenik yaralanmayı hafifleterek postoperatif pulmoner komplikasyon insidansını azaltır. Düşük bir tidal volüm (TV) dışında, ekspirasyon sonu pozitif basınç [“Positive End Expiratory Pressure” (PEEP)] uygulamak atelettazi ve/veya aşırı genişleme riskini en aza indirebilir [8]. Laparoskopi sırasında artmış karın içi basınç altında optimal PEEP'in nasıl ayarlanacağı hakkında çok az bilgi mevcuttur. Sürücü basınç (Pplato- PEEP) değerinin yüksekliği cerrahi sırasında mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda postoperatif pulmoner komplikasyonlarla ilişkili en önemli parametrelerdendir. Mekanik ventilasyon sırasında sürücü basınç (Driving Pressure) değeri yüksekliğinin postoperatif pulmoner komplikasyonları arttırdığı çalışmalarla gösterilmiştir [9].

Rekrutment manevralarıyla kapalı alveolleri solunuma kattıktan sonra en düşük sürücü basınç değerini verecek kişiselleştirilmiş PEEP değerine göre yapılacak mekanik ventilasyon uygulamasının akciğerler üzerine etkisini görmek için kullanılabilecek yöntemlerden biri de elektriksel empedans tomografisidir (EET). Peroperatif akciğer değerlendirilmesi için gerçek zamanlı bölgesel ventilasyon değişikliklerini tespit eden, invaziv olmayan, radyasyon içermeyen, yatak başı izleme sistemi olan EET oldukça kullanışlı bir araçtır ve perioperatif solunum sistemi komplikasyonlarını azaltmak için kişiselleştirilmiş koruyucu ventilasyon stratejilerini yönlendirmek için kullanılabilir [10]. Hastanın 4. ile 6. kaburgaları arasına bağlanan, farklı boyları olan elastik bir kemer üzerine yerleştirilen 16 adet elektrot yardımıyla cilt üzerinden ölçülen ve akciğerdeki empedans değişimi gösteren EET yardımıyla akciğerdeki gaz dağılımındaki dinamik değişiklikler başarılı bir şekilde

görselleştirilebilir ve değerlendirilebilir. Bu yöntem, bilgisayarlı tomografi taramaları tarafından başarıyla doğrulanmış ve hem yetişkin hem de pediyatrik hastalarda güvenli bir şekilde kullanılmıştır [11]. EET’de görüntülenen İlgi Alanı [“Region of Interest” (ROI)] değerleri akciğeri ventralden dorsale dört katmana ayırarak tidal hacmin bu bölgelere dağılım yüzdesini gösterir. Elde edilen göreceli empedans değişimlerinin incelenmesi, akciğerlere giren gaz hacminin dağılımını gözlemlemeye ve akciğerin bölgesel özelliklerini değerlendirmeye olanak tanır. Bu nedenle EET, akciğerlere homojen gaz dağılımını sağlayan PEEP değerinin incelenmesine katkıda bulunarak ventilatöre bağlı akciğer hasarının önlenmesi için kullanılabilir. Elektiksel empedans tomografisi ile ölçülen ROI değerlerinin incelenmesi, ventilasyon stratejilerinin akciğerdeki tidal volüm dağılımına etkisini gösterir. Katmanlar seçilerek hesaplanan ROI değerlerinde ROI 1 ve ROI 2 ventral bölümleri yansıtırken ROI 3 ve ROI 4 dorsal kısımları yansıtır [12]. Global inhomojenite ([“Global Inhomogeneity (GI)”] indeksi, tidal volüm dağılımının homojenliğini hesaplayan EET tabanlı bir sayısal değerdir. Daha düşük GI indeksi, akciğerde daha homojen bir bölgesel ventilasyon anlamına gelir. Bu değerlerin gruplar arası karşılaştırılması seçilen ventilasyon stratejisinin akciğer gaz dağılıma etkisini göstermekte kullanılabilir [13].

Çalışmamızın amacı, robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomilerde sürücü basınç yaklaşımı ile kişiselleştirilmiş PEEP uygulanan mekanik ventilasyon ile sabit PEEP uygulanan mekanik ventilasyonun akciğer gaz dağılımına etkisini perioperatif dönemde EET aracılığıyla değerlendirmek ve oluşabilecek postoperatif pulmoner komplikasyonlar açısından iki ventilasyon yöntemini karşılatırmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ROBOT YARDIMLI LAPAROSKOPİK RADİKAL PROSTATEKTOMİ (RYLRP)

2.1.1. Robotik Cerrahi Tarihçesi

Literatürde ilk "robot" kelimesi 1921 senesinde Karel Čapek isimli yazar tarafından “Rossom's Universal Robots” isimli oyunda kullanılmıştır ve çekçe "zorunlu iş" anlamına gelen "robota" kelimesinden gelmektedir [14].

Cerrahide robotların kullanımı, insanların iki hedefe ulaşma ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Birincisi “telepresence” (telebulunma) yani kişinin gerçek konumu dışındaki bir yerden etki yaratması, ikincisi de görevlerin doğru ve tekrarlanabilir şekilde yerine getirilmesi olarak özetlenebilir. İlk hedef 1951 yılında Raymond Goertz’in Atom Enerjisi Komisyonu (ABD) için çalışırken, tehlikeli radyoaktif malzemelerin manipülasyonu için ilk mekanik kolu tasarlamasıyla gerçekleşmiştir. İkinci hedef ise George Devol ve Joseph Engelberger tarafından 1961 senesinde General Motors bünyesinde “Unimate” adını verdikleri ilk endüstriyel robotu geliştirmeleriyle gerçekleştirilmiştir [15].

Modern çağın ilk robotik cerrahisi, 1985 yılında BT yardımcı stereotaktik beyin biyopsisi alınmasında PUMA 200 kullanılmasıyla gerçekleşmiştir [16]. Sonrasında prostat cerrahisinde kullanılan cerrah-asistan robotu [“ Surgeon-Assistant Robot for Prostatectomy” (SARP)], prostat robotu (PROBOT) ve genellikle ürolojik işlemlerde kullanılan “UROBOT” gibi sistemler kullanılmış ve bu erken dönemdeki robotik sistemler, cerrahi müdahaleleri iyileştirme potansiyelini göstermiştir.1997'de “da Vinci®” platformu ile ilk kolesistektomi gerçekleştirilmiş, 2001'de “ZEUS” sistemi kullanılarak New York'tan Strasbourg'a uzaktan cerrahi operasyon yapılmıştır (15).

Son yıllarda da Vinci®'ye rakip olabilecek potansiyele sahip robotik sistemler (Hinotori®, HugoTM RAS,...) oluşturma girişimlerinde bulunulsa da da Vinci® sistemi, 2000 yılında onaylandığından beri robotik cerrahide rakipsiz olmuştur [17].

2.1.2. da Vinci® Robotik Cerrahi Sistemi

da Vinci robotik cerrahi sistemi, önceki platformlara göre oldukça önemli gelişmeler sağlamaktadır. Robotik cerrahi sırasında cerrah, iki adet mikroskop gibi çalışan monitör aracılığıyla görüntüleri izler. İki monitörlü görüş, üç boyutlu görüntülerin oluşmasını sağlar. Cerrahin parmakları eklem benzeri hareket sağlayan kolları kullanır. Bu hareketli kollar, insan bilek eklemlerinden daha yüksek derece açılarla çalışır. Ayak pedalları elektrokoteri, robotik kameranın hareketini ve robotik aletlerin ayrılmasını kontrol eder. Robot büyük ve kaba hareketlerin ameliyat alanında küçültülerek daha hassaslaşmasını sağlar. El titremelerinin ortadan kaldırabilmesiyle cerrahinin hassasiyet ve güvenliği artar [18].

2.1.3. Robotik Cerrahi Kullanım Alanları

Ürolojik Cerrahiler: Robotik cerrahide en sık yapılan işlem prostat kanserinin tedavisi için robotik yardımcı laparoskopik radikal ve parsiyel prostatektomidir. Bunun yanında nefrektomi, sistektomi, pyeloplasti, rektovezikal ve vezikovajinal fistüllerde rekonstrüksiyon, retroperitoneal lenf nodu diseksiyonu, robotik destekli böbrek nakli, kadınlar için pelvik taban rekonstrüksiyonu gibi işlemler ve doğuştan gelen ürogenital sinüs gibi malformasyonlar için mesane ve üretra rekonstrüksiyon teknikleri yer alır [19].

Diğer Cerrahiler: Genel cerrahide hepatobilier, endokrin, kolorektal ve bariatrik cerrahilerde; jinekolojide histerektomi ve miyomektomi gibi cerrahilerde; ortopedide total kalça artroplastisi, diz artroplastisi ve pedikül vida implantasyonu gibi omurga ameliyatlarında; beyin cerrahisinde stereotaktik biyopsiler, omurga ameliyatları ve onkolojik cerrahilerde; kulak burun boğaz cerrahilerlerinde tonsillektomi, adenoidektomi ve tümör çıkarma gibi işlemlerde; kardiyotorasik cerrahilerde endoskopik koroner arter baypas grefti, mitral kapak onarımı patent duktus arteriozus kapatma, kalp içi tümör çıkarma, lobektomi, segmentektomi, timektomide robotik cerrahi kullanılabilmektedir [19,20].

2.1.4. Robotik Cerrahinin Avantajları-Dezavantajları

Robotik cerrahinin oldukça önemli avantajları bulunmaktadır. Robotik kol aletlerinin manipülasyonu, standart laparoskopik aletlere kıyasla, hareket aralığını artırır ve cerrahin daha karmaşık cerrahi işlemler yapmasına olanak tanır. Açık cerrahi

geçiren hastalarla karşılaştırıldığında, yeniden hastaneye yatış olasılığını yarıya indirir ve derin ven trombozu ve pulmoner emboli gibi komplikasyonlarının görülme sıklığında ciddi bir azalma sağlar.

Robotik cerrahinin dezavantajları arasında dokunma hissinin kaybı, robot kaynaklı teknik hatalar olabilmesi, daha uzun operasyon süresi ve tekniği öğrenmek için gereken sürenin daha uzun olması sayılabilir. Dokunma hissinin yetersiz olması dokuya aşırı kuvvet uygulanmasına ve istenmeyen hasarlara yol açabilir. Laparoskopik prosedürlerle karşılaştırıldığında, robotik prosedürler daha fazla endotrakeal tüp yer değiştirmesi ve pozisyonuna bağlı olarak sinir hasarı olasılığı ile ilişkilendirilmiştir. Pahalı sistemler olması, ameliyathanede fazla yer kaplaması da diğer dezavantajları arasındadır [19].

2.1.5. RYLRP Sırasında Görülen Fizyolojik Değişiklikler

RYLRP için hastaya genel anestezi uygulandıktan sonra litotomi pozisyonu verilir. Batın içinin karbondioksit (CO_2) ile insüflasyonu pnömoperitonyum oluşturulur ve hasta aşırı Trendelenburg pozisyonuna alınır. Bu pozisyon cerrahi için daha uygun bir görüş alanı sağlar ve yerçekimi yoluyla bağırsakların cerrahi alandan uzaklaştırılmasını mümkün kılar. Litotomi, pnömoperitonyum ve aşırı Trendelenburg pozisyonunun kombinasyonu hastada kardiyovasküler, solunumsal, serebrovasküler, renal, oküler ve diğer sistemlerde çeşitli fizyolojik etkilere neden olur [21].

Kardiyovasküler Sistem: Oldukça çözünür olan CO_2 gazı, batına insüflasyonu sırasında peritondan dolaşıma hızla geçer. İnsüflasyon süresinin ve basıncının yüksek olması, CO_2 gazı emiliminin daha da artmasına neden olabilir. Dolaşım sistemindeki CO_2 gazı, adrenerejik yollarla kardiyovasküler sistem üzerinde çeşitli etkiler gösterir. Hafif hiperkapni [Parsiyel CO_2 basıncı (PaCO_2) 45 ile 50 mmHg arası] hemodinamiyi az derecede değiştirirken, şiddetli hiperkapni (PaCO_2 değerinin 55 ile 70 mmHg arası olması) asidoz, miyokard depresyonu, miyokardın katekolaminlere duyarlılığının artması nedenli disritmiler ve periferik vazodilatasyon gibi ciddi değişikliklere neden olabilir. Hiperkapni, pulmoner vazokonstriksiyon nedenli sağ ventrikül ard yükünde akut artışa neden olabilir. Buna karşın aynı zamanda gerçekleşen sempatik sinir sistemi stimülasyonu taşikardi, ortalama arter basıncında (OAB) artış ve sistemik vasküler rezistansta (SVR) artışa bağlı olarak vazokonstriksiyona yol açarak hiperkapninin olası hemodinamik etkilerini dengeleyebilir.

Pnömoreperitonyum sırasında periton ve batin içi organları uyaran otonom yolların uyarılması sempatik sinir sistemi aktivasyonu ile katekolamin salınımı, renin-angiotensin sisteminin aktivasyonu ile hipofizden vasopresin salınımı ile sonuçlanır. Vasopresin şiddetli vazokonstriksiyona, OAB’de artışa ve sol ventrikül ard yükünde artışa neden olabilir. SVR’nin önemli ölçüde artmasıyla, sol ventrikül duvar gerginliği ve intraventriküler basıncı korumak için gereken miyokardiyal iş ile kardiyak indeksi korumak için gereken iş artar.

Pnömoreperitonyumun mekanik etkilerini önemli ölçüde değiştiren faktörlerden biri de hastanın intravasküler hacim durumudur. İntravasküler hacmin yetersiz olduğu dolayısıyla sağ atriyal basınçların düşük olduğu durumlarda, kalp dolum hacmi düşer ve intraabdominal basıncın (IAB) artması, vena kava inferior [“Inferior Vena Cava” (IVC)] üzerine baskı yaparak venöz dönüşü ve kalp dolumunu daha da azaltabilir. Buna karşın sağ atriyal basınçların hipervolemi nedeniyle yüksek olduğu durumlarda, IVC kollapsa direnç gösterebilir ve bu da venöz dönüşte hızlı ama geçici bir artışa neden olabilir.

Pnömoreperitonyum sırasında aşırı Trendelenburg pozisyonu venöz dönüşü ve kalp dolumunu artırabilir. Batin insüflasyonunu supin pozisyonunda başlatıp ilerleyen süreçte nihai pozisyona geçmek ve IAB’yi önerilen aralıkta (6 ila 15 mmHg) tutmak, ön yükteki azalmayı en aza indirebilir. Önerilen değerlerden daha yüksek IAB, hipovolemi ile birlikte, venöz sistemin ciddi şekilde sıkışmasına neden olarak venöz dönüşün ve kalp dolumunun azalmasına neden olabilir [22].

Solunum Sistemi: Pnömoreperitonyum ve Trendelenburg ile artan intraabdominal basınç ile batin içi organlar ve diyafram yukarı doğru yer değiştirir. Toplam akciğer hacmi ve akciğer kompliyansı azalır, tepe inspiratuar basınç [“Peak Inspiratory Pressure” (Ppeak)] artar. Atelektazi, azalmış FRC, ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu ve pulmoner şant, hipoksemi oluşmasına katkıda bulunur. CO₂’in sistemik dolaşıma geçmesi azalmış akciğer kompliyansı nedeniyle daha küçük tidal hacimlerle ventilasyonun etkileriyle birleşerek arteriyel CO₂ seviyelerinin artmasına ve pH’ı düşürerek asidoza neden olur. Trendelenburg pozisyonunda trakea yukarı doğru yer değiştirir ve iyi sabitlenmemiş bir tüpün sağ ana bronşa ilerlemesine neden olabilir [2].

Diğer Sistemler: İnsüflasyon ile sistemik dolaşıma geçen CO₂ serebral vasküler dilatasyona yol açar. Trendelenburg pozisyonu kafa içi basıncın artmasına neden olur.

Göz içi basınç artar ve bu artış Trendelenburg derecesi artışıyla yakından ilişkilidir.

Pnömomperitonyum ile idrar çıkışı önemli ölçüde azalsa da bu böbrek fonksiyonunu olumsuz etkilemez. İnsüflasyon sırasında idrar çıkışındaki azalma, sıvı yönetimini daha zor hale getirir.

Pozisyona bağlı sinir hasarı meydana gelebilir. Aşırı Trendelenburgdaki hastalar ameliyat masasından yer çekimine doğru kayma riski altındadır [18].

2.1.6. RYLRP’lerde Anestezik Yönetim

Amerikan Anesteziyolojistleri Derneği [“American Society of Anesthesiologists” (ASA)] tarafından önerilen standart monitörizasyon sonrası intravenöz anestezik ajanlar ile genel anestezi indüksiyonu ve ardından orotrakeal entübasyon gereklidir. Hastanın pozisyonu litotomi sonrasında kollarının gövdeye yakınlıştırarak kapanmasını gerektirdiği için cerrahi sırasında intravenöz ulaşım için ekstremitelere ulaşım oldukça zor olacağından birden fazla geniş çaplı intravenöz damar yolu hattının kullanılması gerekir. Trokarların büyük damarsal yapılara girme riski ve beklenmedik yaralanmalar ihtimali nedeniyle gerekli kan hazırlığı yapılmalıdır. Hastanın robot yerleşimindeyken hareket etmesi oldukça önemli komplikasyonlara yol açabileceğinden derin nöromüsküler blokaj önerilir.

Robotik cerrahi hastalarının mekanik ventilasyon stratejilerinde hala net bir fikir birliğine varılamamıştır. Akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri alveolar kollapsı ve alveoler aşırı genişlemeyi azaltabilir ayrıca atelektazi gelişme riskini de azaltabilir. Bunların yanında mekanik ventilasyona bağlı akciğer hasarını en aza indirirken arteriyel oksijenizasyonu iyileştirir. Akciğer koruyucu mekanik ventilasyon düşük tidal hacim ventilasyonu (TV 6-8 ml/kg), PEEP uygulanması ve alveoler rekrutment manevraları uygulanmasını içerir [23].

Pozisyon nedeniyle robot kollarının hastanın yüzüne çarpmamasına, sinir hasarı ve oküler bası olmamasına dikkat edilmelidir. Orogastrik tüp yerleştirilerek yapılan

mide dekompresyonu ile gastrik içeriğin yer çekimiyle ağza ve gözlere bulaşının önlenmesi önerilir.

RYLRP’lerde peroperatif sıvı yönetimi oldukça önem arz eder. Mesane ve üretranın yeniden bağlanmasıdan önce çok fazla sıvı verilmesi, postoperatif anastomoz kaçağı riskini arttıracığından önerilmez. Sıvı kısıtlı yaklaşım son zamanlarda popülerlik kazansa da aşırı kısıtlayıcı sıvı yönetimi akut tübüler nekroz ve bacaklarda hipotansiyona bağlı kompartman sendromu riskiyle ilişkili olabileceğinden sıvı yönetiminde dikkatli olunmalıdır [18].

2.1.7. RYLRP Sırasında Oluşabilecek Komplikasyonlar

Büyük damar yaralanması, trokar yerleştirilirken gerçekleşen beklenmeyen bir organın perforasyonu ve buna bağlı peritonit gelişmesi olası cerrahi komplikasyonlardır. İntraoperatif kanamanın miktarı laparoskopik görüntülemenin sınırlamaları nedeniyle fark edilmeyebilir. Pnömooperitonyumda kullanılan CO₂ gazı dokular arasından sızarak subkutan amfizeme, pnömomediastinyuma veya pnömotoraksa neden olabilir. CO₂ gazının açık bir vene istemsiz insüflasyonu venöz CO₂ embolisine neden olabilir. Bunun sonucunda hipoksemi, pulmoner hipertansiyon, pulmoner ödem ve daha ciddi vakalarda kardiyovasküler kollaps gelişebilir.

Trokar yerleştirilmesi, peritonun insüflasyonu veya iç organ manipülasyonu sırasında vagal stimülasyon olabilir. Bu bradikardi ve sinüs arrestine neden olabilir. CO₂ insüflasyonu ve artan intraabdominal basınç sonucunda venöz dönüşün bozulması nedeniyle hipotansiyon görülebilir [2].

2.2. AKCİĞER KORUYUCU MEKANİK VENTİLASYON

Postoperatif pulmoner komplikasyonlar cerrahi geçiren hastaların yaklaşık %10 ile %60'ı arasında görülme oranıyla yara yeri enfeksiyonu sonrası 2. en sık perioperatif komplikasyondur [24] ve ciddi morbidite ile mortalite sebebidir [25]. En ciddi perioperatif akciğer hasarlanması olan akut solunum sıkıntısı sendromu [“Adult Respiratory Distress Syndrome” (ARDS)] sıklığı hasta grubuna göre değişkenlik gösterir ve %0.4-3 oranı arasında gerçekleşerek mortalitede yaklaşık 50 kat artışa neden olur [26].

Atelektazi oldukça yaygındır ve hastaların yaklaşık %90'ına kadarında görülür [27]. Sürfaktan fonksiyonunun bozulması ve akciğer parankiminin sıkışması atelektazi oluşum mekanizmaları arasındadır. Genel anestezi ve kas paralizi göğüs duvarı ve diyaframın şeklini değiştirerek plevral basıncın artmasına ve yer çekimine göre en altta kalan dependan (bağımlı) akciğer bölgelerinin çökmesine neden olur. Atelektazi; azalmış akciğer kompliyansı, intrapulmoner şantın artması, artmış pulmoner vasküler direnç ve inflamatuvar akciğer hasarına neden olarak postoperatif pulmoner komplikasyon (PPK) gelişimine katkıda bulunur [28].

Ventilatör ilişkili akciğer hasarının temel mekanizmaları arasında volutravma, barotravma, atelektravma ve biyotravma yer alır. Volutravma (yüksek tidal volümün yarattığı hasar) ve barotravma (yüksek inspiratuvar basıncın yarattığı hasar) alveolar aşırı genişlemeye neden olarak akciğerlere hasar verir. Atelektravma sırasında, heterojen ventilasyon bölgelerine sahip akciğer bölgelerinde tekrarlayan ve hızlı alveolar açılıp kapanma, alveolar-kapiller membrana zarar verebilir ve çevresindeki ekstraselüler dokunun parçalanmasına neden olabilir. Biyotravma, inflamasyon nedenli alveolar hasara yanıt olarak meydana gelen apoptotik ve kalıcı hasara kadar ilerleyebilen fibroproliferatif süreçleri ifade eder [29].

Atelektazi ve ventilatör ilişkili akciğer hasarı gibi nedenlerle postoperatif pulmoner komplikasyonların oluşumunu engellemek için seçilmesi gereken stratejiler net olmasa da; düşük tidal volüm, PEEP uygulaması ve rekrutment manevralarının kullanılmasını içeren akciğer koruyucu ventilasyon stratejileri kullanılmasının pulmoner fizyolojiyi ve oksijenizasyonu ve iyileştirdiği ve ameliyat sonrası akciğer komplikasyonlarını azalttığı gösterilmiştir [28].

2.2.1. Düşük Tidal Volüm Ventilasyonu

Çok düşük tidal volümle (<6 ml/kg) ventilasyonun yeterli oksijenizasyonu sağlayamayacağı, yüksek tidal volümlerle (>10 ml/kg) ventilasyonun akciğer hasarına neden olarak postoperatif pulmoner komplikasyon riskini arttırdığı gösterilmiştir [30]. Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda tahmini vücut ağırlığına (TVA) göre ayarlanan düşük tidal volümler kullanılması önerilmektedir. Bu, özellikle obez hastaların gerçek kilolarına göre ventile edilerek volutravmaya uğramalarının engellemesinde çok önemlidir. Tidal volümün tahmini vücut ağırlığı (TVA) başına 6-8 ml/kg'ye düşürülmesinin ameliyat sonrası sonuçları iyileştirdiğini ve PPK'lerin insidansını azalttığını göstermiştir. 6-8 ml/kg'ın cerrahi hastalarda akciğer koruması ile uygun gaz değişimi sağlayabildiği ve solunum hızının end-tidal karbondioksit basıncının (EtCO₂) 35-45 mmHg arasında olmasının sağlanacağı şekilde ayarlanmasının gerekliliği konusunda fikir birliği vardır [31].

2.2.2. PEEP uygulaması

Mekanik ventilasyon sırasında alveolleri açık tutarak atelektaziye azaltmak, akciğer kompliyansını arttırmak ve fizyolojik ekspiryum sonu akciğer volümünü korumak için en az 10 cmH₂O PEEP seviyesinin gerekli olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur [32]. Fakat dikkatli uygulanmadığında PEEP, gaz değişimi üzerindeki faydaya rağmen, akciğer kompliyansının azalmasına neden olabilir ve aynı zamanda hemodinamik instabiliteye de neden olabilir [31]. Heterojen akciğer dokusu ventilatör ilişkili akciğer hasarı patofizyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır ve daha homojen bir akciğer dokusu elde etmek yani alveollerin overdistansiyonu ile kollapsı arası dengeyi bulmak için PEEP titrasyonu oldukça önem arz eder [33]. PEEP titrasyonu için birçok seçenek mevcuttur. PEEP titrasyonu inkremental (düşük değerden başlayıp artarak yüksek değere ilerleyen) veya dekremental (yüksek değerden başlayıp azalarak düşük değere ilerleyen) yapılabilir de dekremental PEEP titrasyonu daha yüksek akciğer kompliyanslarıyla ilişkili bulunup daha fazla önerilmektedir. Optimal PEEP seçilmesi için oksijenizasyon indeksi (PaO₂/ FiO₂), kompliyans değeri, sürücü basınç, stres indeksi, özofagus manometresi, akciğer volümü ve görüntülemelere dayalı birçok yöntem mevcut olsa da optimal yöntemin nasıl olacağı henüz net değildir [34]. İntraoperatif oksijenizasyonu iyileştirip ve atelektaziye azalttığı için cerrahi geçiren

hastaların intraoperatif mekanik ventilasyon yönetiminde kişiselleştirilmiş PEEP uygulanması önerilmektedir [35].

2.2.3. Rekrutment Manevraları

Rekrutment manevraları (RM), hava yolu basıncını artırarak kapanmış alveollerin açılmasını sağlar ve atelektaziye tersine çevirebilir. Hava yolu basıncı dalgalanmasına göre, rekrutment manevraları sürekli (sustained) RM ve adım adım (stepwise) RM olarak ikiye ayrılabilir. Sürekli RM, geleneksel olarak anestezi cihazı rezervuar kesesinin 40 cmH₂O tepe inspiratuar basınca kadar manuel olarak 10- 30 saniye boyunca şişirilmesini içerirken adım adım RM, tidal volümün ve PEEP'in basamak basamak artırılmasını içerir [36]. Önceki sistematik incelemeler, genel anestezi altında mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda rekrutment manevralarının oksijenizasyonu iyileştirdiğini ve postoperatif pulmoner komplikasyonları azalttığını bildirmiştir [37].

2.2.4. Sürücü Basınç

Sürücü basınç, Pplato (Pplato) ile PEEP arasındaki fark olarak tanımlanır ve ekspiryum sonu akciğer hacmi ile ilişkili olan solunum sisteminin kompliyansını yansıtır. Pplato değerinin kesin ölçümü uzun süreli bir inspiratuar bekleme gerektirdiğinden ameliyathane şartlarında pratik olarak hacim kontrollü ventilasyonda (VCV) kısa bir inspiratuar duraklama ayarıyla hava yolu basıncının sıfır olduğu veya minimum akışın olduğu koşullarda ölçülerek yaklaşık bir plato basınç değeri elde edilebilir [31]. Sürücü basıncın artmasının ARDS hastalarının mortalitesinin önemli bir göstergesi olduğu gösterilmesinin [38] ardından yapılan meta analizlerde de intraoperatif akciğer koruyucu mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda artan sürücü basıncının PPK'lerin önemli bir göstergesi olduğu bulunmuştur [39]. Hastanın bazal akciğer durumu ve cerrahi işlem sırasında meydana gelen değişiklikler nedeniyle sürücü basıncı istenen bir değerin altında tutmak her zaman mümkün olamasa da hedef, sürücü basıncı mümkün olduğunca düşük tutmak olmalıdır [31].

2.2.5. Akciğer Koruyucu Mekanik Ventilasyon Modları

Geleneksel olarak en sık kullanılan mod volüm kontrollü ventilasyondur ["Volume Controlled Ventilation" (VCV)]. Bu mod ayarlanan inspiryum süresinde önceden belirlenmiş tidal volümü sağlamak için sabit akım paternini kullanır ve

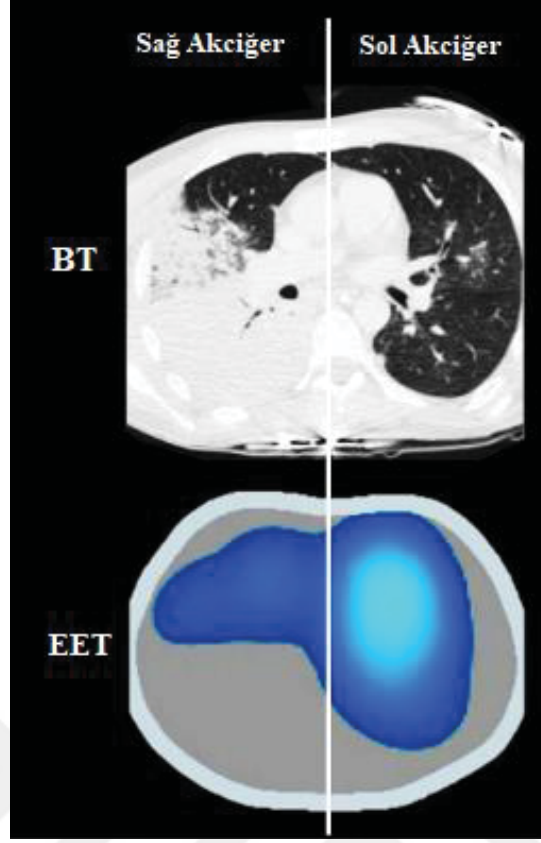
böylece sabit bir dakika ventilasyonunu garanti eder. Bu sabit akım, alveollerde strese bağlı yaralanma, barotravma ve volutravmaya yol açabilecek yüksek inspiratuar basınca neden olabilir, atelektazi ve ventilatör ilişkili akciğer hasarı [“Ventilator Induced Lung Injury (VILI)"] oluşmasına katkıda bulunabilir.

Basınç kontrollü ventilasyon [“Pressure Controlled Ventilation” (PCV)] modu, değişken intraabdominal basınçların akciğer mekaniğini etkilediği laparoskopik cerrahilerde kullanılabilecek alternatif bir mod olarak ortaya çıkmıştır. PCV, önceden belirlenmiş bir basınç ve inspiratuar sürede tidal volümü sağlar. Akım paterni VCV'nin aksine, deselere (azalan) akım paternidir. Bu akım, başlangıçta çok hızlı yükselir ve ardından azalır, bu da tidal volümün daha düşük tepe inspiratuar basınçlarda elde edilmesini sağlar ve başlangıçtaki yüksek akış hızları nedeniyle oksijenizasyon da daha iyidir. Ancak, akciğer kompliyansındaki değişikliklerle birlikte verilen tidal volümdeki değişiklikler hipoventilasyon veya hiperventilasyon ile sonuçlanabilir [40].

Volüm kontrollü otomatik akış [“Volume Controlled- AutoFlow®” (VC-AF)], modu mekanik ventilatör üretici firmasına göre farklı isimler alabilen yeni nesil çift kontrollü ventilasyon modlarından biridir [41]. VC- AF her solukta belirli bir tidal volüm sağlamak için PCV gibi deselere akım kullanarak inspiratuar basıncı ayarlar. Hem PCV'nin hem de VCV'nin avantajlarına sahip olması nedeniyle laparoskopik cerrahilerde ve Trendelenburg pozisyonu esnasında değişen akciğer kompliyanslarında dahi tepe hava yolu basınçlarındaki artışı minimize ederek hedef tidal volümü sağlayabilir [42].

2.3. ELEKTRİKSEL EMPEDANS TOMOGRAFİSİ

Elektriksel empedans tomografisi; yaklaşık 30 sene önce icat edilen, invaziv olmayan, radyasyon içermeyen bir yatak başı akciğer görüntüleme aracı olup, hastanın kliniğindeki veya ventilatör ayarlarındaki değişiklikler sonucunda meydana gelen ventilasyon dağılımını ve akciğer hacim değişikliklerini sürekli ve gerçek zamanlı olarak görselleştiren bir fonksiyonel görüntüleme tekniğidir [43]. Elektriksel empedans tomografisi (EET) bulgularının geçerliliği ve tekrarlanabilirliği, bilgisayarlı tomografi, pozitron emisyon tomografisi, spirometri ve inert gaz yıkama gibi referans tekniklerle karşılaştırılıp çeşitli deneysel ve klinik çalışmalarla valide edilmiştir [44].



Şekil 1. Pnömoni hastasının bilgisayarlı tomografi (BT) ve elektriksel empedans tomografisi (EET) ile elde edilen fonksiyonel görüntüleri BT’de sağ akciğerdeki büyük konsolidasyon, EET görüntüsünde sağ alt akciğerde ventilasyon olmaması ile görüntülenmiştir [45].

Elektriksel empedans tomografisi (EET) incelemeleri genellikle 16 adet elektrodu bir arada tutan plastik bir kemerin göğüs çevresine yerleştirilmesiyle yapılır. Sıklıkla küçük, orta, büyük ve ekstra büyük olmak üzere dört boy kemer kullanılır. Bu elektrod kemeri empedans tomografisi cihazına bağlanır. İncelenen bölgedeki yaralar, göğüs tüpü varlığı, iletken olmayan bandajlar veya iletken tel dikişler ölçümleri engelleyebilir veya etkileyebilir [43]. Elektrot kemeri 2. ile 6. interkostal aralıklardan herhangi birine yerleştirilebilir [46]. Elektrot kemerinin laparoskopik cerrahilerde üretici firma tarafından önerilen 4.-6. interkostal aralıktan daha kranyal yerleşimi, ölçümlerin pnömoperitonyum sırasında artan intraabdominal basınçtan etkilenmesini azaltarak ventilasyon dağılımını daha iyi yansıtabilir [47].

Elektrot kemerinin yeri, bulguları etkileyeceğinden farklı zamanlarda yapılan incelemelerin karşılaştırılabilirliği için kemerin pozisyonunun değişmemesi

gereklidir. Kemerin çıkarılması gereken durumlarda bulunduğu bölgenin işaretlenmesiyle ölçümlere tekrar devam edilebilir [43].



Şekil 2. Elektriksel Empedans Tomografisi



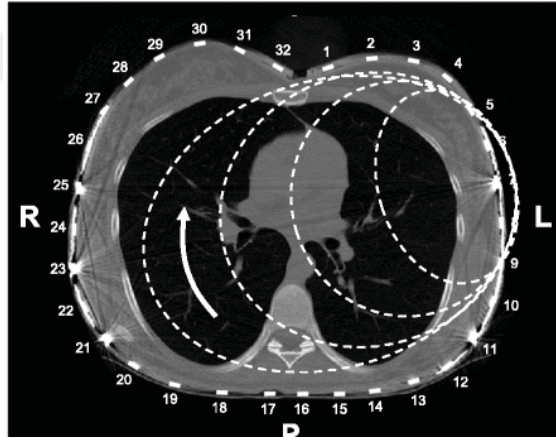
Şekil 3. Elektriksel Empedans Tomografisi Elektrot Kemerleri



Şekil 4. EET Kemerî'nin Hasta Üzerinde Yerleşimi

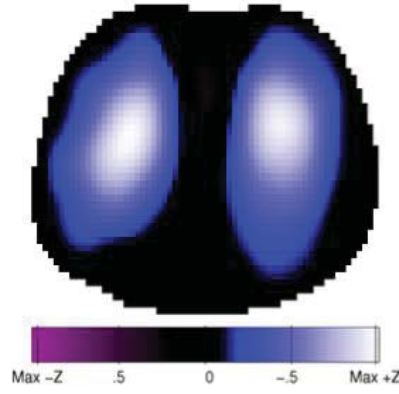
2.3.1. EET Çalışma Prensibi

Biyoempedans, bir biyolojik dokunun elektrik akımına direnç gösterme yeteneğidir [48]. Artmış hücreler arası sıvı, artmış elektrolit konsantrasyonu, hücrelerin büyük olması ve hücrelerarası bağlantıların fazla olması empedansı azaltır; buna karşın hava, kemik ve yağ empedansı artırır. Böylelikle dokulardaki fizyolojik ve patolojik değişiklikler bölgesel biyoimpedans değişikliklerine neden olur. Sinyal alımı için bilinen bir alternatif akım yan yana iki elektrot arasına uygulanır ve oluşan voltaj farkları diğer elektrotlarda ölçülür [49]. Kullanılan akımlar oldukça küçüktür ve vücut yüzeyinde şok oluşturmak için elektriksel güvenlik sınırlarının altındadır [43]. Göğüs içi iletkenlik dağılımı, ölçülen voltajlar kullanılarak, bu voltajlara en iyi uyan iç iletkenlik dağılımını belirlemek için tekrarlanan bir süreçle tahmin edilir. Bu süreç iki boyutlu bir tomogram ile görüntü yeniden oluşturma algoritmasına göre görüntü oluşması ile sonuçlanır. EET, bölgesel ventilasyon dağılımını belirleyerek, ventilatör ayarlarının hastanın akciğerlerine etkisini her soluk bazında göstererek hasta sonuçlarını iyileştirebilir [50].



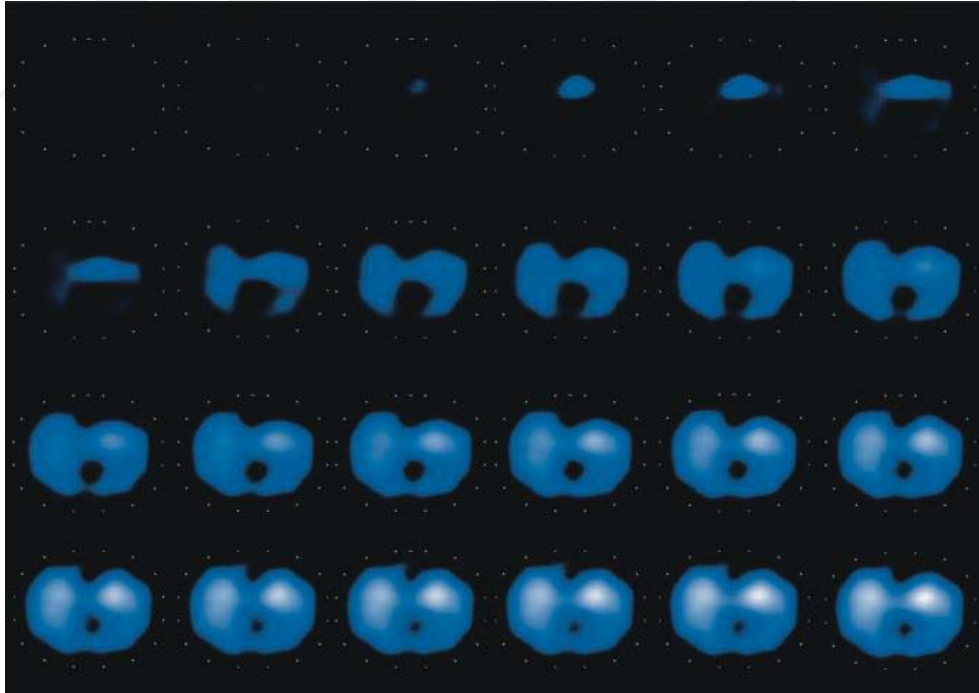
Şekil 5. Göğüsün 32 elektrotlu kemer ile bilgisayarlı tomografik kesiti ve torakstan geçen elektrik akımı yollarının şematik gösterimi.

Bir çift elektrot arasından elektrik akımı uygulanırken, kalan elektrotlar toraks içindeki akım yoğunluğunun dağılımı sonucu oluşan voltajları okur. Akım uygulama çifti sırayla değiştirilir ve tam bir döngüden sonra bir görüntü oluşturulur [51].



Şekil 6. Empedans (Z) artışının (+Z) ve empedans azalmasının (-Z) temsili renklerle açıklanması

Birçok firma farklı arayüzler kullansa da temel olarak yansıyan görüntüler benzerdir. Bu firmalardan Draeger' in kullandığı EET'de, empedans artışı (+Z) mavi-beyaz, empedans azalması (-Z) mor, değişim olmaması-sıfır ise siyah renk bölgesiyle temsil edilmektedir. Mavi bölgeler normal havalandıran akciğeri gösterirken beyaz bölgeler maksimum ventilasyonu gösterir. Siyah bölgeler ise solunuma hiç katılmayan bölgeleri temsil eder [43].

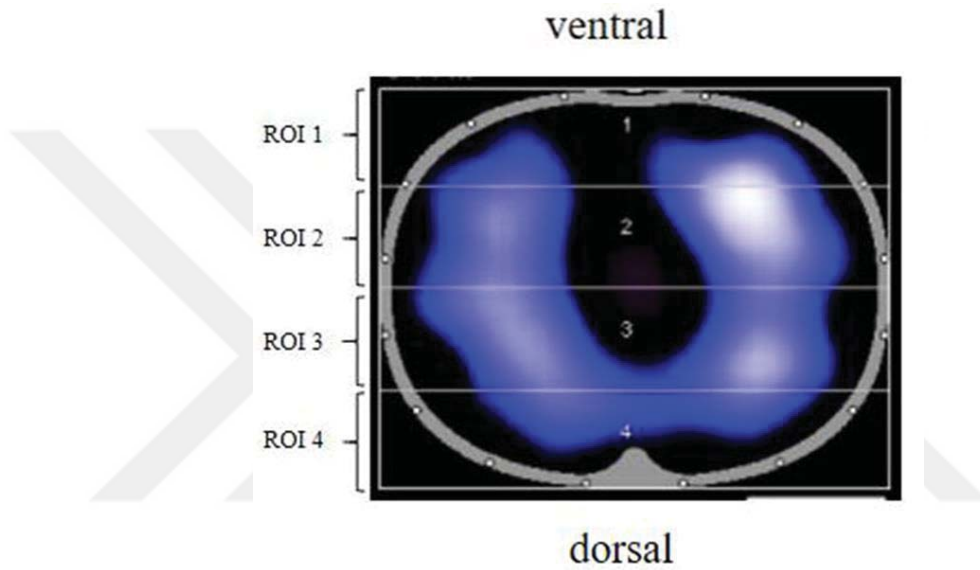


Şekil 7. İnspirasyonun başlangıcından sonuna kadar olan ventilasyon dağılımının EET kullanılarak ölçülen seri statik görüntüleri

Şekilde ventilasyonun ventral bölgelerde başladığı ve inhalasyonun sonunda ventilasyonun dorsal bölgelerden daha çok ventral bölgelere dağıtıldığı görülmektedir [52].

2.3.2. Akciğer Havalanmasının EET Değerlendirilmesi

Region of Interest: EET’de görüntülenen ROI bölümleri, ventilasyonla ilişkili empedans değişikliklerinin meydana geldiği işlevsel bölgeler olarak tanımlanır. EET verilerinin ROI kullanılarak analizi, akciğer ventilasyonunun bölgesel heterojenitesini görüntülemek için kullanılır. Bu uygulama için, görüntü sağ üst, sol üst, sağ alt ve sol alt olarak dörde ayrılabilir gibi yukarıdan aşağıya katmana da ayrılabilir [43,53]. Katmanlar kullanıldığında ROI 1 ve ROI 2 ventral bölgeleri yansıtırken ROI 2 ve ROI 3 dorsal akciğer bölgelerini yansıtır [53].



Şekil 8. Sayısal ROI değerleri total ventilasyonunun yüzde kaçının o bölgede gerçekleştiğini gösterir

Genel anestezi sırasında dependan akciğer bölgelerinin ne miktarda atelektaziye uğradığını yansıtmaması açısından katman modeli seçilebilir [44]. PEEP uygulaması gibi intraoperatif ventilasyon stratejilerinin dorsal ve ventral bölgelerin havalanmasına etkisi yüksek zamansal çözünürlükle gösterilebilir [53].

EET ölçümleri, EET görüntülerinin analizinden hesaplanan ve akciğer fonksiyonunun farklı özelliklerini temsil etmek için tasarlanmış değerlerdir. Bir dizi işlenmemiş EET görüntüsü ve sonuçta ortaya çıkan EET dalga formları üzerinden bilgisayar ortamında çevrimdışı olarak özelleştirilmiş matematiksel işlemler içeren yazılım kullanılarak EET ölçümleri hesaplanır. Ventilasyonun mekansal dağılımını karakterize etmek için kullanılan ölçümler, ventilasyon yapılan bölgenin konumunu ve mekansal düzenini tanımlamayı amaçlayan ölçümlerden oluşur. Bu tür ölçümlere

örnekler arasında ventilasyon merkezi konumunun ölçümleri ve ventilasyon heterojenliği ölçümleri bulunur.

Ventilasyon dağılımının merkezi konumunun ölçümleri, ventilasyon dağılımının göğüs içindeki yönelimini global olarak karakterize eder. Bunlara bazı örnekler bölgesel ventilasyon gecikme indeksi [“Regional Ventilation Delay Index” (RVDI)] ve ventilasyon merkezi [“Center of Ventilation” (CoV)]’dir.

Ventilasyon dağılımının mekansal genişliğinin ölçümleri ventilasyondaki değişiklikleri tanımlamayı amaçlar. Bu tür ölçümlerin en yaygın olanları, ventilasyonun genel mekânsal heterojenlik derecesini tanımlamak için kullanılır. Bazı uygulamalar için, bir EET görüntüsündeki inhomojenlik seviyesini karakterize etmek önemlidir, çünkü birçok patolojik süreç, normal koşullar altında mevcut olan daha homojen ventilasyon dağılımını bozar. Örnekler arasında varyasyon katsayısı [“Coefficient of Variation” (CV)], ven ve global inhomojenite [“Global Inhomogeneity Index”] (GI) indeksi bulunur [43].

GI İndeks: Akciğer koruyucu mekanik ventilasyonun genel hedeflerinden biri ventilasyonunun homojenleşmesi, açılmış akciğer ünitelerinin ventilasyon dağılımını iyileştirmesidir. Ventilasyonun homojen dağılımının en sık kullanılan ölçülerinden biri de GI indeksidir. Bu indeks, akciğerin tamamının ventilasyon heterojenliği derecesi hakkında bilgi sağlar. Daha yüksek değerler, ventilasyon dağılımında daha büyük bir heterojenlik derecesini gösterir [50]. GI indeks akciğer koruyucu ventilasyon stratejilerinden olan rekrutment manevrası ve optimal PEEP belirlenmesi için PEEP titrasyonu yönetimi için de kullanılabilir [54]. GI indeks, akciğerin yeniden açılabilirliği ile yüksek derecede korelasyon gösterir; yeniden açılabilir akciğer bölgelerinin yüzdesi, GI indeksinin azalmasıyla birlikte azalır [55].

2.3.3. EET’nin Peroperatif Kullanım Alanları

EET; hava yolu temizleme tekniklerinin etkisini değerlendirmek, tüp yanlış yerleştirmesini (endobronşial entübasyon gibi) ve tek akciğer ventilasyonunu izlemek, plevral efüzyonun aspirasyonundan sonra yeniden ventilasyonu değerlendirmek, pulmoner emboli ve pnömotoraksı tespit etmek, pulmoner ödemi ölçmek ve akut ve kronik akciğer hastalıklarında hava akımı obstrüksiyonunu izlemek gibi pek çok amaç için kullanılabilir [50].

2.3.4. EET Kısıtlılıkları

Kalp pili ve kardiyoverter defibrilatör gibi elektriksel olarak aktif implantları olan hastalarda EET kullanımı tavsiye edilmez. Plevral efüzyonu olan hastalarda EET sinyalleri doğru olmayabilir ve EET, akciğerin genel hacminden ziyade sadece bölgesel ventilasyonu ölçebilir. EET için kullanılan elektrot sayısının sınırlı olması çözünürlüğü etkiler [50]. Aynı zamanda EET, elektrokoterizasyon algıladığında hasta güvenliği için otomatik kapanma işlevine sahiptir. Peroperatif kullanımda elektrokoterizasyon sırasında EET kullanımının durdurulması veya veri alınması gereken zamanda elektrokoterizasyonun durdurulması gerekir [12].



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayı alınmasının ardından “Clinical Trials” başvurusu yapıldıktan sonra Nisan 2024 ile Eylül 2024 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa- Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim dalı bünyesindeki ameliyathanelerde gerçekleştirildi (clinicaltrials.gov Kayıt Numarası: NCT06540794). Çalışmamız, prostat kanseri nedeniyle RYLRP cerrahisi geçiren ve yazılı aydınlatılmış onamları alınan 42 hasta üzerinde randomize, prospektif ve çift kör olarak yapıldı.

Çalışmamıza 18-80 yaş arası, Amerikan Anesteziyologistleri Derneği [“American Society of Anesthesiologists” (ASA)] fiziksel durum sınıflama sistemine göre ASA skoru 1 ile 3 arası olan, cerrahi süresinin 2 saatten uzun olması beklenen hastalar dahil edildi.

Ameliyat öncesindeki 2 hafta içerisinde, 1 saatten uzun süre mekanik ventilasyon gerektiren cerrahi geçirmiş olan, vücut kitle indeksi 35 üstü olan, geniş bül veya pnömotoraksi olan, hâlihazırda oksijen desteği alıyor olan, ağır solunum sistemi hastalığı olan, ciddi kalp yetmezliği New York Kalp Cemiyeti [“New York Heart Association”(NYHA)] sınıf 3 ve 4 olan, kalp pili veya kardiyoverter defibrilatör implantı olan, progresif nöromusküler hastalığı olan ve çalışmaya katılmayı reddeden hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya başlamadan önce yapılan güç analizinde; referans yayınlardaki gruplar arası istatistiksel karşılaştırma sonuçları baz alınarak; tip 1 hata oranı: 0.05; tip 2 hata oranı: 0.20 ve çalışmanın gücü 0.80 olacak şekilde gereken en az denek sayısı her iki grupta 10, toplam 20 bulunmuştur. Takip sürecindeki kayıp veri oranı %20 olarak belirlenerek her iki gruptan 12 hasta, toplamda 24 hastanın alınmasına karar verilmiştir. Çalışmamıza toplam 42 hasta dahil edilmiştir.

3.1. ANESTEZİ PROTOKOLÜ

Çalışma öncesi hastaların sözlü ve yazılı bilgilendirilmesi yapıldı, hastalardan aydınlatılmış onam alındı. Hastaların yaşı, cinsiyeti, boyu, kilosu, vücut kitle indeksi, tanısı, ASA skoru, ameliyat öncesi hemoglobin değeri, ek sistemik hastalıkları (HT, aritmi, DM, OSAS, astım, KOAH, koroner arter hastalığı, obezite, SVO öyküsü ve hipotiroidi), sigara içme öyküleri, prostat spesifik antijen değeri (PSA), gleason skoru ve prostat volümü kaydedildi. Tüm hastalar elektrokardiyogram (EKG), periferik oksijen satürasyonu (SpO₂), invaziv arter basıncı (sistolik arter basıncı, diastolik arter basıncı ve ortalama arter basıncı) ve elektriksel empedans tomografisi (PulmoVista 500- Draeger Medical GmbH, Lübeck, Germany) ile monitörize edildi. Hastalar prospektif randomize olarak iki gruba ayrıldı, grup dağılımları kapalı zarf yöntemi ile belirlendi. Tüm hastalara %80 FiO₂ ile preoksijenizasyon sonrasında ideal vücut ağırlığına göre 2 mcg/kg fentanil, 2 mg/kg propofol ve 0.6 mg/kg rokuronyum ile anestezi indüksiyonu yapıldı. Orotrakeal entübasyonun ardından hastalar volume control- autoflow (VC-AF) modunda Draeger Perseus A500 model anestezi cihazı kullanılarak mekanik ventilatör desteğine alındı. Anestezi idamesi %40 oksijen- hava karışımı içerisinde %2 sevofluran, rokuronyum infüzyonu (10-15 mcg/kg/dk) ve remifentanil infüzyonu (0,05-0,2 mcg/kg/dk) ile sağlandı.

Ameliyat boyunca hastalara yaklaşık 4-5 ml/kg/sa hızla kristalloid replasmanı uygulandı. Tüm hastalara rekrutment manevrası uygulandı. Hastalar 8 ml/kg TVA tidal volüm ile, 2 lt/dk taze gaz akışıyla, 0.4 inspire edilen fraksiyonel oksijen (FiO₂) ile, inspiryum: ekspiryum oranı 1:2, solunum sayısı normokapni (paCO₂: 35-45 mmHg) sağlanacak şekilde ayarlanarak ventile edildi. Rekrutment manevrasında; inspiryum: ekspiryum oranı 1:1, solunum sayısı 12/dk, tidal volüm: 8 ml/kg TVA, izin verilen en yüksek Ppeak değeri: 40 cmH₂O iken önce PEEP düzeyi 5 cmH₂O ile bir dakika boyunca ventilasyon, ardından tidal volüm: 10 ml/kg TVA PEEP düzeyi 10 cmH₂O ile bir dakika boyunca ventilasyon ve son olarak tidal volüm: 12 ml/kg TVA PEEP düzeyi 15 cmH₂O bir dakika boyunca ventilasyon uygulandı. Hastaların mekanik ventilasyon stratejileri dahil edildikleri gruba göre planlandı. Cerrahi sırasında hastalar 30° Trendelenburg pozisyonunda tutuldu. Batın insuflasyonu sırasında intraabdominal basınç 8-12 mmHg arasında sürdürüldü. İntravenöz 1 gr parasetamol, intravenöz 100 mg tramadol, ve insizyon yerlerine lokal anestezik

infiltrasyonu uygulanarak vizüel analog skala 3'ün altında olacak şekilde postoperatif ağrı kontrolü sağlandı. Postoperatif bulantı kusma profilaksisi intravenöz 8 mg ondansetron ile yapıldı. Nöromusküler blokaj intravenöz 4 mg/kg sugammadex ile geri döndürüldü ve hastalar ekstübe edildi.

Grup S (sabit PEEP): Bu gruptaki hastalara rekrutment manevrası sonrası sabit 5 cmH₂O PEEP değeri ile mekanik ventilasyon uygulandı.

Grup K (kişiselleştirilmiş PEEP): Bu gruptaki hastalarda en düşük sürücü basınç değeri veren PEEP değerini belirlemek için dekremental (azalan) PEEP titrasyonu stratejisi seçildi. En düşük sürücü basıncı veren kişiselleştirilmiş PEEP değeri (kPEEP) ölçüldü, mekanik ventilasyon süresi boyunca o PEEP değeri korundu. Bu strateji bağlamında önce PEEP düzeyi 15 cmH₂O olarak ayarlandı ve o PEEP değeri 12 solunum döngüsü boyunca korundu, 12 döngünün sonunda ölçülen sürücü basınç değeri kaydedildi. Hemen ardından her seferinde PEEP değeri 1 azaltılarak hastalar 12 solunum döngüsü boyunca ventile edildi ve hastaların solutulan PEEP değerindeki sürücü basıncı değeri ölçülerek kaydedildi. Bu strateji en sonunda PEEP değeri 5 olana kadar devam ettirildi. PEEP titrasyonu ile sürücü basınç ölçme manevrası sırasında tidal volüm 8 ml/kg TVA, solunum sayısı: 12/dk ve inspiryum: ekspiryum oranı 1:2 olarak ayarlandı. Bu ölçümler arasında en düşük sürücü basıncı veren PEEP değeri kPEEP olarak kaydedildi ve bu değer mekanik ventilasyon boyunca korundu. Pnömooperitonyum sırasında sürücü basınç değeri 5 cmH₂O veya daha fazla artacak olursa, cerrahi başında yapılmış olan yöntemle tekrar rekrutment manevrası yapıldı. Pplato 35 cmH₂O değerini aşacak olursa PEEP değeri daha fazla arttırılmadı. Sürücü basınç değeri 25 cmH₂O değerinden daha fazla olursa tidal volüm 1ml/kg azaltıldı. En düşük tidal volüm değeri 6ml/kg TVA olarak ayarlandı.

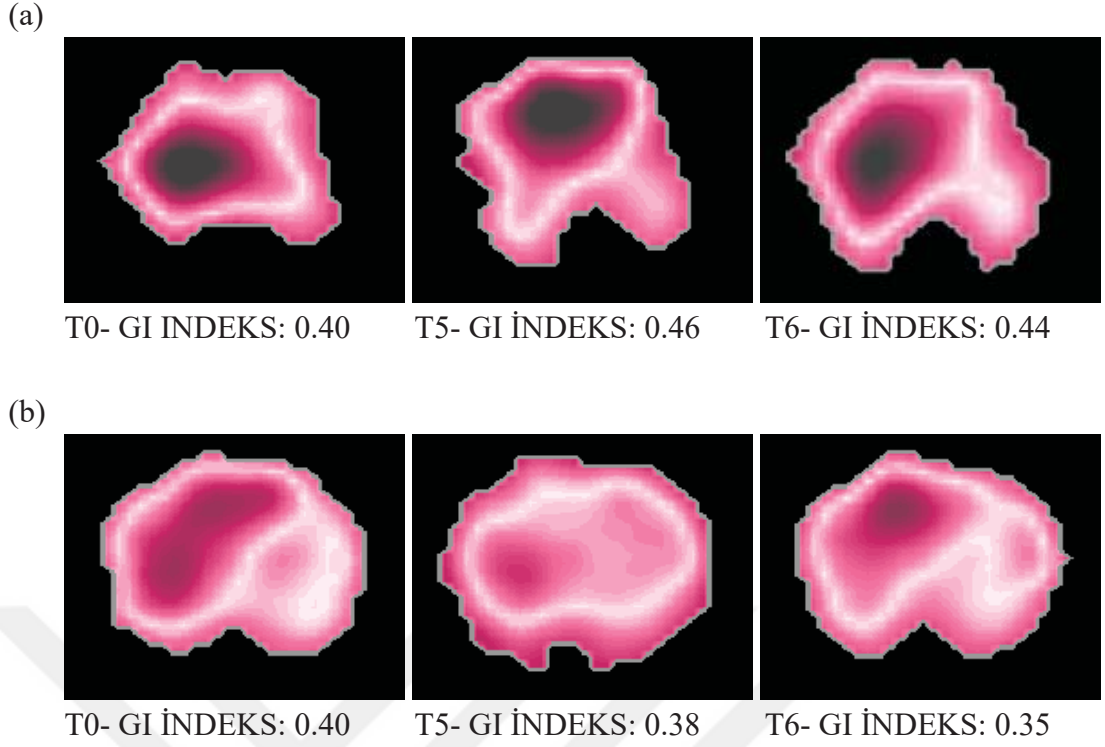
Tüm hastaların indüksiyon öncesi (t_0), entübasyon sonrası (t_1), pnömooperitonyum ve Trendelenburg pozisyonu sonrası 5. dk ve 60. dakikaya kadar 5 dakika aralıklarla, pozisyon sonrası sonrası 60. dk (t_2), pozisyon sonrası 75. dk, pozisyon sonrası 90. dk, pozisyon sonrası 120. dk (t_3), pozisyon sonrası 180. dk (t_4), pozisyon sonrası 240. dk, ekstübasyon öncesi (t_5), ekstübasyon sonrası 5. dk (t_6), postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat, postoperatif 48. saat sistolik arter basıncı, diastolik arter basıncı, ortalama arter basıncı, kalp atım hızları ve SpO₂ değerleri kaydedildi. Bu ölçümler sırasında hastanın mekanik ventilatörde olduğu zamanlarda

ek olarak Ppeak, Pplato, PEEP, sürücü basınç, ortalama havayolu basıncı (MPaw), kompliyans ve end tidal karbondioksit değeri de kaydedildi.

Hastaların ameliyat öncesi alınmış olan arter kan gazı değerleri kaydedildi. Kliniğimizde robotik cerrahi hastalarında rutin uygulanan invaziv arteriyel monitörizasyonundan elde edilen örneklerle aralıklı arter kan gazı takibi yapıldı. Entübasyondan hemen sonra, pnömoperitonyum ve Trendelenburg sonrası 15., 60. ve 120. dakikalarda, ekstübasyondan hemen önce ve ekstübasyon sonrası 5. dakika arter kan gazı analiziyle hastaların pH, parsiyel oksijen basıncı (PaO₂), parsiyel karbondioksit basıncı (pCO₂), oksijenizasyon indeksi (PaO₂/ FiO₂), bikarbonat, laktat ve hemoglobin değerleri kaydedildi.

Ameliyat ile ilgili verilerde anestezi süresi, peroperatif verilen sıvı miktarı, peroperatif kanama ve diürez miktarı, operasyon süresi, pnömoperitonyum süresi, mekanik ventilasyon süresi, vazoaaktif ajan kullanılıp kullanılmadığı kaydedildi.

Hastaların tamamında elektriksel empedans tomografisi ile ölçülen ROI değerleri entübasyon öncesi, entübasyondan hemen sonra, pnömoperitonyum ve Trendelenburg pozisyonunun 15., 60. ve 120. dakikasında, ekstübasyondan önce supin pozisyonda ve ekstübasyondan 5 dakika sonra kaydedildi. Bilgisayara kaydedilen EET değerleri ile matematiksel yazılım kullanılarak hesaplanan GI indeks değerleri; entübasyon öncesi, entübasyondan hemen sonra, ekstübasyondan önce supin pozisyonda ve ekstübasyondan 5 dakika sonra kaydedildi.



Şekil 9. Sabit PEEP (a) ve kişiselleştirilmiş PEEP grubundan (b) hastalar için farklı zaman noktalarında temsili EET görüntüleri

GI indeks değerleri, entübasyon öncesi(T0), ekstübasyon öncesi (T5) ve ekstübasyon sonrası (T6) gösterilmiştir. Pembe ölçek kodu akciğer inhomojenitesini gösterir. Pembe renk ne kadar koyuysa, inhomojenite o kadar yüksektir.

Hastaların postoperatif pulmoner komplikasyon durumu; SpO₂ değerinin %92'nin altında olması, 38.5°C'nin üzerinde ateş, öksürük ve/veya balgam öyküsü, uzamış entübasyon durumu ve gelişen ek patolojiler (pnömoni, pnömotoraks, plevral efüzyon) baz alınarak kaydedildi. Ek olarak, uzun süre (>6 saat) oksijen desteği alıp almadığı da kaydedildi.

3.2. ÇALIŞMADA KULLANILAN İSTATİKSEL YÖNTEMLER

Çalışmada yer sürekli değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu grafiksel olarak ve Shapiro-Wilks testi ile değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistiklerinin gösteriminde Ortalama±Standart Sapma ve Medyan (Minimum-Maksimum) değerleri kullanılmıştır. Gruplara göre parametre değerlerinin karşılaştırılmasında normal dağılım gösteren parametrelerde Bağımsız Örneklem T Testi, normal dağılım göstermeyen parametrelerde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Çalışmada yer alan parametrelerin ölçüm zamanlarında (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 veya entübasyon

öncesi, entübasyon sonrası, 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi, ekstübasyon sonrası, postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat) farklılık gösterip göstermediğini incelemek için normal dağılım gösteren parametrelerde tekrarlı ölçümlerde varyans analizi (repeated measures ANOVA) normal dağılım göstermeyen parametrelerde, Bağımlı Örneklem Friedman's Testi kullanılmıştır. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni Düzeltmesi yapılarak analiz sonuçları verilmiştir. Gruplara göre kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında çapraz tablolar oluşturuldu, sayı (n), yüzde (%) ve ki kare (χ^2) test istatistiği verilmiştir. İstatistiksel analizler ve hesaplamalar için IBM SPSS Statistics 21.0 (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.) ve MS-Excel 2007 programları kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Nisan 2024 ile Eylül 2024 arasında toplam 46 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. EET ile ilgili teknik sorunlar nedeniyle kontrol grubundan üç hasta ve çalışma grubundan bir hasta çalışmadan çıkarılmıştır. Sonuç olarak, 42 hasta S grubuna (n = 19) ve kontrol grubuna (n = 23) dahil edilmiştir.

Çalışmada yer alan K ve S grubu hastalarının yaş, BMI (vücut kütle indeksi), ASA, ek hastalık (HT, aritmi, DM, OSAS, astım, KOAH, KAH, obezite, SVO öyküsü ve hipotiroidi), sigara öyküsü, sigara içme süresi, PSA, Gleason skoru sınıflaması, prostat volümü değerlerinin benzer olduğu saptanmıştır ($p>0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Gruplara Göre Bireylerin Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Tüm Olgular (n=42)	K Grubu (n=23)	S Grubu (n=19)		
	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	Ort±SS Medyan (Min-Max)	t; z; χ^2	p
Yaş (yıl)	64.67±7.29 65.0 (49-79)	65.30±7.85 65.0 (49-79)	63.89±6.69 65.0 (49-74)	z=0.253	0.800
BMI (kg/m ²)	27.16±3.81 27.0 (21.3-38.9)	27.81±3.58 27.7 (22.1-38.9)	26.37±4.03 24.9 (21.3-33.0)	z=1.264	0.206
ASA, n (%)					
I	5 (11.9)	4 (17.4)	1 (5.3)	$\chi^2=1.823$	0.402
II	30 (71.4)	16 (69.6)	14 (73.6)		
III	7 (16.7)	3 (13.0)	4 (21.1)		
Ek Hastalık, n (%)					
Yok	11 (26.2)	6 (26.1)	5 (26.3)	-	0.629*
Var	31 (73.8)	17 (73.9)	14 (73.7)		
**Ek Hastalıklar, n (%)					
HT	22 (52.4)	13 (56.5)	9 (47.4)	-	-
DM	13 (31.0)	6 (26.1)	7 (36.8)		
KAH	12 (28.6)	5 (21.7)	7 (36.8)		
KOAH-Astım	2 (4.8)	0 (0.0)	2 (10.5)		
OSAS	4 (9.5)	4 (17.4)	2 (10.5)		
Obezite	1 (2.4)	1 (4.3)	0 (0.0)		
SVO	1 (2.4)	0 (0.0)	1 (5.3)		
Aritmi	3 (7.1)	2 (8.7)	1 (5.3)		
Hipotiroidi	4 (9.5)	2 (8.7)	2 (10.5)		
Sigara Kullanımı, n (%)					
Yok	17 (40.4)	10 (43.4)	7 (36.8)		0.81
Var	25 (59.5)	13 (56.5)	12 (63.1)		
Sigara İçme Süresi (paket/yıl)	26.38±12.59 30.0 (2-50)	27.20±10.73 30.0 (10-50)	25.88±13.94 27.5 (2-50)	t=0.256	0.800
PSA	8.66±7.33 6.7 (2.3-47.0)	10.21±9.39 6.9 (3.6-47.0)	6.86±3.19 6.0 (2.3-14.0)	z=1.282	0.200
Gleason Skoru, n (%)					
6	21 (50.0)	11 (47.8)	10 (52.6)	$\chi^2=1.253$	0.535
7	20 (47.6)	11 (47.8)	9 (47.4)		
8	1 (2.4)	1 (4.4)	0 (0.0)		
Prostat Volümü	54.05±33.22 45.5 (20-170)	61.49±40.26 48.0 (25-170)	45.05±19.39 45.0 (20-88)	z=1.328	0.184

t: Bağımsız Örneklem T Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 :Ki kare Testi, *Fisher Exact test sonuçları verilmiştir, **Birden fazla seçenek işaretlenebilmiştir.

Gruplara göre bireylerin operasyon ile ilgili değerleri (anestezi, pnömoperitoneum, ameliyat ve mekanik ventilasyon süreleri, peroperatif verilen sıvı miktarı, kanama, diürez ve vazoaaktif ajan kullanımı) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Gruplara Göre Bireylerin Operasyon Değerlerinin Karşılaştırılması

	Tüm Olgular (n=42)	K Grubu (n=23)	S Grubu (n=19)	t; z; χ^2	p
	Ort$\pm$SS Medyan (Min-Max)	Ort$\pm$SS Medyan (Min-Max)	Ort$\pm$SS Medyan (Min-Max)		
Anestezi Süresi	282.98 $\pm$ 64.00 287.5 (135-400)	271.74 $\pm$ 56.08 27.0 (160-400)	296.58 $\pm$ 71.63 300.0 (135-390)	t=1.261	0.215
Peroperatif Verilen Sıvı Miktarı	2157.14 $\pm$ 538.35 2000 (1000-3500)	2204.35 $\pm$ 521.78 2200 (1200-3500)	2100.00 $\pm$ 566.67 2000 (1000-3400)	t=0.621	0.538
Peroperatif Kanama	158.33 $\pm$ 77.24 100.0 (50-350)	145.65 $\pm$ 75.25 100.0 (50-300)	173.68 $\pm$ 78.82 200.0 (50-300)	z=1.234	0.217
Peroperatif Diürez	513.10 $\pm$ 261.58 450 (100-1200)	523.91 $\pm$ 264.09 500 (100-1200)	500.00 $\pm$ 265.10 400 (100-1000)	t=0.292	0.772
Operasyon Süresi	260.48 $\pm$ 65.25 255.0 (120-380)	248.26 $\pm$ 56.94 240.0 (120-370)	275.26 $\pm$ 72.89 270.0 (130-380)	t=1.348	0.185
Pnömoperitonyum Süresi	204.17 $\pm$ 64.93 190.0 (50-330)	195.43 $\pm$ 67.15 190.0 (50-330)	214.74 $\pm$ 62.26 215.0 (120-330)	t=0.958	0.344
MV Süresi	281.07 $\pm$ 65.02 282.5 (135-400)	269.78 $\pm$ 58.16 270.0 (160-400)	294.74 $\pm$ 71.66 300.0 (135-390)	t=1.246	0.220
Vazoaaktif Ajan Kullanımı, n (%)					
Yok	36 (85.7)	19 (82.6)	17 (89.5)	-	0.430*
Var	6 (14.3)	4 (17.4)	2 (10.5)		

t:Bağımsız Örneklem T Testi, z:Mann-Whitney U Testi, *Fisher Exact test sonuçları verilmiştir

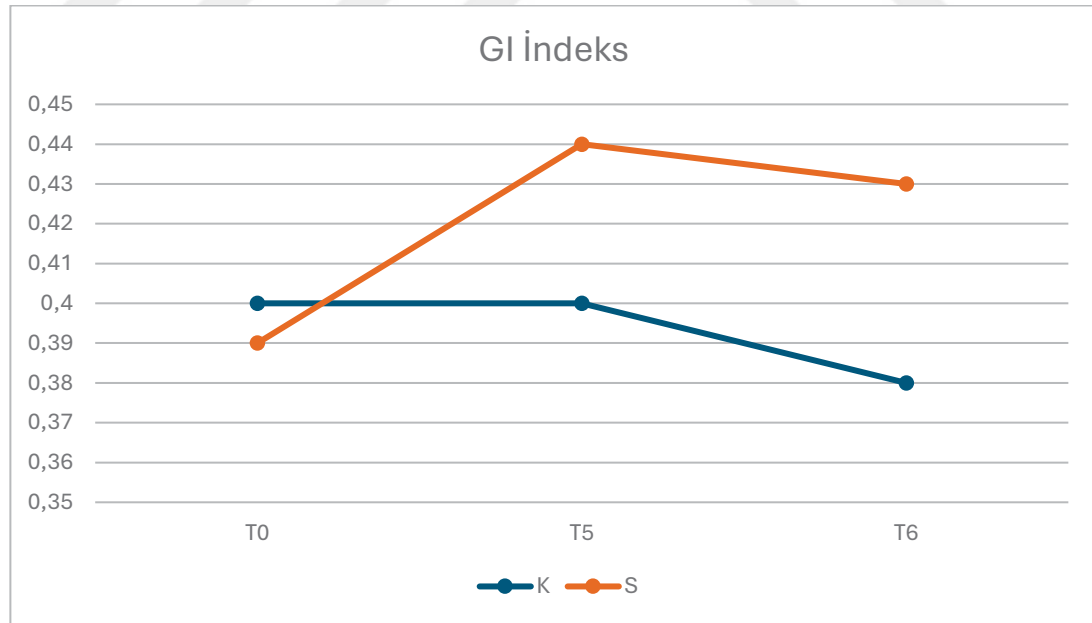
Gruplara göre bireylerin T0 GI indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). K grubunda yer alan bireylerin T5 zamanı GI indeks ortalaması 0.40 ± 0.04 , S grubunda yer alan bireylerin T5 zamanı GI indeks ortalaması 0.44 ± 0.04 'tür. Gruplara göre bireylerin T5 zamanı GI indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($z=3.269$ $p=0.001$). Ayrıca gruplara göre bireylerin T6 zamanı GI indeks değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($z=4.152$ $p<0.001$). S grubundaki bireylerin T6 zamanı GI indeks ortalaması K grubuna göre daha yüksektir.

K grubundaki bireylerin GI indeks değerlerinin zamana bağlı üç ölçümü (T0, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=11.590$; $p=0.001$). K grubunda GI indeks değerleri zamana bağlı azalış göstermektedir. Ayrıca S grubundaki bireylerin GI indeks değerlerinin zamana bağlı üç ölçümü (T0, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($F=16.176$; $p<0.001$) (Tablo 3).

Tablo 3. Gruplara Göre GI İndeks Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
GI İndeks						
T0	0.40±0.03	0.40 (0.36-0.49)	0.39±0.03	0.39 (0.34-0.45)	t=0.673	p=0.505
T5	0.40±0.04	0.39 (0.35-0.52)	0.44±0.04	0.44 (0.37-0.53)	z=3.269	p= 0.001
T6	0.38±0.03	0.38 (0.34-0.49)	0.43±0.03	0.43 (0.36-0.49)	z=4.152	p< 0.001
p(Zaman)	χ2=11.590; p= 0.003		F=16.176; p< 0.001			

t: Bağımsız Örneklem t Testi, z: Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi, F: Tekrarlı ölçümlerde ANOVA Testi



Şekil 10. Gruplara Göre GI İndeks Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin T0, T1, T2, T3, T4, T6 zamanı ROI 1+ROI 2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). K grubunda yer alan bireylerin T5 zamanı ROI 1+ROI 2 ortalaması 56.22 ± 11.86 , S grubunda yer

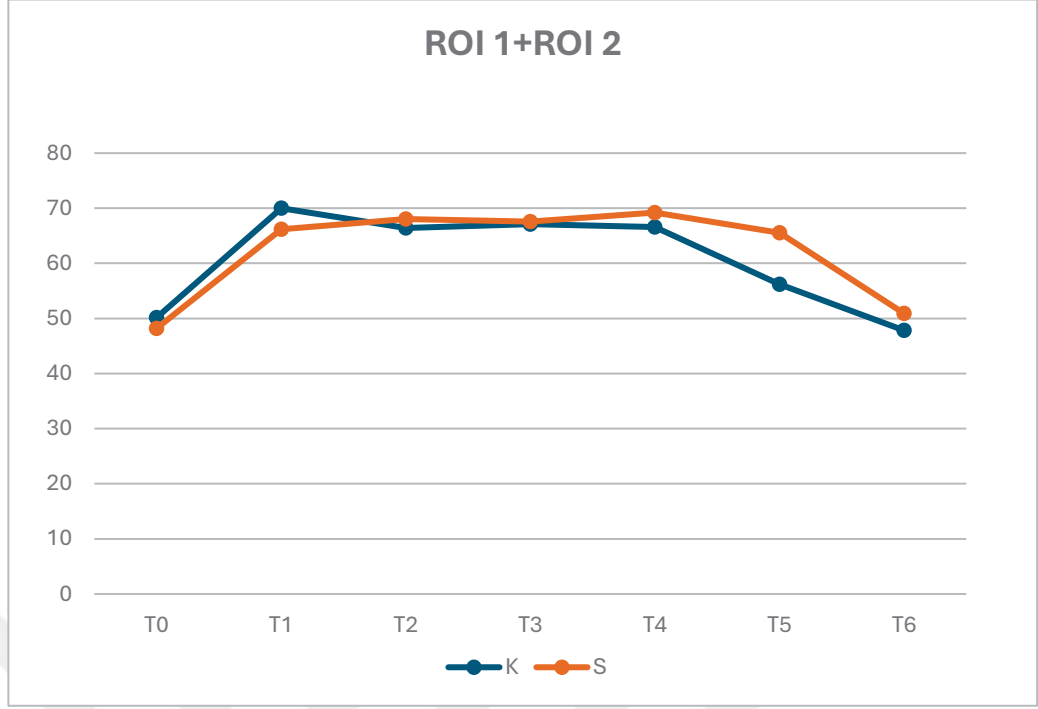
alan bireylerin T5 zamanı ROI 1+ROI 2 ortalaması 65.53 ± 9.98 'dir. Gruplara göre bireylerin T5 zamanı ROI 1+ROI 2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t=2.716$, $p=0.010$). K grubunda yer alan bireylerin T0 ROI 1+ROI 2 ortalaması 50.13 ± 10.19 , T1 70.00 ± 6.75 , T2 66.43 ± 8.29 , T3 67.13 ± 7.10 , T4 66.57 ± 8.00 , T5 56.22 ± 11.86 , T6 47.83 ± 9.38 'dir. K grubundaki bireylerin ROI 1+ROI 2 değerlerinin zamana bağlı yedi ölçümü (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=79.790$; $p<0.001$). Ayrıca S grubundaki bireylerin ROI 1+ROI 2 değerlerinin zamana bağlı yedi ölçümü (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($F=21.273$; $p<0.001$) (Tablo 4).

Gruplara göre bireylerin T0, T1, T2, T3, T4, T6 zamanı ROI 3 + ROI 4 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). K grubunda yer alan bireylerin T5 zamanı ROI 3 + ROI 4 ortalaması 40.30 ± 13.16 , S grubunda yer alan bireylerin T5 zamanı ROI 3 + ROI 4 ortalaması 31.95 ± 9.10 'dur. Gruplara göre bireylerin T5 zamanı ROI 3 + ROI 4 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t=2.342$, $p=0.024$). K grubundaki bireylerin ROI 3 + ROI 4 değerlerinin zamana bağlı yedi ölçümü (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=78.737$; $p<0.001$). Ayrıca S grubundaki bireylerin ROI 3 + ROI 4 değerlerinin zamana bağlı yedi ölçümü (T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($F=18.833$; $p<0.001$) (Tablo 4).

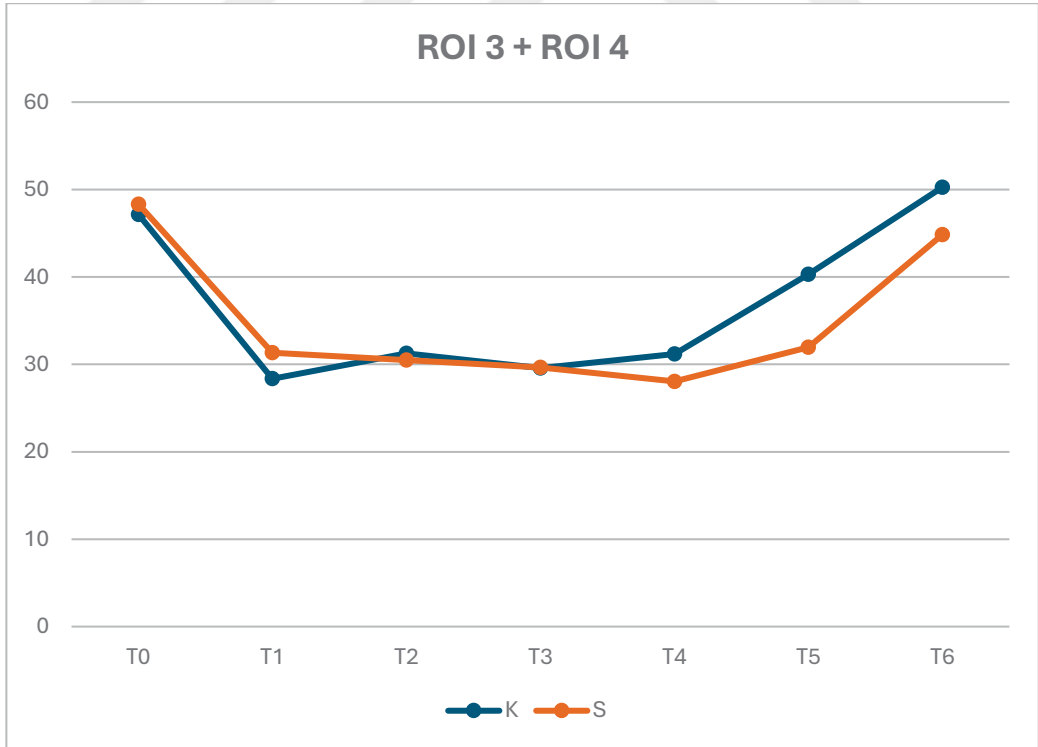
Tablo 4. Gruplara Göre ROI Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
ROI 1+ROI 2						
T0	50.13±10.19	53.0 (32-77)	48.21±10.61	48.0 (27-67)	t=0.596	p=0.554
T1	70.00±6.75	70.0 (58-84)	66.16±11.97	67.0 (34-84)	t=1.310	p=0.198
T2	66.43±8.29	66.0 (48-80)	68.05±8.46	69.0 (51-88)	t=0.623	p=0.537
T3	67.13±7.10	68.0 (49-77)	67.58±7.55	68.0 (51-80)	t=0.198	p=0.844
T4	66.57±8.00	67.0 (41-79)	69.21±6.04	72.0 (59-78)	z=1.014	p=0.311
T5	56.22±11.86	58.0 (25-74)	65.53±9.98	68.0 (39-84)	t=2.716	p= 0.010
T6	47.83±9.38	50.0 (26-64)	50.89±13.29	50.0 (28-75)	t=0.875	p=0.387
p(Zaman)	χ2=79.790; p< 0.001		F=21.723; p< 0.001			
ROI 3 + ROI 4						
T0	47.13±9.99	44.0 (20-66)	48.32±12.66	51.0 (17-71)	t=0.339	p=0.736
T1	28.35±6.49	29.0 (16-40)	31.32±11.22	29.0 (15-61)	t=1.071	p=0.291
T2	31.26±6.94	31.0 (19-46)	30.47±7.64	31.0 (14-45)	t=0.350	p=0.729
T3	29.57±7.44	30.0 (14-48)	29.63±7.06	31.0 (19-45)	t=0.029	p=0.977
T4	31.17±6.93	32.0 (20-54)	28.05±4.82	26.0 (20-37)	z=1.447	p=0.148
T5	40.30±13.16	39.0 (7-71)	31.95±9.10	30.0 (17-56)	t=2.342	p= 0.024
T6	50.26±9.25	49.0 (35-71)	44.84±12.61	47.0 (21-66)	t=1.605	p=0.116
p(Zaman)	χ2=78.737; p< 0.001		F=18.833; p< 0.001			

t: Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi, F:Tekrarlı ölçümlerde ANOVA Testi



Şekil 11. Gruplara Göre ROI 1 + ROI 2 Değerlerinin Dağılımı



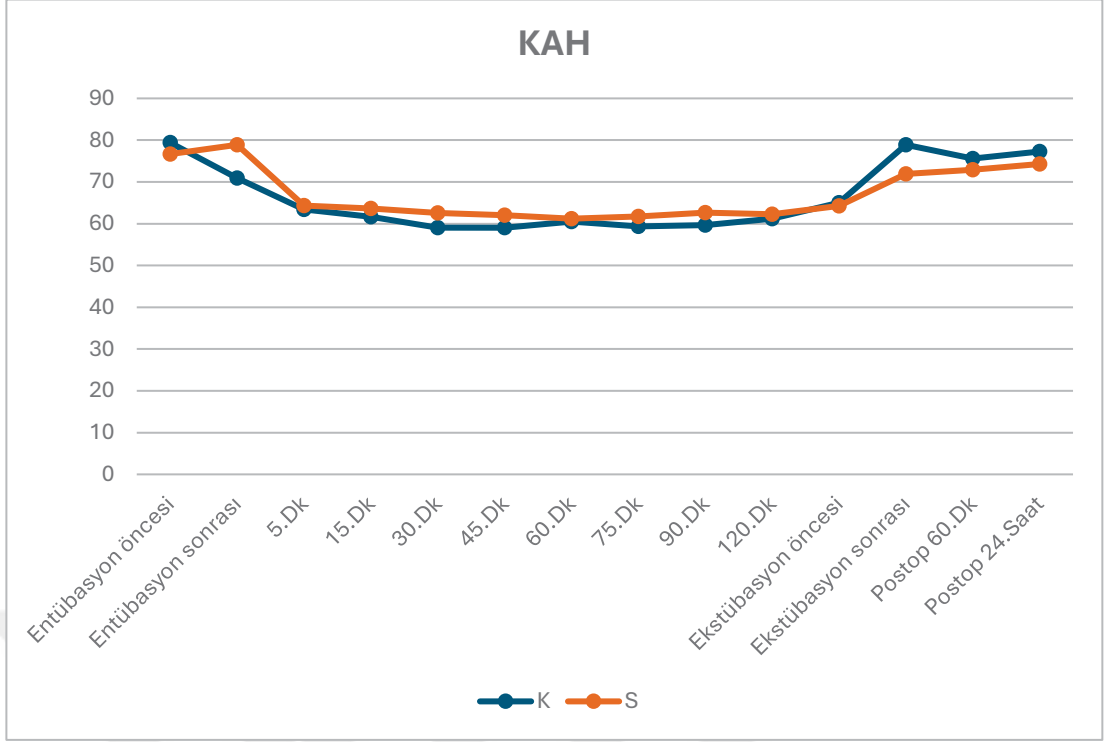
Şekil 12. Gruplara Göre ROI 3 + ROI 4 Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon öncesi, entübasyon sonrası, pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi, ekstübasyon sonrası, postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat KAH değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 5).

Tablo 5. Gruplara Göre KAH Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
KAH						
Entübasyon öncesi	79.39±11.07	78.0 (54-100)	76.63±10.91	74.0 (59-98)	t=0.809	p=0.423
Entübasyon sonrası	70.96±16.06	67.0 (45-107)	78.89±12.72	74.0 (55-110)	t=1.747	p=0.088
Pozisyon sonrası 5.Dk	63.39±8.41	62.0 (47-85)	64.32±14.10	61.0 (50-107)	z=0.444	p=0.657
Pozisyon sonrası 15.Dk	61.65±9.58	60.0 (46-85)	63.63±10.64	64.0 (49-88)	t=0.634	p=0.530
Pozisyon sonrası 30.Dk	59.09±8.04	58.0 (46-77)	62.58±11.47	60.0 (48-89)	z=0.874	p=0.382
Pozisyon sonrası 45.Dk	59.04±7.67	59.0 (49-77)	62.05±8.36	62.0 (49-81)	t=1.216	p=0.231
Pozisyon sonrası 60.Dk	60.48±8.78	60.0 (47-81)	61.21±10.16	59.0 (47-87)	t=0.251	p=0.803
Pozisyon sonrası 75.Dk	59.35±7.79	61.0 (48-76)	61.74±7.93	60.0 (50-76)	t=0.981	p=0.332
Pozisyon sonrası 90.Dk	59.70±8.34	59.0 (48-79)	62.63±9.62	63.0 (48-79)	z=0.936	p=0.349
Pozisyon sonrası 120.Dk	61.17±8.49	61.0 (50-81)	62.26±8.77	60.0 (51-86)	z=0.430	p=0.667
Ekstübasyon öncesi	65.00±14.22	63.0 (48-110)	64.26±7.37	62.0 (54-80)	z=0.595	p=0.552
Ekstübasyon sonrası	78.91±13.05	76.0 (60-113)	71.95±10.97	68.0 (55-92)	t=1.848	p=0.072
Postop 60.Dk	75.57±10.51	75.0 (55-97)	72.89±10.49	70.0 (56-91)	t=0.820	p=0.417
Postop 24.Saat	77.30±8.78	76.0 (59-95)	74.26±7.56	75.0 (60-90)	t=1.188	p=0.242
p(Zaman)	χ2=174.626; p<0.001		χ2=122.212; p<0.001			

t:Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



Şekil 13. Gruplara Göre KAH Değerlerinin Dağılımı

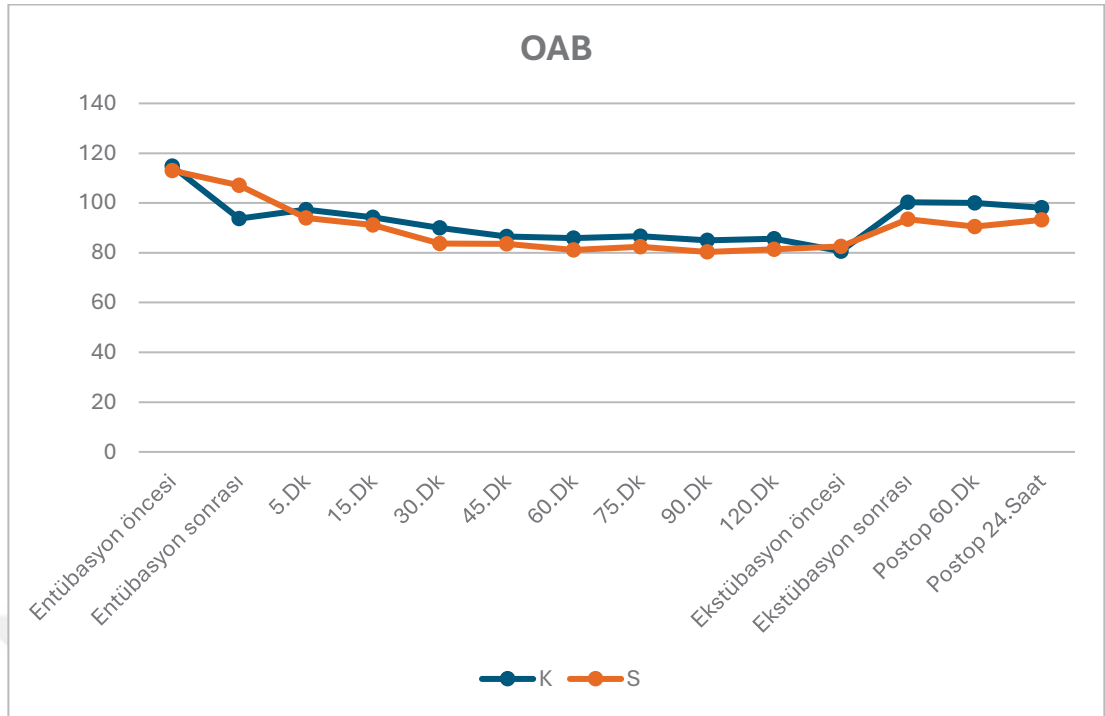
Gruplara göre bireylerin entübyasyon öncesi, pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübyasyon öncesi, ekstübyasyon sonrası, postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). K grubunda yer alan bireylerin entübyasyon sonrası OAB ortalaması 93.78 ± 19.55 mmHg, S grubunda yer alan bireylerin entübyasyon sonrası OAB ortalaması 107.05 ± 18.22 mmHg'dır. Gruplara göre bireylerin entübyasyon sonrası OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($t=2.257$ $p=0.030$). Ayrıca gruplara göre bireylerin 30. dk OAB değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($z=1.963$ $p=0.049$).

K grubundaki bireylerin 30. dk OAB ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 6).

Tablo 6. Gruplara Göre OAB Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
OAB (mmHg)						
Entübasyon öncesi	114.74±14.78	113.0 (87-150)	113.00±19.54	109.0 (87-174)	z=1.012	p=0.312
Entübasyon sonrası	93.78±19.55	94.0 (64-127)	107.05±18.22	113.0 (71-136)	t=2.257	p= 0.030
Pozisyon sonrası 5.Dk	97.30±11.29	98.0 (79-121)	94.00±12.81	95.0 (67-119)	t=0.889	p=0.380
Pozisyon sonrası 15.Dk	94.26±9.08	95.0 (77-113)	91.11±16.80	92.0 (57-120)	t=0.775	p=0.443
Pozisyon sonrası 30.Dk	90.00±16.38	91.0 (30-124)	83.74±11.98	85.0 (58-99)	z=1.963	p= 0.049
Pozisyon sonrası 45.Dk	86.57±11.69	86.0 (69-106)	83.58±15.87	87.0 (54-110)	t=0.701	p=0.487
Pozisyon sonrası 60.Dk	85.91±11.53	86.0 (65-117)	81.11±12.58	84.0 (54-103)	t=1.291	p=0.204
Pozisyon sonrası 75.Dk	86.65±10.07	84.0 (73-110)	82.42±15.04	82.0 (60-114)	t=1.087	p=0.283
Pozisyon sonrası 90.Dk	84.96±7.93	82.0 (71-101)	80.32±13.55	81.0 (57-104)	t=1.383	p=0.174
Pozisyon sonrası 120.Dk	85.65±8.43	83.0 (69-105)	81.42±8.82	84.0 (60-92)	t=1.585	p=0.121
Ekstübasyon öncesi	80.65±14.03	82.0 (60-121)	82.58±13.30	84.0 (63-102)	t=0.453	p=0.653
Ekstübasyon sonrası	100.22±20.07	96.0 (75-141)	93.47±13.87	98.0 (63-115)	t=1.239	p=0.222
Postop 60.Dk	100.00±14.19	95.0 (80-135)	90.47±18.42	95.0 (30-110)	z=1.140	p=0.254
Postop 24.Saat	98.09±14.52	98.0 (67-139)	93.16±11.09	95.0 (69-110)	t=1.215	p=0.232
p(Zaman)	$\chi^2=94.700$; p< 0.001		$\chi^2=81.255$; p< 0.001			

t:Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



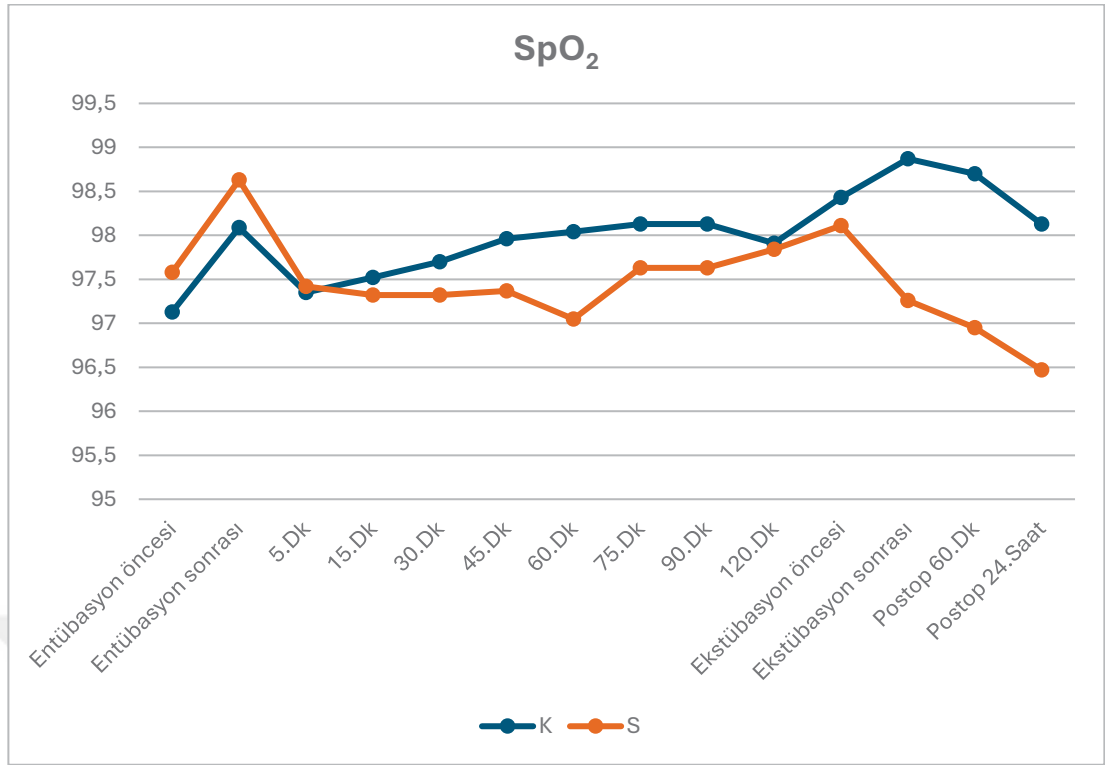
Şekil 14. Gruplara Göre OAB Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübyasyon öncesi, entübyasyon sonrası, pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübyasyon öncesi SpO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin ekstübyasyon sonrası, postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat SpO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). K grubundaki bireylerin ekstübyasyon sonrası, postoperatif 60. dk, postoperatif 24. saat SpO₂ ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 7).

Tablo 7. Gruplara Göre SpO2 Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
SpO ₂						
Entübasyon öncesi	97.13±1.49	97.0 (93-99)	97.58±1.35	98.0 (93-100)	z=1.336	p=0.182
Entübasyon sonrası	98.09±1.34	98.0 (94-100)	98.63±0.68	99.0 (98-100)	z=1.260	p=0.208
Pozisyon sonrası 5.Dk	97.35±1.43	97.0 (93-100)	97.42±1.50	98.0 (93-99)	z=0.497	p=0.619
Pozisyon sonrası 15.Dk	97.52±1.65	98.0 (93-100)	97.32±2.00	98.0 (92-100)	z=0.104	p=0.917
Pozisyon sonrası 30.Dk	97.70±1.55	98.0 (94-100)	97.32±1.83	98.0 (92-99)	z=0.490	p=0.624
Pozisyon sonrası 45.Dk	97.96±1.64	98.0 (93-100)	97.37±1.98	98.0 (92-99)	z=0.914	p=0.361
Pozisyon sonrası 60.Dk	98.04±1.29	98.0 (95-100)	97.05±2.37	98.0 (91-100)	z=1.249	p=0.212
Pozisyon sonrası 75.Dk	98.13±1.36	98.0 (95-100)	97.63±1.95	98.0 (92-100)	z=0.652	p=0.514
Pozisyon sonrası 90.Dk	98.13±1.29	98.0 (95-100)	97.63±1.49	98.0 (94-100)	z=0.895	p=0.371
Pozisyon sonrası 120.Dk	97.91±1.53	98.0 (95-100)	97.84±1.30	98.0 (95-100)	z=0.117	p=0.907
Ekstübasyon öncesi	98.43±1.27	99.0 (95-100)	98.11±1.15	98.0 (96-100)	z=1.017	p=0.309
Ekstübasyon sonrası	98.87±1.29	99.0 (96-100)	97.26±1.05	98.0 (94-98)	z=3.845	p<0.001
Postop 60.Dk	98.70±1.43	99.0 (95-100)	96.95±2.49	97.0 (92-100)	z=3.620	p<0.001
Postop 24.Saat	98.13±1.22	99.0 (95-99)	96.47±1.68	97.0 (92-98)	z=3.700	p<0.001
p(Zaman)	χ ² =87.380; p<0.001		χ ² =54.330; p<0.001			

z: Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



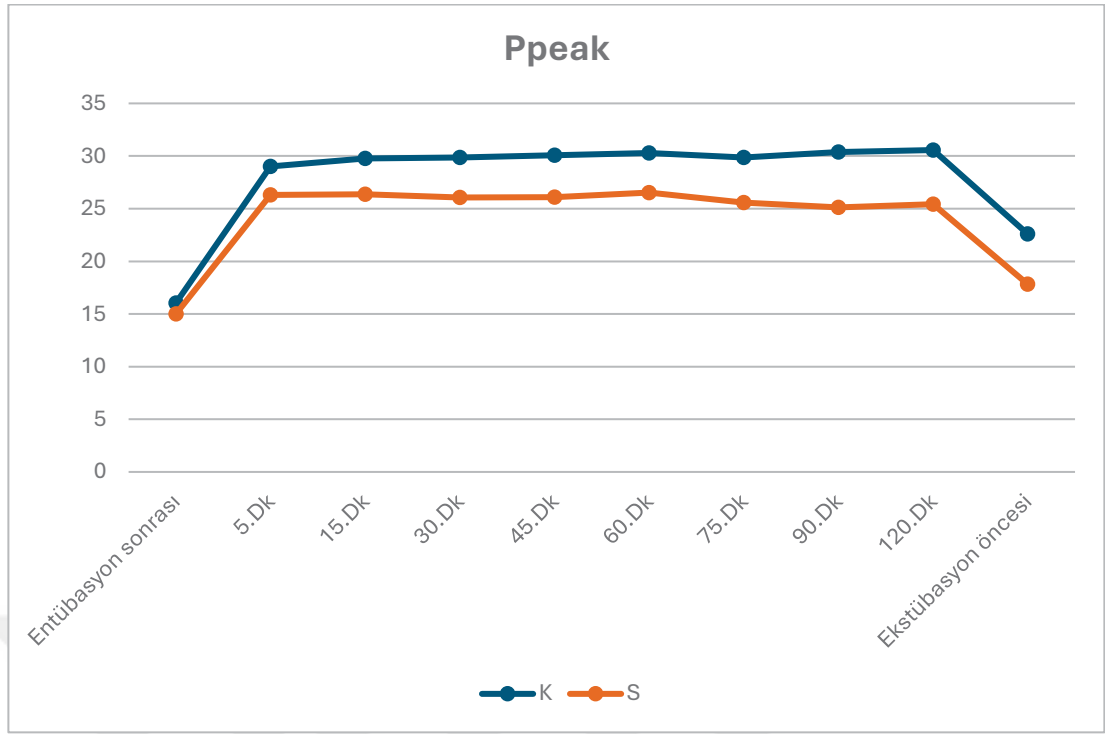
Şekil 15. Gruplara Göre SpO₂ Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon sonrası 5. dk Ppeak değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi Ppeak değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). K grubundaki bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi Ppeak ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 8).

Tablo 8. Gruplara Göre Ppeak Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
Ppeak (cmH ₂ O)						
Entübasyon sonrası	16.04±2.85	15.0 (12-23)	15.00±3.02	14.0 (11-23)	z=1.317	p=0.188
Pozisyon sonrası 5.Dk	29.00±4.79	28.0 (18-40)	26.32±5.46	26.0 (17-35)	t=1.698	p=0.097
Pozisyon sonrası 15.Dk	29.78±3.50	29.0 (25-39)	26.37±5.41	24.0 (18-35)	t=2.468	p=0.024
Pozisyon sonrası 30.Dk	29.87±4.01	30.0 (23-38)	26.05±4.43	25.0 (19-34)	t=2.927	p=0.006
Pozisyon sonrası 45.Dk	30.09±4.11	30.0 (23-39)	26.11±4.33	25.0 (19-35)	t=3.049	p=0.004
Pozisyon sonrası 60.Dk	30.30±3.75	31.0 (24-40)	26.53±4.14	26.0 (19-35)	t=3.101	p=0.004
Pozisyon sonrası 75.Dk	29.87±3.44	30.0 (24-36)	25.58±4.46	25.0 (19-32)	t=3.518	p=0.001
Pozisyon sonrası 90.Dk	30.39±3.77	30.0 (24-40)	25.11±4.24	25.0 (17-33)	t=4.272	p<0.001
Pozisyon sonrası 120.Dk	30.57±4.12	31.0 (22-39)	25.42±4.73	25.0 (17-34)	t=3.767	p=0.001
Ekstübasyon öncesi	22.61±4.24	22.0 (15-33)	17.84±3.73	17.0 (14-32)	z=4.117	p<0.001
p(Zaman)	χ ² =104.778; p<0.001		χ ² =89.298; p<0.001			

t:Bağımsız Örneklem *t* Testi, *z*:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



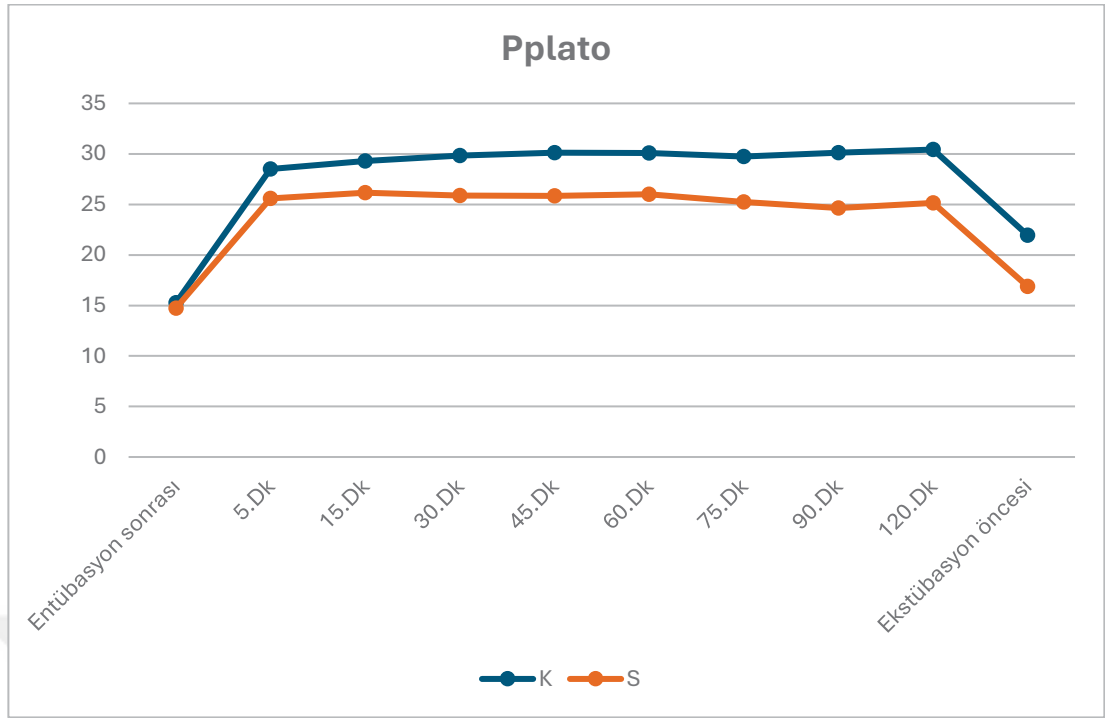
Şekil 16. Gruplara Göre Ppeak Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon sonrası ve pozisyon sonrası 5. dk Pplato değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi Pplato değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). K grubundaki bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi Pplato ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 9).

Tablo 9. Gruplara Göre Pplato Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
Pplato (cmH ₂ O)						
Entübasyon sonrası	15.26±3.32	15.0 (8-22)	14.74±3.12	14.0 (10-23)	z=0.651	p=0.515
Pozisyon sonrası 5.Dk	28.52±4.36	28.0 (18-40)	25.58±6.00	23.0 (17-35)	t=1.838	p=0.073
Pozisyon sonrası 15.Dk	29.30±3.94	29.0 (23-39)	26.16±5.59	24.0 (17-35)	t=2.136	p= 0.047
Pozisyon sonrası 30.Dk	29.83±3.93	30.0 (23-37)	25.89±4.63	25.0 (19-35)	t=2.978	p= 0.005
Pozisyon sonrası 45.Dk	30.13±4.37	30.0 (23-39)	25.84±4.18	25.0 (19-34)	t=3.227	p= 0.002
Pozisyon sonrası 60.Dk	30.09±4.09	30.0 (24-40)	26.00±4.38	26.0 (18-35)	t=3.121	p= 0.003
Pozisyon sonrası 75.Dk	29.74±3.62	30.0 (23-37)	25.26±4.57	24.0 (18-32)	t=3.543	p= 0.001
Pozisyon sonrası 90.Dk	30.13±4.03	30.0 (23-40)	24.63±4.31	24.0 (16-32)	t=4.267	p< 0.001
Pozisyon sonrası 120.Dk	30.43±4.29	30.0 (22-39)	25.16±4.54	25.0 (18-34)	t=3.864	p< 0.001
Ekstübasyon öncesi	21.96±3.29	22.0 (15-28)	16.89±1.85	17.0 (14-22)	z=4.452	p< 0.001
p(Zaman)	χ ² =112.810; p< 0.001		χ ² =90.208; p< 0.001			

t:Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



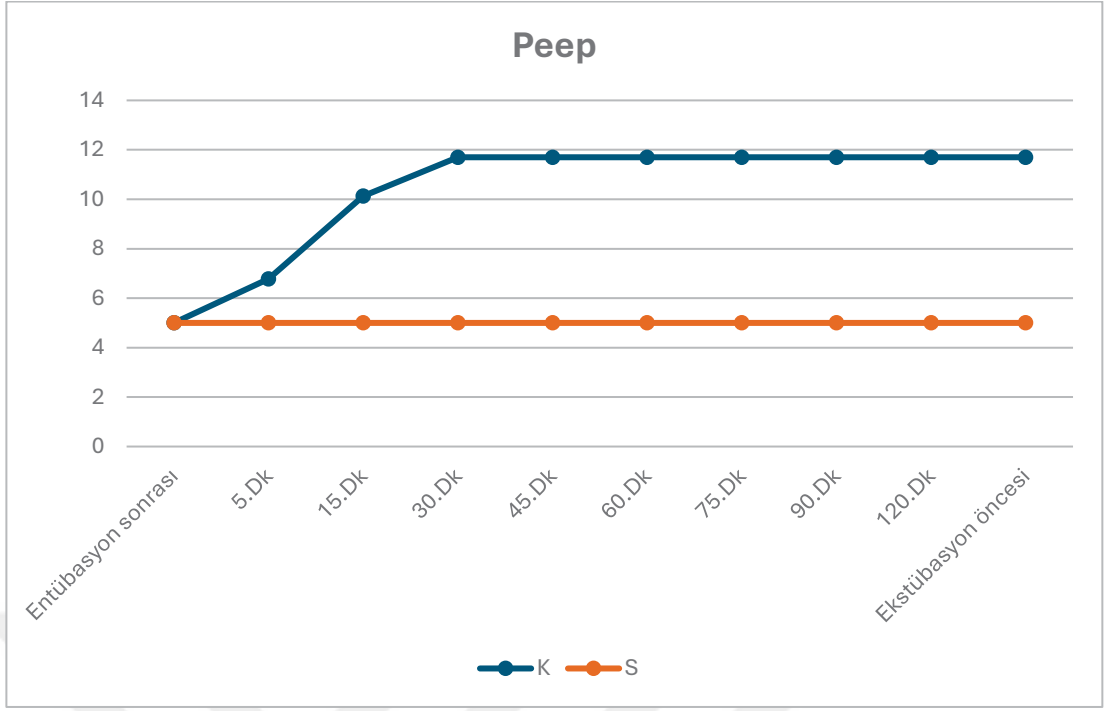
Şekil 17. Gruplara Göre Pplato Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon sonrası PEEP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi PEEP değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). K grubundaki bireylerin pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 60. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi PEEP ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 10).

Tablo 10. Gruplara Göre PEEP Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
PEEP (cmH ₂ O)						
Entübasyon sonrası	5.00±0.00	5.0 (5-5)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=0.001	p=0.999
Pozisyon sonrası 5.Dk	6.78±3.56	5.0 (5-15)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=2.134	p= 0.033
Pozisyon sonrası 15.Dk	10.13±3.11	10.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.198	p< 0.001
Pozisyon sonrası 30.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Pozisyon sonrası 45.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Pozisyon sonrası 60.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Pozisyon sonrası 75.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Pozisyon sonrası 90.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Pozisyon sonrası 120.Dk	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
Ekstübasyon öncesi	11.70±2.42	12.0 (5-14)	5.00±0.00	5.0 (5-5)	z=5.410	p< 0.001
p(Zaman)	χ2=130.398; p< 0.001		χ2=0.001; p=0.999			

z: Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



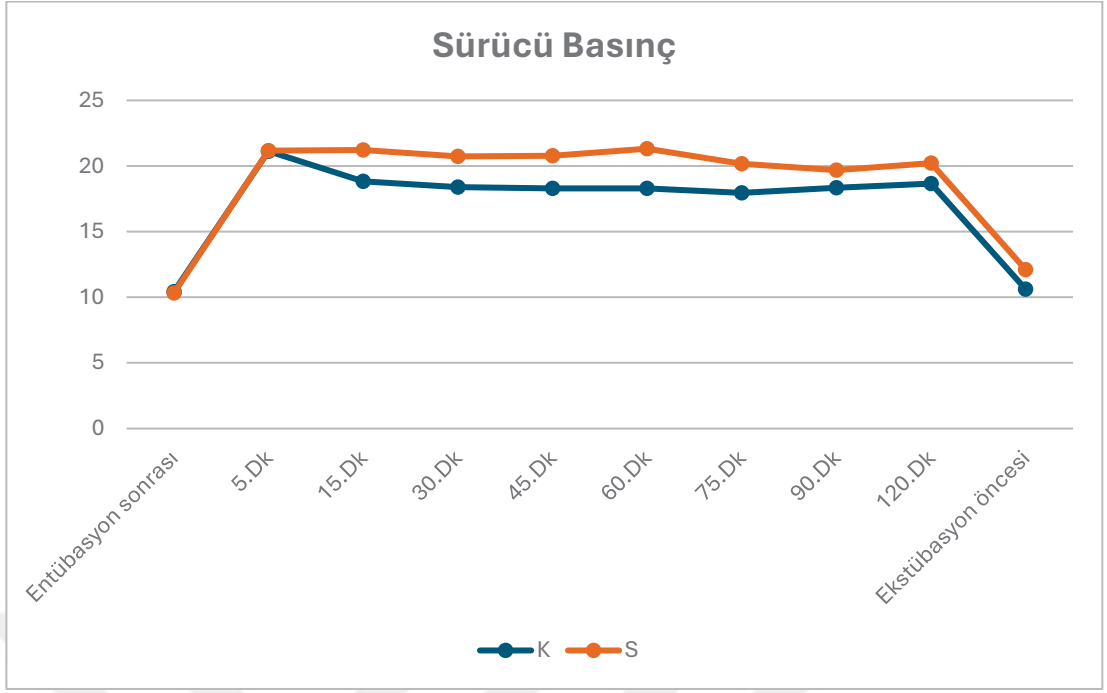
Şekil 18. Gruplara Göre Peep Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon sonrası, pozisyon sonrası 5. dk, 15. dk, 30. dk, 45. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi sürücü basıncı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin 60. dk sürücü basıncı değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). S grubundaki bireylerin 60. dk sürücü basıncı ortalaması K grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 11).

Tablo 11. Gruplara Göre Sürücü Basıncı Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	
Sürücü Basıncı (cmH ₂ O)					
Entübasyon sonrası	10.43±2.90	10.0 (7-17)	10.32±3.56	10.0 (5-18)	z=0.242 p=0.809
Pozisyon sonrası 5.Dk	21.13±5.85	22.0 (12-35)	21.16±5.69	21.0 (12-30)	t=0.015 p=0.988
Pozisyon sonrası 15.Dk	18.83±4.09	19.0 (12-26)	21.21±5.40	19.0 (13-30)	z=1.435 p=0.151
Pozisyon sonrası 30.Dk	18.39±4.13	18.0 (12-27)	20.74±4.47	20.0 (14-29)	t=1.765 p=0.085
Pozisyon sonrası 45.Dk	18.30±4.44	16.0 (12-27)	20.79±4.49	20.0 (14-30)	t=1.797 p=0.080
Pozisyon sonrası 60.Dk	18.30±4.18	17.0 (12-26)	21.32±4.26	21.0 (13-30)	t=2.304 p= 0.026
Pozisyon sonrası 75.Dk	17.96±3.76	17.0 (13-27)	20.16±4.49	19.0 (13-27)	z=1.572 p=0.116
Pozisyon sonrası 90.Dk	18.35±4.01	17.0 (14-28)	19.68±4.27	19.0 (11-27)	t=1.044 p=0.303
Pozisyon sonrası 120.Dk	18.65±4.14	19.0 (12-28)	20.21±4.50	20.0 (13-29)	t=1.167 p=0.250
Ekstübasyon öncesi	10.61±2.61	10.0 (6-17)	12.11±2.18	12.0 (9-17)	t=1.990 p=0.053
p(Zaman)	χ ² =112.321; p< 0.001		χ ² =94.799; p< 0.001		

t:Bağımsız Örneklem *t* Testi, *z*:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



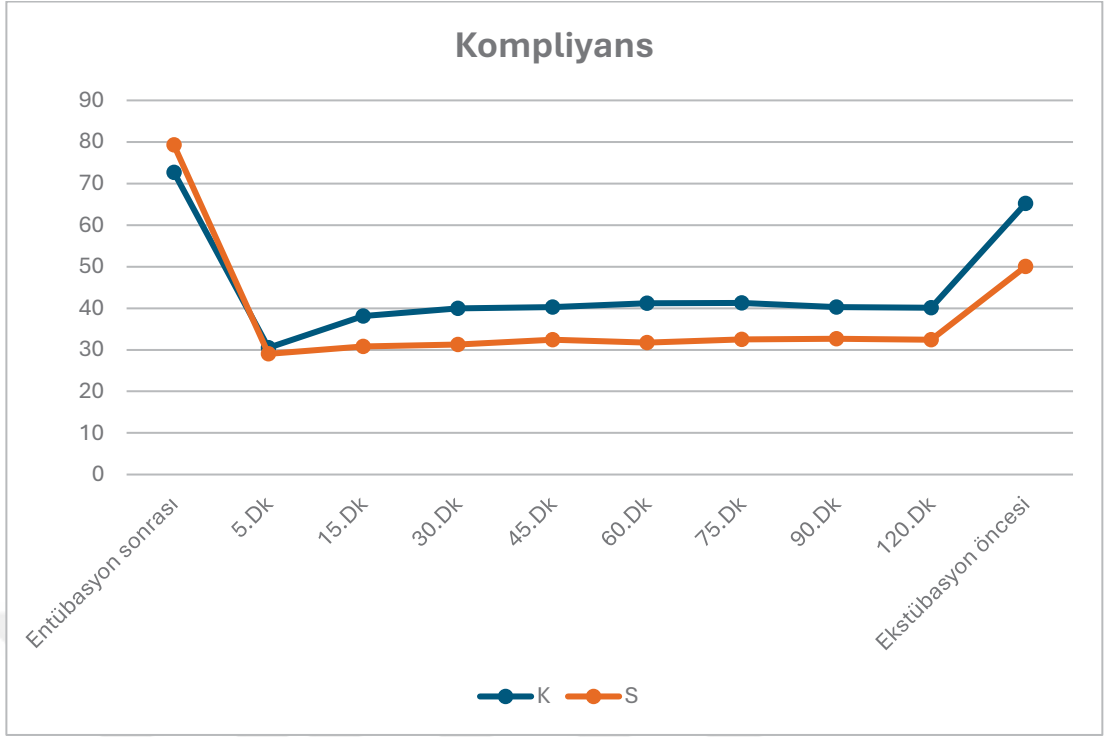
Şekil 19. Gruplara Göre Sürücü Basıncı Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin entübasyon sonrası ve pozisyon sonrası 5. dk kompliance değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$). Gruplara göre bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 60. dk, 45. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi compliance değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). K grubundaki bireylerin pozisyon sonrası 15. dk, 30. dk, 60. dk, 45. dk, 75. dk, 90. dk, 120. dk, ekstübasyon öncesi compliance ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 12).

Tablo 12. Gruplara Göre Compliance Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)	
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)		
Kompliyans(ml/cmH ₂ O)						
Entübasyon sonrası	72.70±16.35	73.0 (39.7-106.1)	79.27±18.79	72.5 (54.6-128.0)	t=1.211	p=0.233
Pozisyon sonrası 5.Dk	30.50±9.50	27.2 (23.3-63.3)	29.03±5.37	27.9 (20.9-40.6)	z=0.126	p=0.899
Pozisyon sonrası 15.Dk	38.14±9.05	36.0 (24.8-60.8)	30.78±6.71	29.0 (23.3-51.7)	z=2.843	p= 0.004
Pozisyon sonrası 30.Dk	39.96±10.33	38.4 (22.4-62.3)	31.30±6.71	30.0 (23.3-48.6)	z=2.957	p= 0.003
Pozisyon sonrası 45.Dk	40.29±9.64	37.7 (20.8-56.3)	32.44±6.31	32.5 (23.0-47.0)	z=2.793	p= 0.005
Pozisyon sonrası 60.Dk	41.19±9.62	39.2 (20.9-62.8)	31.75±6.52	30.5 (22.0-47.4)	t=3.638	p= 0.001
Pozisyon sonrası 75.Dk	41.30±10.63	42.2 (21.4-69.4)	32.53±6.92	31.0 (21.5-48.5)	z=2.881	p= 0.004
Pozisyon sonrası 90.Dk	40.29±9.13	38.5 (21.0-60.6)	32.63±6.08	31.3 (21.8-44.9)	z=3.121	p= 0.002
Pozisyon sonrası 120.Dk	40.13±10.53	36.4 (22.4-63.3)	32.39±5.86	32.4 (22.6-47.2)	z=2.792	p= 0.005
Ekstübasyon öncesi	65.21±17.93	64.9 (14.0-98.7)	50.02±9.20	48.0 (30.2-66.8)	t=3.344	p= 0.002
p(Zaman)	χ ² =114.100; p< 0.001		χ ² =87.224; p< 0.001			

t:Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi



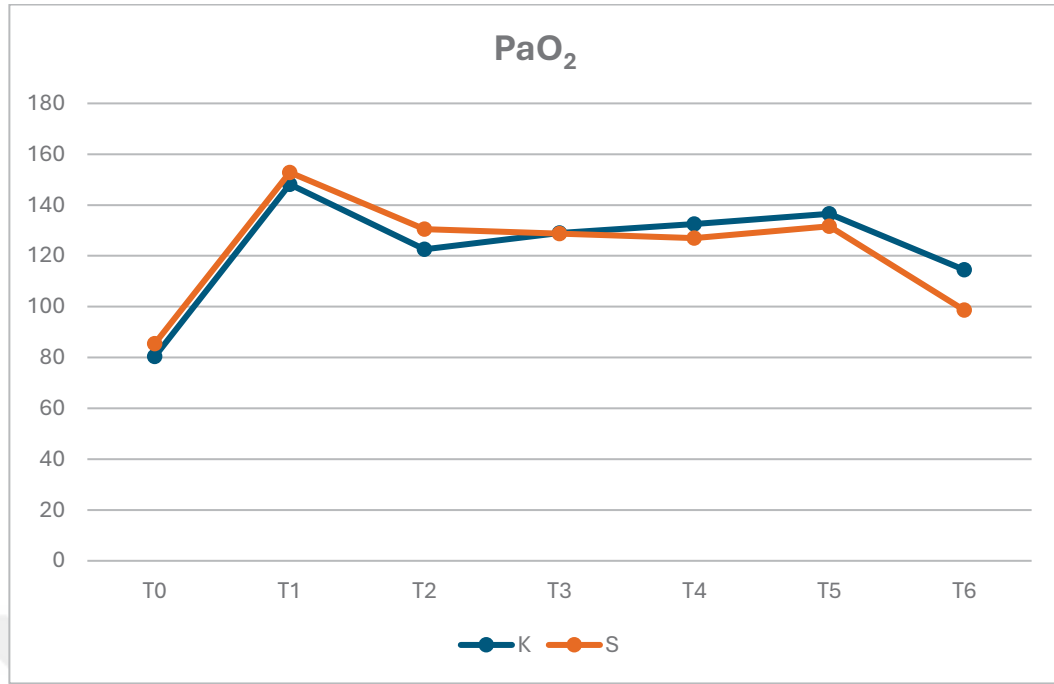
Şekil 20. Gruplara Göre Kompliyan Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6 zamanı PaCO₂, bikarbonat, laktat, hemoglobin değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05). Gruplara göre bireylerin T0, T1, T2, T3, T4, T5 zamanı PaO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır (p>0.05). Gruplara göre bireylerin T6 zamanı PaO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir (p<0.05). K grubundaki bireylerin T6 zamanı PaO₂ ortalaması S grubundaki bireylere göre daha yüksektir (Tablo 13).

Tablo 13. Gruplara Göre PaO₂ Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	
PaO₂					
T0	80.37±12.88	80.0 (56.1-114.0)	85.49±10.59	84.6 (66.0-109.0)	t=1.387 p=0.173
T1	148.16±44.87	133.0 (68.4-254.0)	152.84±33.37	151.0 (85.0-231.0)	t=0.376 p=0.709
T2	122.63±33.61	123.0 (65.7-185.0)	130.56±28.01	132.0 (73.0-185.0)	t=0.820 p=0.417
T3	128.96±31.01	127.0 (70.0-186.0)	128.75±30.04	132.0 (71.5-175.0)	t=0.022 p=0.983
T4	132.57±29.81	130.0 (75.1-191.0)	126.97±26.16	130.0 (85.5-181.0)	t=0.639 p=0.526
T5	136.60±35.22	134.0 (70.8-214.0)	131.59±27.00	132.0 (89.0-186.0)	t=0.508 p=0.614
T6	114.48±26.92	107.0 (70.0-166.0)	98.69±19.63	99.0 (63.9-149.0)	z=2.086 p= 0.037
P (Zaman)	F=25.261; p< 0.001		χ^2 =64.623; p< 0.001		

t: Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi, F:Tekrarlı ölçümlerde ANOVA Testi



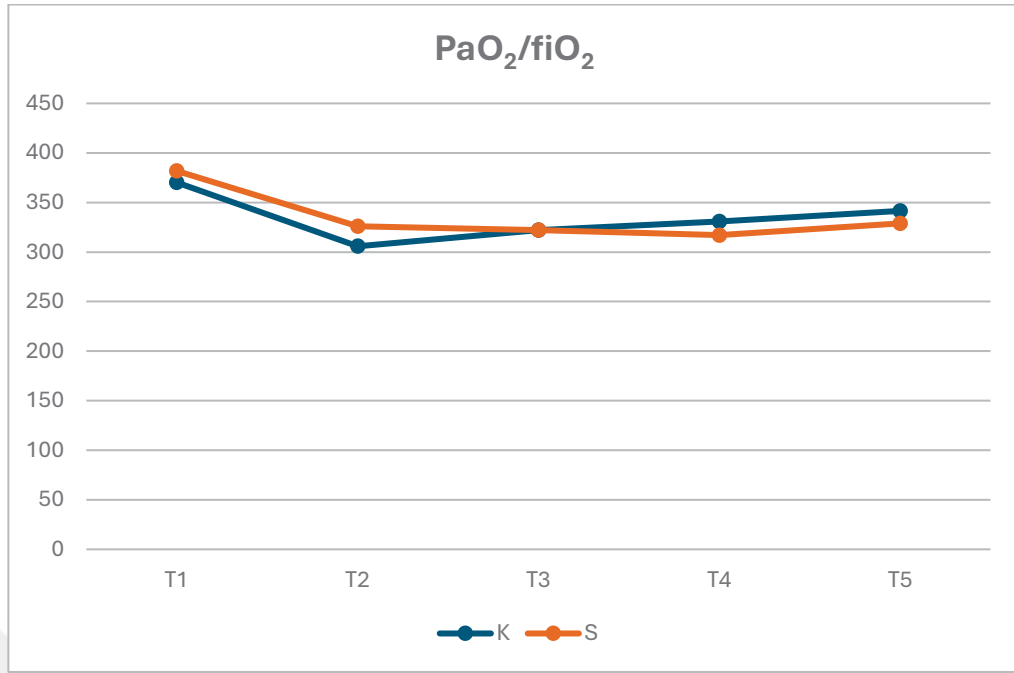
Şekil 21. Gruplara Göre PaO₂ Değerlerinin Dağılımı

Gruplara göre bireylerin T1, T2, T3, T4, T5 zamanı PaO₂/FiO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 14).

Tablo 14. Gruplara Göre PaO₂/FiO₂ Değerleri Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)		S Grubu (n=19)		p(Grup)
	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	Ort±SS	Medyan (Min-Maks)	
PaO ₂ /FiO ₂					
T1	370.17±112.16	332.0 (171-635)	381.84±83.29	377.0 (212-577)	t=0.376 p=0.709
T2	305.83±83.91	307.0 (164-462)	326.16±70.12	330.0 (182-462)	t=0.841 p=0.406
T3	322.13±77.57	317.0 (175-465)	322.05±75.88	330.0 (177-437)	t=0.003 p=0.997
T4	330.78±75.48	325.0 (178-477)	317.11±65.37	323.0 (213-452)	z=0.809 p=0.419
T5	341.35±88.12	335.0 (176-535)	328.84±66.96	331.0 (225-462)	t=0.509 p=0.614
p(Zaman)	F=7.054; p<0.001		χ2=19.282; p=0.001		

t: Bağımsız Örneklem t Testi, z:Mann-Whitney U Testi, χ^2 : Friedman Testi, F:Tekrarlı ölçümlerde ANOVA Testi



Şekil 22. Gruplara Göre PaO2/FiO2 Değerlerinin Dağılımı

K grubundaki bireylerin %26.1'inde (n=6) postoperatif pulmoner komplikasyon var iken, S grubundaki bireylerin %63.2'sinde (n=12) postoperatif pulmoner komplikasyon olduğu belirlenmiştir. Gruplara göre postoperatif pulmoner komplikasyon varlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=5.839$, $p=0.016$) (Tablo 15).

Tablo 15. Gruplara Göre Postoperatif Pulmoner Komplikasyon Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)	S Grubu (n=19)	Test istatistiği	
	n (%)	n (%)	χ^2	p
Pulmoner Komplikasyon				
Yok	17 (73.9)	7 (36.8)	$\chi^2=5.839$	0.016
Var	6 (26.1)	12 (63.2)		
Pulmoner Komplikasyon				
Yok	17 (73.9)	7 (36.8)	$\chi^2=8.110$	0.028
SpO ₂ de düşme	1 (4.3)	6 (31.6)		
Balgam	2 (8.6)	1 (5.3)		
SpO ₂ de düşme+Balgam	3 (13.0)	5 (26.3)		

χ^2 :Ki kare Testi

K grubundaki bireylerin %13.0'ünde (n=3), S grubundaki bireylerin %63.2'sinde (n=12) uzun süre oksijen desteği (>6 saat) ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Gruplara göre uzun süre oksijen desteği ihtiyacı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ($\chi^2=11.382$, $p=0.001$) (Tablo 16).

Tablo 16. Gruplara Göre Uzun Süre Oksijen Desteği İhtiyacı Karşılaştırılması

	K Grubu (n=23)	S Grubu (n=19)	Test istatistiği	
	n (%)	n (%)	χ^2	p
Uzun süre oksijen desteği				
Yok	20 (87.0)	7 (36.8)	$\chi^2=11.382$	0.001
Var	3 (13.0)	12 (63.2)		

χ^2 :Ki kare Testi

5. TARTIŞMA

Robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi için uygulanan pnömoperitonyum, diyaframın yukarı doğru yer değiştirmesine ve intratorasik basıncın artmasına yol açar. Beraberinde uygulanan aşırı Trendelenburg pozisyonu ise Ppeak değeri, Pplato değeri ve hava yolu direncini artırarak fonksiyonel rezidüel kapasiteyi ve solunum sisteminin kompliyansını azaltabilir. Bu faktörler intrapulmoner şant gelişimine neden olarak hipoksemi, uzamış oksijen desteği ihtiyacı ve atelektazi gibi postoperatif pulmoner komplikasyonların (PPK) gelişmesine yol açabilmektedir. Kişiselleştirilmiş PEEP ile uygulanan akciğer koruyucu mekanik ventilasyonun akciğerdeki gaz dağılımını daha homojen hale getirmesinden dolayı PPK'lerin görülme sıklığının azalacağını düşünüyoruz.

Çalışmamızın amacı, Trendelenburg pozisyonunda robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi (RYLRP) geçiren hastalarda, en düşük sürücü basınç değerini sağlayan “kişiselleştirilmiş” PEEP değeri ile uygulanan sürücü basınç kılavuzlu mekanik ventilasyon (kişiselleştirilmiş PEEP grubu-grup K) ile sabit PEEP değeriyle uygulanan standart mekanik ventilasyonun (sabit PEEP grubu- grup S), elektriksel empedans tomografisi (EET) ile elde edilen veriler aracılığıyla gaz dağılımının homojenitesine etkisinin değerlendirmek ve mekanik ventilasyon stratejilerinin PPK açısından karşılaştırılmasıdır.

Elektriksel empedans tomografisi (EET), yoğun bakım ünitelerinde ve perioperatif dönemde giderek daha sık kullanılan, invaziv olmayan, radyasyon içermeyen, yatak başında uygulanabilen bir görüntüleme yöntemidir. EET, akciğer ventilasyonu ve perfüzyonunun bölgesel dağılımını gerçek zamanlı olarak görselleştirir ve solunum yönetiminin kişiselleştirilmesine olanak tanır. Bu teknoloji, hastalarda ventilasyon-perfüzyon dengesizliklerinin tespitinde ve PEEP ayarlarının optimize edilmesinde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır [56][57][58]. PEEP ayarlarının, akciğerlerin homojen ventilasyonunu sağlayacak şekilde optimize edilmesi, postoperatif pulmoner komplikasyonların (PPK) önlenmesi açısından önemlidir. PPK'ler anestezi ve cerrahi sonrası solunum sistemini etkileyen neredeyse

tüm komplikasyonları kapsar. Bu komplikasyonlar, farklı şekillerde tanımlanmakta, sıkça görülmekte, hastalar üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratmakta ve bunların öngörülmesi zor olmaktadır. PPK gelişen hastalarda hem kısa hem de uzun vadede mortalite oranı artmakta olup, bu hastalarda mortalite, PPK gelişmeyen hastaların yaklaşık 10 katı daha fazladır [59].

Çalışmamızda, RYLRP geçiren hastalarda sürücü basınç yaklaşımıyla kişiselleştirilmiş PEEP uygulanan mekanik ventilasyon ile sabit PEEP uygulanan mekanik ventilasyonu, EET aracılığıyla ölçülen parametreler ve PPK gelişimine etkileri açısından karşılaştırdık. Verilerimiz kişiselleştirilmiş PEEP grubunun EET ölçümlerinde akciğerlerin gaz dağılımının daha homojen olduğunu göstermiştir. Ekstübasyon öncesi ve sonrası GI indeks değerleri kişiselleştirilmiş PEEP grubunda anlamlı olarak daha düşüktü (ekstübasyon öncesi GI indeks değeri kişiselleştirilmiş PEEP grubunda 0.40 ± 0.04 , sabit PEEP grubunda 0.44 ± 0.04 , $p < 0.05$; ekstübasyon sonrası GI indeks değeri gruplarda sırasıyla 0.38 ± 0.03 ve 0.43 ± 0.03 , $p < 0.05$). Ayrıca, çalışmamız kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının postoperatif pulmoner komplikasyon görülme sıklığını azalttığını göstermiştir (kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki bireylerin PPK oranı %26.1; sabit PEEP grubundaki bireylerin PPK oranı %63.2; $p = 0.016$). Entübasyon öncesi ve pnömoperitonyum sonrası 5. dakikada kompiyans değerleri arasında iki grup arası anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). Sürücü basınç kılavuzluğundaki mekanik ventilasyon uygulanan gruptaki hastalarda entübasyon öncesi ve pnömoperitonyum sonrası 5. dakika dışında kalan tüm ölçümlerde kompiyans değerleri istatistiksel olarak daha yüksekti. Ekstübasyon öncesi kişiselleştirilmiş ve sabit PEEP grubu kompiyans değerleri sırasıyla 65.21 ± 17.93 ml/cmH₂O ve 50.02 ± 9.20 ml/cmH₂O olarak gözlendi. Ekstübasyon sonrası ölçüm yapılan tüm zamanlarda kişiselleştirilmiş PEEP uygulanan hastaların SpO₂ değerleri daha yüksek bulundu ($p < 0.01$). Ekstübasyon sonrası PaO₂ değerinin kişiselleştirilmiş PEEP grubunda daha yüksek olduğu saptandı ($p < 0.01$) Ayrıca kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastalarda ameliyat sonrası oksijen tedavisi gereksiniminin azaldığı tespit edildi (ameliyat sonrası uzun süreli oksijen tedavisi gereksinimi olan hastaların oranı kişiselleştirilmiş ve sabit PEEP gruplarında sırasıyla %13 ve %63.2, $p = 0.01$).

Chun ve ark.'nın [12] farklı PEEP düzeylerini karşılaştırdığı çalışmalarında PPK kriterleri arasında ateş, lökosit sayısı, trakeal sekresyonlar, PaO₂/ FiO₂ oranı ve akciğer grafisi ile ilgili çeşitli parametreler yer almaktadır. Ferrando ve ark.'nın [60]

çalışmasında kullanılan PPK tanımı ise; atelettazi, oda havasında $SpO_2 < \%92$ ile tanımlanan hipoksemi, pnömoni, bronkospazm, FiO_2 artırılması gereksinimi ve uzamış entübasyon gibi parametreleri içermektedir. Huang ve ark.'nın [61], robot yardımcı laparoskopik radikal sistektomi cerrahisi geçiren hastalarda akciğer koruyucu ventilasyonun PPK ile ilişkisini inceleyen çalışmalarında, PPK kriterleri arasında öksürük (kuru ya da balgam ile birlikte), $38.5^{\circ}C$ 'nin üzerinde ateş, dispne, bronkospazm, hipoksemi, hiperkapni, plevral efüzyon, pnömoni, pnömotoraks, postoperatif reentübasyon ya da ventilatör bağımlılığı yer almaktadır. Bu çalışmada, kontrol grubunda 1. gün PPK oranı $\%47.2$, akciğer koruyucu ventilasyon grubunda ise 1. gün PPK oranı $\%26.8$ olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda PPK kriterlerimiz postoperatif ilk iki günde; SpO_2 değerinin $\%92$ 'nin altında olması, öksürük ve/veya balgam öyküsü, ateş ($>38.5^{\circ}C$), uzamış entübasyon ve ek patoloji (pnömoni, pnömotoraks, plevral efüzyon) gelişip gelişmediği şeklinde belirlenmiştir. Kişiselleştirilmiş PEEP grubumuzda PPK oranı $\%26.1$, sabit PEEP grubumuzun PPK oranı $\%63.2$ bulunmuştur. Çalışmamızda, her iki gruptaki PPK oranlarının benzer çalışmalardan daha yüksek olmasının PPK tanımlamasını daha geniş tutmamızdan kaynaklanmış olabileceğini düşünüyoruz.

Düşük tidal volüm ventilasyonu (TV 6–8 ml/kg), PEEP uygulaması ve alveoler rekrutment bileşenlerinden oluşan akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinin, ARDS'li hastalarda sonuçları iyileştirdiğini gösteren birçok randomize kontrollü çalışma ve meta-analiz bulunmaktadır [62,63]. Akciğer koruyucu mekanik ventilasyon yönetimi, 2000 yılında ARDS Network Araştırmacıları [64] tarafından yapılan çalışmaların ardından standart bakım olarak önerilmiştir. Son yıllarda cerrahi hastalarda akciğer koruyucu ventilasyonun kullanımı ile ilgili çalışmalara rağmen, bulgular henüz kesin sonuçlara ulaşmamıştır [65].

Deng ve ark.nın [66] randomize kontrollü çalışmalar ile yaptığı meta-analizde, düşük tidal volüm ve orta-yüksek PEEP (≥ 5 cmH₂O) kombinasyonunun, rekrutment manevralarıyla veya olmaksızın, PPK riskini azaltmada geleneksel mekanik ventilasyona üstün olduğu bulunmuştur. Özellikle, konvansiyonel mekanik ventilasyon ile karşılaştırıldığında, orta-yüksek PEEP ve RM içeren düşük tidal volüm ventilasyonunun atelettazi riskini azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmamızda, hastalar düşük (8 ml/kg) TV ile ventile edildi ve tüm hastalarımıza RM uygulandı. Kontrol grubundaki hastalara 5 cmH₂O PEEP, kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastalara ise

en düşük sürücü basınca göre optimal olarak seçilen, ortalama 11.70 ± 2.42 cmH₂O PEEP uygulandı. Kişiselleştirilmiş PEEP uygulanan hastalarda EET aracılığıyla elde edilen veriler, ventilasyonun daha homojen dağıldığını ve atelektazinin azaldığını gösterdi ($p=0.003$). Kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki bireylerde PPK oranı daha düşük bulundu ($p<0.05$). Bu durumun, çalışma grubunda uyguladığımız akciğer koruyucu mekanik ventilasyon stratejisinin, akciğerlerde ventilasyonun daha eşit dağılımını sağlayarak Trendelenburg ve pnömoperitonyumun neden olduğu atelektazi miktarını azaltmasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Akciğer koruyucu mekanik ventilasyonun temel unsurlarından biri PEEP kullanımıdır. Ancak, ideal PEEP değerinin ne olması gerektiği konusunda hâlâ bir fikir birliği bulunmamaktadır. Son yıllarda, her hasta için kişiselleştirilmiş PEEP uygulanmasının, PPK'yi azaltmada etkili olabileceğine dair çok sayıda literatür bulunmaktadır. Randomize kontrollü çalışmalar, sabit bir PEEP değerinin tüm hastalar için uygun olmayabileceğini ve göğüs duvarının boyutu ve şekli, abdominal içerikler, akciğer ağırlığı ve plevral basınç gibi bireysel özelliklere bağlı olarak PEEP gereksinimlerinin önemli ölçüde değişkenlik gösterebileceğini ortaya koymaktadır [67] [68]. PEEP, klinik uygulamada yaygın olarak kullanılmasına rağmen, laparoskopik abdominal cerrahi geçiren hastalar için uygun PEEP seviyesinin bireysel olarak nasıl ayarlanması gerektiği konusu halen tartışılmaktadır.

Liu ve arkadaşlarının [69] laparoskopik total histerektomi geçiren 87 hasta ile gerçekleştirdiği randomize kontrollü çalışmada, hastalar geleneksel ventilasyon (PEEP veya RM olmaksızın ve ideal vücut ağırlığına göre 9 ml/kg tidal volümle ventile edilen) ve akciğer koruyucu ventilasyon (30 saniye boyunca 30 cmH₂O PEEP ile RM ardından 7 ml/kg TV uygulanan) olarak iki gruba ayrılmıştır. Koruyucu ventilasyon grubunda, kompiyans değeri rehberliğinde dekremental PEEP titrasyon prosedürü gerçekleştirilmiştir. PEEP titrasyonuna 14 cmH₂O PEEP değeriyle başlanmış, her 4 dakikada bir 2 cmH₂O azaltılarak 6 cmH₂O seviyesine inilmiş ve en yüksek kompiyans ölçümüne ulaşılan PEEP değeri optimal olarak kabul edilmiştir. Hastalara bu optimal PEEP ile, 7 ml/kg TV kullanılarak akciğer koruyucu mekanik ventilasyon uygulanmıştır. Bu çalışmada iki grup karşılaştırılmış ve akciğer koruyucu ventilasyon grubundaki hastalarda daha yüksek kompiyans, daha iyi oksijenizasyon ve ameliyat sonrası ilk 7 günde görülen PPK oranının daha düşük olduğu bildirilmiştir.

Pereira ve ark.'nın [35] gerçekleştirdiği çalışmada, açık ve laparoskopik abdominal cerrahi uygulanan hastalarda, EET rehberliğinde en eşit havalanmayı sağlayan kişiselleştirilmiş PEEP uygulaması ile standart 4 cmH₂O PEEP uygulaması karşılaştırılmıştır. EET ile ölçülen alveoler kollapsın ve aşırı gerilmenin en az olduğu PEEP değeri, en eşit havalanmayı sağlayan PEEP değeri olarak kabul edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak laparoskopik cerrahilerde daha yüksek PEEP seviyesine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının, özellikle laparoskopik cerrahi sırasında, solunum sistemi kompliyansını artırarak postoperatif akciğer fonksiyonlarını iyileştirdiği bildirilmiştir. Postoperatif akciğer fonksiyonları, ameliyat sonrası 1 saat içinde yapılan akciğer bilgisayarlı tomografi incelemesi ile değerlendirilmiştir. Kişiselleştirilmiş PEEP grubunda atelektaziye uğrayan akciğer dokusu yüzdesi anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (kişiselleştirilmiş grup havalanmamış doku yüzdesi: %6.2±4.1, standart grup havalanmamış doku yüzdesi: %10.8±7.1; P = 0.017).

Buonanno ve ark.'nın [70] robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi geçiren 40 hastayı içeren çalışmasında, hastalar akciğer koruyucu mekanik ventilasyon ve konvansiyonel ventilasyon uygulananlar olarak iki gruba ayrılmıştır. Koruyucu ventilasyon grubunda, tidal volüm 6 ml/kg ve PEEP 6 cmH₂O olarak belirlenmiştir. Konvansiyonel ventilasyon grubunda ise tidal volüm 9 ml/kg, PEEP 2 cmH₂O ile mekanik ventilasyon uygulanmıştır. Her iki gruba da RM yalnızca gerektiğinde uygulanmıştır. Ventilasyon dağılımı, EET ile gösterilen ROI değerleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmada, koruyucu ventilasyon grubunda EET değerlerinin daha eşit ventilasyon dağılımı gösterdiği bulunmuştur. Biz çalışmamızda Buonanno ve ark. [70] ve benzeri çalışmalardan [35,69] farklı olarak tüm hastalarımıza RM uyguladık. Rutin pratiğimizde PEEP uygulaması kullanılmaktadır. Yararları göz önüne alınarak, kontrol grubundaki hastalara daha düşük seviyelerde PEEP uygulamak yerine 5 cmH₂O PEEP uyguladık. Kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastalara ise titrasyon sonucu seçilen en uygun PEEP değeri 10-14 cmH₂O aralığında, ortalama 11.70±2.42 cmH₂O PEEP uyguladık. Çalışmamızda dekremental PEEP titrasyonu uyguladık. En yüksek 15 cmH₂O PEEP değeri ile başladık ve her 12 solukta bir yalnızca 1 cmH₂O azaltarak en düşük 5 cmH₂O olacak şekilde titrasyon gerçekleştirdik. Optimum PEEP değerini, PEEP titrasyonu sırasında ölçülen sürücü basınç değerleri arasından en düşük sürücü basıncı sağlayan değer olarak belirledik.

Çalışmamızda benzer çalışmalardan farklı olarak tüm hastalara RM ve daha yüksek seviyelerde PEEP uyguladık. Buna rağmen Buonanno ve ark.'ın [70] elde ettiği sonuçlara benzer şekilde kişiselleştirilmiş PEEP grubunda sabit PEEP grubuna kıyasla akciğer havalanmasının daha homojen olduğunu EET aracılığıyla gösterdik.

Shono ve ark. [71] tarafından gerçekleştirilen randomize kontrollü bir çalışmada, robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi uygulanan 48 hasta incelenmiştir. Hastalar, geleneksel PEEP (5 cmH₂O) grubu veya yüksek PEEP (15 cmH₂O) grubuna randomize edilmiştir. Cerrahi esnasında akciğerlerdeki bölgesel ventilasyon, EET ile izlenmiştir. Yüksek PEEP grubunda, pnömoperitonyum ve Trendelenburg pozisyonu sırasında ventilasyonun daha eşit dağıldığını gösteren en dorsal bölgedeki bölgesel ventilasyon oranı (ROI 4), geleneksel PEEP grubuna kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur. Postoperatif akciğer fonksiyonları spirometri ile değerlendirilmiş ve iki grup arasında fark tespit edilmemiştir.

Sribar ve arkadaşları [72], lateral dekübit pozisyonunda cerrahi uygulanan hastalarda 0, 5 ve 10 cmH₂O PEEP seviyelerinin ventilasyon dağılımına etkisini karşılaştırmıştır. 10 cmH₂O PEEP seviyesinin 0 ve 5 cmH₂O PEEP seviyelerine kıyasla akciğerlerde gaz değişimini iyileştirdiği gösterilmiştir. Bu iyileşmede parametre olarak EET aracılığıyla hesaplanan ve ventilasyonun akciğer içinde ne kadar homojen dağıldığını ölçen GI indeksi kullanılmıştır.

Zhang ve arkadaşlarının [13] yaptığı çalışmada, robot yardımcı jinekolojik cerrahi geçiren hastalarda, sürücü basınç rehberliğinde kişiselleştirilmiş PEEP uygulaması ile sabit 5 cmH₂O PEEP karşılaştırılmıştır. Trendelenburg pozisyonunda yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, kişiselleştirilmiş PEEP grubunda ventilasyonun daha homojen olduğu, EET ile ölçülen GI indeksinin daha düşük bulunmasıyla gösterilmiştir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının oksijenizasyonu ve solunum sistemi kompliyansını iyileştirdiği saptanmıştır. Melbourne Grup Skalası-4 ile değerlendirilen postoperatif pulmoner komplikasyonlar her iki grupta da gözlenmemiştir. Bizim çalışmamızda ise, sürücü basınç rehberliğinde kişiselleştirilmiş PEEP uygulaması ile sabit 5 cmH₂O PEEP uygulaması karşılaştırılmış ve EET ile ölçülen ROI ve GI indeks değerleri ile postoperatif pulmoner komplikasyonlara etkisi değerlendirilmiştir. Farklı olarak, bizim hasta grubumuz robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi cerrahisi geçiren

hastalardan oluşmaktadır. Çalışmamızda, iki grubun indüksiyon öncesi GI indeks değerleri benzer çıkmıştır (kişiselleştirilmiş PEEP grubu GI indeks değeri: 0.40 ± 0.03 , sabit PEEP grubu GI indeks değeri: 0.39 ± 0.03). Düşük olması daha homojen akciğer ventilasyonunu gösteren GI indeks değeri, kişiselleştirilmiş PEEP grubunda ekstübasyon öncesi ve sonrasında sabit PEEP grubuna göre daha düşük bulunmuştur (kişiselleştirilmiş PEEP grubu ve sabit PEEP grubu ekstübasyon öncesi GI indeks değeri sırasıyla 0.40 ± 0.04 , 0.44 ± 0.04 ; ekstübasyon sonrası GI indeks değeri 0.38 ± 0.03 , 0.43 ± 0.03 ; $p=0.003$). Bu sonuçlar, kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastalarda daha homojen akciğer havalanmasını göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda, dorsal havalanmayı gösteren ROI 3 ve ROI 4 değerlerinin toplamı olan ROI 3+ROI 4 değeri de incelenmiştir. Kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastaların ekstübasyon öncesi ROI 3+ROI 4 değeri, kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (40.30 ± 13.16 , 31.95 ± 9.10) ($p<0.05$). Bu durum, kişiselleştirilmiş PEEP grubundaki hastalarda ekstübasyon öncesinde akciğerlerin dorsal bölgelerinin daha iyi havalandığını göstermektedir. Ekstübasyon sonrası ROI 3+ROI 4 değeri de kişiselleştirilmiş PEEP grubunda daha yüksek olmasına rağmen, bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (50.26 ± 9.25 , 44.84 ± 12.61) ($p>0.05$). GI indeksinin her iki zaman diliminde de anlamlı olarak daha iyi akciğer havalanmasını göstermesine rağmen, ROI 3+ROI 4 değerinin yalnızca ekstübasyon öncesi dönemde anlamlı farklılık göstermesini, GI indeksinin daha hassas hesaplamalarla elde edilmesinden kaynaklanabileceğini düşünüyoruz. ROI değerleri doğrudan EET monitöründen izlenebilmektedir. GI indeksinin hesaplanması ise görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılmasını ve özel yazılım üzerinden matematiksel formüller kullanılmasını içermektedir. Bu nedenle, GI indeksi daha hassas ve doğru sonuçlar verdiği düşünülen bir parametre olarak değerlendirilebileceğini ve farkın bu nedenle oluşmuş olabileceğini düşünüyoruz.

Plato basıncı (Pplato), mekanik ventilatör tarafından küçük hava yolları ve alveollere uygulanan basınçtır. Akciğer koruyucu mekanik ventilasyonda Pplato değerinin < 30 cmH₂O olması önerilmekle birlikte, hem Pplato hem de düşük olması önerilen Ppeak değerinin güvenli aralığının ne olduğu halen kesin olarak bilinmemektedir. Buonanno ve ark.'nın [70] akciğer koruyucu ventilasyon ile konvansiyonel ventilasyonu karşılaştırdıkları çalışmalarında, Ppeak ve Pplato değerleri açısından gruplar arasında herhangi bir farklılık olmadığı bildirilmiştir.

Zhang ve ark.'nın [13], robot yardımlı laparoskopik jinekolojik cerrahi geçiren 48 hastada kişiselleştirilmiş PEEP titrasyonunun etkilerini konvansiyonel ventilasyonla karşılaştırdığı çalışmalarında hem Ppeak hem de Pplato değerleri cerrahi sırasında kontrol grubuna kıyasla kişiselleştirilmiş PEEP grubunda daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda, kişiselleştirilmiş PEEP grubunda ölçülen kompiyans değeri de kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Akciğerlerin genişleyebilirliğini gösteren kompiyans değerinin yüksek olması, amfizem gibi destrüktif akciğer hastalıkları hariç, genellikle daha sağlıklı akciğer dokusu anlamına gelmektedir. Bu durum, ventilasyon sırasında akciğerler için daha uygun bir strateji seçildiğinin önemli bir göstergesidir. Bizim de Zhang ve ark.'nın [13] çalışmasına benzer şekilde Trendelenburg pozisyonu uygulanan hastaları içeren çalışmamızda, titrasyon grubunda Ppeak ve Pplato değerleri kontrol grubundaki değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Ancak bu değerler güvenli kabul edilen aralıklar içerisinde (Ppeak <30 cmH₂O, Pplato <30 cmH₂O). Çalışmamızda, kişiselleştirilmiş gruptaki hastalarda Ppeak değerlerinin ve akciğer durumunu daha iyi yansıttığı kabul edilen kompiyans değerlerinin daha yüksek çıkması, literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir [73].

Neto ve ark.'nın [9] cerrahi hastalarda koruyucu ventilasyona ilişkin 17 randomize kontrollü çalışmadan oluşan meta-analizinde, yüksek sürücü basınç değerlerinin PPK gelişimi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Sürücü basınç, akciğerlerin açılması için gereken basınçtır ve Pplato değeri ile PEEP değeri farkından oluşur (sürücü basınç = Pplato- PEEP). Son yıllarda, en düşük sürücü basıncı hedefleyen ventilasyonun etkilerini gösteren torasik, abdominal ve jinekolojik cerrahileri içeren çalışmalar literatürde mevcuttur [13,74,75]. Zhang ve ark. [13] jinekolojik laparoskopik cerrahi geçiren hastalarda sürücü basınç hedefli ventilasyonun etkilerini incelemişlerdir. 5 cmH₂O PEEP ile ventile edilen hastalarla, ameliyat süresince en düşük sürücü basıncı sağlayan kişiselleştirilmiş PEEP değeri ile ventile edilen hastalar karşılaştırılmıştır. Kişiselleştirilmiş gruptaki sürücü basınç değeri, kontrol grubuna göre daha düşük bulunmuştur. Bu fark yalnızca 3 cmH₂O gibi küçük bir değer olmasına rağmen, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının gaz dağılımını iyileştirdiği, EET ile ölçülen GI indeksinin daha düşük olmasıyla gösterilmiştir. Biz de çalışmamızın kontrol grubu için standart pratiğimizde kullandığımız 5 cm H₂O PEEP değerini tercih ettik. Çalışma grubumuzda en düşük sürücü basıncı sağlayan PEEP

değerini belirledik ve "kişiselleştirilmiş PEEP" olarak kabul ettik. Bu değeri ameliyat boyunca uyguladık. Kişiselleştirilmiş PEEP grubunda sürücü basınç değeri 2 cmH₂O daha düşük bulundu fakat bu fark pnömoperitonyumun 60. dakikası dışında istatistiksel olarak anlamlı değildi. Pnömoperitonyumun 60. dakikasında, kişiselleştirilmiş PEEP grubu sürücü basıncı sabit PEEP grubu sürücü basıncından düşük bulundu (kişiselleştirilmiş PEEP grubu sürücü basınç değeri 18.30±4.18 cmH₂O; sabit PEEP grubu sürücü basınç değeri 21.32±4.26 cmH₂O) (P<0.05). Zhang ve arkadaşlarının [13] RM içermeyen çalışmalarının aksine, biz Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyum nedeniyle solunuma katılamayan alveolleri solunuma dahil etmek ve atelektaziyi önlemek amacıyla tüm hastalarımıza RM uyguladık. Kişiselleştirilmiş PEEP grubunda sürücü basınç değerlerinin daha düşük olmasına rağmen, istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemesinin, tüm hastalara uygulanan RM sayesinde sürücü basınç değerlerinin daha fizyolojik seviyelere inmesi ve bu durumun gruplar arasındaki farkı azaltmasıyla ilişkili olabileceğini düşünüyoruz.

Yoon ve arkadaşları [73], robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi geçiren hastalarda kişiselleştirilmiş PEEP ile yapılan ventilasyonun postoperatif atelektazi üzerindeki etkisini inceleyen randomize kontrollü bir çalışma gerçekleştirmiştir. Kişiselleştirilmiş PEEP grubunda, akciğer ultrasonografisi (USG) ile gözlenen atelektazi miktarının daha az olduğu gösterilmiştir. Akciğer fonksiyonlarını değerlendirmek için kullanılan oksijenizasyon indeksi (PaO₂/FiO₂) açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda da oksijenizasyon indeksi açısından gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ancak, ekstübasyon sonrası arter kan gazı analizinde PaO₂ değeri kişiselleştirilmiş PEEP grubunda anlamlı olarak daha yüksekti. Ayrıca, çalışmamızda ekstübasyon sonrası tüm zamanlarda ölçülen SpO₂ değerinin kişiselleştirilmiş PEEP grubunda kontrol grubuna göre daha yüksek olması, literatürdeki benzer çalışmaların sonuçlarıyla uyumluydu [69].

Yüksek düzeyde PEEP uygulanmasının, özellikle hipovolemik veya kardiyak rezervi düşük hastalarda hemodinamik instabilite riskini artırabileceğine ilişkin çekinceler bulunmaktadır. Zhang ve ark.'nın [13] kişiselleştirilmiş ve sabit PEEP değerleriyle ventile edilen hastaları incelediği çalışmada, hemodinamik parametreler açısından her iki grupta da cerrahi süresince OAB ve KAH değerlerinin benzer olduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da KAH, toplam verilen sıvı miktarı, vazoaaktif

ajan kullanımı, idrar çıkışı, kan kaybı, cerrahi süresi ve mekanik ventilasyondaki süreler açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Entübasyon sonrası ve pnömoperitonyumun 30.dakikasında ölçülen OAB değerleri arasında gruplar arası anlamlı fark tespit edilmiştir (entübasyon sonrası K grubu OAB 93.78 ± 19.55 mmHg, S grubu OAB 107.05 ± 18.22 mmHg, pnömoperitonyum 30. dakikası K grubu OAB 90.00 ± 16.38 mmHg, S grubu OAB 83.74 ± 11.98 mmHg) ($p < 0.05$). Bu zamanlar dışında kalan tüm zamanlarda ölçülen OAB değerleri arasında iki grup arası anlamlı fark tespit edilmemiştir. Hemodinamik açıdan bulunan bu sonuçlar, entübasyon sonrası ve 30. dakika hariç, çalışmamıza benzer şekilde kurgulanan Ferrando ve ark.'nın [60] gerçekleştirdiği çok merkezli randomize kontrollü çalışmanın bulgularıyla uyumludur.

Çalışmamızda, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının daha homojen akciğer ventilasyonunu sağladığı EET aracılığıyla gösterilmiştir. Bu ventilasyon stratejisinin hemodinamik bozukluğa yol açmaksızın PPK gelişimini azalttığı bulunmuştur. Ancak çalışmamızda bazı kısıtlamalar mevcuttur. İlk olarak, çalışma popülasyonumuz yalnızca tek bir merkez ve erkek cinsiyetle sınırlıydı. Her ne kadar 42 hastanın dahil edildiği çalışmamız öngörülen örneklem büyüklüğünü (24 hasta) aşıya da daha büyük hasta grupları içeren çok merkezli çalışmalar, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının anestezi pratiğine dahil edilmesini kolaylaştıracaktır. Postoperatif dönemde yapılan EET ölçümlerinin akciğer USG veya BT gibi görüntüleme yöntemleriyle karşılaştırılması yapılmamıştır. Ancak, literatürde EET'nin hem USG hem de BT ile uyumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir [45]. Ayrıca, postoperatif pulmoner komplikasyonları tespit etmek için kullanılabilecek akciğer grafisine de hastaları gereksiz radyasyona maruz bırakmamak adına başvurulmamıştır. Peroperatif dönemde daha iyi havalandan akciğerlerin postoperatif etkileri SpO_2 , oksijen desteği süresi ve arter kan gazı analizindeki PaO_2 değeri gibi dolaylı parametrelerle değerlendirilmiştir; ameliyattan sonraki günlerde EET ile tekrar ölçüm yapılmamıştır. Bu nedenle, kişiselleştirilmiş PEEP'in postoperatif dönemdeki etkilerini gösteren çalışmalara ihtiyaç vardır. EET rehberliğinde PEEP titrasyonu, belirlenen PEEP değerinin akciğerlere etkisini gerçek zamanlı olarak gösterebilmektedir. Ancak biz anestezi pratiğimizde rutin kullanımı kolaylaştırmak amacıyla sürücü basınç yaklaşımıyla kişiselleştirilmiş PEEP titrasyonunu tercih ettik. EET'nin daha erişilebilir hale gelmesi

perioperatif dönemde daha yaygın kullanılmasını ve klinik uygulamaların genişletilmesini sağlayabilir.



6. SONUÇ

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi geçiren hastalarda, sürücü basınç kılavuzluğunda kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının, sabit PEEP değeriyle uygulanan mekanik ventilasyona kıyasla daha homojen akciğer havalanması sağladığı, EET ile hesaplanan GI indeks değeri ile gösterilmiştir. Ayrıca, kişiselleştirilmiş PEEP uygulamasının, hemodinami üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan postoperatif pulmoner komplikasyonları azalttığı saptanmıştır.



7. KAYNAKLAR

- [1] Dodds C. General Anaesthesia Practical Recommendations and Recent Advances n.d.
- [2] Butterworth J, Mackey D, Wasnick J. Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology, 7th Edition. n.d.
- [3] Bergengren O, Pekala KR, Matsoukas K, Fainberg J, Mungovan SF, Bratt O, et al. 2022 Update on Prostate Cancer Epidemiology and Risk Factors—A Systematic Review. *Eur Urol* 2023;84:191–206. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2023.04.021>.
- [4] James ND, Tannock I, N'Dow J, Feng F, Gillessen S, Ali SA, et al. The Lancet Commission on prostate cancer: planning for the surge in cases. *The Lancet* 2024;403:1683–722. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)00651-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)00651-2).
- [5] Stolzenburg JU, Holze S, Arthanareeswaran VKA, Neuhaus P, Do HM, Haney CM, et al. Robotic-assisted Versus Laparoscopic Radical Prostatectomy: 12-month Outcomes of the Multicentre Randomised Controlled LAP-01 Trial. *Eur Urol Focus* 2022;8:1583–90. <https://doi.org/10.1016/J.EUF.2022.02.002>.
- [6] Choi EM, Na S, Choi SH, An J, Rha KH, Oh YJ. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth* 2011;23:183–8. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2010.08.006>.
- [7] Odor PM, Bampoe S, Gilhooly D, Creagh-Brown B, Ramani Moonesinghe S. Perioperative interventions for prevention of postoperative pulmonary complications: Systematic review and meta-analysis. *The BMJ* 2020;368. <https://doi.org/10.1136/bmj.m540>.
- [8] Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Ryland R, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth* 2019;123:898–913. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.08.017>.
- [9] Serpa Neto A, Hemmes S, Barbas C, Beiderlinden A, Fernandez-Bustamante A, Futier E, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *The Lancet Respiratory* 2016;4:272–80. <https://doi.org/10.1016/S2213>.

- [10] Ukere A, März A, Wodack KH, Trepte CJ, Haese A, Waldmann AD, et al. Perioperative assessment of regional ventilation during changing body positions and ventilation conditions by electrical impedance tomography. *Br J Anaesth* 2016;117:228–35. <https://doi.org/10.1093/bja/aew188>.
- [11] Tomicic V, Cornejo R. Lung monitoring with electrical impedance tomography: Technical considerations and clinical applications. *J Thorac Dis* 2019;11:3122–35. <https://doi.org/10.21037/jtd.2019.06.27>.
- [12] Chun EH, Baik HJ, Moon HS, Jeong K. Comparison of low and high positive end-expiratory pressure during low tidal volume ventilation in robotic gynaecological surgical patients using electrical impedance tomography: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol* 2019;36:641–8. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000001047>.
- [13] Zhang W, Liu F, Zhao Z, Shao C, Xu X, Ma J, et al. Driving pressure-guided ventilation improves homogeneity in lung gas distribution for gynecological laparoscopy: a randomized controlled trial. *Sci Rep* 2022;12. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26144-8>.
- [14] Lane T. A short history of robotic surgery. *Ann R Coll Surg Engl* 2018;100:5–7. <https://doi.org/10.1308/rcsann.suppl.5>.
- [15] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of Robotic Surgery. *World J Surg* 2016;40:2550–7. <https://doi.org/10.1007/s00268-016-3543-9>.
- [16] A Robot with Improved Absolute Positioning Accuracy for CT Guided Stereotactic Brain Surgery. n.d.
- [17] Brassetti A, Ragusa A, Tedesco F, Prata F, Cacciatore L, Iannuzzi A, et al. Robotic Surgery in Urology: History from PROBOT® to HUGOTM. *Sensors* 2023;23. <https://doi.org/10.3390/s23167104>.
- [18] Gropper MA, Miller RD. Miller’s anesthesia. n.d.
- [19] Rivero-Moreno Y, Echevarria S, Vidal-Valderrama C, Stefano-Pianetti L, Cordova-Guilarte J, Navarro-Gonzalez J, et al. Robotic Surgery: A Comprehensive Review of the Literature and Current Trends. *Cureus* 2023. <https://doi.org/10.7759/cureus.42370>.
- [20] Gonsette K, Tuna T, Szegedi LL. Anesthesia for robotic thoracic surgery. *Saudi J Anaesth* 2021;15:356. https://doi.org/10.4103/SJA.SJA_54_21.
- [21] Awad H, Walker CM, Shaikh M, Dimitrova GT, Abaza R, O’Hara J. Anesthetic considerations for robotic prostatectomy: A review of the literature. *J Clin Anesth* 2012;24:494–504. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2012.03.003>.
- [22] Barash PG, Chair P, Cullen BF, Professor E, Stoelting RK, Cahalan MK. *Clinical Anesthesia EIGHTH EDITION*. n.d.

- [23] Sun M, Jia R, Wang L, Sun D, Wei M, Wang T, et al. Effect of protective lung ventilation on pulmonary complications after laparoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Med (Lausanne)* 2023;10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1171760>.
- [24] Khuri SF, Henderson WG, DePalma RG, Mosca C, Healey NA, Kumbhani DJ. Determinants of Long-Term Survival After Major Surgery and the Adverse Effect of Postoperative Complications. *Ann Surg* 2005;242:326. <https://doi.org/10.1097/01.SLA.0000179621.33268.83>.
- [25] Canet J, Gallart L, Gomar C, Paluzie G, Vallè J, Castillo J, et al. Prediction of Postoperative Pulmonary Complications in a Population-based Surgical Cohort. *Anesthesiology* 2010;113:1338–50.
- [26] Milot J, Perron J, Lacasse Y, Létourneau L, Cartier PC, Maltais F. Incidence and predictors of ARDS after cardiac surgery. *Chest* 2001;119:884–8. <https://doi.org/10.1378/chest.119.3.884>.
- [27] Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg A, Tokics L, Brismar B. CJ:ASSESSMENT OF DEPENDENT LUNG DENSITIES IN MAN DURING GENERAL ANAESTHESIA. vol. 36. 1995.
- [28] O’Gara B, Talmor D. Perioperative lung protective ventilation. *BMJ* 2018;362:k3030. <https://doi.org/10.1136/bmj.k3030>.
- [29] Curley GF, Laffey JG, Zhang H, Slutsky AS. Biotrauma and Ventilator-Induced Lung Injury: Clinical Implications. *Chest* 2016;150:1109–17. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2016.07.019>.
- [30] Serpa Neto A, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Biehl M, Binnekade JM, et al. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery: A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology* 2015;123:66–78. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000706>.
- [31] Ball L, Costantino F, Orefice G, Chandrapatham K, Pelosi P. Intraoperative mechanical ventilation: State of the art. *Minerva Anestesiol* 2017;83:1075–88. <https://doi.org/10.23736/S0375-9393.17.11970-X>.
- [32] Maisch S, Reissmann H, Fuellekrug B, Weismann D, Rutkowski T, Tusman G, et al. Compliance and dead space fraction indicate an optimal level of positive end-expiratory pressure after recruitment in anesthetized patients. *Anesth Analg* 2008;106:175–81. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000287684.74505.49>.
- [33] Heunks L, Piquilloud L, Demoule A. How we approach titrating PEEP in patients with acute hypoxemic failure. *Crit Care* 2023;27:415. <https://doi.org/10.1186/s13054-023-04694-1>.
- [34] Hess DR, Faarc R. Recruitment Maneuvers and PEEP Titration. *Respir Care* 2015;60:1688–704. <https://doi.org/10.4187/RESPCARE.04409>.

- [35] Pereira SM, Tucci MR, Morais CCA, Simões CM, Tonelotto BFF, Pompeo MS, et al. Individual positive end-expiratory pressure settings optimize intraoperative mechanical ventilation and reduce postoperative atelectasis. *Anesthesiology* 2018;129:1070–81. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002435>.
- [36] Yang C, Han Y, Bo L, Pei S, Wei W, Yang K, et al. Clinical Medicine Recruitment Maneuver to Reduce Postoperative Pulmonary Complications after Laparoscopic Abdominal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2022;2022:5841. <https://doi.org/10.3390/jcm11195841>.
- [37] Hartland BL, Newell TJ, Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia: A systematic review of the literature. *Respir Care* 2015;60:609–20. <https://doi.org/10.4187/respcare.03488>.
- [38] Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine* 2015;372:747–55. <https://doi.org/10.1056/nejmsa1410639>.
- [39] Neto AS, Hemmes SNT, Barbas CSV, Beiderlinden M, Fernandez-Bustamante A, Futier E, et al. Association between driving pressure and development of postoperative pulmonary complications in patients undergoing mechanical ventilation for general anaesthesia: a meta-analysis of individual patient data. *Lancet Respir Med* 2016;4:272–80. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(16\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(16)00057-6).
- [40] Kothari A, Baskaran D. Pressure-controlled volume guaranteed mode improves respiratory dynamics during laparoscopic cholecystectomy: A comparison with conventional modes. *Anesth Essays Res* 2018;12:206. https://doi.org/10.4103/aer.aer_96_17.
- [41] The Ventilator Book by William Owens n.d.
- [42] Chhanwal HS, Kheskani DN, Shah A, Patel A, Parita G, Solanki RN, et al. AutoFlow ® (volume-guaranteed mode) versus volume-controlled ventilation for the laparoscopic surgery with BlockBuster supraglottic airway: A randomized controlled trial 2023. <https://doi.org/10.4103/TheIAForum>.
- [43] Frerichs I, Amato MBP, Van Kaam AH, Tingay DG, Zhao Z, Grychtol B, et al. Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group. *Thorax* 2017;72:83. <https://doi.org/10.1136/THORAXJNL-2016-208357>.
- [44] Bialka S, Copik M, Rybczyk K, Owczarek A, Jedrusik E, Czyzewski D, et al. Assessment of changes of regional ventilation distribution in the lung tissue depending on the driving pressure applied during high frequency jet ventilation n.d. <https://doi.org/10.1186/s12871-018-0552-2>.

- [45] Bachmann MC, Morais C, Buggedo G, Bruhn A, Morales A, Borges JB, et al. Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* 2018;22:1–11. <https://doi.org/10.1186/S13054-018-2195-6/FIGURES/12>.
- [46] Karsten J, Stueber T, Voigt N, Teschner E, Heinze H. Influence of different electrode belt positions on electrical impedance tomography imaging of regional ventilation: a prospective observational study 2016. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-1161-9>.
- [47] Koldova K, Rara A, Muller M, Tyll T, Roubik K. Cranial Electrode Belt Position Improves Diagnostic Possibilities of Electrical Impedance Tomography during Laparoscopic Surgery with Capnoperitoneum. *Sensors* 2023;23:8644. <https://doi.org/10.3390/s23208644>.
- [48] Khalil SF, Mohktar MS, Ibrahim F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors (Basel)* 2014;14:10895. <https://doi.org/10.3390/S140610895>.
- [49] Wagner PH, Pennati F, Angelucci A, Morelli L, Bardini S, Barzanti E, et al. Electrical Impedance Tomography: From the Traditional Design to the Novel Frontier of Wearables 2023. <https://doi.org/10.3390/s23031182>.
- [50] Heines SJH, Becher TH, van der Horst ICC, Bergmans DCJJ. Clinical Applicability of Electrical Impedance Tomography in Patient-Tailored Ventilation: A Narrative Review. *Tomography* 2023;9:1903–32. <https://doi.org/10.3390/tomography9050150>.
- [51] Bachmann MC, Morais C, Buggedo G, Bruhn A, Morales A, Borges JB, et al. Electrical impedance tomography in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care* 2018;22:1–11. <https://doi.org/10.1186/S13054-018-2195-6/FIGURES/12>.
- [52] Kotani T, Shono A. Roles of Electrical Impedance Tomography in Determining a Lung Protective Strategy for Acute Respiratory Distress Syndrome in the Era of Coronavirus Disease 2019 n.d. <https://doi.org/10.31662/jmaj.2021-0014>.
- [53] Song X, Yang D, Yang M, Bai Y, Qin B, Tian S, et al. Effect of Electrical Impedance Tomography-Guided Early Mobilization in Patients After Major Upper Abdominal Surgery: Protocol for a Prospective Cohort Study. *Front Med (Lausanne)* 2021;8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.710463>.
- [54] Zhao Z, Steinmann D, Frerichs I, Guttman J, Möller K. Open Access RESEARCH PEEP titration guided by ventilation homogeneity: a feasibility study using electrical impedance tomography. *Crit Care* 2010;14:8.
- [55] Zhao Z, Pulletz S, Frerichs I, Müller-Lisse U, Möller K. The EIT-based global inhomogeneity index is highly correlated with regional lung opening in patients with acute respiratory distress syndrome 2014.

- [56] Zhao Z, Chang MY, Chang MY, Gow CH, Zhang JH, Hsu YL, et al. Positive end-expiratory pressure titration with electrical impedance tomography and pressure-volume curve in severe acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care* 2019;9. <https://doi.org/10.1186/S13613-019-0484-0>.
- [57] Franchineau G, Bréchet N, Lebreton G, Hekimian G, Nieszkowska A, Trouillet JL, et al. Bedside contribution of electrical impedance tomography to setting positive end-expiratory pressure for extracorporeal membrane oxygenation-treated patients with severe acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2017;196:447–57. https://doi.org/10.1164/RCCM.201605-1055OC/SUPPL_FILE/DISCLOSURES.PDF.
- [58] Puel F, Crognier L, Soulé C, Vardon-Bouines F, Ruiz S, Seguin T, et al. Assessment of electrical impedance tomography to set optimal positive end-expiratory pressure for veno-venous ECMO-treated severe ARDS patients. *J Crit Care* 2020;60:38–44. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.06.017>.
- [59] Miskovic A, Lumb AB. Postoperative pulmonary complications. *Br J Anaesth* 2017;118:317–34. <https://doi.org/10.1093/BJA/AEX002>.
- [60] Ferrando C, Soro M, Unzueta C, Suarez-Sipmann F, Canet J, Librero J, et al. Individualised perioperative open-lung approach versus standard protective ventilation in abdominal surgery (iPROVE): a randomised controlled trial. *Lancet Respir Med* 2018;6:193–203. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(18\)30024-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30024-9).
- [61] Huang D, Zhou S, Yu Z, Chen J, Xie H. Lung protective ventilation strategy to reduce postoperative pulmonary complications (PPCs) in patients undergoing robot-assisted laparoscopic radical cystectomy for bladder cancer: A randomized double blinded clinical trial. *J Clin Anesth* 2021;71:110156. <https://doi.org/10.1016/J.JCLINANE.2020.110156>.
- [62] Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a protective-ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med* 1998;338:347–54. <https://doi.org/10.1056/NEJM199802053380602>.
- [63] Petrucci N, De Feo C. Lung protective ventilation strategy for the acute respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;2013. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003844.PUB4>.
- [64] Network TARDS. Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute Respiratory Distress Syndrome. *New England Journal of Medicine* 2000;342:1301–8. https://doi.org/10.1056/NEJM200005043421801/ASSET/5EE9B9CF-E125-469A-A846-B696A4C3C2C2/ASSETS/IMAGES/LARGE/NEJM200005043421801_T4.JPG.

- [65] Neto AS, Cardoso SO, Manetta JA, Pereira VGM, Espósito DC, Pasqualucci MDOP, et al. Association Between Use of Lung-Protective Ventilation With Lower Tidal Volumes and Clinical Outcomes Among Patients Without Acute Respiratory Distress Syndrome: A Meta-analysis. *JAMA* 2012;308:1651–9. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2012.13730>.
- [66] Deng QW, Tan WC, Zhao BC, Wen SH, Shen JT, Xu M. Intraoperative ventilation strategies to prevent postoperative pulmonary complications: a network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Anaesth* 2020;124:324–35. <https://doi.org/10.1016/J.BJA.2019.10.024>.
- [67] Maisch S, Reissmann H, Fuellekrug B, Weismann D, Rutkowski T, Tusman G, et al. Compliance and dead space fraction indicate an optimal level of positive end-expiratory pressure after recruitment in anesthetized patients. *Anesth Analg* 2008;106:175–81. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000287684.74505.49>.
- [68] Ferrando C, Soro M, Canet J, Unzueta MC, Suárez F, Librero J, et al. Rationale and study design for an individualized perioperative open lung ventilatory strategy (iPROVE): Study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2015;16. <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0694-1>.
- [69] Liu J, Huang X, Hu S, Meng Z, He H. Individualized lung protective ventilation vs. conventional ventilation during general anesthesia in laparoscopic total hysterectomy. *Exp Ther Med* 2020;19:3051. <https://doi.org/10.3892/ETM.2020.8549>.
- [70] Buonanno P, Marra A, Iacovazzo C, Merola R, De Siena AU, Servillo G, et al. Electric impedance tomography and protective mechanical ventilation in elective robotic-assisted laparoscopy surgery with steep Trendelenburg position: a randomized controlled study. *Sci Rep* 2023;13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29860-x>.
- [71] Shono A, Katayama N, Fujihara T, Böhm SH, Waldmann AD, Ugata K, et al. Positive End-expiratory Pressure and Distribution of Ventilation in Pneumoperitoneum Combined with Steep Trendelenburg Position. *Anesthesiology* 2020;132:476–90. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000003062>.
- [72] Šribar A, Merc V, Peršec Z, Peršec J, Milas I, Husedžinović S. Influence of different PEEP levels on electrical impedance tomography findings in patients under general anesthesia ventilated in the lateral decubitus position. *J Clin Monit Comput* 2020;34:311–8. <https://doi.org/10.1007/S10877-019-00318-8/TABLES/3>.
- [73] Yoon HK, Kim BR, Yoon S, Jeong YH, Ku JH, Kim WH. The Effect of Ventilation with Individualized Positive End-Expiratory Pressure on Postoperative Atelectasis in Patients Undergoing Robot-Assisted Radical Prostatectomy: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med* 2021;10:850. <https://doi.org/10.3390/JCM10040850>.

- [74] Yang G, Zhang P, Li L, Wang J, Jiao P, Wang J, et al. Driving Pressure-Guided Ventilation in Obese Patients Undergoing Laparoscopic Sleeve Gastrectomy: A Randomized Controlled Trial. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity* 2023;16:1515–23. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S405804>.
- [75] Park M, Ahn HJ, Kim JA, Yang M, Heo BY, Choi JW, et al. Driving Pressure during Thoracic SurgeryA Randomized Clinical Trial. *Anesthesiology* 2019;130:385–93. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002600>.

