



T.C
SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
PROF. DR. CEMİL TAŐŐIOđLU ŞEHİR HASTANESİ
ANESTEZİYOLOğI VE REANİMASYON KLİNİğİ

**LAPAROSKOPIK KOLESİSTEKTOMİ UYGULANAN HASTALARDA İNTRAOPERATİF
KULLANILAN VENTİLASYON STRATEJİLERİNİN PERİOPERATİF ATELEKTAZİYE
ETKİSİNİN MODİFİYE LUS SKORU İLE DEğERLENDİRİLMESİ**

Dr. Münire Canan İŐEK

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2022



T.C
SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
PROF. DR. CEMİL TAŐÇCIOĐLU ŞEHİR HASTANESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

**LAPAROSKOPIK KOLESİSTEKTOMİ UYGULANAN HASTALARDA İNTRAOPERATİF
KULLANILAN VENTİLASYON STRATEJİLERİNİN PERİOPERATİF ATELEKTAZİYE
ETKİSİNİN MODİFİYE LUS SKORU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Dr. Münire Canan İŐEK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Kadriye Serap KARACALAR

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İSTANBUL/2022

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimimde, tezimin hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen bu süreçte bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım saygıdeğer hocam, tez danışmanım Prof. Dr. Kadriye Serap Karacalar'a teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim süresince her türlü bilgi ve deneyimini bana ilgi ve anlayışla aktaran, mesleki ilerleme ve gelişim süresince büyük paya sahip olan emeklerini esirgemeyen değerli hocam, klinik eğitim sorumlumuz Prof. Dr. Namigar Turgut'a teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim süresince tecrübe ve deneyimlerini benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Volkan Özen'e teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli bilgi ve tecrübelerini bizlere aktarıp her zaman yanımızda olan başta Dr. Şule Vatansever, Dr. Zekeriya Ervatan, Dr. Onur Okur, Dr. Aslı Sevim Yıldız ve Dr. Cengiz Polat olmak üzere tüm uzman abi ve ablalarıma teşekkürlerimi borç bilirim.

İhtisas sürecimi keyifli bir aile ve arkadaş ortamına çeviren başta Dr. Ali Can Öztürk, Dr. Nihan Altıntepe Başkurt, Dr. Ozan Başkurt, Dr. Gaye Şensöz Çelik, Dr. Simge Evren olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma, ameliyathane ve yoğun bakımda birlikte çalışma şansım olan tüm ekip arkadaşlarıma minnet ve şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanıbaşımdaya olan ve desteğini esirgemeyen kıymetli babam Cengiz Çiçek'e, annem Dilek Çiçek'e ve kardeşlerim Dr. Cansu Çiçek ve Dr. Batuhan Çiçek'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Teşekkür ederim.

Dr. Münire Canan ÇİÇEK

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
KISALTMALAR	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. LAPAROSKOPIK CERRAHİ	3
2.1.1. Laparoskopik Kolesistektomide Pnömooperitonyum	4
2.1.2. Laparoskopik Kolesistektomide Oluşabilecek Fizyolojik Etkiler	5
2.1.3. Laparoskopik Kolesistektominin Pulmoner Komplikasyonları	6
2.2. SOLUNUM MEKANİĞİ VE MEKANİK VENTİLASYON	7
2.2.1. Solunum Mekanikleri	7
2.2.2. Mekanik Ventilasyonda Basınçlar	10
2.2.3. İntraoperatif Sık Kullanılan Mekanik Ventilasyon Modları	11
2.3. ATELEKTAZİ	14
2.3.1. Atektazinin Etyolojisi	14
2.3.2. Perioperatif Atektazinin Klinik Risk Faktörleri	15
2.3.3. Atektazinin Tanısı	19
2.4. AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ	22
2.4.1. Akciğer Ultrasonografi Uygulama Yöntemi	22

2.4.2. Akciğerin Ultrasonografi Bulguları	24
2.4.3. Ultrasonografi ile Atelektazi Skorlama Sistemi.....	26
3. GEREÇ ve YÖNTEM.....	28
3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME HARIÇ TUTULMA KRİTERLERİ	28
3.2.ÇALIŞMA DİZAYNI	29
3.3. ANESTEZİ YÖNETİMİ	29
3.4. AKCİĞER USG UYGULAMA TEKNİĞİ VE SKORLAMA	31
3.5. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM	32
4. BULGULAR.....	34
5. TARTIŞMA.....	44
6. SONUÇ.....	52
7. KAYNAKÇA.....	53
8. ÖZGEÇMİŞ.....	64
9.1. Ek-1: Etik kurul onayı	66
9.2. EK-2: Akademik kurul onayı	67

KISALTMALAR

ALI: Akut Akciğer Hasarı

ARDS: Akut Respiratuar Distres Sendromu

ASA: “The American Society of Anesthesiologists”

BT: Bilgisayarlı Tomografi

C: Kompliyans

C_{dyn}: Dinamik Kompliyans

CO₂: Karbondioksit

CPAP: Continious Positive Airway Pressure/Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı

EKG: Elektrokardiyografi

ET-CO₂: Entidal Karbondioksit

EYV: Ekspiratuar Yedek Volüm

FiO₂: İnspire edilen oksijen fraksiyonu

FRK: Fonksiyonel Rezidüel Kapasitede

FVC: Zorlu Vital Kapasite

GA: Genel Anestezi

İAP: İnterabdominal Basıncı

İV: İnteravenöz

İYV: İnspiratuar Yedek Volüm

KAH: Kalp Atım Hızı

LUS: “Lung Ultrasound Score”- Akciğer Ultrasonu Skoru

M-LUS: “Modifiye Lung Ultrasound Score”- Modifiye Akciğer Ultrasonu Skoru

MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme

OAB: Ortalama Arteriyel Basıncı

PaCO₂: Parsiyel Karbondioksit Basıncı

PaO₂: Parsiyel Oksijen Basıncı

PCV: Basıncı Kontrollü Ventilasyon

PEEP: Pozitif Ekspirasyon Sonu Basıncı

PNP: Pnömooperitonyum

PPC: Postoperatif Pulmoner Komplikasyon

P_{plato}: Plato basıncı

P_{tepe}-P_{peak}: Tepe İnspiratuar Basıncı

RV: Rezidüel volüm

TAK: Total Akciğer Kapasitesi

TV: Tidal Volüm

VCV: Volüm Kontrollü Ventilasyon

VG-PCV: Volüm Garantili- Basıncı Kontrollü Ventilasyon

VK: Vital kapasite

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

V/Q: ventilasyon- perfüzyon oranı

USG: Ultrasonografi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Modifiye LUS.....	32
Tablo 2: Demografik veriler.....	34
Tablo 3: Hastalara ait intraoperatif sıvı resüsitasyonu, kanama ve sürelerin gruplar arasında karşılaştırılması.....	35
Tablo 4: Toplam Modifiye LUS skorunun preoperatif ve postoperatif dönemde gruplar arasında dağılımı.....	36
Tablo 5: Sağ ve sol akciğerlerin preoperatif ve postoperatif LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı.....	37
Tablo 6: Akciğerlerin anterior, lateral ve posterior LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı.....	38
Tablo 7: Düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) ve yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorlarının dağılımı.....	39
Tablo 8: VKİ < 30 kg/m ² ve VKİ ≥ 30 kg/m ² olan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorlarının dağılımı.....	40
Tablo 9: Hastaların preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30. dakikasında ve ekstübasyon öncesi ölçülen hava yolu basınçlarının dağılımı.....	41
Tablo 10: Hastaların preoperatif, entübasyondan hemen sonra, pnömoperitonyumun 30.dakikasında ve ekstübasyon öncesi ölçülen gaz basınçlarının dağılımı.....	42
Tablo 11: Preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30.dakikası, ve ekstübasyon öncesi sPO ₂ , kalp hızı ve ortalama kan basıncı dağılımı.....	43

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Akciğer Volüm ve Kapasiteleri.....	9
Şekil 2: Volpicelli Bölgeleri.....	23
Şekil 1: A Çizgileri ve Kumsal 'Sea Shore' Görünümü.....	25
Şekil 2: B Çizgileri.....	25
Şekil 3: Yarasa İşareti- Bat Sign.....	26
Şekil 4: M-LUS.....	27
Şekil 5: Postoperatif Modifiye LUS Skorunun Gruplar Arasında Dağılımı.....	36

ÖZET

LAPAROSKOPİK KOLESİSTEKTOMİ UYGULANAN HASTALARDA İNTRAOPERATİF KULLANILAN VENTİLASYON STRATEJİLERİNİN PERİOPERATİF ATELEKTAZİYE ETKİSİNİN MODİFİYE LUS SKORU İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Giriş ve Amaç: Perioperatif süreçte akciğerlerde mekanik ventilasyon, hasta pozisyonu ve uygulanan cerrahinin oluşturduğu etkilere bağlı olarak havalanma azlığı ve beraberinde atelektazi gözlenebilmektedir. Çalışmamızın amacı laparoskopik kolesistektomi vakalarında ventilasyon yönetiminde uygulanan volüm kontrollü (VCV) ve volüm garantili- basınç kontrollü (VG-PCV) ventilasyon modlarının intraoperatif parametrelere ve atelektaziye olan etkilerini akciğer ultrasonografisi ile değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem: Prospektif gözlemsel olarak planlanan çalışmamız Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi'nde, Etik kurul ve hasta onayı alınarak yapılmıştır. Laparoskopik kolesistektomi uygulanacak 18-65 yaşları arasında, ASA skoru 1-2, VKİ<35 kg/m², preoperatif değerlendirmede akciğer patolojisi olmayan hastaların tümüne standart genel anestezi uygulandı. Hastalar uygulayıcı tarafından seçilen ventilasyon modlarına göre Grup-VCV (n:54) ve Grup-VG-PCV (n:54) olmak üzere iki farklı grupta değerlendirildi. Akciğer ultrasonografisi toraksın 12 kadranında preoperatif hastalar supin pozisyonda iken ve ameliyattan en az yarım saat sonra gerçekleştirildi. Perioperatif dönemde; hemodinamik parametreler, periferik oksijen saturasyonu, mekanik ventilasyon parametreleri ve PaO₂/FiO₂ değerleri kaydedildi. Akciğer ultrasonografisi "Modifiye LUS" kullanılarak değerlendirildi. İstatistiki değerlendirmede, ölçüm dönemlerinde oluşan farklar grup içinde ve gruplar arasında karşılaştırıldı. Ventilasyon parametreleri ile M-LUS değerleri arasında korelasyon incelendi.

Bulgular: İki grup arasında yaş, VKİ, Covid-19 geçirme öyküsü açısından fark yoktur. Her iki grupta postoperatif M-LUS değerlerinin, preoperatif dönemle karşılaştırıldığında anlamlı derecede artmış olduğu belirlendi. İki grup arasında postoperatif M-LUS değerleri karşılaştırıldığında grup-VCV, Grup-VG-PCV'ye göre anlamlı olarak daha yüksek ($p<0,001$) olarak belirlendi. P_{peak} ve P_{plato} basınçları ölçüm yapılan tüm zamanlarda Grup-VCV'de Grup-VG-PCV'ye göre anlamlı olarak daha yüksek saptandı ($p<0,05$). Gruplar arasında kompliyans ve solunum sayısı değerleri açısından anlamlı fark yoktu ($p>0,05$). ET-CO₂, PAO₂, PACO₂ ve P/F değerleri her iki grupta benzerdi ($p>0,05$).

Tartışma ve Sonuç: Çalışmamızda operasyon süresince uyguladığımız ventilasyon modlarının intraoperatif hemodinami ve oksijenizasyon üzerinde anlamlı fark yaratmadığı ancak Grup-VG_PC'V'de M-LUS değerlerinin daha iyi olduğunu belirledik. Çalışmamız verileri ışığında VG-PCV'nin daha düşük basınç değerlerine ve daha az atelektaziye neden olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: laparoskopik kolesistektomi, perioperatif atelektazi, modifiye-LUS, mekanik ventilasyon

ABSTRACT

EVALUATION OF THE EFFECT OF INTRAOPERATIVE VENTILATION STRATEGIES ON PERIOPERATIVE ATELEKTASIA BY MODIFIED LUS SCORE IN PATIENTS WHO WERE LAPAROSCOPIC CHOLECYSTECTOMY

Introduction and Aim: In the perioperative process lack of aeration and atelectasis can be observed in lungs, due to mechanical ventilation, the effects of general anesthesia, patient position and surgery. The aim of our study is to evaluate the effects of volume-controlled (VCV) and volume-guaranteed-pressure-controlled (VG-PCV) ventilation modes applied in the ventilation management of laparoscopic cholecystectomy cases on intraoperative parameters and atelectasis by lung ultrasonography.

Materials and Methods: Our prospective, observational study was conducted in Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu City Hospital, with the approval of the Ethics Committee and the informed consent of the patient. Standard general anesthesia was applied to all patients between the ages of 18-65 who were to undergo laparoscopic cholecystectomy, with an ASA score of 1-2, BMI <35 kg/m², and without lung pathology in the preoperative evaluation. The patients were evaluated in two different groups as Group-VCV (n:54) and Group-VG-PCV (n:54) according to the selected ventilation modes by the practitioner. Lung ultrasonography was performed in the 12 quadrants of the thorax in the supine position preoperatively and at least half an hour after the operation. In the perioperative period; hemodynamic parameters, peripheral oxygen saturation, mechanical ventilation parameters and PaO₂/FiO₂ values were recorded. Lung ultrasonography was evaluated using "Modified LUS". In statistical evaluation, differences in measurement periods were compared within and between groups. Correlation between ventilation parameters and M-LUS values was examined.

Results: There was no difference between the two groups in terms of age, BMI, and history of Covid-19. When the postoperative M-LUS values were compared with the preoperative period, it was observed that both groups increased significantly. In the evaluation between the two groups, M-LUS was significantly higher in Group-VCV than VG-PCV ($p < 0.001$). Ppeak and Pplato pressures were found to be significantly higher in Group-VCV than Group-VG-PCV at all times of measurement ($p < 0.05$). There was no significant difference between the groups in terms of compliance and respiratory rate values ($p > 0.05$). ET-CO₂, PaO₂, PaCO₂ and P/F values were similar in both groups ($p > 0.05$).

Discussion and Conclusion: Ventilation modes applied during the operation have similar effects on intraoperative hemodynamics and oxygenation. However, when ventilation parameters and M-LUS values are considered, better results are seen in Group-VG-PCV. In line with the result of our study, we think that VG-PCV causes lower pressure values and less atelectasis.

Key words: laparoscopic cholecystectomy, perioperative atelectasis, modified-LUS, mechanical ventilation

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Genel anestezi (GA) uygulanan hastaların %85-90 kadarında cerrahi prosedüre ve hasta özelliklerine bağlı olarak perioperatif atelektazi gelişebilmektedir (1–4). Postoperatif pulmoner komplikasyonların (PPC) gelişiminde ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu ve intraoperatif hipoksi önemli bir rol oynar (5–7).

Günümüzde laparoskopik kolesistektomi klasik açık kolesistektominin yerini almıştır ve laparoskopik cerrahilerde kullanılan pnömoperitonyuma (PNP) bağlı intraabdominal basınç (İAP)'ın artışıyla oluşan kardiyopulmoner ve metabolik değişiklikler olmaktadır (8). PNP'de uygulanan karbondioksit insuflasyon basıncının seviyesi, PNP'nin süresi, hastanın pozisyonu ve ventilasyon modu ile havayolu basınçlarını (8, 9). Laparoskopik cerrahi sırasında PNP ile artan İAP diyaframın kraniyale yer değiştirmesine neden olarak pulmoner kompliyansı azaltabilir (10, 11). Eleve olan diyafram nedeniyle bazal akciğer bölgelerinin sıkıştırılması, anestezi indüksiyonu sırasında başlamış olan atelektazi oluşumunu hızlandıracaktır (10).

Genel anesteziye en sık kullanılan ventilasyon modu, hedef tidal hacmi iletmek için sabit bir akış kullanarak dakika ventilasyonu sağlayan volüm kontrollü ventilasyon (VCV)'dir (12, 13). Bununla birlikte VCV laparoskopik cerrahide yüksek hava yolu basınçlarına neden olabilir (12, 13). Başlangıçta akut respiratuar distres sendromlu yoğun bakım hastalarında VCV'ye alternatif olarak önerilen basınç kontrollü ventilasyon (PCV) genel anesteziye daha az sıklıkla kullanılmaktadır (13). PCV'de ventilatör önceden ayarlanmış solunum hızında önceden ayarlanmış bir inspirasyon süresi boyunca önceden ayarlanmış basıncı oluşturur (14). İspirasyon süresi boyunca basınç sabittir ve akış yavaşlamaktadır (14). Basınç kontrollü modlar volüm kontrollü modlarla karşılaştırıldığında; daha düşük tepe hava yolu basınçlarıyla aynı tidal volümü oluşturabilmesi, akciğerlerde daha az barotravma riskine sahip olması, daha iyi oksijenlenme gibi pek çok avantaja sahiptir (13, 15).

Bilgisayarlı tomografi (BT) akciğer görüntüleme için altın standart olarak kabul edilmesine rağmen, zahmetli olması ve radyasyona maruz kalma riski nedeniyle perioperatif atelektazinin rutin muayenesi için daha az optimaldir (16). Öte yandan

akciğer ultrasonografisi hastaların perioperatif dönem ve yoğun bakım takiplerinde yatak başında hızlı, invaziv olmadan, radyasyon kullanmadan ve hasta transportu gerektirmeden hem akut hem de kronik patolojilerin saptanmasında kullanılan yeni bir uygulama olarak klinik kullanımda yerini almaya başlamıştır (17). Atelektazilerin görüntülenme paterni akciğer konsolidasyonuna benzemekte olup, B-çizgi görüntüsüyle akciğer kayma kaybı tipik bulgular olarak kabul edilmektedir (18). Transtorasik akciğer ultrasonu günümüzde artık özellikle yoğun bakımda (solunum yetmezliği olan vakalarda) postoperatif dispnenin ayırıcı tanısında ve perioperatif akciğer patolojilerinin tespitinde anestezi uzmanları tarafından rutinleşen uygulamalar arasına girmiştir (19–22).

Akciğer ultrasonu taşınabilir, invaziv olmayan ve radyasyon içermeyen bir cihazdır (22, 23). Son çalışmalar, ameliyathanede akciğer ultrason skorunun (LUS – Lung Ultrasound Score) faydasını göstermiştir (22). LUS'un perioperatif atelektaziyi saptamak için tanısal güvenilirliği BT veya manyetik rezonans görüntüleme ile doğrulanmıştır (23). Atelektazi tespiti için BT kullanmak hastanın derlendikten sonra görüntüleme ünitesine transferini gerektirmekte; ayrıca hasta radyoaktif risklere maruz kalmaktadır. Bunun yanında zaman açısından ve maddi açıdan daha maliyetlidir (4).

Akciğer ultrasonografisinin hasta başı kullanımıyla atelektazinin postoperatif erken dönemde saptanması ve erken dönemde tedavisiyle hastalarda postoperatif dönemde gelişebilecek mortalite ve morbiditenin azaltılabileceği düşünülmektedir. Literatürde laparoskopik kolesistektomi cerrahisi esnasında genel anestezide tercih edilen ventilasyon stratejisinin postoperatif atelektazi yönünden akciğer ultrasonu ile değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla çalışmamızda laparoskopik kolesistektomi geçiren hastalarda genel anestezi ventilasyon stratejilerinin perioperatif dönemde gelişen atelektazi üzerine etkisinin akciğer ultrasonografisi ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.LAPAROSKOPİK CERRAHİ

Laparoskopi; antik yunanca *lapara* (yan, yan) ve *skopeo* (görmek) kelimelerinden türetilmiştir. Kamera yardımıyla küçük kesiler kullanılarak karın veya pelviste gerçekleştirilen cerrahi işlemdir (24). Bandaj cerrahisi veya anahtar deliği cerrahisi olarak da adlandırılan laparoskopik cerrahi; bir endoskop aracılığıyla karın boşluğunun incelendiği modern bir cerrahi tekniktir (24, 25).

İlk defa 16 Ekim 1846'da Boston'daki Massachusetts General Hospital'da eter gazı ile başarılı bir şekilde anestezinin uygulanmasıyla başlayan cerrahi tekniklerdeki gelişimin bir sonucu olarak laparoskopinin kullanılmaya başlanması “Cerrahi tarihinde bir devrim” olarak adlandırılmaktadır (26). İlk laparoskopik işlem 1901 yılında George Kelling tarafından köpeklerde uygulanmış olup insanlarda gerçekleştirilen ilk laparoskopik cerrahi adezyolizis amacıyla 1933'te genel cerrah Fervers tarafından gerçekleştirilmiştir (24, 27). Takip eden seneler içerisinde bilgisayar tabanlı televizyon kameralarının ortaya çıkışı ile ameliyat alanının büyütülmüş bir görüntüsünün monitöre yansıtılması ile laparoskopi daha popüler hale gelmiştir (24). Aynı zamanda ameliyat eden cerrahın her iki elini de serbest bırakarak karmaşık laparoskopik prosedürlerin performansını kolaylaştırmıştır (24).

Laparoskopide karın boşluğunu şişirmek ve görüntüyü kolaylaştırmak için evrensel olarak en sık karbondioksit kullanılmaktadır (28). Karbondioksit pnömoperitonyumu (PNP) ve intraoperatif hasta pozisyonuyla ilişkili meydana gelen patofizyolojik değişikliklerin tam olarak anlaşılması, optimal anestezik bakım için önemlidir (28).

Laparoskopi, birçok hastalığın cerrahi tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (25, 29). Minimal invaziv olması, daha iyi kozmetik sonuçları, cerrahi uzmanlık ve son teknoloji ekipmanlara dayalı olarak hastanede kalış süresinin kısa olması genel avantajlarından (30). Güvenli bir şekilde gerçekleştirilen binlerce laparoskopik cerrahi prosedürün varlığı laparoskopik cerrahi anestezisi sırasında

uygulanan mekanik ventilasyonun hastaların büyük çoğunluğu tarafından iyi tolere edildiğini kanıtlamaktadır (29).

Genellikle safra taşlarının neden olduğu enflamasyonun risk faktörleri arasında kadın cinsiyet, artan yaş, genetik, obezite, diyet, metabolik sendrom, fiziksel aktivite ve hızlı kilo kaybı yer almaktadır (31). Günümüzde kolelitiazis tedavisinde ilk seçilecek tedavi yöntemi laparoskopik kolesistektomi olarak kabul edilmektedir (32).

İlk laparoskopik kolesistektomi 1985 yılında Almanya'da cerrahi profesörü olan Erich Mühe tarafından gerçekleştirilmiştir (33, 34). Ülkemizde ise ilk laparoskopik kolesistektomi 1990 yılında İstanbul SSK Okmeydanı Hastanesi'nde Prof. Dr. Ergün Göney ve ekibi tarafından uygulanmıştır (35, 36).

2.1.1.Laparoskopik Kolesistektomide Pnömooperitonyum

Laparoskopik cerrahi sırasında cerrahi manipülasyonların yapılabilmesi ve operasyon sahasının görülebilmesi için pnömooperitonyum (PNP) oluşturulması gerekmektedir (26). PNP için kullanılan gaz inert ve renksiz olmalıdır (26). Hava embolisi riskine karşı kanda kolayca çözülebilmeli ve akciğerden atılabilmelidir (26). Toksik ve yanıcı olmamalı, ucuz olmalıdır (26). Karbondioksit (CO₂) nispeten inert ve renksiz olması, yanıcı olmaması, kanda kolayca çözülerek akciğerlerden atılabilmesiyle çok az emboli riskine sahip olması nedeniyle insüflasyon için en sık tercih edilen gazdır (26).

1966'da İAP'ı izleyebilen otomatik hava insüflasyon cihazının Kurt Semm tarafından keşfine kadar gaz insüflasyonu ile artan İAP'ın fizyolojik etkileri tam olarak anlaşılammıştır (37). Günümüzde İAP rutin olarak 12-15 mmHg olarak ayarlanmaktadır (37). Uluslararası kılavuzlar, PNP'nin kardiyopulmoner fonksiyonlar ve postoperatif ağrı üzerindeki etkileri dikkate alınarak "rutin bir basınçtan ziyade ameliyat sahasının yeterli şekilde açığa çıkmasına izin veren en düşük karın içi basıncının" kullanılmasını önermektedir (38). Literatürde düşük basınçlı PNP genellikle karın içi basıncının 6-10 mmHg olması olarak tanımlanır (37, 39). Günlük klinik uygulamada genellikle karın içi basınç 12– mmHg olarak ayarlanmaktadır (37, 38).

Pnömooperitonyumun hemodinamik etkileri; İAP artışına, pozisyona, hiperkarbi ve hipoksemiye, mekanik ventilasyon ve kullanılan anestezi ajanlara, cerrahi teknik ve süreye, hastanın mevcut kardiyak durumu ve intravasküler volümüne bağlı olarak değişebilmektedir (30). PNP'ye bağlı olarak vital bulgularda ani değişiklikler, kardiyak aritmiler hatta kardiyak arrest görülebilir (40).

2.1.2. Laparoskopik Kolesistektomide Oluşabilecek Fizyolojik Etkiler

Laparoskopik cerrahi sırasında meydana gelen fizyolojik değişiklikler başlıca PNP ve intraoperatif hasta pozisyonundan kaynaklanmaktadır (30). PNP'nin fizyolojik etkileri iki farklı mekanizma ile oluşmaktadır (30). Bunlar artan intraperitoneal basınçla ilgili oluşan mekanik etkiler ve insüflasyon için kullanılan karbondioksitin oluşturduğu kimyasal değişikliklerdir (30).

Laparoskopik cerrahi sırasında meydana gelen kardiyovasküler değişiklikler, PNP'nin hem mekanik hem de kimyasal etkilerinden kaynaklanmaktadır (30, 40). PNP'nin mekanik etkisi ile 15 mmHg' den daha yüksek İAP'larda, inferior vena kava ve diğer kollaterallerin basısına bağlı olarak venöz dönüş azalması ile kardiyak output ve kan basıncında azalma gözlemlenmektedir (40). Laparoskopik kolesistektomide kullanılan baş yukarı (ters trendelenburg) pozisyonu da venöz dönüşte meydana gelen azalmayı arttırarak kan basıncında ve kardiyak outputta görülen azalmayı derinleştirebilmektedir (41). Artan sempatik deşarj, hiperkarbi ve azalmış venöz dönüş sekonder taşikardi gelişebilmektedir (41). Peritonun gerilmesiyle oluşan vagal uyarı bradikardilere de neden olabilir (30). Bu etkiler, İAP'ın en aza indirilmesi ve uygun perioperatif hidrasyon ve endtidal karbondioksit (Et-CO₂) takibi ile önlenmektedir (30, 41).

Laparoskopik cerrahi sırasında meydana gelen pulmoner fonksiyonlardaki değişiklikler çoğunlukla pnömooperitonyumun neden olduğu İAB artışı diyaframın sefale yer değiştirmesine neden olarak akciğer kompliyansında 25%–40% oranında azalmaya ve havayolu basınçlarında belirgin bir artışa neden olmaktadır (42, 43). 15 mmHg' den daha yüksek İAP, desüflasyondan sonra hızla normal değerlere dönen tepe inspiratuar ve ortalama hava yolu basınçlarını arttırır ve kompliyansı azaltır (30).. Sefale yer değiştiren diyafram küçük havayollarının daha erken kapanmasına neden

olarak fonksiyonel rezidüel kapasitede (FRK) azalmaya ve intraoperatif atelektaziye neden olmaktadır (41). Diyaframın bu yerleşimi bir yandan intrapulmoner şantın artışıyla ventilasyon-perfüzyon (V/Q) uyumsuzluğuna neden olurken, diğer taraftan endobronşiyal entübasyona yol açabilmektedir (41). Bu pulmoner patofizyolojik değişiklikler, pulmoner vazokonstriksiyona yol açan etkin olmayan ventilasyon durumlarında hiperkapni ve hipoksemiye yol açabilmektedir (28). Pnömotoraksın neden olduğu intraoperatif atelektaziyi azaltmak için laparoskopik ameliyatlarda sırasında 5 cmH₂O'luk pozitif ekspirasyon sonu basıncı (PEEP) uygulanması önerilmektedir (28). Pnömotoraksın etkilerinin aksine hastalarda uygulanan ters trendelenburg pozisyonu diyafram üzerindeki basıncı azaltarak solunum fonksiyonlarında iyileşmeye neden olmaktadır (28, 30).

2.1.3. Laparoskopik Kolesistektominin Pulmoner Komplikasyonları

Laparoskopik cerrahi sırasında oluşabilecek pulmoner komplikasyonlar atelektazi, barotravma, pulmoner ödem, gaz embolisi, subkutan amfizem, pnömotoraks, pnömomediastinum ve pnömoperikardiyum olarak sıralanabilmektedir (44).

Pnömotoraksta insüflasyonu sağlayan *Veress* iğnesinin yanlış yerleştirilmesi subkutan dokuya, preperitoneal boşluğa, iç organlara, omentum, mezenter veya retroperitona ve intravenöz yapılara CO₂ insüflasyonuna yol açabilir (44). Doğrudan intravasküler gaz insüflasyonu ya da karın duvarında veya peritoneal damarlarda laserasyon olması gaz embolisine yol açabilir (28). CO₂'nin intravasküler embolizasyonu sonra derin hipotansiyon, siyanoz, disritmiler ve asistolün oluşabileceği laparoskopik cerrahinin nadir fakat potansiyel olarak ölümcül bir komplikasyondur (28). Subkutan CO₂ insüflasyonunun subkutan amfizeme yol açtığı durumlarda hava yolu basınçlarında ve Et-CO₂ konsantrasyonlarında bir artışla birlikte karın ve göğüs duvarı üzerinde krepitasyon palpe edilebilir (28). Önemli hiperkapni ve solunumsal asidoza yol açabilmekle birlikte çoğunlukla özel bir müdahale gerekli değildir (28). Subkutan amfizem desüflasyondan hemen sonra düzelmektedir (28).

Pnömotoraks, viseral peritonda laserasyon, özofagus çevresindeki diseksiyon sırasında parietal plevranın yaralanması ve önceden var olan amfizematöz bülün

spontan rüptürü yoluyla gazın toraksa geçmesiyle ortaya çıkabilir (28). Pnömotoraks ve pnömomediastinum durumlarında boyun ve yüzde subkutan amfizeme neden olabilmektedir (28). Pnömotoraks asemptomatik olabilir veya tepe hava yolu basınçlarını artırabilir, oksijen saturasyonunu azaltabilir (28). Ciddi vakalarda önemli hipotansiyon ve kardiyak arreste neden olabilir (28). Laparoskopi sırasında refrakter hipoksemi, hiperkapni veya yüksek hava yolu basınçları görüldüğünde PNP serbest bırakılmalı ve ardından daha düşük İAP'ler kullanılarak yavaş reinsüflasyon yapılmalıdır (28). Komplikasyonlar tekrarlırsa açık işleme dönülmesi gerekmektedir (28).

2.2. SOLUNUM MEKANİĞİ VE MEKANİK VENTİLASYON

Her bir soluğun temel amacı döngüsel olarak gaz değişimini sağlamaktır. Solunum işi spontan solunumda transpulmoner basınca ($P_{\text{transpulmoner}} = P_{\text{alveoler}} - P_{\text{intraplevral}}$) sekonder oluşurken mekanik ventilasyonda üst havayollarına uygulanan aralıklı pozitif basınç ile oluşmaktadır (45).

2.2.1. Solunum Mekanikleri

2.2.1.1. Elastik kuvvetler

Hem akciğerler hem de göğüs elastik özelliklere sahiptir. Göğüs dışı doğru genişleme eğilimindedir, akciğerler ise çökme eğilimindedir (45). Akciğerlerin elastik geri tepmesi, yüksek elastin lifleri içeriğinden ve daha da önemlisi alveollerdeki hava sıvı yüzeyinde etkili olan yüzey gerilimi kuvvetlerinden kaynaklanmaktadır (46).

Yüzeyel gerilim kuvveti; alveoler yüzey geriliminin artışı ile doğru orantılı olarak kollapsa eğilim artmaktadır (45). Alveoler tip 2 hücrelerden sentezlenen sürfaktan alveoler yüzey gerilimini azaltmaktadır. Sürfaktanın intraalveolar konsantrasyonu arttıkça yüzey gerilimini azaltma becerisi de artmaktadır (45). Görece küçük alveollerde yüzey alanının küçük olması, sürfaktan yoğunluğunun daha fazla olması sebebiyle yüzey gerilim kuvveti daha küçüktür (45). Tersine, alveol aşırı gergin olduğunda yüzey alanının artmasıyla sürfaktan yoğunluğu azalır ve yüzey

gerilimi artar (45). Sonuçta küçük alveoller kollabe olmaktan korunurken, büyük alveollerin genişlemesi önlenir ve alveollerin stabilizasyonu sağlanmış olur (45).

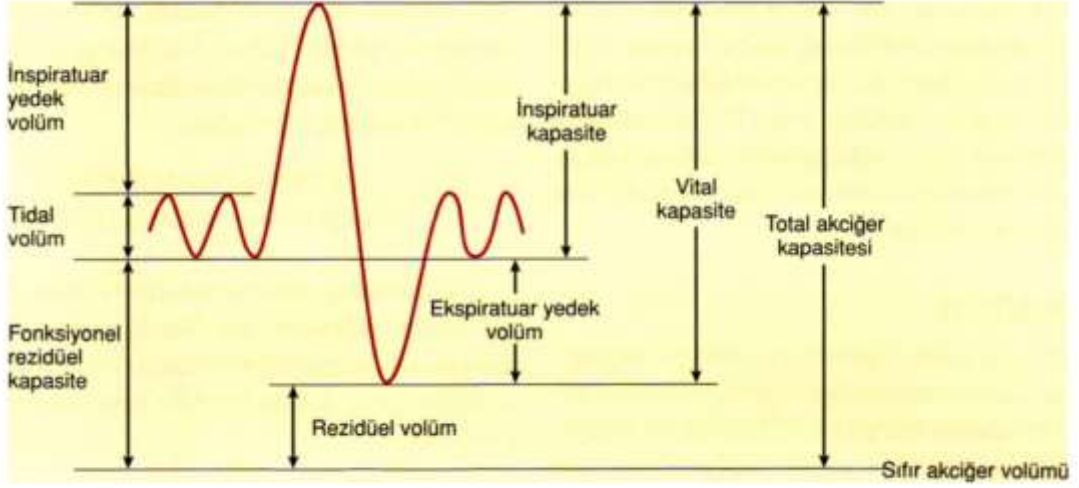
Kompliyans; göğüs duvarı ve akciğerlere yönelik değişen her birim basınca karşılık hacim değiştirebilme (genişleyebilme) yeteneği olarak tanımlanabilmektedir (45). Kompliyans (C), birim basınç değişimine karşılık gerçekleşen hacim değişimidir ($C = \Delta V$ (hacim değişikliği) / ΔP (basınç değişikliği)). Normal göğüs duvarı kompliyansı 200 ml/cmH₂O'dur. Total kompliyansı akciğer kompliyansı ve göğüs duvarı kompliyansı oluşturur ($1/C_T = 1/C_{\text{akciğer}} + 1/C_{\text{göğüs duvarı}}$). Total kompliyansın normal değeri ise 100 ml/cmH₂O'dur (45). Kompliyans ARDS (akut respiratuar distres sendromu), atelektazi, tansiyon pnömotoraks, obezite, sekresyon, bronkospazm, endotrakeal tüpün kıvrılması, hava yolu obstrüksiyonu gibi birçok durumdan etkilenmektedir. Mekanik ventilatörlerin çoğu, statik ve dinamik kompliyans değerlerini ölçebilir ve gösterebilir (45, 46).

Statik kompliyans (Tidal volüm / (Plato basınç- ekspiryum sonu basınç)), anlık inspiratuar duraklamada ölçülen birim basınç değişikliğinin oluşturduğu hacim değişikliğidir (47). Hava akımı olmadığında ölçülen plato basıncının kullanılması, hava yolu direncini etkisiz hale getirerek, akciğer ve göğüs duvarının elastik direncini değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (47).

Dinamik kompliyans ($C_{\text{dyn}} = \text{Tidal volüm} / \text{Tepe inspiratuar basınç}$): Mekanik ventilatör tarafından hastaya verilen hacmin hava akışı mevcutken ölçülen basınca (yani tepe inspiratuar basıncı) bölünmesiyle hesaplanır (47). Statik kompliyansın aksine dinamik uyum nedeniyle hava yolunun durumunu yansıtır (47).

2.2.1.2. Akciğer volümleri ve kapasiteleri

Akciğer volümleri ve en az iki farklı volümden oluşan akciğer kapasiteleri solunum fizyolojisi ve klinik uygulama önemlidir (Şekil:1) (45, 46).



Şekil 6: Akciğer volüm ve kapasiteleri. (Nunn JF: Nunn's Applied Respiratory Physiology, 4th ed.

Lumb A (editor), Butterworth, 2000'nin izniyle kopyalanmıştır)(46).

- Tidal volüm (TV): Spontan solunumda inspire ya da ekspire edilen volümü ifade eder (500 ml) (46).
- İspiratuar yedek volüm (İYV): Spontan bir solunumda tidal volümün üzerine zorlu bir inspirasyonla alınabilen maksimum hava hacimidir (3000ml).
- Ekspiratuar yedek volüm (EYV): Spontan solunumda normal ekspirasyon sonrası zorlu bir ekspirasyonla çıkarılabilen maksimum hava hacmidir (1100).
- Rezidüel volüm (RV): Zorlu bir ekspirasyon sonrası akciğerlerde kalan hava hacmidir (1200).
- İspiratuar kapasite: Normal bir ekspirasyondan sonra zorlu bir inspirasyon ile alınabilen maksimum hava miktarıdır. Tidal volüm ile inspiratuar yedek volümün toplamı olup yaklaşık olarak 3500-3600 ml'dir.
- Vital kapasite (VK): Zorlu bir inspirasyondan sonra zorlu bir ekspirasyon ile atılabilen maksimum hava miktarıdır. İspirasyon kapasitesi ve ekspirasyon yedek volümünün toplamı olup yaklaşık olarak 4600-4800 ml'dir.
- Total akciğer kapasitesi (TAK): Zorlu bir inspirasyondan sonra akciğerlerdeki toplam hava miktarıdır. Fonksiyonel rezidüel kapasite ve inspirasyon kapasitesinin toplamı olup yaklaşık olarak 5800-6000 ml'dir.

- Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRK): Normal bir ekspiryumdan sonra akciğerlerde kalan hava miktarıdır. Ekspiratuar yedek volüm ve rezidüel volümün toplamına eşit olup yaklaşık 2300 ml'dir (45, 46).

Fonksiyonel rezidüel kapasite ileri yaş, vücut pozisyonu (supin ya da pron pozisyon), anestezi, restriktif akciğer hastalıkları, abdominal / torasik cerrahi, batında kitle, asit mevcudiyeti, obezite ve gebelik gibi durumlarda azalırken, intratorasik basıncı arttıran PEEP ve CPAP (Continuous Positive Airway Pressure/Sürekli Pozitif Hava Yolu Basıncı) uygulamalarında, amfizem astım gibi obstrüktif akciğer hastalıklarının varlığında artmaktadır (45, 48).

2.2.2. Mekanik Ventilasyonda Basınçlar

2.2.2.1. Tepe inspiratuar basınç (Ptepe, Ppeak)

İnspirasyon sırasında oluşan maksimum basınçtır. Hastanın akciğer ve göğüs duvarının direncinden, kompliyansından ve hastanın havayolu rezistansından etkilenir (47).

2.2.2.2. Plato basıncı (P_{plato})

Mekanik ventilasyon sırasında küçük hava yollarına ve alveollere uygulanan basınçtır. Mekanik ventilatörde 0,5 ila 1 saniye arasında bir inspiratuar tutma manevrası ile inspirasyonun sonunda ölçülür (47).

Normal ventilasyon sırasında akciğer patolojisi olmayan hastada plato basıncı tepe inspiratuar basınca ya eşittir ya da hafifçe düşüktür (47, 49, 50). Plato basıncında ve statik kompliyansa değişikliklere neden olan koşullar, tepe inspiratuar basınç ve dinamik kompliyansa benzer değişikliklere neden olur (47). Örneğin atelektazi; plato ve tepe inspiratuar basınçların artmasına neden olur (47). Plato ve tepe inspiratuar basınçları arttırıldığından hesaplanan statik ve dinamik kompliyans ölçümleri azalır (47).

2.2.2.3. Ekspiryum sonu pozitif basınç (PEEP)

Mekanik ventilasyonda ekspiryum sonunda alveollerin açık tutmak amacıyla uygulanan ve atmosferik basınçtan daha büyük olan pozitif basınçtır (51). İnvaziv ne noninvazif mekanik ventilasyon yöntemleriyle uygulanabilmektedir (52).

Mekanik ventilasyonla uygulanan yani ekstrinsik PEEP basınç artışı etkisiyle (Henry Yasası: Bir gazın bir sıvı içindeki çözünürlüğü, o gazın çözelti yüzeyinin üzerindeki basıncı ile doğru orantılıdır.) oksijenin çözünürlüğünü ve alveolokapiller membranı geçme ve kandaki oksijen içeriğini arttırarak oksijenizasyonu iyileştirir (47, 49).

Kapanan hava yollarını açabilir veya atelettaziyi azaltabilir, alveolar ventilasyonu iyileştirebilir ve buna bağlı olarak VQ uyumsuzluğunu azaltabilir (52)

2.2.3. İntraoperatif Sık Kullanılan Mekanik Ventilasyon Modları

İnvaziv mekanik ventilasyon havayolu güvenliğinin ve solunum işinin devamı amacıyla yoğun bakımlarda ve ameliyathanelerde genel anestezinin önemli bir parçası olarak yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (15). Modern ventilatörlerin gelişimiyle çeşitli modlarda mekanik ventilasyon uygulanabilmektedir (15). Günümüzde ventilasyon stratejileri arasında sıklıkla volüm kontrollü ve basınç kontrollü modlar kullanılmaktadır (15). Yeni ventilasyon stratejileri PCV ve VCV gibi sık kullanılan ventilasyon modlarının avantajlarını birleştirmeyi amaçlamaktadır (15, 53).

2.2.3.1. Volüm kontrollü ventilasyon (VCV)

Volüm kontrollü sürekli zorunlu ventilasyon (V-CMV veya VCV), tüm modern ventilatörlerde bulunan ve en sık kullanılan, zaman döngülü, hacim hedefli bir başlangıç ventilasyon modudur (15). VCV'de ventilatör önceden ayarlanmış tidal volümü (TV) önceden ayarlanmış inspirasyon süresi (Ti) sırasında önceden ayarlanmış solunum hızında sabit bir akışla iletir. Akış-zaman döngüsü kare dalga formuna sahiptir (15). Teknik olarak iyi bilinmesi ve tidal volümün kontrol edilebilmesi VCV'nin avantajları olarak değerlendirilebilir (15). VCV'nin, genel anestezisi sırasında

birçok anesteziistin ilk tercihi haline getiren bir avantajı, dakika ventilasyonunun garanti edilmesidir (15). Hava yolu basıncı izin verilen inspirasyon süresi içinde TV elde edilene kadar doğrusal olarak artar ve hedef volüm elde edilene kadar P_{peak}'de artış görülebilir (15). Hastanın pozisyonundan, nöromusküler blokaj derinliğindeki değişiklikten, cerrahi prosedürden veya diğer faktörlerden kaynaklanan uyumdaki değişikliklerden bağımsız olarak, özellikle CO₂ eliminasyonu olmak üzere yeterli bir gaz değişimini sağlar (54). VCV sırasında TV, frekans, inspirasyon süresi, PEEP gibi temel parametreler ayarlanabilirken hava yolu basıncı kontrol edilmemektedir. Hava yolu direnci ile solunum sistemi uyumsuzluğunda TV'nin sağlanması, yüksek hava yolu basınçlarına neden olabilmektedir (53). Bu durumla karşılaşmamak amacıyla anesteziist hastaya spesifik bir üst basınç aralığı (P_{limit} / P_{max}) belirleyebilmektedir (53). Mekanik ventilatör bu aralığın aşıldığını belirten limit alarmı oluşturabilmektedir (15, 47, 54)

2.2.3.2. Basınç kontrollü ventilasyon (PCV)

Basınç kontrollü sürekli zorunlu ventilasyon (P-CMV veya PCV) mekanik ventilatörlerde yaygın olarak bulunan, zaman döngülü, basınç hedefli ventilasyondur (47). Ventilatör önceden ayarlanmış solunum hızında önceden ayarlanmış bir inspirasyon süresi boyunca önceden ayarlanmış basıncı oluşturur. İnspirasyon süresi boyunca basınç sabittir (47).

Volüm kontrollü modlarla karşılaştırıldığı pek çok avantajı bulunmaktadır. Bunlar;

- Aynı TV için daha düşük tepe hava yolu basınçları
- Akciğerlerde daha iyi hacim dağılımı
- Daha iyi oksijenlenme
- Daha az barotravma riski
- Hastaya hacim iletimini etkilemeden kaçak kompanzasyonu
- Her hasta tipini ventile etme yeteneği olarak sıralanabilmektedir (13, 15, 47).

Basınç kontrollü ventilasyonun önemli bir dezavantajı, hasta uyumundaki değişikliklerle tidal volümde görülebilecek artış ve azalışları garanti edilmemesidir (47). Kompliyansı değişen hastalarda yetersiz veya aşırı ventilasyondan kaçınmak için basınç kontrollü ventilasyon kullanılırken ekstra klinik dikkat gerekmektedir (15). Bu kompliyans değişiklikleri, altta yatan hastalık, cerrahi pozisyon, cerrahi paket veya ekartörlerin varlığı ve gevşeme veya insuflasyon (laparoskopik abdominal cerrahi sırasında pnömoperitonyumun indüksiyonu veya bitişinin neden olduğu diyafram distansiyonu) derecesindeki değişiklikler nedeniyle meydana gelebilir (15). TV'deki varyasyonlar hipoverilasyona veya uygun olmayan şekilde yüksek, potansiyel olarak zararlı tidal volümlerin verilmesine neden olabilir. Bu nedenle hasta için kabul edilebilir TV alarm limitleri ayarlanmalıdır (15, 53).

2.2.3.2.1. Volüm garantili- Basınç kontrollü ventilasyon (VG-PCV)

Çift kontrollü ventilasyon veya basınç kontrollü hacim kontrollü (PRVC) ventilasyon olarak da adlandırılan basınç kontrollü hacim garantili (VG-PCV) ventilasyon, yakın zamanda anesteziyoloji alanında tanıtılan yeni bir moddur (15). Volüm kontrollü ventilasyonun avantajlarını ve basınç kontrollü ventilasyonun klinik faydalarının birleştirilmesini amaçlayan kontrollü bir ventilasyon modudur (47). VG-PCV'de yavaşlayan bir akış kullanılarak mümkün olan en düşük basınçla ventilasyon belirlenen tidal volüme ulaşılması amaçlanmıştır (15, 47). Hastaya verilen ilk TV kontrollü bir soluktur. İlk solukla hastanın kompliyansı ve sonraki soluklar için inspiratuar basınç seviyesi belirlenir (47). Sonrasında gelecek her soluk için ideal basınç seviyesini belirlemektedir. VG-PCV yavaşlayan bir akış dalga biçimi ve kare basınç dalga biçimi ile karakterize edilir (47). Özellikle yenidoğanlarda, yaşlı hastalarda, obez hastalarda ve akut akciğer hasarı veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı olan hastalarda daha düşük barotravma insidansı sağlamaktadır(14). Geleneksel modlarla karşılaştırıldığında torasik cerrahi ve laparoskopik cerrahi için arteriyel oksijenasyonu iyileştirebilir, akut akciğer hasarını (ALI) azaltabilir (14). VG-PCV 'nin PPC'leri azaltıp azaltamayacağı belirsizliğini korumaktadır (14, 53).

2.3. ATELEKTAZİ

Atelektazi, alveoler yapının herhangi bir sebeple çökmesine ya da yeterince genişleyememesine bağlı olarak akciğer hacminin azalması olarak tanımlanmaktadır (2). Sık karşılaşılan postoperatif pulmoner komplikasyonlardan biridir (2). İnsidansı değişmekle birlikte %85-90 olarak belirtilmektedir (1, 3, 7). Genel anestezi esnasında ve sonrasında solunum derinliğinin azalması, perioperatif ağrı kontrolünün yetersiz kalması nedeniyle hastaların solunumlarının yüzeyleşmesi, sekresyonların atılmasında azalma meydana gelmesi, göğüs duvarı ve akciğerlerin esnekliğinin ve genişleme yeteneğinin (kompliyans) azalması atelektezinin oluşmasını sağlayan muhtemel nedenlerdir (1). Genel anestezi altında opere edilen hastaların çoğunda subklinik atelektazi gelişir (55). Yapılan cerrahi girişim, hasta ile ilgili risk faktörleri ve anestezi uygulamalarının çeşitliliği atelektazi oran ve alanlarında değişikliklere neden olmaktadır (56). Postoperatif dönemde görülen atelektazi; ateş, pnömoni gibi komplikasyonlara neden olarak hastanede kalış süresi ve maliyetin artmasına sebep olmaktadır (55, 57).

2.3.1. Atelektazinin Etyolojisi

Pulmoner atelektazi oluşumunda etkili üç mekanizma mevcuttur:

- Havayollarının kapanmasına bağlı absorpsiyon atelektazisi,
- Akciğer doku basısına bağlı kompresyon atelektazisi
- Sürfaktan yapı ile fonksiyonun kaybına bağlı atelektazi (58).

Absorpsiyon atelektazisi neden olan mekanizmalardan biri havalandırılmayan alveollerde küçük hava cepleri kaldığında meydana gelir (1). Bu alveollerdeki oksijen ve karbondioksit yavaş yavaş pulmoner dolaşıma geri emilir, bu da alveollerin ve ardından akciğerin bir kısmının çökmesine neden olmaktadır (1). Diğer oluşum mekanizması hava yollarının tıkanması nedeniyle olur (1). Hava yolu tıkanıklığının yaygın nedenleri arasında, temiz havanın akciğerlere girişini engelleyen mukus tıkaçları, yabancı cisimler veya tümörler bulunur (1, 51). Hava yolu obstrüksiyonunun olmadığı durumlarda, yüksek konsantrasyonda oksijen alan kişilerde absorpsiyon atelektazisi meydana gelebilir (1, 51).

Genel anestezi indüksiyonunda %100 oksijen kullanılması ile akciğerlerdeki havanın çoğu yıkanır ve pulmoner kılcal damarlara kolayca emilen oksijen ile değiştirilir (51). Oksijenin hızlı difüzyonu, alveollerin açık kalmasına yetecek miktarda hava kalmasını engelleyerek alveol duvarlarının çökmesine neden olabilir (51, 58).

Kompresyon atelektazisi; supin pozisyonda genel anestezi indüksiyonu sonrasında ekspirasyon sonu pozitif basıncının (PEEP) sonlanması ve solunum işini yapan, göğüs duvarını çevreleyen kaslarla diyaframın kas paralizisi sonrası sefale yer değiştirmesi sebebiyle akciğer parankim dokusunun bası altında kalması sonucu alveollerin çökmesiyle oluşur (1, 2, 51).

Sürfaktan fosfolipitler, nötr lipitler ve spesifik apoproteinlerden oluşur (51). Alveolleri kaplayarak yüzey gerilimini azaltır ve alveolleri stabilize ederek çökmesini önler (51). Sürfaktanın fonksiyonları anestezi etkisiyle baskılanabilir (51). Atelektaziyi önlemek amacıyla uygulanan ve tekrarlanan yüksek tidal volüm ile ventilasyon gibi manevralar barotravma ve volütravmaya yol açarak sürfaktan inaktivasyonuna neden olabilir (2).

Genel anestezi sırasında her üç mekanizmanın da atelektaziye yol açtığı saptanmıştır (51). Ancak geniş alveoler yüzey nedeniyle sürfaktan rezervinin fazla olması ve yarı ömrünün uzun olması göz önüne alındığında anesteziye bağlı atelektazi gelişiminde kompresyon ve absorpsiyon mekanizmalarının daha etkili olduğu düşünülmektedir (2, 51).

2.3.2. Perioperatif Atelektazinin Klinik Risk Faktörleri

Atelektazi için risk faktörleri hasta, anestezi ve cerrahi ile ilgili olarak kategorize edilebilir (2).

2.3.2.1. Hasta ile ilişkili risk faktörleri

Yaş, vücut kitle indeksi, solunum sistemini etkileyen hastalıklar gibi birçok faktör atelektazi gelişiminde risk faktörü olarak kabul edilmektedirler (2, 51)

Doğumdan itibaren her yaşta anestezi esnasında atelektazi görülür (2). Özellikle 1-3 yaş arası küçük çocuklarda ve infantlarda göğüs kafesi kompliyansının çok daha yüksek olması, kapanma hacminin yüksek olması gibi sebeplerden atelektazinin yetişkinlerden daha kolay geliştiği gözlemlenmiştir (51, 59). Yetişkinlerde atelektazinin oluşma şiddeti yaş artışından bağımsız olarak gözlenmektedir. 80 yaşın üstündeki hastalarda genç hastalardan daha fazla atelektazi görülmemektedir (51).

Vücut kitle indeksinin artışı (VKİ: ağırlık (kg) / boyun karesi (m²)) ve obeziteyle beraber abdominal ve torasik yağ dokusunda artış meydana gelir. Bu durum toraks duvarından akciğere iletilen kompresif kuvvetler şiddetlenir ve diyaframın daha sefale yerleşmesine neden olur (51). VKİ artışıyla oluşan bu yerleşimin sonucu olarak hastalarda genel anestezi indüksiyonu öncesi ve sonrasında daha yüksek plevral basınç, daha düşük solunum sistemi kompliyansı ve daha düşük fonksiyonel rezidüel kapasite gözlenir (51). Bu durum VKİ yüksek olan hastalarda olmayanlara göre daha fazla pulmoner atelektezi riski ile sonuçlanır (2).

Üst abdominal ve kardiyotorasik cerrahi sonrası gözlenen perioperatif diyafragma disfonksiyonu atelektazi riskini önemli ölçüde artırır (51). Örneğin, ultrasonla ölçülen preoperatif diyafram kalınlaşma fraksiyonu, postoperatif pulmoner atelektazi, pnömoni veya kalp cerrahisi sonrası uzamış mekanik ventilasyonun öngörülmesinde kullanılır (1).

Sekonder intraabdominal hipertansiyon (ileus, asit, tümör, hematoma) plevral basıncı artırır, transpulmoner basınçları azaltır ve özellikle diyafram tonus kaybından sonra supin pozisyonda pulmoner atelektaziyi yüksek oranda hızlandırabilir (1). Hamilelik (üçüncü trimester) benzer şekilde intraoperatif atelektazi riskini artırabilir (1).

Pulmoner inflamasyon ve/veya pulmoner ödem görülen hastalarda, sürfaktan yapısının bozulması, artmış akciğer ağırlığı ve yüksek FiO₂ kullanımı gibi çeşitli mekanizmalar nedeniyle perioperatif pulmoner atelektazi riski önemli ölçüde artmaktadır (1).

Aktif sigara kullanımı mevcut hastalarda, anestezinin neden olduğu intraoperatif atelektazi, perioperatif solunum morbiditesi ve postoperatif pulmoner komplikasyonlar (obstrüktif atelektazi, pnömoni ve atelektazi) ile ilişkilendirilmiştir (1). Sigara içenlerde artan hava yolu sekresyonları bronkospazma ek olarak bronşiyal obstrüksiyona yol açarak akciğer kollapsına katkıda bulunabilir (1).

2.3.2.2. Anestezi ile ilişkili risk faktörleri

Postoperatif atelektazinin uygulanan anestezi tipiyle ilişkisi incelendiğinde; hastanın spontan solunumunun korunmasına ve intravenöz ya da inhalasyon anestetiklerinin kullanılmasına bakılmaksızın genel anestezi sonrasında atelektazi gelişebilmektedir (2). Nonkardiyak cerrahilerde inhalasyon anestezisi, total intravenöz anestezi ile benzer bir pulmoner komplikasyon insidansına sahiptir (58). Nitroz oksit postoperatif atelektazi riskini artırır. Ketaminin tek başına kullanımında göğüs duvarı kas tonusunu koruyarak akciğer kollapsını önlediği belirtilmiştir. Solunum depresan etkileri belirgin olan opioidler solunum kaslarına giden santral nöral yolları inhibe etmektedir (58). CO₂'ye olan duyarlılığı azaltarak solunum depresyonu ve öksürük inhibisyonuna yol açmaktadır. İntraoperatif kullanılan sistemik opioidler doza bağımlı olarak post-operatif atelektaziye neden olmaktadır (58). Nöromusküler blokörler, postoperatif rezidüel nöromusküler blokaj oluşturdukları durumda diyafram disfonksiyonuna atelektaziye katkıda bulunmaktadır (1, 51).

Rejyonel anestezinin atelektaziye etkileri seçilen rejyonel anestezi tipine, uygulanan seviyeye ve motor blokajın olup olmamasına bağlıdır (1). Yüksek seviyeden yapılan santral nöroaksiyal bloklar fonksiyonel rezidüel kapasiteyi %20 oranında azaltabilir. Bu durum atelektazi gelişimine neden olabilir (1, 51, 58). FRK'deki maksimum azalma genel anestezinin ilk birkaç dakikasında ortaya çıkmaktadır (1, 51). Ekstremitelere uygulanan cerrahilerdeki genel anestezinin derinliği ve süresinin atelekteziyi etkilemediği düşünülmektedir (2, 51). Solunum rahatsızlıkları olan hastalarda interskalen blok veya servikal bölgeye uygulanan (örn.; supraklaviküler, servikal pleksus) bloklarda; frenik sinir felci ve hemidiyafragmatik parezi oluşması durumunda ipsilateral atelektazi görülmesi kullanımını sınırlayabilmektedir (1, 51, 58).

Preoksijenizasyon esnasında standart ve yaygın bir uygulama olan yüksek FiO₂ kullanımını atelektazi oluşumu ile ilişkilendirilmiştir (58). Preoksijenizasyonun yapılmadığı durumlarda anestezi indüksiyonundan sonra atelektazi görülmemiştir ancak buna rağmen preoksijenizasyonda yüksek FiO₂ kullanımını yerine düşük bir FiO₂ kullanımını klinik uygulamada yeni bir standart olarak önerilmemektedir (2, 51, 58).

Postoperatif ağrı kontrolü, postoperatif pulmoner komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (58). Ağrı, derin inspirasyonu engelleyerek alınan tidal volümü azaltır ve etkili bir şekilde öksürmeyi engelleyerek genel anestezi ile azalan mukosilyer aktiviteyle yoğunlaşan sekresyonların atılmasını zorlaştırabilir (51, 58). Ağrısı olan hastalar mobilizasyonda ve akciğer ekspansiyon manevralarında güçlük çekerler. Bu durum atelektazi gelişimine katkı sağlamaktadır (51, 58, 60).

2.3.2.3. Cerrahi ile ilişkili risk faktörleri

Hasta pozisyonuna göre bakıldığında oturma pozisyonundan *supine* pozisyona geçiş, intraabdominal organların basısı ile diyaframın sefale kaymasını kolaylaştırarak FRK'de %27'lik bir azalma ile sonuçlanır (58). Trendelenburg pozisyonu ise anestezi altındaki vakalarda dorso-kaudal akciğerlerin kompresyonunu daha da arttırarak FRK'de ek yaklaşık %12'lik azalmaya sebep olmaktadır (58). Buna karşılık 40 derecelik ters trendelenburg pozisyonu özellikle VKİ yüksek hastalarda (örneğin bariatrik ya da laparoskopik cerrahi gibi vakalar esnasında) intraabdominal organ basıncını azaltarak akciğerlere olan basısının belirgin olarak azalmasına neden olur (1, 51). Normalde *prone* pozisyon, spontan nefes alan sağlıklı ve uyanık durumda oturur pozisyondaki insanlarla kıyaslandığında FRK'yi azaltır (51). Genel anestezi altında pron pozisyonda cerrahi uygulanan hastalarda (göğüs ön ve karın duvarı hareketleri kısıtlanması ve akciğer ekspansiyonu ağırlıklı olarak göğüs dorsal duvarı ve diyaframın hareketi ile belirlenmesi, yerçekiminin etkisine maruz kalan bağımlı akciğer kütlelerini azalması ile V/Q alanlarının değişimi, kalp ve karın yapıları tarafından akciğer kompresyonunu azalması gibi sebeplerle) supin pozisyondaki hastalara kıyasla VKİ yüksek hastalarda daha da fazla olmak üzere FRK'yi %53 oranında belirgin şekilde arttırabilir (1, 51). Lateral dekübit pozisyondaki hastalarda akciğer boyutlarındaki farklılıklara rağmen bağımsız akciğerin katkısı sebebiyle sağ

ve sol lateral dekübit pozisyonun etkisi benzerdir ve supin pozisyonla kıyaslandığında daha fazla FRK'ye sahiptir (1).

Pnömooperitonyum, İAP'ı artırarak jukstadiyafragmatik akciğer bölgelerini sıkıştırır, böylece diyaframın sefale yer değiştirmesini kolaylaştırır (51, 58). Peritoneal insuflasyondan bağımsız olarak FRK'yi (obez olmayanlarda yaklaşık %35 ve obezlerde yaklaşık %15), solunum sistemi kompliyansını ve ekspirasyon sonu transpulmoner basıncını azaltır (51, 58). Bu fizyolojik değişiklikler önemli ölçüde daha yüksek atelektazi hacmi ile tutarlı bir şekilde ilişkilidir (1). Bu etki, vücut pozisyonundan bağımsızdır ve insanlarda, nispeten düşük karın içi basıncı (11 mmHg) ile doğrulanmıştır (1, 51, 58).

Kardiyopulmoner bypass operasyonu sürfaktan yapısının bozulması, alveolokapiller membran hasarı ve mukosilyer aktivitenin bozulmasına sebep olarak akciğer iltihabı ve iskemi-reperfüzyon hasarına yol açar (51, 58). Sternotomi ve diyafram disfonksiyonu gibi göğüs duvarı fonksiyonundaki değişiklikler, perioperatif dönemlerde akciğer kompliyansının bozulmasına neden olur (51). Kompliyansın bozulmasıyla artan atelektazi, perioperatif dönemde sık görülen bir hipoksemi nedenidir (1, 51, 58).

Cerrahi uygulanan bölge açısından değerlendirildiğinde örneğin üst batın ve toraksı ilgilendiren operasyonlar solunum fonksiyonlarını genel anesteziden daha çok ve daha uzun süre etkileyebilmektedir (51, 55, 58).

2.3.3 Atelektazinin Tanısı

Perioperatif dönemde akciğerin solunum mekaniklerinde meydana gelebilecek akciğer kompliyansında azalma, oksijenizasyonun bozulması gibi durumlarda öncelikli olarak atelektazi gelişiminden şüphelenmek gerekmektedir (1). Çeşitli yöntemlerle atelektazi tanısı konulabilmektedir (51).

Dispne, takipne, göğüste asimetrik solunum hareketi ve ipsilateral solunum seslerinde azalma gibi klinik bulgular gözlenebilmektedir (51, 58). Atelektazinin akciğerlerin üst loblarında görüldüğü durumlarda bronşiyal solunum seslerinin

duyulması nedeniyle solunum seslerinde azalma olmayabilmektedir. Atelektatik bölümde perküsyonda matite duyulmaktadır (2, 51).

Pulmoner atelektaziye solunum mekaniği ve gaz değişimi gibi fizyolojik parametrelerle tanı koyulabilmesinin yanı sıra atelektazinin doğru tanısı görüntüleme teknikleriyle kanıtlanmalıdır (1, 51).

Göğüs Radyografisi; Akciğerlerin havalanmasındaki azalma röntgenin temel çalışma prensibi olan x-ışınlarının keskinliğinin zayıflamasına neden olmaktadır (1, 51). Akciğer segmentinde veya lobunda görülmesiyle oluşan opasite atelektazinin tipik bir bulgusudur (1). Anteroposterior çekilen akciğer grafisinde dorso-kaudal veya retrokardiyak opasiteler gözden kaçabilmektedir. Mediyastinal ve hemidiyafragmatik kayma durumu da klasik bulgular içerisinde yer almaktadır (1, 51).

Bilgisayarlı Tomografi: Göğüs radyografisine benzer şekilde x-ışını prensibiyle çalışmaktadır ve zayıflatılan üç boyutlu x-ışınlarına yüksek çözünürlüklü kantitatif değerlendirme eklenerek elde edilmektedir (1). Atelektazi tanısının altın standart tanı yöntemidir (51). İnterlobar fissürlerin yer değiştirmesi, mediasten, kalp ve pulmoner hilusun çökmüş alana doğru kayması, ipsilateral diyafram yükselmesi, interkostal boşluk daralması ve kalan havalandırılmış akciğerin aşırı şişmesi lobar atelektazinin tipik bulgularıdır (51). Bronşiyal obstrüksiyon veya kompresif plevral efüzyonu göstermesi nedeniyle atelektazinin nedenini belirlemek için de yararlıdır (1, 51)

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG): x-ışınının kullanılmadığı ve üç boyutlu görüntüleme yapılabilen bir yöntemdir (1). Yapılan klinik çalışmalarda MRG'ye ait T1 ve T2 ağırlıklı görüntüler, BT'ye ait görüntülerle karşılaştırılmış ve atelektazinin teşhisi doğrulanmıştır (1). Su bazlı dokunun tanımlanmasına izin veren T2 ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme, obstrüktif (birikmiş sekresyonlara bağlı) ve obstrüktif olmayan atelektaziden (serbest sıvı ve pnömotoraks) ayırt etmeye önemli ölçüde yardımcı olabilmektedir (1, 51).

Pulmoner ultrason: Günümüzde hem ameliyathanede hem de yoğun bakım ünitelerinde yatak başında atelektazi tanısında yaygın şekilde kullanılmaktadır (1).

Hava güçlü bir ultrason ışını yansıtıcısı olduğundan, akciğer havalanmasının azalması akciğer parankiminin ekojenitesini önemli ölçüde artırarak akciğer konsolidasyonuna benzer şekilde pulmoner atelektazinin, “doku benzeri” veya “hepatize” ultrasonografik yapı gibi görselleşmesini sağlamaktadır(1). Akciğer ultrasonu hem çocuklarda hem de yetişkinlerde pulmoner atelektaziye teşhis etmede oldukça doğru sonuçlar vermektedir (1). Görüntüde artan yoğunluğun önemli nedenlerini (örn. pulmoner konsolidasyon ve plevral efüzyon) ayırt etmek için oskültasyon veya yatak başı radyografisinden daha iyi performans gösterir (51).

Elektrik empedans tomografisi: Akciğer ventilasyonu ve havalandırmasının gerçek zamanlı ve yatak başı değerlendirmesine olanak tanır. Atelektazinin indirek fizyolojik tanı yöntemlerindedir (51). İntraoperatif akciğer havalanımını izlemek ve kişiselleştirmek için bir araç olarak önerilmiştir (1). Atelektazi ile ilişkili olarak havalanmada azalma, havanın yüksek elektriksel empedansa sahip olması nedeniyle akciğer dokusunun elektrik empedansını azaltır (1, 51). Mevcut cihazlar, yaklaşık 10 ila 15 cm kalınlığında bir göğüs kesiti kesitinin değerlendirilmesini sağlar ve bölgesel karşılaştırmalara izin verir (örn. ventral- dorsal veya sağ- sol akciğer) (1). Sinyaller iki boyutlu akciğer şeklindeki bir görüntü olarak temsil edilmektedir (1). Pulmoner konsolidasyonların ve plevral efüzyonun benzer bir sinyal üreterek ayırıcı tanıları önleyebilmesi önemli bir teknik sınırlamasıdır (51).

Solunum sistemi kompliyansının azalması ve sürücü (driving pressure = plato basıncı-PEEP) basıncında gözlenen artış atelektazi tanısında kullanılan indirek fizyolojik belirteçlerdendir (51). İntraoperatif dönemde özellikle sürücü basıncının izlenmesi kolay değerlendirilebilmesi ve prognoz üzerindeki etkileri göz önüne alındığında değerli olarak değerlendirilmektedir. Yapılan geniş tabanlı çalışmalarda (61, 62), 15 cmH₂O ve üzerinde devam eden sürücü basınçları, gözlemlendiği olgularda görülebilecek postoperatif pulmoner komplikasyonlar için eşik değer olarak tanımlanmıştır (62). Kompliyansa görülen azalma ve sürücü basıncındaki artış atelektaziye özgü olmamakla birlikte akciğerin aşırı distansiyonunda da görülmektedir (61). Solunum sistemi mekanikleri hem akciğerler hem de göğüs duvarı tarafından belirlenir (51). Fizyolojik olmayan veya değişken göğüs duvarı mekaniği (ör. obezite,

PNP, abdominal cerrahi) görülen hastalarda solunum sistemi kompliyansı veya sürüş basıncı için mutlak eşiklerin kullanımı sınırlıdır (1, 51).

Transpulmoner basınç, hava yollarının açık kalmasını sağlayan intrapulmoner basınç ile plevral basınç arasındaki fark olarak tanımlanmaktadır (51). Hava yolu basıncı genellikle mevcut olsa da plevral basınç için direkt bir ölçüm yoktur (51). Özofagus basıncı ölçümü, plevral basıncı tahmin etmek için kullanılmaktadır. Elde edilen ölçümün, basıncın değerlendirildiği bölgeyi çevreleyen plevral basınca karşılık geldiği gösterilmiştir (1, 51).

2.4. AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ

18. yüzyılın sonlarına doğru ses dalgalarının ölçülebilmesiyle başlayan ultrason teknolojisinin gelişimi, 20. yüzyılın ortalarına doğru tıp dünyasında kullanılmaya başlanmasıyla birçok branşta hızlı tanı, tedavi ve girişimsel işlemlere olanak sağlamıştır (63–65). Akciğer dokusunun ultrason dalgalarının tamamına yakını yansıtması sebebiyle akciğer görüntülemesinde kullanılamayacağı görüşünün aksine 1990'lı yıllarda Daniel Lichtenstein tarafından kullanılmaya başlanmıştır (63–65).

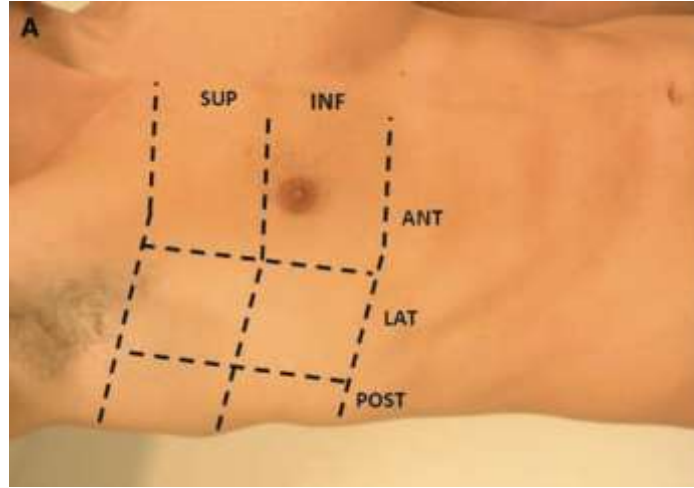
Ultrasonografinin akciğerde kullanılmaya başlanmasıyla başta yoğun bakım olmak üzere Anesteziyoloji ve Reanimasyon hekimlerince atelektazi, plevral efüzyon, konsolidasyon, ARDS, pnömotoraks gibi pek çok patolojinin yatak başında tanısında kullanılmaya başlanmıştır (63, 64). Günümüzde perioperatif dönemde pek çok operasyon sahasında mevcut ultrason teknolojisinin varlığı, taşınabilir olması sebebiyle hızlı ulaşılabilirliği, hasta başında çalışma imkânı sağlaması, radyasyon içermeyen ucuz ve sık tekrarlanabilen bir yöntem olması sebebiyle anesteziistlerce kullanımı yaygınlaşmıştır(63, 66, 67).

2.4.1. Akciğer Ultrasonografi Uygulama Yöntemi

Akciğer ultrasonografisi kendi içerisinde uygulayıcıya bağımlı bir sistematik değerlendirmeye ele alınmaktadır (68). Basit ve portatif ultrason cihazları ile hastalar değerlendirilebilmektedir (69). Uygulamada hasta ve beklenen patoloji özelliklerine

göre derin dokular incelenirken (konsolidasyon, efüzyon) öncelikle düşük frekanslı (1 – 6 MHz) konveks (abdominal) veya mikrokonveks problar kullanılabildiği gibi yüzeysel dokular incelenirken (pnömotoraks) yüksek frekanslı (3-18 MHz) lineer problar da kullanılabilmektedir (66, 68, 70, 71).

Akciğer ultrasonografisi oturur pozisyondaki hastalara uygulanabildiği gibi ameliyathane ve yoğun bakımda en çok karşılaşıldığı üzere öncelikle supin pozisyonundaki hastalara uygulanması önerilmektedir (63, 66). Sagittal ve koronal olmak üzere iki düzlemde görüntüleme yapılabilmektedir (63–65, 72). Ön ve arka aksiller çizgileri anatomik işaretler olarak kullanarak, hemitoraks başına üç alan (anterior, lateral ve posterior) tanımlanabilir (72, 73). Her bölge üst ve alt olmak üzere ikiye ayrılarak her hemitoraksta 6 bölge toplamda ise 12 bölge incelenmektedir (Şekil 2: Volpicelli bölgeleri) (4, 72, 74). Her torasik bölgede ayrı ayrı taranmalıdır. Transdüser enine bir şekilde kesilmiş iki kosta görüntüsünü elde etmek için kostaların uzun eksenine dik olarak yerleştirilmelidir (22, 72). Posterior alanların daha iyi değerlendirilmesi için lateral pozisyon kullanılabilmektedir(72). Posterior süperior alan incelemesi skapulunun görüntüye girmesi sebebiyle yetersiz olabilmektedir (65, 68, 70, 71, 74, 75).

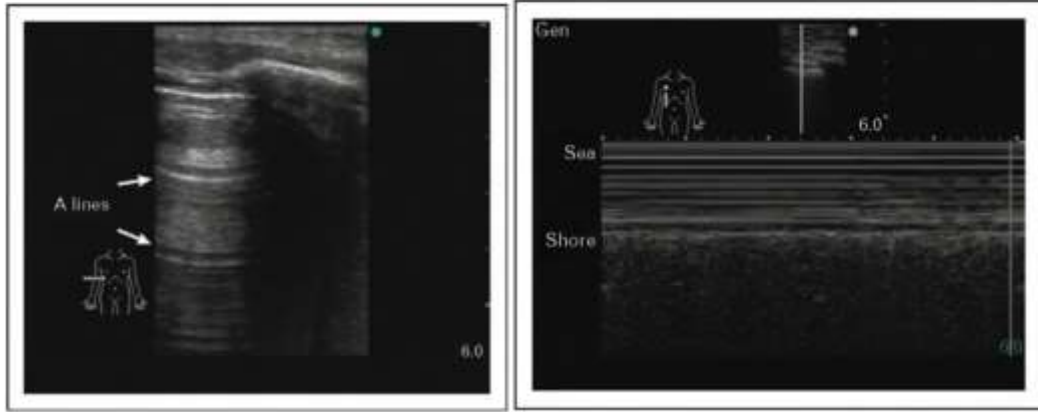


Şekil 2: Volpicelli bölgeleri(75):Her hemitoraks sistematik olarak ön ve arka aksiller çizgilerle belirlenen anatomik işaretlere göre iki *anterior*, iki *lateral* ve iki *posterior* olmak üzere altı bölgeye ayrılır. Her bölge *süperior* ve *inferior* olarak ikiye bölünmüştür.(71)

Beklenen patolojiye bağılı olarak değişmekle birlikte taramanın çoğu iki boyutlu (B Modu: Brightness) olarak yapılmaktadır (71). Bazı durumlarda hareket modu (M Modu) ve renkli Doppler kullanılabilir (70). Hasta supin pozisyondayken öncelikle diyafram ve akciğerler değerlendirilmelidir (63). Dorsal akciğer bölgelerinde olası konsolidasyon ve plevral efüzyon oluşumları değerlendirilmeli ve diyafram tanımlanarak sonrasında karaciğer veya dalaktan kolaylıkla ayırt edilebilmelidir (74). Akciğer patolojisi olmayan hastada B-mod ile uygulanan akciğer ultrasonunda göğüs duvarı yapıları (kostalar, interkostal ve toraks kas grupları, cilt ve cilt altı yağ dokusu) ile iki kosta arasından hiperekojenik lineer yapı olarak plevra net şekilde gözlemlenebilir (74). Göğüs duvarı ve diyaframın hareketi B modunda gözlemlenebilirken M modunda belgelenebilmektedir (64, 71, 74).

2.4.2. Akciğerin Ultrasonografi Bulguları

Ultrasonun akustik sınırlamaları akciğer gibi havadan zengin bir organın değerlendirilmesinde paradoksal olarak tanısal bir avantaj haline gelebilmektedir. Normal olarak havalanan bir akciğerde saptanabilen tek yapı, hiperekoik yatay bir çizgi olarak görüntülenen plevradır (74). Plevral çizgi solunumla eşzamanlı olarak hareket etmektedir (72, 75). B- modda plevranın viseral ve parietal yapraklarının serbest ve yan yana olduklarını gösteren bu yatay hareket “akciğer kayması (lung sliding sign)” olarak adlandırılmaktadır (22, 72). Plevra M-modda incelendiğinde ise deniz kıyısı / kumsal (seashore sign) bulgusu gözlemlenmektedir (74). Plevral hattın yansımaları sonucu düzenli aralıklarla çıkan yatay hiperekoik yansımalar A çizgileri olarak tanımlanmaktadır (74). Plevral hiperekoik görünüm, A çizgileri ve akciğer kaymasının bir arada gözlemlenmesi normal havalanmayı ifade etmektedir (74). Normal akciğer görünümünün yanısıra pnömotaks varlığında da A çizgileri gözlemlenebilmektedir (Şekil 3:(74)) (22, 63, 72, 75).



Şekil 3: A çizgileri ve kumsal 'sea shore' görünümü (74).

Akciğerde havalanmanın azalması ile yoğunluğunun artışıyla çevre dokular ile arasındaki akustik uyumsuzluk azalması ve ultrason ışını kısmen daha derine yansıyabilmesi sonucu B-çizgileri olarak bilinen bazı dikey yankılanma artefaktları oluşmaktadır (Şekil 4:(74)). B-çizgileri, plevral hattın kaynaklanan, solmadan ekranın altına kadar uzanan ve akciğer kayması ile senkron hareket eden lazer benzeri ayırık vertikal hiperekoik artefaktlar olarak tanımlanmaktadır (74). Çoklu B-çizgileri, kuyruklu yıldız artefaktı veya akciğer roket bulgusu olarak da bilinen B çizgileridir (74). Havalanmanın azalma derecesi ve akciğer yoğunluğundaki artış ile sayıları artmaktadır (22, 72, 75).



Şekil 4: B çizgileri (74).

Normal akciğer ultrasonografik görüntüsünde cilt ve cilt altı dokular, kas grupları, iki hipoekoik kosta gölgesi ve arasındaki plevral çizgi görünümü “yarasa işareti- bat sign” olarak adlandırılır (şekil 5: (74)). Görüntüde mevcut akciğer kayma hareketi, A çizgileri, 3’ten az B çizgisi varlığı ve plevral efüzyon bulunmaması karakteristiktir (74).



Şekil 5: yarasa işareti- bat sign (74).

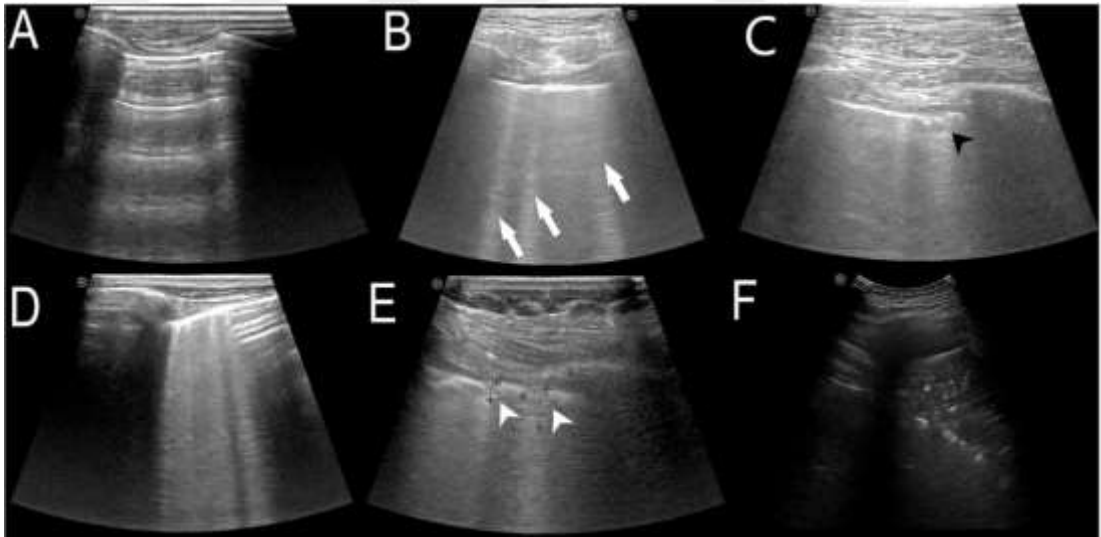
Pnömoni, pulmoner kontüzyon ve lobar atelektazi gibi büyük havalanma kaybı durumlarında oluşan akciğer konsolidasyonlarında, akciğer üzerindeki akustik pencere tamamen açılır ve akciğer, karaciğer veya dalak gibi katı bir parankim olarak doğrudan görüntülenebilir (74). Akciğer konsolidasyonu, enfeksiyöz bir sürecin, kanser ve metastazın lokalizasyonunun, bir kompresyon veya obstrüktif atelektazinin veya torasik travmadaki bir kontüzyonun sonucu oluşabilmektedir (22, 74). Havalanma kaybı sonucu oluşan ultrasonografik görünüm karaciğer parankimini andırır ve "hepatizasyon" bulgusu olarak adlandırılır (22, 74). Hava veya sıvı bronkogramının varlığı veya konsolidasyon içindeki vasküler patern gibi ek sonografik belirteçler konsolidasyonun etiolojisinin belirlenmesine yardımcı olabilmektedir (22, 72, 74).

2.4.3. Ultrasonografi ile Atelektazi Skorlama Sistemi

Günümüzde anestezi ilişkili atelektazinin derecesinin ultrason ile değerlendirilmesi amacıyla çeşitli skorlama sistemleri bulunmaktadır (20). Genel anestezi ile öngörülebilir havalanma azlığının yarı kantitatif ekografik skoru olarak

ifade edilen modifiye akciğer ultrasonu skoru (M-LUS) bunlardan bir tanesidir (20, 69, 76)

Akciğer hemitoraklarına ait bölgeler ultrason ile skorlanırken her bir bölge ayrıntılı taranarak en yüksek skor kaydedilmelidir (20). M-LUS sisteminde her bölge için 0-3 arasında skorlama yapılırken toplam 12 bölge için maksimum skor 36 olarak belirtilmiştir (şekil 6)(20). 2 veya daha az B çizgisinin gözleendiği alanlar normal havalanma olarak değerlendirilerek “0” olarak puanlanır. 3 veya daha fazla B çizgisinin gözleendiği ya da normal plevral çizgiyle ayrılmış 1 veya daha fazla küçük subplevral konsolidasyonların olduğu durumlar hafif havalanma azalması olarak değerlendirilir ve “1” puan alır (20). Orta dereceli havalanma azlığı 2 puanla değerlendirilir ve çok sayıda B çizgileri ya da kalınlaşmış veya düzensiz plevral çizgiyle ayrılmış 1 veya daha fazla küçük subplevral konsolidasyonlar gözlemlenmektedir (20). Ciddi havalanma azlığı ise konsolidasyonların veya 1x2 cm’den daha büyük subplevral konsolidasyonların gözleendiği durumdur ve “3” puan olarak değerlendirilmektedir (20, 66, 69, 72).



Şekil-6 M-LUS: (A) A-çizgileri: plevral çizgiye paralel, puan = 0; (B) beyaz oklarla işaretlenmiş plevral hattın çıkan üçten fazla B çizgisi, puan = 1; (C) Düzenli bir plevral çizgiyle ayrılmış siyah okla gösterilen küçük subplevral konsolidasyon, skor = 1; (D) birleşik patern B-çizgileri, puan = 2; (E) beyaz oklarla gösterilen çoklu subplevral konsolidasyonlar ve düzensiz plevral çizgi, puan=2; (F) arobronkogramlı konsolide akciğer, puan=3 (20, 69, 76).

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma T.C. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Başkanlığı ve Akademik Kurul onayı (Ek:2) (10.05.2022 tarih ve 124396 sayılı karar) ile 14.02.2022 tarihli Sağlık Bilimleri Üniversitesi Prof. Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı (Ek:1) alınarak hazırlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen hastalardan operasyon öncesi yazılı ve sözlü aydınlatılmış onam alınmıştır. Bu çalışma, maddi finansman ile desteklenmemiştir.

Çalışmaya katılan hastaların cerrahi prosedürleri Sağlık Bilimleri Üniversitesi Prof. Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi ameliyathanesinde gerçekleştirilmiştir.

3.1. ÇALIŞMAYA DAHİL EDİLME HARİÇ TUTULMA KRİTERLERİ

Sağlık Bilimleri Üniversitesi İstanbul Prof. Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi Ameliyathanesi'nde Şubat 2022- Mayıs 2022 tarihleri arasında planlı laparoskopik kolesistektomi uygulanan 18 yaş üstü 65 yaş altı ASA 1-2 ("American Society of Anesthesiologists") 112 gönüllü hasta ile gerçekleştirildi. Hastalardan 4'ünde cerrahi nedenlerle (batın içi dokularda yapışıklık) laparoskopi sonlandırılarak açık kolesistektomi prosedürüne geçiş yapılmasıyla 108 gönüllü hasta değerlendirilmeye alındı.

Dahil Edilme Kriterleri:

- Çalışmaya katılmayı onaylayanlar
- Laparoskopik kolesistektomi operasyonu planlanan hastalar
- 18 yaş üstü 65 yaş altı hastalar
- ASA 1-2 hastalar

Hariç Tutulma Kriterleri:

- Çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar

-18 yaş altı 65 yaş üstü hastalar

-ASA 3 ve üzeri hastalar

-VKİ>35 kg/m² olan hastalar

-Bilinen akciğer ve kardiyak hastalık öyküsü bulunan hastalar

-Preoperatif değerlendirmede solunumsal patolojik bulgusu olan hastalar

3.2.ÇALIŞMA DİZAYNI

Prospektif gözlemsel olarak planlanan çalışmamızda sorumlu anesteziistin genel anestezi sırasında tercih ettiği ventilasyon stratejisine göre (VCV/VG-PCV) hastalar iki ana grupta toplandı.

VCV modu kullanılan (grup:1, n:54) grup ve VG-PCV modu (grup:2, n:54) olmak üzere planlanan ana grupların kendi içerisinde cerrahi ekibin tercih ettiği insüflasyon basıncına göre düşük (6-10 mmHg) ve normal (11-15) olarak alt gruplarda incelenmesi planlandı. Her grup için planlanan sayıya ulaşıldığında çalışma sonlandırıldı.

Hastaların öyküleri, fizik muayeneleri ve laboratuvar bulgularını içeren rutin anestezi öncesi değerlendirilmesi anesteziyoloji polikliniğinde görevli doktorlar tarafından yapılarak hastalar anestezi hakkında bilgilendirildi.

3.3. ANESTEZİ YÖNETİMİ

Hastalar ameliyathane preoperatif hazırlık odasında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilmiş, çalışmaya katılmayı kabul eden hastalardan aydınlatılmış onamları alınmıştır. Hastaların kişisel verilerinin gizliliği dikkate alınarak yaş, cinsiyet, ek hastalık, VKİ, sigara kullanım öyküsü, Covid-19 geçirme öyküsü gibi bilgiler sorgulanarak kayıt altına alınmıştır.

Gönüllü hastalara hazırlık odasında LUS yapıldıktan sonra 0,03 mg/kg midazolam intravenöz olarak verilerek operasyon masasına transfer edilmişleridir.

Hastaların operasyon öncesinde LUS, ortalama kan basıncı, kalp atım hızı, SO_2 , PaO_2 , $PaCO_2$, PaO_2/FiO_2 değerleri kaydedilmiştir.

Hastalar operasyon masasına alınarak pulse oksimetre, non-invaziv kan basıncı ve elektrokardiyografi monitorizasyonları yapıldıktan sonra üç dakika süre ile %100 oksijen ile preoksijenize edildi. Süreyi takiben intravenöz olarak 1-2 mcg/kg fentanil, 1-2 mg/kg propofol, 0,6 mg/kg rokuronyum ile anestezi induksiyonu yapıldı. 120 saniye süre ile %80 FiO_2 ve 8 lt/dk akım hızı ile elle ventilasyonu takiben, orotrakeal entübasyon sağlandı. GE Avance CS2 model anestezi cihazı kullanılarak sorumlu anestezi ekibinin tercihinine göre VG-PCV veya VCV modda, TV 6-8 ml/kg, İ/E oranı 1/2 ve PEEP 5 mmHg (77) olacak şekilde ventilasyon parametreleri ayarlandı. Lokal anestetik (1-2 ml %2 lidokain) uygulaması sonrası radial arter kanülü takılarak, invaziv arter basıncı monitörize edildi. Anestezi idamesi %40 oksijen-hava karışımı içinde %2 sevofluran, ve remifentanil infüzyonu (0,05-0,2 mcg/kg/dk) ile sağlandı. Cerrahi tamamlanıncaya kadar sıvı tedavisi olarak 1-2 ml/kg/sa hızla kristalloid replasmanı uygulandı. Hastaların orotrakeal entübasyonundan yaklaşık 5 dk sonra hastaların ortalama arter basıncı, kalp atım hızı, SO_2 , PaO_2 , $PaCO_2$, PaO_2/FiO_2 , P_{peak} , P_{plat} , C_{dyn} , Et- CO_2 ve solunum frekans (f) değerleri kaydedildi.

Operasyonda pnömoperitonyum süresince hastalar ters Trendelenburg pozisyonunda tutuldu. Pnömoperitonyumun 15. dakikasında karbondioksit insüflasyon basıncı, P_{peak} , P_{plat} , C_{dyn} , Et- CO_2 ve solunum frekans (f) değerleri kayıt altına alındı.

Pnömoperitonyumun 30. dakikasında hastaların ortalama arter basıncı, kalp atım hızı, SO_2 , PaO_2 , $PaCO_2$, PaO_2/FiO_2 , P_{peak} , P_{mean} , C_{dyn} , Et- CO_2 ve solunum frekans (f) değerleri kaydedildi.

Hastaların operasyon sonu anestezi sonlandırılmadan önceki ortalama arter basıncı, kalp atım hızı, SO_2 , PaO_2 , $PaCO_2$, PaO_2/FiO_2 , P_{peak} , P_{mean} , C_{dyn} , Et- CO_2 ve solunum frekans (f) değerleri kaydedildi.

Safra kesesinin çıkarılmasıyla eş zamanlı olarak iv 1 mg/kg tramadol ve 1 gr parasetamol uygulanarak analjezi sağlanan hastalara bulantı kusma profilaksisi amacıyla intravenöz olarak 8 mg ondansetron yapıldı. Nöromusküler blokajı geri döndürmek için iv 4 mg/kg sugammadex verilerek hastalar ekstübe edildi. Ekstübasyon sonrası derlenme ünitesine transfer edilen hastalar takibe alındı.

Derlenme ünitesinde ağrı kontrolü sağlanan hastaların operasyon sonrası 30-40.dksında LUS ile değerlendirilmesi ile eş zamanlı olarak ortalama kan basıncı, kalp atım hızı ve SO₂ değerleri kaydedildi.

Hastaların PNP ve anestezi süreleri, intraoperatif yapılan sıvı tedavisi, intraoperatif kanama miktarları ve hastanede kalış süreleri kayıt altına alındı.

Çalışmanın birincil sonlanma noktası laparoskopik kolesistektomi cerrahisi geçiren hastalarda, VCV ve VG-PCV modlarının M- LUS ile karşılaştırılması olarak belirlendi. İkincil sonlanma noktaları ise M-LUS Skoru ile PaO₂/FiO₂ arasındaki ilişkinin incelenmesi, VG-PCV ve VCV gruplarının grup içi ve gruplar arası perioperatif dönemdeki değişikliklerle beraber meydana gelen hemodinamik (OAB, KAH) ve solunumsal (P_{peak}, P_{mean}, C_{dyn}, PaO₂, PaO₂/FiO₂ değeri) parametreler ile CO₂ insüflasyon basıncının ilişkisinin incelenmesidir.

3.4. AKCİĞER USG UYGULAMA TEKNİĞİ VE SKORLAMA

Akciğer ultrasonografisi Mindray Diagnostik Ultrason Sistemi Model No: DC-7 cihaz ve 2-5 MHz konveks prob ile yapıldı. Toraks hem sağ hem de sol akciğer alanlarında ön ve arka aksiller çizgileri anatomik işaretler olarak kullanarak, hemitoraks başına üç bölge (anterior, lateral ve posterior) tanımlandı. Her bölge üst ve alt olmak üzere ikiye ayrılarak her hemitoraksta 6 bölge toplamda ise 12 bölge incelendi (Şekil-2) (Tablo:1).

Tablo 1:Modifiye LUS

Skor	Havalanma azlığı	Bulgular
0	Normal	2 veya daha az B çizgisinin varlığı
1	Hafif	3 ve daha fazla B çizgisi veya normal plevra çizgisiyle ayrılmış 1 veya daha küçük subplevral konsolidasyonlar
2	Orta	Çok sayıda birleşmiş B çizgileri veya kalınlaşmış veya düzensiz plevra çizgileriyle ayrılmış 1 veya daha fazla küçük subplevral konsolidasyonlar
3	Ciddi	Konsolidasyonlar veya 1x2 cm'den büyük subplevral konsolidasyon

3.5. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM

Verilerin analizi SPSS (statistic package for social sciences, Chicago, IL, USA) 22.0 paket programı ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama \pm standart sapma ve ortanca(minimum-maksimum), kategorik değişkenler için ise sayı ve yüzde olarak gösterildi. Shapiro Wilk testiyle sürekli değişkenlerin dağılımının normale yakın olup olmadığı değerlendirildi. Bağımsız sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında verilerin normal dağılıma uyduğu durumlarda bağımsız değişkenlerde t testi, normal dağılım göstermediği durumlarda Mann Whitney U testi uygulandı. Bağımlı değişkenlerin karşılaştırılmasında Wilcoxon testi uygulandı. Kategorik değişkenlerin analizi Ki-kare testi ile yapıldı. $p < 0,05$ değeri anlamlı olarak kabul edildi.

Örneklem Büyüklüğü: Araştırmada çalışmanın gücü G Power 3.1.9.2 paket programı ile hesaplanmıştır. “Geriatrik hastalarda basınç kontrollü ventilasyon-hacim garantili veya hacim kontrollü ventilasyonun akciğer ultrason skoruna dayalı perioperatif değerlendirmesi: prospektif randomize kontrollü bir çalışma” isimli

Çalışmadan elde edilen istatistiklere dayanılarak örneklem büyüklüğü hesaplandı. Yapılan power analize göre etki büyüklüğü $d=0.639$ için %5 hata payı ile evreni %95 kuvvetle temsil edecek örneklem büyüklüğü minimum 108 kişi olarak hesaplandı.



4. BULGULAR

Çalışmaya 54 hasta Grup-VCV’de 54 hasta Grup-VG-PCV olmak üzere 108 hasta dahil edildi. Hastaların yaş ortalaması Grup-VCV’de 47,33±10,91, Grup-VG-PCV’de 46,98±11,98 idi. Grup-VCV’deki hastaların 35’i (%64,8) kadın, 19’u (%35,2) erkek, Grup-VG-PCV’deki hastaların ise 45’i (%83,3) kadın 9’u (%16,7) erkekti. Kadın hastaların oranı Grup-VG-PCV’de Grup-VCV ‘ye anlamlı olarak daha yüksekti. Her iki gruptaki hastaların boy, kilo ve VKİ değerleri benzerdi. Covid-19 geçirme öyküsü açısından her iki gruptaki hastalar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Grup-VCV’de 22 hasta sigara içerken, Grup-VG-PCV’de sigara içen hasta sayısı 9’du ve aradaki fark anlamlı idi. Tablo 2’de hastaların demografik verilerin dağılımı görülmektedir.

Tablo 2: Demografik veriler

Değişken	Grup-VCV (n=54)	Grup-VG-PCV (n=54)	p
Yaş (yıl)	47,33±10,91	46,98±11,98	*0,871
Cinsiyet			
Kadın	35 (%64,8)	45 (%83,3)	**0,028
Erkek	19 (%35,2)	9 (%16,7)	
Boy(cm)	165(150-185)	163(150-180)	***0,906
Ağırlık (kg)	76,5(52-110)	79(55-99)	***0,900
VKİ (kg/m ²)	27,5(19-33)	28,4(19-34)	***0,414
COVID-19 Geçirme Öyküsü			
Yok	33	31	
Var (Hafif Hastalık)	20	22	**0,924
Var (Hastane Yatışı Olmuş)	1	1	
Sigara öyküsü			
Non-smoker	24	41	
Ex-smoker	8	4	**0,004
Smoker	22	9	

Veriler ortalama ±SS, ortanca (min-maks), sayı (%) şeklinde gösterilmiştir.

* Bağımsız değişkenlerde t testi

** Ki-kare testi

*** Mann Whitney U test

Anestezi süresince Grup-VCV'deki hastalara ortalama 750 ml, Grup-VG-PCV'deki hastalara ortalama 700 ml sıvı resüsitasyonu yapıldı. İntraoperatif kanama miktarı her iki grupta benzerdi. Operasyon süresi Grup-VCV'de ortalama 59 dakika, Grup-VG-PCV'de ortalama 35 dakika idi ve grup Grup-VCV'de anlamlı olarak daha yüksekti. Grup-VCV'deki hastalara ortalama 38 dakika pnömoperitonyum uygulanırken, Grup-VG-PCV'deki hastalara ortalama 22 dakika pnömoperitonyum uygulandı. İki gruptaki hastaların ortalama hastanede kalış süreleri benzerdi (Tablo 3).

Tablo 3: Hastalara ait intraoperatif sıvı resüsitasyonu, kanama ve sürelerin gruplar arasında karşılaştırılması

	Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			p
	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	
İntraoperatif Sıvı Miktarı (ml)	750	470	1450	700	450	1000	0,007
İntraoperatif Kanama Miktarı (ml)	0	0	200	0	0	100	0,708
Pnömoperitonyum Süresi (dk)	38	22	110	32	22	60	0,022
Operasyon Süresi (dk)	59	40	150	50	35	90	<0,001
Hastanede Kalış Süresi (gün)	2	1	5	2	1	4	0,116

Mann Whitney U Test

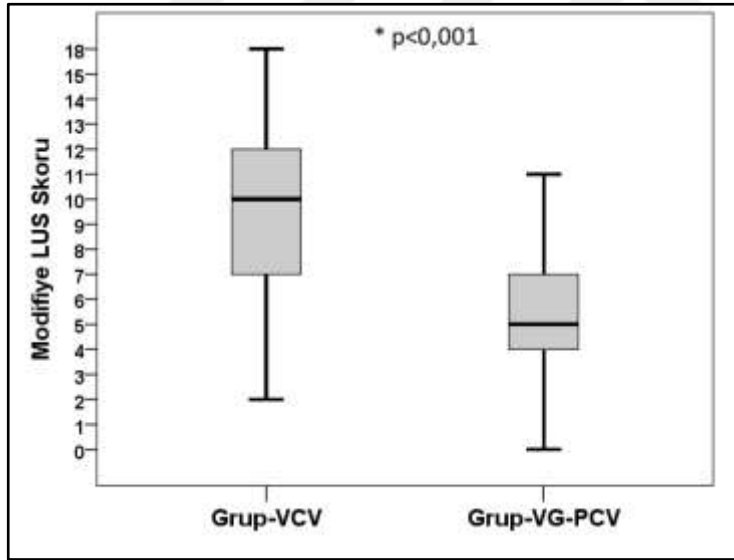
Hastaların preoperatif M-LUS skoru Grup-VCV'de ortalama 0(0-2), Grup-VG-PCV'de ortalama 0(0-4) idi ve iki grup arasında anlamlı bir fark yoktu. Modifiye LUS skoru postoperatif dönemde preoperatif döneme göre Grup-VCV'de ve Grup-VG-PCV'de anlamlı düzeyde artış gösterdi (Tablo 4). Grup-VCV'de Modifiye LUS skoru ortalama 10 (2-18) ve Grup-VG-PCV'de ortalama 5 (0-14) idi ve grup Grup-VCV'de VG-PCV'ye göre anlamlı olarak daha yüksekti (Şekil 7).

Tablo 4: Toplam Modifiye LUS skorunun preoperatif ve postoperatif dönemde gruplar arasında dağılımı

	Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			**p
	Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
PREOPERATİF M-LUS	0	0	2	0	0	4	0,490
POSTOPERATİF M-LUS	10	2	18	5	0	14	<0,001
*p	<0,001			0,001			

* Wilcoxon Signed Ranks test

** Mann Whitney U test



Şekil 7: Postoperatif Modifiye LUS Skorunun gruplar arasında dağılımı.

* Mann Whitney U Test

Tablo 5’te sağ ve sol akciğerlerin preoperatif ve postoperatif LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı görülmektedir. Sağ akciğer ve sol akciğerlerin ayrı ayrı modifiye LUS skorları preoperatif dönemde iki grup arasında benzerdi. Her iki taraf akciğerde postoperatif dönemde preoperatif döneme göre toplam modifiye LUS skorunda anlamlı bir artış oldu. Postoperatif toplam modifiye LUS skoru hem sağ akciğerde hem de sol akciğerde Grup-VCV’de anlamlı olarak daha yüksekti.

Tablo 5: Sağ ve sol akciğerlerin preoperatif ve postoperatif LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı

	Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			**p
	Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
SAĞ PREOP M-LUS	,00	,00	5,00	,00	,00	2,00	0,238
SAĞ POSTOP M-LUS	4,00	,00	9,00	2,00	,00	6,00	<0,001
*p	<0,001			<0,001			
SOL PREOP M-LUS	,00	,00	1,00	,00	,00	2,00	0,360
SOL POSTOP M-LUS	5,00	,00	9,00	3,00	,00	8,00	<0,001
*p	<0,001			<0,001			

* Wilcoxon Signed Ranks test

** Mann Whitney U test

Tablo 6’da Akciğerlerin anterior, lateral ve posterior LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı görülmektedir. Preoperatif dönemde akciğerlerin anterior toplam modifiye LUS skorları, lateral toplam modifiye LUS skorları ve posterior toplam modifiye LUS skorları açısından Grup-VCV ve Grup-VG-PCV arasında anlamlı bir fark yoktu. Her iki grupta da postoperatif dönemde akciğerlerin anterior, lateral ve posterior LUS skorlarında preoperatif döneme göre anlamlı bir artış oldu.

Tablo 6: Akciğerlerin anterior, lateral ve posterior LUS skorlarının gruplar arasında dağılımı

	Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			**p
	Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
ANTERİÖR PREOP M-LUS	,00	,00	1,00	,00	,00	,00	0,155
ANTERİÖR POSTOP M-LUS	1,00	,00	5,00	,00	,00	1,00	<0,001
*p	<0,001			0,025			
LATERAL PREOP M-LUS	,00	,00	1,00	,00	,00	4,00	0,421
LATERAL POSTOP M-LUS	3,00	,00	7,00	1,00	,00	5,00	<0,001
*p	<0,001			<0,001			
POSTERİÖR PREOP M-LUS	,00	,00	4,00	,00	,00	2,00	0,315
POSTERİÖR POSTOP M-LUS	6,00	2,00	9,00	4,00	,00	8,00	<0,001
*p	<0,001			<0,001			

* Wilcoxon Signed Ranks test

** Mann Whitney U test

Grup-VCV’de düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) ve yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorları arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Grup-VG-PCV preoperatif dönemde düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) ve yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların toplam modifiye LUS skorları benzerdi. Grup-VG-PCV postoperatif dönemde yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların toplam modifiye LUS skorları düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) uygulanan hastalardan anlamlı olarak daha yüksekti (Tablo 7).

Tablo 7: Düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) ve yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorlarının dağılımı

		İnsüflasyon basıncı ≤ 10 mmHg			İnsüflasyon basıncı > 10 mmHg			p
		Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
Grup-VCV	PREOP M-LUS	0	0	2	0	0	2	0,655
	POSTOP M-LUS	9	2	14	10	3	18	0,721
Grup-VG-PCV	PREOP M-LUS	0	0	4	0	0	2	0,556
	POSTOP M-LUS	4	0	11	6	0	14	0,037

Grup-VCV ve Grup-VG-PCV’de VKİ <30 kg/m² ve VKİ≥30 kg/m² olan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorları arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Tablo 8’de VKİ <30 kg/m² ve VKİ≥30 kg/m² olan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki toplam modifiye LUS skorlarının dağılımı görülmektedir.

Tablo 8: VKİ <30 kg/m² ve VKİ≥30 kg/m² olan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki M-LUS skorlarının dağılımı

	VKİ<30 kg/m ²			VKİ≥30 kg/m ²			P	
	Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum		
Grup-VCV	PREOP M-LUS	0	0	2	0	0	1	0,794
	POSTOP M-LUS	10	2	15	9	4	18	0,714
Grup-VG-PCV	PREOP M-LUS	0	0	2	0	0	4	0,928
	POSTOP M-LUS	4	0	11	7	0	14	0,056

Hastalarda anestezi sırasında preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30.dakikası, ve ekstübasyon öncesi ölçülen hava yolu basınçlarının dağılımı Tablo 9’da görülmektedir. P_{PEAK} ve P_{PLATO} basınçları ölçüm yapılan tüm zamanlarda Grup-VCV’de Grup-VG-PCV’ye göre anlamlı olarak daha yüksek saptandı. Gruplar arasında kompliyans ve solunum sayısı değerleri açısından anlamlı fark yoktu.

Tablo 9: Hastalarda preoperatif, entübasyondan hemen sonra, pnömoperitonyumun 30.dakikası ve ekstübasyon öncesi ölçülen hava yolu basınçlarının dağılımı

		Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			P
		Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
P _{PEAK}	T1	18	13	28	16	13	21	0,007
	T2	22	17	30	20	15	24	<0,001
	T3	22	18	30	20	15	25	<0,001
	T4	20	15	29	18	14	22	0,003
P _{PLATO}	T1	16	11	23	15	11	20	0,011
	T2	21	10	28	18	14	22	<0,001
	T3	21	15	28	19	14	23	<0,001
	T4	18	11	27	16	13	21	0,001
KOMPLİYANS	T1	44	28	110	44	30	64	0,717
	T2	34	22	89	36	21	54	0,614
	T3	35	21	88	36	22	50	0,534
	T4	39	28	98	40	30	56	0,924
SOLUNUM SAYISI	T1	12	11	16	12	12	16	0,504
	T2	14	11	16	13	11	17	0,246
	T3	14	12	16	14	10	18	0,132
	T4	14	12	16	13	10	16	0,303

T1: Preoperatif, T2: Entübasyon sonrası, T3: Pnömoeritonyumun 30.dakikası, T4: Ekstübasyon öncesi

EtCO₂, PaO₂, PaCO₂ ve P/F değerlerinin dağılımı Tablo 10'da görülmektedir. Preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30. dakikası, ve ekstübasyon öncesi EtCO₂, PaO₂, PaCO₂ ve P/F değerleri her iki grupta benzerdi.

Tablo 10: Hastaların preoperatif, entübasyondan hemen sonra, pnömoperitonyumun 30.dakikasında ve ekstübasyon öncesi ölçülen gaz basınçlarının dağılımı

		Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			p
		Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum	
EtCO ₂	T1	34	30	40	34	29	38	0,132
	T2	35	30	42	36	29	41	0,754
	T3	36	32	39	35	32	42	0,945
	T4	35	31	42	35	30	39	0,548
PaO ₂	T1	81,2	72,0	88,0	82,0	71,0	90,0	0,161
	T2	165,0	95,3	265,0	167,4	100,0	227,0	0,171
	T3	156,0	79,6	232,0	159,1	89,0	201,0	0,339
	T4	160,0	91,0	250,0	153,0	90,0	182,4	0,221
PaCO ₂	T1	35,4	32,0	38,0	34,8	32,0	36,2	0,012
	T2	35,0	30,0	44,8	34,0	30,0	44,0	0,037
	T3	37,0	26,0	57,0	36,0	30,0	42,0	0,058
	T4	36,8	30,0	50,0	36,4	30,0	44,0	0,496
P/F	T1	388,80	342,80	499,00	395,43	333,30	476,00	0,093
	T2	387,50	226,00	776,00	420,00	250,00	567,00	0,892
	T3	381,55	200,00	716,00	402,50	222,50	524,50	0,006
	T4	382,75	227,50	625,00	385,00	225,00	490,00	<0,001

T1: Preoperatif, T2: Entübasyon sonrası, t3: Pnömoperitonyumun 30.dakikası, T4: Ekstübasyon öncesi

Preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30. dakikası, ve ekstübasyon öncesi SPO₂ değerleri Grup-VG-PCV’de anlamlı olarak daha yüksekti. Kalp hızı ve ortalama kan basıncı açısından gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Tablo 11).

Tablo 11: Preoperatif, entübasyon sonrası, pnömoperitonyumun 30.dakikası, ve ekstübasyon öncesi SPO₂, kalp hızı ve ortalama kan basıncı dağılımı

	Grup-VCV (n=54)			Grup-VG-PCV (n=54)			P	
	Ortanca	Minimum	Maksimum	Ortanca	Minimum	Maksimum		
SPO ₂	T1	99	96	100	99	97	100	0,006
	T2	99	95	100	99	99	100	<0,001
	T3	99	95	100	99	97	100	0,009
	T4	99	96	100	99	97	100	0,035
KALP HIZI	T1	78	59	120	86	62	115	0,107
	T2	84	55	113	85	63	110	0,561
	T3	77	58	105	79	60	96	0,224
	T4	79	56	108	78	57	98	0,949
ORTALAMA KAN BASINCI	T1	95	68	121	98	78	120	0,272
	T2	95	68	128	90	66	112	0,110
	T3	90	7	124	90	71	111	0,822
	T4	92	68	120	91	70	113	0,696

T1: Preoperatif, T2: Entübasyon sonrası, T3: Pnömoperitonyumun 30.dakikası, T4: Ekstübasyon öncesi

5. TARTIŞMA

Laparoskopik kolesistektomi, minimal invaziv yöntem olması ve açık kolesistektomiyle karşılaştırıldığında PPC riskini altı kat azaltması nedeniyle cerrahi tedaviler arasında ilk seçenektir (32, 78, 79). Operasyon sırasında uygulanan ters trendelenburg pozisyonu havayolu basınçlarının azalmasını sağlasa da laparoskopi tekniğinin yapıtaşı olan PNP önemli kardiyο-respiratuar yan etkilere neden olabilmektedir (8, 9, 42). Bu nedenle laparoskopik kolesistektomilerde perioperatif dönemde görülebilecek pulmoner komplikasyonların ve hemodinamik değışikliklerin olasılığını en aza indirecek ventilasyon stratejilerinin belirlenmesi önem kazanmaktadır (8, 28, 43, 80).

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle hedef TV oluşturabilen VG-PCV modları kullanılmaya başlanmıştır (14, 47). Volüm kontrole modlar basınç kontrole modlarla karşılaştırıldığında daha yüksek havayolu basınçlarına neden olabilmektedir (13, 47, 81). İntraoperatif dönemde yüksek havayolu basınçlarının görülmesi, PPC ve atelektazi riskini arttırabilmektedir (14, 43). Atelektazi, genel anestezinin en sık postoperatif pulmoner komplikasyonlarından biridir ve her türlü cerrahide ve her yaştaki hastada görülebilmektedir (7, 82). Pulmoner atelektaziye solunum mekaniği ve gaz değışimi gibi fizyolojik parametrelerle tanı koyulabildiği gibi tanıyı doğrulamak amacıyla görüntüleme teknikleri de kullanılmaktadır(1, 83). Pulmoner patolojilerin teşhisi için göğüs ultrasonuna odaklanan birkaç sistematik derleme, akciğer ultrasonografisinin akciğer hastalıklarının teşhisinde değerli bir araç olduğunu ortaya koymaktadır(84–86). Akciğer ultrasonunun kolay, hasta başında ve hızlıca uygulanabilmesi akciğer patolojilerini değerlendirmek için güçlü bir yöntem haline gelmesini sağlamıştır (66, 69, 72).

Akciğer ultrasonografisinin hasta başı kullanımıyla atelektazinin postoperatif erken dönemde saptanması ve erken dönemde tedavisiyle hastalarda postoperatif dönemde gelişebilecek mortalite ve morbiditenin azaltılabileceği düşünülmektedir. Literatürde laparoskopik kolesistektomi cerrahisi esnasında genel anestezide tercih edilen ventilasyon stratejisinin postoperatif atelektaziye etkisini belirlemek amacıyla akciğer ultrasonu ile değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu

gerekçeyle tez çalışmamızın amacı, laparoskopik kolesistektomi cerrahisi geçiren hastalarda VG-PCV ve VCV modlarının M-LUS Skoru, oksijenlenme ve mekanik ventilasyon ölçümleri açısından karşılaştırılması ve hastalarımız için optimal ventilasyon modunun seçilmesinde yol gösterici olmasıdır.

Çalışmamızda literatür taraması yapılırken basınç ve volüm kontrol modlarını kıyaslayan çalışmalarla birlikte laparoskopik cerrahi geçiren farklı hasta gruplarını da kapsayacak şekilde çalışmalar incelenerek ilişkili yazıların sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

Laparoskopik kolesistektomi vakalarında kullanılan VCV, PCV, VG-PCV modlarının solunumsal ve hemodinamik parametrelere etkisini inceleyen 2018 yılında yapılmış (43) randomize kontrollü çalışmada, benzer hasta profilinde ve benzer zamanlarda kaydedilen veriler karşılaştırıldığında üç grup arasında hemodinamik parametreler açısından çalışmamızda olduğu gibi anlamlı fark gözlenmemiştir. Çalışmamızdan farklı olarak P_{mean} değerleri kaydedilmiş ve sonuçların üç grupta da benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmamızda da olduğu gibi P_{peak} değerleri, VG-PCV ve PCV gruplarına kıyasla VCV grubunda önemli ölçüde yüksek saptanmıştır. PCV ve VG-PCV modlarında, P_{peak} ile ters orantılı olan dinamik kompliyans değerleri çalışmamızdan farklı şekilde, VCV'den istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur.

Elektif operasyonların incelendiği 2021 yılında yayınlanan sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, (87) VCV ve VG-PCV modları incelenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde genel anestezi altında elektif cerrahi geçiren yetişkinlerde VG-PCV modunun gelişmiş hava yolu basınçları ve arteriyel kan gazı değerleri açısından faydalı olabileceği hipotezinden yola çıkarak yapılan çalışmalar derlenmiştir. 17 çalışmanın yer aldığı meta-analizde toplam 929 hasta değerlendirilmiştir. 15 çalışmada yer alan P_{peak} değerleri, supin pozisyonda VG-PCV modu VCV ile karşılaştırıldığında çalışmamızda olduğu gibi anlamlı derecede daha düşük olarak gözlemlenmiştir. Benzer şekilde 9 çalışmada yer alan P_{plato} değerleri, VG-PCV modunda anlamlı derecede daha düşük olarak saptanmıştır. Çalışmamızdan farklı olarak C_{dyn} VG-PCV lehine anlamlı derecede yüksek olarak değerlendirilmiştir.

Pnömooperitonyum olmaksızın 15 çalışmada yer alan PaO₂, PaCO₂ değerleri arasında iki grupta anlamlı fark saptanmamıştır. Çalışmamızda intraoperatif mekanik ventilatör ayarlarının takibi ve düzenlenmesiyle PNP etkisiyle görülmesi muhtemel olan oksijenizasyonun azalması ve parsiyel karbondioksit basıncının artışı durumlarının önüne geçilmiş ve benzer şekilde PaO₂, PaCO₂ değerleri arasında iki grup arasında anlamlı fark gözlemlenmemiştir. Yapılan sistematik derleme ve meta-analiz sonuçları incelendiğinde çalışmamızla benzer doğrultuda VG-PCV'nin VCV'ye kıyasla daha düşük P_{peak} ve P_{plato} değerlerine sahip olması sebebiyle oluşabilecek ventilatör kaynaklı akciğer hasarı riskini azaltabileceği düşünülmüştür.

Yayınlanan bir diğer meta-analizde (88), PCV ile VCV'nin solunumsal ve hemodinamik parametrelere etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar taranmış ve yayımlanmış 8 çalışmanın sonuçları değerlendirilmiştir. Değerlendirilen 8 çalışmada çalışmamızla benzer şekilde laparoskopik teknikle yapılan ancak farklı (kolesistektomi, jinekolojik ameliyatlara, radikal prostatektomi) operasyonları da içeren yayınlar, solunumsal ve hemodinamik parametreler açısından değerlendirilmiştir. Perioperatif dönemde elde edilen veriler incelendiğinde iki grup arasında çalışmamıza benzer şekilde hemodinamik verilerde fark görülmemiştir. Solunumsal verilerde ise PCV grubunda daha düşük P_{peak}, P_{mean}, daha yüksek C_{dyn}, daha düşük hava yolu rezistansı ve daha yüksek EtCO₂ değerleri gözlemlenmiştir. Çalışmamızla karşılaştırıldığında P_{peak} değerleri benzer sonuçlar verirken çalışmamızdaki C_{dyn} değerleri incelendiğinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemekle birlikte VG-PCV grubunda C_{dyn} değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. İki çalışma arasında C_{dyn} değerlerinin görece farklı çıkmasının örneklem büyüklüğü ve vaka pozisyonlarının farklılığı nedeniyle ortaya çıktığını düşünmekteyiz.

Laparoskopik *sleeve* gastrektomi uygulanan hastalarda 2022 Nisan ayında yapılan prospektif randomize çalışmada (89) PCV, VG-PCV ve VCV modları karşılaştırılmış ve çalışmamıza benzer şekilde pnömooperitonyum ile mekanik ventilasyon stratejilerinin intraoperatif parametrelere etkisi incelenmiştir. Bilinen solunumsal patolojisi olmayan, çalışmamızdan farklı olarak obez (VKİ: 35-40 kg/m²) hastalar ile yapılan çalışmada çalışmamıza benzer şekilde pnömooperitonyum

öncesinde, pnömoperitonyumun 15. dakikasında ve desüflasyondan 5 dk. sonra veriler kayıt altına alınmıştır. VG-PCV ve PCV grupları VCV grubu ile karşılaştırıldığında çalışmamıza benzer şekilde P_{peak} anlamlı derecede düşük saptanırken farklı olarak C_{dyn} anlamlı derecede yüksek olarak saptanmıştır. Diğer parametrelerde ise anlamlı fark bulunmamıştır.

Laparoskopik koledok eksplorasyonu uygulanacak 60-80 yaş aralığında 80 hastada yürütülen prospektif randomize (90) bir çalışmada, VG-PCV ile VCV modlarının intraoperatif parametrelere etkisi incelenmiştir. Bu çalışmaya, supraglottik havayolu cihazı (LMA supreme) ile bir saat üzerinde PNP süresine sahip hastalar dahil edilmiş olup P_{peak} çalışmamıza benzer şekilde VG-PCV grubunda anlamlı olarak daha düşük gözlemlenirken, C_{dyn} çalışmamızdan farklı şekilde anlamlı olarak daha yüksek gözlemlenmiştir. Bu farkın çalışmanın yaşlı hasta popülasyonunda ve PNP süresi uzun olan hastalarda yapılması sebebiyle kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz.

Literatürde çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlardan farklı sonuçların olduğu çalışmalar da yer almaktadır. Leopoldo ve ark. (91) randomize prospektif çalışmalarında VCV, PCV ve VG-PCV ventilasyon modlarını (n = 13) laparoskopik kolesistektomi geçiren hastalar değerlendirmiş ve çalışmamızdan farklı olarak üç modda oluşturulan tepe basınçlarında hiçbir fark bulamadıklarını belirtmişlerdir. Örneklem büyüklüğünün küçük olması sebebiyle farklı sonuç elde ettiklerini düşünmekle birlikte, Dion ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada (92) laparoskopik sleeve gastrektomi geçiren 20 obez hastaya VCV, PCV ve VG-PCV modları uygulanmış ve çalışmamızla aynı doğrultuda basınç modlarında tepe basınçlarının önemli ölçüde daha düşük olduğunu bildirilmiştir. Aldenkortt ve ark. (93) tarafından yapılan 500 obez hastayı içeren derlemede PCV ve VCV modlarını karşılaştıran 13 çalışma değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak iki grup arasında hava yolu basınçlarında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Ventilasyon ilişkili atelettazinin, daha çok ameliyathane dışında, altın standart tanı olan BT'nin yanında MRI, USG kullanılarak değerlendirildiği birçok çalışma mevcuttur(4, 5, 16, 77, 94). Yu ve arkadaşları, yetişkin hastalardaki atelettazi gelişimini BT ve USG ile değerlendirmiş ve postoperatif atelettazide LUS'un %87,7

duyarlılık, %92,1 özgüllük ve %90,8 tanısal doğrulukla güvenilir performansa sahip olduğunu vurgulamıştır (4)

Literatürde akciğer ultrasonografisinin perioperatif atelektazi tanısında kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Monastesse ve ark. (66)'nın yaptığı laparoskopik operasyon uygulanacak 30 hastanın dahil olduğu prospektif gözlemsel pilot çalışmada perioperatif farklı zamanlarda uygulan akciğer ultrasonografisi ile atelektaziye tanı konulmaya çalışılmıştır. Hastalara genel anestezi induksiyonu öncesinde ve sonrasında, PNP başlangıcında, operasyon sonrası derlenme odasına geldiğinde ve ameliyathaneden çıkış öncesinde akciğer ultrasonografisi uygulanmıştır. 25 hastanın verilerinde yapılan incelemede LUS ve M-LUS ile değerlendirmeler yapılmış ve M-LUS'un daha belirgin fark yarattığı görülse de iki skorlama arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Her iki skorlama sistemi için pnömoperitonyumla birlikte elde edilen skorlarda anlamlı artış saptanmıştır. Çalışmamıza benzer şekilde operasyon sonrasında yapılan ölçümler arasında anlamlı fark bulunmamakla birlikte bazal anestezi öncesi ölçümle karşılaştırıldığında anlamlı derecede artış olduğu görülmüştür. Bu pilot çalışma farklı laparoskopik operasyonların neden olduğu atelektazide akciğer ultrasonografisinin perioperatif dönemde ve intraoperatif takibinde uygulanabilirliğini göstermektedir. Ancak daha net değerlendirme için pnömoperitonyum süresinin uzunluğunun ve hasta pozisyonunun etkilerinin araştırıldığı daha geniş çaplı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

Literatürde intraoperatif ventilasyon modlarının akciğer ultrasonografisiyle değerlendirildiği çalışmalar da sınırlı sayıdadır. Kim ve arkadaşları (95) tarafından yapılan prospektif randomize çalışmada, bizim çalışmamıza benzer şekilde intraoperatif kullanılan VCV ve VG-PCV modlarının etkisi akciğer ultrasonografisi ile değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak elektif kalça cerrahisi yapılacak geriatric (65-90 yaş) popülasyon üzerinde yapılan araştırmada 40 hasta VG-PCV, 36 hasta VCV grubunda olmak üzere 76 hasta değerlendirilmiştir. M-LUS ve intraoperatif parametreler çalışmamıza benzer şekilde preoperatif dönemde, intraoperatif lateral pozisyonun 30. dakikasında, ekstübasyondan hemen önce ve ekstübasyondan 15 dakika sonra kaydedilmiş. Yapılan karşılaştırmada çalışmamıza benzer şekilde VCV grubunda P_{peak} anlamlı derecede yüksek olarak saptanırken, C_{dyn} farklı olarak anlamlı

derecede düşük olarak bulunmuştur. M-LUS skorları karşılaştırıldığında çalışmamıza benzer şekilde bazal değerlere göre ilerleyen ölçümlerde özellikle VCV grubunda artış göze çarparken özellikle sol hemitoraks anterior bölgelerde anlamlı değişiklik olduğu saptanmıştır. Çalışmamızdan kısmen farklı bir sonucun görülmesi bu çalışmanın yaşlı popülasyondaki kalça cerrahisi vakalarında oluşu ve cerrahi dolayısıyla intraoperatif lateral pozisyonun etkisi ile ilişkilendirilmiştir.

Yakın zamanda yayınlanan prospektif randomize kontrollü başka bir çalışmada (96) pnömoperitonyum eşliğinde robotik jinekolojik cerrahi uygulanan hasta popülasyonu üzerinde VG-PCV ile VCV modlarının etkileri akciğer ultrasonografisi ile değerlendirilmiştir. İntraoperatif ölçülen P_{peak} değerleri çalışmamıza benzer şekilde VCV grubunda anlamlı olarak daha yüksek olarak değerlendirilmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak 4 farklı zamanda yapılan ölçümler sonucunda her iki grupta tüm zamanlarda ölçülen M-LUS değerleri arasında anlamlı fark saptanmamakla beraber en çok artış posterior akciğer alanlarında görülmüştür. Bu sonuç çalışmamızdan farklı olup, farklılığın sebebinin cerrahinin ve hasta pozisyonunun farklı olması ile pnömoperitonyum süresinin bizim çalışmamıza göre daha uzun olması sebebiyle olabileceği düşünülmektedir.

Yakın zamanda yayınlanan bir diğer çalışmada (39) laparoskopik kolesistektomi geçiren hastalarda perioperatif atelettazi ile anestezi süresi, pnömoperitonyum ve ameliyat süresi arasında bir ilişki olup olmadığı değerlendirilmiş ve çalışmada PNP süresindeki artışla M-LUS 'da paralel bir artış olduğu ortaya koyulmuştur. Çalışmamızda iki grubun PNP süreleri karşılaştırıldığında PNP süreleri çalışmayla (39) benzer olmakla birlikte VCV grubunda anlamlı derecede daha yüksek olarak sonuçlanmıştır. Çalışmamızın bulguları değerlendirildiğinde istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenmiş olmasıyla birlikte veriler (Grup VG-PCV:50 dk., Grup VCV:59 dk.) değerlendirildiğinde sonuçların klinik açıdan anlamlı fark yaratmayacağı kanaatindeyiz.

Ülkemizde bariatrik cerrahide yapılan prospektif gözlemsel bir çalışmada(97) obezitenin perioperatif atelettaziye etkileri araştırılmış ve çalışmamıza benzer şekilde M-LUS skoruyla değerlendirilmiştir. Preoperatif skorlar postoperatif skorlarla

karşılaştırıldığında vakaların %81,1 inde özellikle inferior ve posterior alanlarda havalanmada azalma, atelektazi olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızda yer alan hastaların %30 (n:33)' u VKİ >30 kg/m² olup iki grup arasında VKİ (Grup-VCV:27,5 kg/m², Grup-VG-PCV: 28,4 kg/m²) açısından anlamlı fark bulunmamaktadır. Çalışmamızda her iki grup M-LUS değerleri açısından kendi içerisinde VKİ >30 kg/m² olan ve olmayan hastalar olarak gruplanarak karşılaştırıldığında (Tablo:8) istatistiksel olarak iki grup arasında fark saptanmamıştır. Anlamlı fark saptanmamasının çalışmamızda VKİ >30 kg/m² hasta sayısının kısıtlı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Literatürde pnömoperitonyumun farklı insüflasyon basınçlarının hemodinamiye etkisi üzerine çalışmalar mevcutken(40), atelektazi üzerine etkilerini akciğer ultrasonografisi ile gösteren bir çalışmaya da rastlanmamıştır. Çalışmamızda yer alan karbondioksit insüflasyon basınçları düşük (8-10 mmHg) ve normal (11-15 mmHg) olarak gruplandırılarak değerlendirildiğinde Grup-VCV'de düşük insüflasyon basıncı (≤ 10 mmHg) ve normal insüflasyon basıncı uygulanan hastaların preoperatif ve postoperatif dönemdeki modifiye LUS skorları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Grup-VG-PCV'de perioperatif dönemde yüksek insüflasyon basıncı uygulanan hastaların modifiye LUS skorları düşük insüflasyon basıncı uygulanan hastalardan anlamlı olarak daha yüksek saptanmıştır (Tablo 7).

Mekanik ventilasyona bağlı atelektazilerin ameliyattan sonra birkaç gün sürebildiği ve hatta bazı durumlarda hipoksemi ve akciğer enfeksiyonu gibi ciddi komplikasyonlara yol açabildiği bildirilmiştir (98). Çalışmamızda hastaların postoperatif derlenme odasından başlayan sürecinde operasyona bağlı gelişen atelektazinin ilerlemesini ve semptomatik hale gelmesini engellemek amacıyla ağrı kontrolü ile triflow eşliğinde solunum egzersizleri ve mobilizasyon önerilmiştir. Çalışmamızda hastanede kalış süresi ve morbidite açısından iki grup arasında fark bulunmamış olup postoperatif süreçte tanılı pnömoni, solunum sıkıntısı ve desatürasyon gibi durumlar yaşanmamıştır.

Çalışmamızın altta yatan akciğer patolojisi olmayan hastalar üzerinde planlanmasıyla hastalarda farklı modların laparoskopik fizyoloji üzerindeki etkilerinin

daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacağını düşündük. Restriktif ve obstrüktif akciğer hastalıklarında bulunan kompleks alveolar patoloji ile laparoskopinin neden olduğu değişikliklerle etkileşiminin hastalarımızda olmayışı nedeniyle modların doğrudan etkilerinin daha iyi anlaşıldığını düşünmekteyiz. Çalışmamızın ASA-1-2 hasta popülasyonunda yapılmış olmasıyla bağlantılı olarak hastalarımızda intraoperatif desatürasyon gelişmemesi nedeniyle çalışma başlangıcında planlanmasına rağmen uygun koşullar oluşmadığı gerekçesiyle recruitment manevrası uygulanmamıştır.

Atelektazinin belirleyicisi olarak kullandığımız M-LUS'un kullanıcı bağımlı bir skorlama sistemi oluşu ve sonuçların tanıda altın standart olan BT ile doğrulanmamış olması çalışmamızın diğer bir limitasyonu olarak değerlendirilebilir. Ek olarak klinik şartlarımızda birimler arası transfer yapılmadan operasyon sahasında MR veya BT ile görüntüleme yapılamamaktadır.

6. SONUÇ

Çalışmamız sonucunda intraoperatif iki temel ventilasyon modu olan VCV ve VG-PCV arasında yapılan değerlendirmede, intraoperatif ventilasyon basınçları ve Modifiye LUS açısından VG-PCV lehine anlamlı farklılıklar saptanmıştır. İntraoperatif dönemde VG-PCV modunun özellikle yüksek havayolu basınçlarının görüldüğü patolojiler varlığında barotravma gibi durumlardan kaçınmak ve atelettaziyi önlemek amacıyla tercih edilebileceği kanaatindeyiz.

Ayrıca artık hasta sayısında görülen artış ile akciğer ultrasonografisi gibi değerlendirmelerin ameliyathanelerde yaygın olarak kullanılması önem kazanmıştır. Akciğer ultrasonografisinin kullanımının yaygınlaşmasıyla akciğer patolojilerine daha hızlı tanı koyulabileceği, sonrasında ise tedavinin etkinliğinin değerlendirilebileceği kanısındayız.

7. KAYNAKÇA

1. Culley DJ, Lagier D, Zeng C, et al. Perioperative Pulmonary Atelectasis: Part II. Clinical Implications. *ANESTHESIOLOGY* 2022; 136: 206–242.
2. Duggan M, Kavanagh BP. Atelectasis in the perioperative patient. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007; 20: 37–42.
3. Martin JB ourgeois, Garbee D, Bonanno L. Effectiveness of positive end-expiratory pressure, decreased fraction of inspired oxygen and vital capacity recruitment maneuver in the prevention of pulmonary atelectasis in patients undergoing general anesthesia: a systematic review. *JBI Database System Rev Implement Rep* 2015; 13: 211–249.
4. Yu X, Zhai Z, Zhao Y, et al. Performance of Lung Ultrasound in Detecting Peri-Operative Atelectasis after General Anesthesia. *Ultrasound Med Biol* 2016; 42: 2775–2784.
5. Cai H, Gong H, Zhang L, et al. Effect of low tidal volume ventilation on atelectasis in patients during general anesthesia: a computed tomographic scan. *J Clin Anesth* 2007; 19: 125–129.
6. Lundquist H, Hedenstierna G, Strandberg Å, et al. CT-Assessment of Dependent Lung Densities in Man During General Anaesthesia. *Acta Radiologica* 1995; 36: 626–632.
7. Fernandez-Bustamante A, Frendl G, Sprung J, et al. Postoperative Pulmonary Complications, Early Mortality, and Hospital Stay Following Noncardiothoracic Surgery A Multicenter Study by the Perioperative Research Network Investigators. *JAMA Surg* 2017; 152: 157–166.
8. Cunningham AJ, Brull SJ. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth Analg* 1993; 76: 1120–33.

9. Marco AP, Yeo CJ, Rock P. Anesthesia for a patient undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology* 1990; 73: 1268–1270.
10. Andersson LE, Bååth M, Thörne A, et al. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography. *Anesthesiology* 2005; 102: 293–9.
11. Torquato JA, Jaber Lucato JJ, Antunes T, et al. Interaction Between Intra-Abdominal Pressure and Positive-End Expiratory Pressure. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)* 2009; 64: 105.
12. Davis K, Branson RD, Campbell RS, et al. Comparison of volume control and pressure control ventilation: is flow waveform the difference? *J Trauma* 1996; 41: 808–814.
13. Campbell RS, Davis BR. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation: does it matter? *Respir Care* 2002; 47: 416–24; discussion 424-6.
14. Zheng J, Du L, Deng X, et al. Pressure-controlled ventilation-volume guaranteed (PCV-VG) for postoperative pulmonary complications: a protocol for a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. Epub ahead of print 2021. DOI: 10.21203/rs.3.rs-435510/v1.
15. Medical Ventilator System Basics: A clinical guide - Oxford Medicine, <https://oxfordmedicine.com/view/10.1093/med/9780198784975.001.0001/med-9780198784975> (accessed May 21, 2022).
16. Meira MNC, Carvalho CRR, Galizia MS, et al. Atelectasis observed by computerized tomography after Caesarean section. *Br J Anaesth* 2010; 104: 746–750.
17. Ford JW, Heiberg J, Brennan AP, et al. A Pilot Assessment of 3 Point-of-Care Strategies for Diagnosis of Perioperative Lung Pathology. *Anesthesia and Analgesia* 2017; 124: 734–742.

18. Chichra A, Makaryus M, Chaudhri P, et al. Ultrasound for the Pulmonary Consultant. *Clin Med Insights Circ Respir Pulm Med* 2016; 10: 1–9.
19. Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brun C, et al. Lung ultrasound predicts interstitial syndrome and hemodynamic profile in parturients with severe preeclampsia. *Anesthesiology* 2014; 120: 906–914.
20. Mongodi S, Bouhemad B, Orlando A, et al. Modified Lung Ultrasound Score for Assessing and Monitoring Pulmonary Aeration. *Ultraschall in der Medizin* 2017; 38: 530–537.
21. Mittal AK, Gupta N. Intraoperative lung ultrasound: A clinicodynamic perspective. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology* 2016; 32: 288–297.
22. Goffi A, Kruisselbrink R, Volpicelli G. The sound of air: point-of-care lung ultrasound in perioperative medicine. *Canadian Journal of Anesthesia* 2018; 65: 399–416.
23. Acosta CM, Maidana GA, Jacovitti D, et al. Accuracy of Transthoracic Lung Ultrasound for Diagnosing Anesthesia-induced Atelectasis in Children. *Anesthesiology* 2014; 120: 1370–1379.
24. Spaner SJ, Warnock GL. A brief history of endoscopy, laparoscopy, and laparoscopic surgery. *Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques - Part A* 1997; 7: 369–373.
25. Bouré L. General principles of laparoscopy. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* 2005; 21: 227–249.
26. Sood J. Advancing frontiers in anaesthesiology with laparoscopy. *World Journal of Gastroenterology* 2014; 20: 14308–14314.
27. F D, G B, H L. Coelioscopic cholecystectomy: experience with 2006 cases. *World J Surg*; 19. Epub ahead of print 1995. DOI: 10.1007/BF00295921.

28. Gerges FJ, Kanazi GE, Jabbour-Khoury SI. Anesthesia for laparoscopy: A review. *Journal of Clinical Anesthesia* 2006; 18: 67–78.
29. Valenza F, Chevillard G, Fossali T, et al. Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 2010; 24: 227–241.
30. Srivastava A, Niranjana A. Secrets of safe laparoscopic surgery: Anaesthetic and surgical considerations. *Journal of Minimal Access Surgery* 2010; 6: 91–94.
31. Stinton LM, Shaffer EA. Epidemiology of gallbladder disease: Cholelithiasis and cancer. *Gut and Liver* 2012; 6: 172–187.
32. Hassler KR, Collins JT, Philip K, et al. Laparoscopic Cholecystectomy. *StatPearls*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448145/> (2022, accessed May 10, 2022).
33. Blum C, Adams D. Who did the first laparoscopic cholecystectomy? *Journal of Minimal Access Surgery* 2011; 7: 165.
34. Reynolds W. The first laparoscopic cholecystectomy. *JSLs*; 5: 89–94.
35. Özman İ, Füzün M, Bora S, et al. Laparoskopik kolesistektomide bir yıllık deneyimimiz. *Minimal İnvaziv Cerrahi* 1994; 1: 192–195.
36. Bora S, Saydam S, Özman İ, et al. Laparoskopik kolesistektominin ilk 6 aylık sonuçları. *Türk Cerrahi Dergisi* 1993; 8: 213–215.
37. Ortenzi M, Montori G, Sartori A, et al. Low-pressure versus standard-pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Surgical Endoscopy*. Epub ahead of print April 18, 2022. DOI: 10.1007/S00464-022-09201-1.
38. Özdemir-van Brunschot DMD, van Laarhoven KCJHM, Scheffer GJ, et al. What is the evidence for the use of low-pressure pneumoperitoneum? A systematic review. *Surgical Endoscopy* 2016; 30: 2049–2065.

39. Patel SK, Bansal S, Puri A, et al. Correlation of Perioperative Atelectasis With Duration of Anesthesia, Pneumoperitoneum, and Length of Surgery in Patients Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.7759/cureus.24261.
40. Umar A, Mehta KS, Mehta N. Evaluation of Hemodynamic Changes Using Different Intra-Abdominal Pressures for Laparoscopic Cholecystectomy. *Indian Journal of Surgery* 2013; 75: 284–289.
41. Bajwa SJS, Kulshrestha A. Anaesthesia for laparoscopic surgery: General vs regional anaesthesia. *Journal of Minimal Access Surgery* 2016; 12: 4.
42. Rauh R, Hemmerling TM, Rist M, et al. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on respiratory system compliance. *Journal of Clinical Anesthesia* 2001; 13: 361–365.
43. Kothari A, Baskaran D. Pressure-controlled Volume Guaranteed Mode Improves Respiratory Dynamics during Laparoscopic Cholecystectomy: A Comparison with Conventional Modes. *Anesthesia, Essays and Researches* 2018; 12: 206.
44. Henny CP, Hofland J. Laparoscopic surgery: Pitfalls due to anesthesia, positioning, and pneumoperitoneum. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* 2005; 19: 1163–1171.
45. Chapter 23. Respiratory Physiology & Anesthesia | Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology, 5e | AccessMedicine | McGraw Hill Medical, <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=564§ionid=42800555> (accessed May 12, 2022).
46. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD, et al. Morgan & Mikhail's clinical anesthesiology. 2013; 1366.
47. Gertler R. Respiratory Mechanics. *Anesthesiology Clinics* 2021; 39: 415–440.

48. Lutfi MF. The physiological basis and clinical significance of lung volume measurements. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*; 12. Epub ahead of print February 9, 2017. DOI: 10.1186/S40248-017-0084-5.
49. Bigatello L, Pesenti A. Respiratory Physiology for the Anesthesiologist. *Anesthesiology* 2019; 130: 1064–1077.
50. Warner MA, Patel B. Mechanical Ventilation. *Benumof and Hagberg's Airway Management: Third Edition* 2013; 981-997.e3.
51. Gropper MA, Eriksson LI, Fleisher LA, et al. *Miller. Anesthesia*. 9th ed. 2021.
52. Carpio ALM, Mora JI. Positive End-Expiratory Pressure. *StatPearls*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441904/> (2021, accessed May 21, 2022).
53. Ball L, Dameri M, Pelosi P. Modes of mechanical ventilation for the operating room. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology* 2015; 29: 285–299.
54. Lei Y. *Mechanical Ventilation Modes*. Oxford University Press, 2017. Epub ahead of print July 2017. DOI: 10.1093/med/9780198784975.003.0008.
55. Türk Toraks Derneği | Preoperatif Değerlendirme Uzlaşısı Raporu (2014), <https://toraks.org.tr/site/community/library/1806> (accessed May 2, 2022).
56. Weiskopf RB, Warner DO. CLINICAL CONCEPTS AND COMMENTARY Preventing Postoperative Pulmonary Complications The Role of the Anesthesiologist. 2000; 92: 1467–72.
57. Kane JM, Friedman M, Mitchell JB, et al. Association between postoperative Fever and atelectasis in pediatric patients. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2011; 2: 359–363.

58. Ray K, Bodenham A, Paramasivam E. Pulmonary atelectasis in anaesthesia and critical care. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain* 2014; 14: 236–245.
59. Magnusson L, Spahn DR. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 2003; 91: 61–72.
60. Restrepo RD, Braverman J. Current challenges in the recognition, prevention and treatment of perioperative pulmonary atelectasis. *Expert Review of Respiratory Medicine* 2015; 9: 97–107.
61. Ladha K, Melo MFV, McLean DJ, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation and risk of postoperative respiratory complications: Hospital based registry study. *BMJ (Online)*; 351. Epub ahead of print July 14, 2015. DOI: 10.1136/BMJ.H3646.
62. Mathis MR, Duggal NM, Likosky DS, et al. Intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications after cardiac surgery. *Anesthesiology* 2019; 131: 1046–1062.
63. Lichtenstein D. Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: where are we now? *Breathe (Sheff)* 2017; 13: 100–111.
64. Lichtenstein DA. Lung ultrasound in the critically ill. *Annals of Intensive Care* 2014; 4: 1–12.
65. Lichtenstein D, Malbrain MLNG. Lung ultrasound in the critically ill (LUCI): A translational discipline. *Anesthesiology Intensive Therapy* 2017; 49: 430–436.
66. Monastesse A, Girard F, Massicotte N, et al. Lung ultrasonography for the assessment of perioperative atelectasis: A pilot feasibility study. *Anesthesia and Analgesia* 2017; 124: 494–504.

67. Johnson DW, Oren-Grinberg A. Perioperative point-of-care ultrasonography: the past and the future are in anesthesiologists' hands. *Anesthesiology* 2011; 115: 460–2.
68. Maija Radzina A, Biederer J. Ultrasonography of the Lung Ultraschall der Lunge. *Fortschr Röntgenstr* 2019; 191: 909–923.
69. Girard M, Génèreux V, Monastesse A. Lung ultrasonography for the detection of anesthesia-induced lung atelectasis. *Anesthesiology* 2015; 122: 213–214.
70. Bouhemad B, Zhang M, Lu Q, et al. Clinical review: Bedside lung ultrasound in critical care practice. *Crit Care*; 11. Epub ahead of print February 16, 2007. DOI: 10.1186/CC5668.
71. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, et al. Ultrasound for “Lung Monitoring” of Ventilated Patients. *Anesthesiology* 2015; 122: 437–447.
72. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound*; 12. Epub ahead of print July 4, 2014. DOI: 10.1186/1476-7120-12-25.
73. Radzina M, Biederer J. Ultrasonography of the Lung. *RoFo Fortschritte auf dem Gebiet der Rontgenstrahlen und der Bildgebenden Verfahren* 2019; 191: 909–923.
74. Piette E, Daoust R, Denault A. Basic concepts in the use of thoracic and lung ultrasound. *Current Opinion in Anaesthesiology* 2013; 26: 20–30.
75. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Medicine* 2012; 38: 577–591.
76. Szabó M, Bozó A, Darvas K, et al. The role of ultrasonographic lung aeration score in the prediction of postoperative pulmonary complications: an observational study. DOI: 10.1186/s12871-021-01236-6.

77. Serafini G, Cornara G, Cavalloro F, et al. Pulmonary atelectasis during paediatric anaesthesia: CT scan evaluation and effect of positive endexpiratory pressure (PEEP). *Paediatr Anaesth* 1999; 9: 225–228.
78. Williams E, Beckingham I, Sayed G el, et al. Updated guideline on the management of common bile duct stones (CBDS). DOI: 10.1136/gutjnl-2016-312317.
79. Gustafsson S, Strömqvist M, Ekelund J, et al. Factors Influencing Early Postoperative Recovery After Laparoscopic Cholecystectomy. *Journal of Perianesthesia Nursing* 2020; 35: 80–84.
80. Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A, et al. Circulatory and Respiratory Complications of Carbon Dioxide Insufflation. *Dig Surg* 2004; 21: 95–105.
81. Turki M, Young MP, Wagers SS, et al. Peak pressures during manual ventilation. *Respir Care* 2005; 50: 340–4.
82. Forgiarini Junior LA, Esquinas AM, Forgiarini Junior LA, et al. Atelectasis in postoperative bariatric surgery: how many understand them? *Revista Brasileira de Anestesiologia* 2018; 68: 109–110.
83. Peroni DG, Boner AL. Atelectasis: mechanisms, diagnosis and management. *Paediatric Respiratory Reviews* 2000; 1: 274–278.
84. Supino MC, Buonsenso D, Scateni S, et al. Point-of-care lung ultrasound in infants with bronchiolitis in the pediatric emergency department: a prospective study. *Eur J Pediatr* 2019; 178: 623–632.
85. Yousef N, de Luca D. The Role of Lung Ultrasound in Viral Lower Respiratory Tract Infections. *Am J Perinatol* 2018; 35: 527–529.
86. Jaszczolt S, Polewczyk T, Dołęga-Kozierowska M, et al. Comparison of lung ultrasound and chest X-ray findings in children with bronchiolitis. *J Ultrason* 2018; 18: 193–197.

87. Schick V, Dusse F, Eckardt R, et al. Comparison of Volume-Guaranteed or - Targeted, Pressure-Controlled Ventilation with Volume-Controlled Ventilation during Elective Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2021; 10: 1–16.
88. Wang JP, Wang H bin, Liu YJ, et al. Comparison of Pressure- and Volume-Controlled Ventilation in Laparoscopic Surgery: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trial. *Clinical and investigative medicine Medecine clinique et experimentale* 2015; 38: E119–E141.
89. Hisham Mohammed Ahmed B, Mohammed Ismael M, Ali Salem M. Effect of volume, pressure and pressure control-volume guaranteed ventilation on cardiovascular parameters and pulmonary mechanics in obese patients undergoing laparoscopic sleeve gastrectomy. *Al-Azhar Med J (Medicine)* 2022; 51: 1199–1208.
90. Wang P, Zhao S, Gao Z, et al. Use of volume controlled vs. pressure controlled volume guaranteed ventilation in elderly patients undergoing laparoscopic surgery with laryngeal mask airway. *BMC Anesthesiology*; 21. Epub ahead of print December 1, 2021. DOI: 10.1186/S12871-021-01292-Y.
91. Assad OM, el Sayed AA, Khalil MA. Comparison of volume-controlled ventilation and pressure-controlled ventilation volume guaranteed during laparoscopic surgery in Trendelenburg position. *J Clin Anesth* 2016; 34: 55–61.
92. Dion JM, McKee C, Tobias JD, et al. Ventilation during laparoscopic-assisted bariatric surgery: volume-controlled, pressure-controlled or volume-guaranteed pressure-regulated modes. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7: 2242–2247.
93. Aldenkortt M, Lysakowski C, Elia N, et al. Ventilation strategies in obese patients undergoing surgery: a quantitative systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2012; 109: 493–502.

94. Andersson LE, Bååth M, Thörne A, et al. Effect of carbon dioxide pneumoperitoneum on development of atelectasis during anesthesia, examined by spiral computed tomography. *Anesthesiology* 2005; 102: 293–299.
95. Kim YS, Won YJ, Lee DK, et al. Lung ultrasound score-based perioperative assessment of pressure-controlled ventilation-volume guaranteed or volume-controlled ventilation in geriatrics: a prospective randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging* 2019; 14: 1319.
96. Lee YY, Han JI, Kang BK, et al. Assessment of Perioperative Atelectasis Using Lung Ultrasonography in Patients Undergoing Pneumoperitoneum Surgery in the Trendelenburg Position: Aspects of Differences according to Ventilatory Mode. *Journal of Korean Medical Science*; 36. Epub ahead of print December 1, 2021. DOI: 10.3346/JKMS.2021.36.E334.
97. Anestezi G, Laparoskopik A, Cerrahi B, et al. Evaluation of the Frequency of Atelectasis by Transthoracic Lung Ultrasound in Patients Undergoing Laparoscopic Bariatric Surgery Under General Anesthesia. Epub ahead of print 2022. DOI: 10.14744/GKDAD.2022.74317.
98. van Kaam AH, Lachmann RA, Herting E, et al. Reducing atelectasis attenuates bacterial growth and translocation in experimental pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2004; 169: 1046–1053.