

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

POSTOPERATİF DÖNEMDE YOĞUN
BAKIMDA TAKİP EDİLEN HASTALARIN
AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Halime ÇELİK

UZMANLIK TEZİ

KONYA-2022

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

POSTOPERATİF DÖNEMDE YOĞUN
BAKIMDA TAKİP EDİLEN HASTALARIN
AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Halime ÇELİK

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Doç.Dr. Funda GÖK

KONYA-2022

TEŞEKKÜR

Birçok araştırmacının ufkunu açacak böyle bir çalışmada benim de bulunmamı sağladığı için çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Funda GÖK'e,

Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım başta Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Aybars TAVLAN ve diğer kıymetli hocalarım Prof. Dr. Alper YOSUNKAYA, Prof. Dr. Sema TUNCER UZUN, Prof. Dr. Ruhiye REİSLİ, Prof. Dr. Atilla EROL, Prof. Dr. Ahmet TOPAL, Prof. Dr. Alper KILIÇASLAN, Doç. Dr. Gamze SARKILAR, Doç. Dr. Şule ARICAN, Dr. Öğr. Üyesi Gülçin BÜYÜKBEZİRCİ ve Dr. Öğr. Üyesi Resul YILMAZ'a,

Asistanlık yıllarımı beraber geçirdiğim, zorlukları paylaştığımız değerli asistan arkadaşlarıma, Reanimasyon Ünitesi, Poliklinik ve Ağrı Bilim Dalı ekibine,

Birlikte çalıştığım, eğitimime katkı sağlayan tüm anestezi teknisyen ve teknikerlerine, özveriyle çalıştığımız tüm ameliyathane personeline,

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, başım her sıkıştığında sığınabildiğim, sayelerinde bugünlere geldiğim annem Mürüfet SÜSLÜ, babam Veli SÜSLÜ ve kardeşlerime,

Sevgisini ve desteğini sadece tez sürecimde değil tüm hayatım boyunca hissedeceğimi bildiğim, bana hayatımın her anında huzur ve güven veren eşim Turgut ÇELİK'e sonsuz teşekkür ederim.

Ekim/2022

Dr. Halime ÇELİK

ÖZET

POSTOPERATİF DÖNEMDE YOĞUN BAKIMDA TAKİP EDİLEN HASTALARIN AKCİĞER ULTRASONOGRAFİSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ, HALİME ÇELİK, UZMANLIK TEZİ, KONYA, 2022

Amaç: Postoperatif dönemde gelişen pulmoner komplikasyonlar hasta morbidite ve mortalitesini etkileyen önemli komplikasyonlardır ve atelektazi, pnömotoraks, pulmoner ödem, pnömoni başlıca komplikasyonlar arasında yer alır. Bu komplikasyonların erken tanı ve tedavisi oldukça önemlidir. Tanıda hastanın oskültasyonla muayenesi, akciğer grafisi sıklıkla kullanılan araçlardır. Fakat supin pozisyonunda yatan bir hastada çekilen akciğer radyografisinin (APAG) doğruluğu sınırlıdır. Bilgisayarlı tomografi (BT) pulmoner patolojiler için altın standart olsa da önemli miktarda iyonize radyasyon riski içerir ve bir yoğun bakım hastasının radyografi ünitesine transferi oldukça güçtür. Ultrason, son yıllarda yoğun bakımda birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir tanı aracıdır. Noninvaziv olması, radyasyon içermemesi, maliyet etkin bir yöntem olması ve yatakbaşında hastanın hızlı değerlendirilmesini sağlaması gibi birçok avantaj içerir. Postoperatif dönemde akciğer ultrasonografisi (USG) oldukça uygulanabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkar ve her geçen gün önemi artmaktadır. Çalışmamızın amacı postoperatif dönemde herhangi bir nedenle yoğun bakımda takip edilmesi gereken hastaları akciğer ultrasonu ile incelemek, gelişen pulmoner komplikasyonları tanımlamak ve sonografinin bu anlamda etkinliğini değerlendirmektir.

Yöntem: Hastalar Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Kliniği'ne alındı ve monitörize edilerek tedavisi düzenlendi.

Çalışma sırasında elde edilen veriler hasta özellikleri, perioperatif ve postoperatif dönemde takip edilen parametreleri içeriyordu. Hastanın kendisi, yakınları ya da elektronik hasta veri yönetim sisteminden hasta özellikleri öğrenilerek kaydedildi. Bunlar: cinsiyet, yaş, vücut kitle indeksi (BMI), yandaş sistemik hastalık, kullanılan ilaçlar, sigara, alkol veya madde kullanımından oluşuyordu. Perioperatif kaydedilen çalışma verileri ameliyat türü, ameliyat süresi, anestezi yöntemi, perioperatif idrar miktarı, toplam perioperatif kan kaybı, transfüze edilen sıvı ve kan ürünü miktarından oluşuyordu. Postoperatif veriler ise nabız oksimetresi, kalp hızı, elektrokardiyografi (EKG), noninvaziv ya da invaziv kan basıncı değerleri bazal değerler olarak kaydedildi. Akciğer ultrasonu sırasındaki solunum verileri: arteriyel kan gazındaki parsiyel oksijen basıncı (PaO_2), parsiyel karbondioksit basıncı ($PaCO_2$), periferik oksijen satürasyonu (SpO_2), bikarbonat (HCO_3^-) ve laktat, mekanik ventilasyon modu, pozitif ekspirasyon sonu basıncı (PEEP), serbest oksijen fraksiyonu (FiO_2) ya da serbest oksijen akış miktarını (L/dakika) içeriyordu. Ayrıca diğer bazı parametrelerde çalışma formuna kaydedildi. Bu parametreler Glaskow Koma Skalası (GKS), Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE-II) skoru, vücut sıcaklığı, postoperatif idrar miktarı, toplam postoperatif kan kaybı, postoperatif sıvı ve kan ürünü

transfüzyonları, Alanin Aminotransferaz (ALT), Aspartat Aminotransferaz (AST), albümin, sodyum, potasyum, üre, kreatinin, hemoglobin seviyeleri, beyaz kan hücresi sayımı, laktat, C-reaktif Protein (CRP), prokalsitonin düzeyleri ve yoğun bakım ünitesi(YBÜ)'de hastanın takip edildiği süreyi (saat) içeriyordu.

Hasta yoğun bakıma alındıktan sonra ilk 12 saat içinde akciğer ultrasonografisi ile değerlendirildi. APAG hasta yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonra herhangi bir zamanda çekildi. Elektronik hasta veri yönetim sisteminden alınan bu grafler daha sonra hasta verilerine kör olan bir göğüs hastalıkları doktoru tarafından yorumlandı. Ayrıca varsa hastanın BT bulguları da kaydedildi.

Çalışmamızın örneklem büyüklüğünün hesaplaması için, planlama aşamasında 10 hastaya akciğer USG'si yapıldı. 1 hastada patoloji yoktu. 9 hastada ise postoperatif pulmoner komplikasyon (PPC) tespit edildi. Bu verilere göre yapılan power analizinde %5 hata payı, %80 güç orta etki büyüklüğü (0.15) ile 90 hasta sayısından oluşan bir örneklem büyüklüğü hesaplandı.

Bulgular: Postoperatif dönemde yapılan akciğer ultrasonu değerlendirmesine göre 90 hastanın %90'ında (n=81), akciğer grafisine göre ise %54,4'ünde (n=49) pulmoner komplikasyon mevcuttu. USG'nin patoloji tespit oranı APAG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek belirlendi ($p<0,001$). USG'ye göre hastaların %48,9'unda (n=49), APAG'ye göre %4,4'ünde (n=4) atelektazi mevcuttu. USG'nin atelektazi tespit oranı APAG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0,001$). USG ile APAG'nin plevral efüzyon, pulmoner ödem, pnömoni ve pnömotoraks tanımlarını tespit oranı istatistiksel olarak benzer bulundu ($p=0,099$).

Sonuç: Akciğer ultrasonografisi postoperatif dönemde yoğun bakımda takip edilen hastalarda özellikle atelektazi ve plevral efüzyon gibi komplikasyonların erken ve kolay tespit edilmesini ve böylece gerekli tedavilerin düzenlenmesini sağlayan bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Akciğer ultrasonografisi, yoğun bakım, postoperatif pulmoner komplikasyon, plevral efüzyon, atelektazi.

ABSTRACT

EVALUATION OF PATIENTS FOLLOWED UP IN INTENSIVE CARE UNIT IN THE POSTOPERATIVE PERIOD WITH LUNG ULTRASONOGRAPHY, HALİME ÇELİK, MD, MASTER THESIS, KONYA, 2022

Objective: Major pulmonary complications such as atelectasis, pneumothorax, pulmonary edema, and pneumonia in the postoperative period affect patient morbidity and mortality. Therefore, early diagnosis and treatment of these complications is very important. Auscultatory examination of the patient and chest X-ray (CXR) are frequently used tools in diagnosis. However, the accuracy of radiography is limited in a patient lying in the supine position. Although computed tomography (CT) is the gold standard for pulmonary pathologies, it involves a significant risk of ionizing radiation and the transfer of an intensive care patient is difficult and not cost-effective. Lung ultrasonography (USG) is a very applicable method in postoperative patients. In recent years, ultrasound has been widely used in many areas in intensive care. Lung ultrasound is noninvasive, radiation-free, cost-effective and enables rapid patient assessment. The aim of our study is to examine the patients who need to be followed in the intensive care unit for any reason in the postoperative period with lung ultrasound, to define the complications and to evaluate the effectiveness of sonography in this sense.

Method: After the patients were admitted to the Anesthesiology and Reanimation Intensive Care Clinic, they were monitored with pulse oximetry, heart rate, electrocardiography (ECG), noninvasive or invasive blood pressure. These values were recorded as baseline values in the study form. Patient characteristics were recorded from the patient themselves, their relatives or from the electronic patient data management system. These included gender, age, body mass index (BMI), comorbid systemic disease, drugs used, smoking, alcohol or substance use. Perioperative data included: type of surgery, duration of surgery, method of anesthesia, amount of perioperative urine, total perioperative blood loss, amount of transfused fluid and blood product. Breathing data during lung ultrasound: partial pressure of oxygen in arterial blood gas (PaO₂), partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), peripheral oxygen saturation (SpO₂), bicarbonate (HCO₃⁻) and lactate, mechanical ventilation mode, positive end-expiratory pressure (PEEP), contained the free oxygen fraction (FiO₂) or the amount of free oxygen flow (L/min). In addition, some parameters in the intensive care unit follow-up form were recorded. These parameters are Glasgow Coma Scale (GCS), Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II) score, body temperature, postoperative urine amount, total postoperative blood loss, postoperative fluid and blood product transfusions, Alanin Aminotransferaz (ALT), Aspartat Aminotransferaz (AST), albumin, sodium, potassium, urea, creatinine, hemoglobin levels, white blood cell count, lactate, C-reaktif Protein (CRP), procalcitonin levels, and the time (hours) the patient was followed in the intensive care unit (ICU). Chest X-ray was taken after the patient was admitted to the

ICU. Chest X-rays from the electronic patient data management system were evaluated by a pulmonologist who was blinded to the patient data. CT findings, if any, were also recorded. Lung ultrasound was performed in the first 12 hours after the operation and the images were recorded digitally. In order to calculate the sample size of our study, lung ultrasound was performed on 10 patients during the planning phase. There was no pathology in 1 patient. PPC was detected in 9 patients. In the power analysis based on these data, a sample size of 90 patients was calculated, with a margin of error of 5%, a power medium effect size of 80% (0.15). PPC was detected in 9 patients. In the power analysis based on these data, a sample size of 90 patients was calculated, with a margin of error of 5%, a power medium effect size of 80% (0.15).

Results: Pathology was present in 90% (n=81) of 90 patients according to USG and 54.4% (n=49) according to CXR. Pathology detection rate of ultrasound was found to be statistically significantly higher than CXR ($p<0.001$). Atelectasis was present in 48.9% (n=49) of the patients according to USG and 4.4% (n=4) according to CXR. Atelectasis detection rate of USG was found to be statistically significantly higher than CXR ($p<0.001$). The detection rate of pleural effusion, pulmonary edema, pneumonia and pneumothorax by USG and CXR was found to be statistically similar ($p=0.099$).

Conclusion: USG is a rapid, noninvasive, reproducible and reliable diagnostic method in patients followed in the intensive care unit in the postoperative period.

Keywords: Lung ultrasonography, intensive care, postoperative pulmonary complication, pleural effusion, atelectasis.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
ÖZET	II
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER.....	VI
TABLolar	VIII
ŞEKİLLER	VIII
KISALTMALAR.....	X
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1.Anestezi Sonrası Yoğun Bakım Ünitesinde Solunum Problemlerine Yaklaşım	3
2.2.Görüntüleme Yöntemleri.....	6
2.2.1.Akciğer Grafisi (APAG)	6
2.2.3.Ultrasonografi (USG).....	7
2.3.Ultrasonografide Temel Bilgiler.....	7
2.4.Akciğer Ultrasonografisi	14
2.4.1.Uygulama Tekniği.....	15
2.4.2.Sonotranstorasik Anatomi	16
2.4.3.Akciğerde Sonografik İnceleme Alanları	17
2.4.4.Akciğer Sonografik İşaretleri	19
2.4.4.1.Normal Akciğer İşaretleri	19
2.4.4.2.Akciğer Patolojilerinin Sınıflandırılması ve Patolojik Akciğer İşaretleri	21
2.4.4.2.1.İnterstisyel Sendrom ve B Çizgileri.....	22
2.4.4.2.2.Alveoler Sendrom ve Konsolidasyon	25
2.4.4.2.3.Plevral Sendromlar	27
2.4.4.2.3.1.Pnömotoraks	27
2.4.4.2.3.2.Plevral Efüzyon	29

2.4.5.Blue Protokolü: Dispneli Hastanın Sonografik Olarak Değerlendirilmesi.....	30
3.MATERYAL METOT	33
3.1.Akciğer USG Uygulama Tekniğı ve Skorlama	34
3.2.İstatistiksel Analiz	35
4.BULGULAR	36
5.TARTIŞMA	53
6.KISITLILIKLAR.....	59
7.SONUÇ	60
8.KAYNAKLAR.....	61

TABLÖLAR

Tablo 1: Modifiye Akciğer Ultrasonu Skorlama Sistemi (Modifiye LUS).....	34
Tablo 2:Hastaların Demografik Verileri	36
Tablo 3: Hastaların Yandaş Sistemik Hastalık Verileri.....	37
Tablo 4:İntraoperatif Veriler	38
Tablo 5:İntraoperatif Veriler 2	39
Tablo 6:Postoperatif Bulguların Dağılımı	40
Tablo 7:Postoperatif Laboratuvar Parametrelerinin Dağılımı	41
Tablo 8:Yoğun Bakım Ünitesi Verilerinin Dağılımı	43
Tablo 9:Postoperatif Akciğer Ultrasonu Skoru	44
Tablo 10:APAG ile Akciğer Tanılarının Dağılımı	44
Tablo 11:USG ile Akciğer Tanılarının Dağılımı	45
Tablo 12:APAG Tanıları ile USG Tanılarının Dağılımı	47
Tablo 13:APAG ve USG ile Bulunan Akciğer Tanılarının Dağılımı.....	48

ŞEKİLLER

Şekil 1:Ultrason Transdüseri ve Jeli.....	7
Şekil 2:Prob Örnekleri.....	9
Şekil 3:Gain Ayarı Görüntüleme Farklılıkları.....	11
Şekil 4:Renkli Doppler İncelemesi.....	12
Şekil 5:Plevranın Konveks Prob ile Elde Edilen Görüntüsü.	17
Şekil 6: Plevranın Lineer Prob ile Elde Edilen Görüntüsü.	17
Şekil 7: BLUE Noktaları ve PLAPS Noktalarının Anatomik Lokalizasyonu.	18
Şekil 8: Plevranın Lineer Prob ile Elde Edilen Görüntüsü.	20
Şekil 9: Konveks Prob ile Sağlıklı Akciğerde Elde Edilen Görüntü.	21
Şekil 10: ARDS'de B Çizgilerinin Birbirine Yaklaşması ile Oluşan Beyaz Akciğer Görünümü.	23
Şekil 11: Lober Pnömoni Hastanın PLAPS Noktasında Konveks Probla Konsolidasyon Görüntüsü.	25
Şekil 12: Konveks Prop ile Akciğer Kanseri-Metastaz Görüntüsü.	27
Şekil 13: Pnömotoraksta M-modunda Elde Edilen Stratosfer (Barkod) İşareti.	28
Şekil 14: Sonografik İşaretler Kullanılarak Pnömotoraks Tanısı Akış Şeması.....	29
Şekil 15: Plevral Efüzyonda Sağ Akciğerin PLAPS Noktasının Konveks Prob ile İncelenmesi.....	29

Şekil 16: BLUE Protokolü: Ciddi Dispneli Hasta.....	31
Şekil 17: Akciğer Ultrasonografisi Sırasında İncelenen Akciğer Kadranları.....	35
Şekil 18: APAG ile Akciğer Tanılarının Dağılım Grafiği.....	45
Şekil 19: USG ile Akciğer Tanılarının Dağılım Grafiği	46
Şekil 20: Plevral Efüzyonu Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri.....	49
Şekil 21: Pulmoner Ödemi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri.	49
Şekil 22: Pnömonisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüler.....	50
Şekil 23: Atelektazisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri.	51
Şekil 24: Atelektazisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri.....	51
Şekil 25: Pnömotoraksı Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri.	52

KISALTMALAR

APAG: Anteroposterior Akciğer Grafisi
BT: Bilgisayarlı Tomografi
USG: Ultrasonografi
EKG: Elektrokardiyografi
SpO₂: Periferik Oksijen Satürasyonu
APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
GKS: Glaskow Koma Skalası
PPC: Postoperatif Pulmoner Komplikasyonlar
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi
PTE: Pulmoner Tromboembolizm
ASA: American Society of Anesthesiologists
LUS: Akciğer Ultrasonu Skolama Sistemi
KB: Kan Basıncı
CPAP: Continious Positive Airway Pressure
OSAS: Obstructive Sleep Apnea Syndrome
CXR: Chest X-Ray
ARDS: Akut Respiratuvar Distres Sendromu
PE: Pulmoner Emboli
GA: Genel Anestezi
NİMV: Non-İnvaziv Mekanik Ventilasyon
FAST: Focused Assessment With Sonography For Trauma
ES: Eritrosit Süspansiyonu
TDP: Taze Donmuş Plazma
TS: Trombosit Süspansiyonu
TGC: Time Gain Compensation
SPSS: Statistical Package for Social Sciences
BMI: Body Mass Index, Vücut Kitle İndeksi
KOAİ: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
SVO: Serebrovasküler Olay
WBC: White Blood Cell (Lökosit)
CRP: C-reaktif Protein

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Postoperatif dönemde atelektazi, pnömotoraks, pulmoner ödem, pnömoni, plevral efüzyon, pulmoner emboli gibi gelişen önemli pulmoner komplikasyonlar cerrahi ve anestezi ile ilgili komplikasyonların önemli ve büyük bir bölümünü oluşturur ve postoperatif morbidite, mortalite ve daha uzun hastanede kalış sürelerinin önemli bir nedenidir [1],[2]. Postoperatif pulmoner komplikasyonlar (PPC) birçok nedene bağlı olarak meydana gelir. Bu komplikasyonlar anestezi yöntemine bağlı olabildiği gibi cerrahiye ve hastaya bağlı faktörlerle de meydana gelebilmektedir. Non-kardiyotorasik cerrahi operasyon geçiren hastaların olduğu bir çalışmada, PPC'lerin insidansının %2 ile %19 aralığında değiştiği bulunmuştur [3]. Bu komplikasyonların erken tanı ve tedavisi oldukça önemlidir.

Solunum sisteminin değerlendirilmesinde fizik muayene, yatak başı çekilen anteroposterior akciğer grafisi (APAG), laboratuvar testleri ve arteriyel kan gazı (AKG) örnekleri sıklıkla tercih edilen tanı yöntemleridir. Fizik muayene ve oskültasyon, postoperatif dönemde klinik değerlendirmenin birinci adımıdır [4],[5]. APAG, YBÜ yatışı olan hastalarda PPC'leri tespit etmek için sıklıkla kullanılan tanısal görüntüleme yöntemi olmaya devam etmektedir [5],[6]. İyonize radyasyon içermesi, tüm akciğerin her zaman görüntülenememesi, her hastaya uygulanamaması (gebelere vs.), tüm yönlerin (postero-anterior ve lateral) yatak başı çekilememesinden dolayı, APAG teknik kısıtlılıklara sahip bir yöntemdir [7]. Bu teknik kısıtlılıklar çoğu zaman postoperatif dönemde YBÜ hastalarında postoperatif pulmoner komplikasyonlara yanlış tanı konulmasına ve bu hastalara yanlış tedavi başlanmasına neden olabilir. Bu nedenle PPC'lerin tanısında ve tedaviye başlamada yatak başı çekilen APAG'nin etkinliği düşük kabul edilir. Hatta dikkatli bir kontrol ile bu APAG'lerin üçte birinden fazlasının suboptimal kaldığı ve BT ile korelasyonunun düşük olduğu tespit edilmiştir [4],[8].

Yoğun bakım hastalarının PPC'lerinin tanısında altın standart kabul edilen Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemleri de kullanılabilir. Fakat bu yöntemlerinde farklı kısıtlılıkları mevcuttur, bu nedenle günlük klinik pratik kullanıma her zaman uygun değildir. BT için en önemli kısıtlayıcı faktör hastaların yoğun bakım dışına taşınmasını gerektirmesidir. Ayrıca alınan radyasyon dozunun fazla olması, maliyet etkin olmaması gibi diğer nedenler de bu yöntemin diğer dezavantajlarıdır.

Gelenekselleşmiş yöntemlerin tanıya katkısının sınırlı olması, altın standart yöntemlerin ise uygulanabilirliğinin az olması nedeniyle yoğun bakımda çalışan doktorlar görüntüleme yöntemi seçerken bazen kararsız kalabilmektedir. Tanısal görüntüleme yöntemleri günümüzde teknoloji ve bilgi sistemlerinin gelişmesiyle birlikte de hızla gelişmekte ve ilerlemektedir [9]. Yatak başı akciğer USG'si geleneksel tanı yöntemlerinin basit kullanımını ve altın standart tanı yöntemlerinin üstünlüklerini bir arada sunan, noninvaziv, güvenli, tekrarlanabilir, maliyet etkin, gerçek zamanlı dinamik görüntü sağlayan, hastanın transferini gerektirmeyen ve radyasyon riski içermeyen bir görüntüleme aracıdır. Yoğun bakımda sınırlı sürede, hızlı ve doğru tanı koymada, tedavi sürecini takipte ve gerektiğinde

strateji değişikliğinde temel dayanak olan, bulguları klinik ile harmanlayarak yorumlayabilecek olan doktorlar tarafından kolayca uygulanabilen alternatif bir yöntemdir.

Literatüre bakıldığında bu alanda ilk yayının 1967'de Joyner ve arkadaşları tarafından plevral efüzyon tanısı için USG kullanımı olduğu görölmektedir [10]. Ancak daha sonra uzun bir süre bu konu ile ilgili çalışmalara rastlanmamaktadır. Akciğer USG'sinin klinik kullanımının öncülerinden Dr. Daniel Lichtenstein, çalışmalarına 1990'lı yıllardan itibaren başlamış ve BLUE, Pink, FALLS, SESAME gibi birçok protokol tanımlamıştır. Son yıllarda ise akciğer USG'si plevral ve perikardiyal efüzyon, ampiyem, pnömotoraks, pulmoner tromboembolizm (PTE), atelektazi ve pnömoni gibi patolojilerin tanısını hızlı koymada çok başarılı bir yatak başı tanı aracı haline gelmiştir [11]. Akciğer USG'si, YBÜ'de PPC'lerin ayırıcı tanısında geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında daha iyi sonuçlar vermektedir [9].

Çalışmamızın amacı postoperatif dönemde herhangi bir nedenle yoğun bakımda takip edilmesi gereken hastaları akciğer ultrasonu ile incelemek, gelişen pulmoner komplikasyonları tanımlamak ve sonografinin bu anlamda etkinliğini değerlendirmektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Anestezi Sonrası Yoğun Bakım Ünitesinde Solunum Problemlerine Yaklaşım

Postoperatif dönemde yoğun bakımda takip edilen hastalarda sık görülen postoperatif pulmoner komplikasyonlar; atelektazi, pnömoni, plevral efüzyon, pulmoner ödem, pulmoner emboli, pnömotorakstır. Postoperatif dönemde hastaları uygun izleme, erken tanı ve zamanında tedavi ile yönetim, kritik öneme sahiptir.

2.1.1.Solunum İzleme ve Risk Değerlendirmesi

Hastaların havayolu açıklığı, solunum hızı, SPO2, YBÜ'ye kabulde değerlendirilir ve sonrasında sürekli olarak izlenir. Havayolu sık sık tekrar değerlendirilir [12]. Nöromüsküler fonksiyon, mental durum, kardiyovasküler fonksiyon, sıcaklık, ağrı, bulantı-kusma da başlangıçta ve periyodik olarak değerlendirilir; bu parametreler solunumun yeterliliğini etkileyebilir.

Hastanın postoperatif solunum durumu ile ilgili intraoperatif olaylar arasında havayolu yönetimi, ventilasyon stratejisi, anestezi ajanlarının dozları ve zamanlaması, sıvı uygulaması ile ilgili sorunlar yer alır. Mevcut durumuna, cerrahi prosedürlere veya anestezi faktörlere bağlı olarak postoperatif pulmoner komplikasyon gelişme riski yüksek olan hastalar kaydedilir.

2.1.1.1. Hastaya Bağlı Risk Faktörleri

Önceden var olan risk faktörleri; Kronik obstrüktif akciğer hastalıkları (KOAH), astım, Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS), obezite, kalp yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, üst solunum yolu enfeksiyonu, tütün kullanımı, metabolik faktörler (ör: albümin <3 g / dL, BUN >30 mg / dL) ve yüksek ASA risk sınıfıdır.

2.1.1.2.Prosedürle İlişkili Risk Faktörleri

Cerrahi alanın diyafragma yakın olması durumunda (torasik veya üst abdominal cerrahi) risk artar çünkü pulmoner fonksiyon etkilenebilir. Kulak burun boğaz prosedürleri üst havayolu tıkanıklığına neden olabilirken, beyin cerrahisi işlemleri sonucunda değişen mental durum hipoventilasyon veya pulmoner aspirasyona neden olabilir. Riske yol açan diğer faktörler; soluma çabasında kısıtlamaya yol açan insizyonel ağrı ve operasyon süresinin 2 saatten fazla olmasıdır [13].

2.1.1.3.Anestezi ile İlişkili Risk Faktörleri

Genel anestezi (GA) ile opere olan hastaların PPC'leri, nöroaksiyel veya diğer bölgesel anestezi yöntemleriyle opere olan hastalara göre daha fazladır [15],[16]. GA sırasında nöromüsküler bloke edici ajanların uygulanması ve sonrasında kas gevşekliğinin tam geri dönmemesi sık görülen bir risk faktörüdür. Opioidlerin uygulanması solunum depresyonuna neden olabilir [16].

2.1.2.Solunum Yetmezliğine İlk Yaklaşım

Uyanık ekstübe hasta solunum güçlüğü veya ses kısıklığından şikayet edebilir ancak sedatif bir hastada semptomlar hafif olabilir veya hiç olmayabilir. Solunum yetmezliği bulguları; takipne (solunum hızı >30 nefes/dakika), yüzeysel solunum ve/veya zorlu solunumdur.

- Zorlu solunum; burun kanadı solunumu, aksesuar solunum kaslarının solunuma katılmasıdır (suprasternal veya supraklaviküler retraksiyon, interkostal kasların içe çekilmesi) ve yetersiz ventilasyon ile artmış solunum işini gösterir. Hasta, bu artmış solunum çabasını sürdüremediğinde solunum arresti ortaya çıkabilir [13].
- Bradipne (solunum hızı <8 nefes/dakika) veya solunum depresyonuna işaret eden apne periyodları (genel anestezi veya opioidlerin rezidüel etkilerine bağlı olarak) görülebilir.
- SpO₂ <%93 hipoksemiye işaret eder. Hipoksemi, cilt ve mukoza zarlarının mavimsi bir renk değiştirmesi ile birlikte olabilir. Belirgin siyanoz deoksihemoglobin düzeyi 5g/dL'ye ulaşana kadar gelişmez bu da SpO₂'de yaklaşık olarak %67 oranına karşılık gelir [17]. Oksijen desteği SpO₂'de azalma ve siyanozu önleyebilir ve hipoventilasyonun tanınmasını geciktirebilir.
- Anksiyete, konfüzyon veya ajitasyon hipoksemi ve hiperkapni nedeniyle olabilir. Şiddetli hipoksemi ve/veya hiperkapni, somnolans veya kapanma ile sonuçlanabilir, sonuçta miyoklonus, nöbetler veya kardiyak arrest oluşabilir.
- Taşikardi, hipertansiyon; hipoksemiden ve/veya hiperkapniden kaynaklanan sempatik deşarjdan (yani "stres cevabı") kaynaklanabilir. Şiddetli hipoksemi, hiperkapni ve asidoz; hipotansiyon, bradikardi veya malign aritmilere neden olabilir.
- İlk değerlendirme; solunum yetmezliğinin şiddeti ve olası nedenlerini hedefe yönelik muayene, AKG ve APAG'yi içerir. Solunum problemlerinin spesifik nedenleri için risk faktörleri gözden geçirilir. Eşzamanlı olarak, O₂ uygulaması, acil havayolu yönetimi ve diğer yaşamı tehdit eden durumlar için önlemler alınır. Hedefe yönelik fizik muayene, AKG ve APAG ile değerlendirme; solunum yetmezliğinin üst solunum yolu obstrüksiyonu, alt solunum yolu obstrüksiyonu veya pulmoner komplikasyonlara ya da nörolojik anormallığe bağlı olup olmadığını belirlemek için yapılır.

2.1.2.1.Üst Havayolu Açık Mı?

Hava yolu açıklığının ciddi şekilde bozulması, acil müdahale gerektirir. Belirtileri, interkostal-suprasternal retraksiyonlar ve inspirasyon sırasında abdominal ve göğüs duvarı hareketlerinde uyumsuzluk olmasıdır. Üst havayolu obstrüksiyonu tam ise sessiz olabilir, kısmi tıkanıklık ise tıkanıklık eğer larinksin üstündeyse horlama, perilaringeal ise inspiratuar stridor ile birlikte olabilir. Boyun ve göğüs oskültasyonu, stridoru wheezing'ten ayırt etmek için yapılır; stridor, boyunda daha belirgindir ve inspirasyonda daha net duyulur.

2.1.2.2.Oskültasyonda Alt Havayolu Obstrüksiyonu veya Pulmoner Patoloji Delili Var Mı?

Göğüs oskültasyonunda bronkospazmda tipik olarak trakea altında hava akımı kısıtlaması nedeniyle jeneralize wheezing duyulur ancak şiddetli bronkospazmda çok sınırlı hava hareketinden dolayı wheezing olmayabilir. Göğüs oskültasyonunda duyulan lokalize wheezing, mukus tıkaçı veya yabancı cisim ile alt havayolu tıkanıklığına işaret edebilir. Raller tipik olarak pulmoner ödem veya atelektaziye gösterir. Aspirasyon pnömonisi diffüz ince ral (crackle-çıtırtı sesi) olarak ortaya çıkabilir. Belirgin kaba ronkus tipik olarak havayolu sekresyonlarına bağlıdır; öksürükten sonra ortadan kalkar, bu da solunum sekresyonlarının etkili bir şekilde temizlendiğini gösterir.

2.1.2.3. Hastanın Bilinci Kapalı Mı?

Opioidler, rezidüel anestetik ajanlar veya nörolojik bir komplikasyona bağlı depresif bilinç seviyesi; hipoventilasyon, hiperkapni ve hipoksiye neden olabilir bu da bilinci daha da azaltır. Solunum yetmezliği şüphesi olan hastalarda, AKG analizi, anormal gaz değişimi (hipoksemi, hiperkapni) ve metabolik anormalliklerin (ör: asidoz) varlığını ve şiddetini belirlemek için en kısa sürede değerlendirilir. Yatak başı USG, APAG; pnömotoraks, pulmoner ödem, pnömoni, plevral efüzyon, havayolunda yabancı cisim, atelektazi veya pnömoniyi ortaya çıkarabilir.

2.1.2.4. Stabilizasyon

Solunum yetmezliğinin olası sebepleri ve şiddeti değerlendirilirken hemen oksijen desteği sağlanmalıdır. Hipoksemi konvansiyonel oksijen desteği yöntemleriyle yeterince düzeltilemezse tekrar solunumsız yüz maskeleri, nemlendirilmiş yüksek oksijen akımı sağlayan (60 L/ dakikaya kadar) oksijen kanülü seçenekleri de düşünülmelidir. Bazı durumlarda endotrakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon gerekli olabilir. Non-invaziv mekanik ventilasyon (NIMV), solunum problemlerinin altta yatan nedenini tedavi ederken yeniden entübasyon ihtiyacını önleyebilir. Anestezi sonrası yoğun bakımda solunum problemi belirtileri veya semptomları olan hastalarda, ciddi solunum yetmezliği kanıtı olana kadar beklemek yerine NIMV erken dönemde başlanmalıdır.

Preoperatif NIMV cihazı kullanan hastalarda (ör: OSAS' ı olan), kontrendikasyon yoksa anestezi sonrası YBÜ'ye kabulden kısa bir süre sonra bu tedavi daha önce önerilen şekilde sürdürülmelidir [18]. Kolektomi gibi alt gastrointestinal (GI) cerrahiden sonra NIMV kullanılabilir, fakat genellikle üst GI prosedürlerinden sonra NIMV'den kaçınmak gerekir çünkü basınçlı hava nedeniyle gastrik distansiyon ve mide içeriğinin anastomozlardan sızma ihtimali vardır. Sistemik derlemeler ve olgu serileri, özefajektomi, Roux-en-Y gastrik bypass, gastrektomi veya pankreatik-duodenektomi sonrası NIMV'nin artmış anastomoz kaçağı olduğuna dair kanıt olmadan başarılı bir şekilde kullanıldığını bildirmişlerdir [19]–[21]. Gastrik dekompresyon sağlamak amacıyla sık ventilatörden ayırarak, anastomoz kaçağı açısından dikkatli olunarak düşük inspiratuar basınç seviyelerinde NIMV kullanılabilir [13].

NIMV alan hastalar sürekli monitörize edilir ve solunum durumları 1-2 saat içinde tekrar tekrar değerlendirilir. Klinik durumu ve gaz değişimi iyiye doğru gidenlerde NIMV'e devam edilebilir ancak 2 saat içinde durumu bozulanlar tekrar entübe edilir ve mekanik ventilasyon başlanır. Oksijen desteği

verilirken, küçük solunum yollarında sekresyonların kurumaması ve tıkanıklığa yol açılmaması için mümkün olduğunca nemlendirilmelidir. Ağrısı olan, sedatize hastalar etkili bir şekilde öksürerek respiratuvar sekresyonları atamayabilirler. Bu durumda oral veya nazotrekeal aspirasyon trakeal sekresyonları temizler ve öksürmeyi uyarır. Nadiren koyu mukoz tıkaçlar, sekresyonlar ve diğer yabancı cisimleri temizlemek için bronkoskopi yapılır.

Solunum depresyonu ve hipoventilasyon, opioidlerin ve diğer anestetik ajanların rezidüel etkilerinden kaynaklanabilir. Eğer opioid doz aşımı, ağır sedasyon ve persistan bradikardinin en olası nedeniyse re entübasyonu önlemek için düşük doz nalokson titre edilerek yapılabilir.

Anestezi sonrası yoğun bakım ünitesine kabul edilen hastalarda nöromüsküler bloke edici ajanların etkilerinin yetersiz geri dönüşü sık görülür; faringeal kas güçsüzlüğü, üst havayolu tıkanıklığı ve hipoventilasyona neden olabilir. Sinir stimülatörü ile doğrulanarak bir asetilkolinesteraz inhibitörü veya sugammadex ile rezidüel kas gevşekliliği etkisi geri döndürülebilir.

2.2.Görüntüleme Yöntemleri

2.2.1.Akciğer Grafisi (APAG)

Yoğun bakım ünitelerinde takip edilen hastalarda yatak başı APAG, rutin ve günlük olarak yapılır; solunum yetmezliği olan hastalarda, akciğer durumunu değerlendirmek için bir referans olarak kabul edilir. Buna karşın bu yöntemin sınırlı tanısal performansı ve etkinliği çeşitli klinik çalışmalarla bildirilmiştir [8],[23]. Aynı zamanda bu teknik; plevral efüzyon, akciğer konsolidasyonu ve alveolo interstisyel sendromun yanlış değerlendirilmesine yol açabilir.

Gerek acil servislerde gerekse yoğun bakım üniteleri gibi hasta hakkında hızlı ve güvenilir tanı yöntemlerinin kullanımının zorunlu olduğu kliniklerde, mevcut akciğer patolojilerinin yatak başı akciğer grafisi ile tanımlanması hem zaman alır ve hem de yorumlanması ilgili klinik hekimleri arasında farklılıklara yol açabilir [23]. Pozisyon güçlüğü, hastaların ve çalışan personelin radyasyon alması, olası değişikliğin filme yansıma süresinin uzun olması bu tekniğin olası diğer dezavantajlarıdır. Düşük film kalitesi ve filmin yatar ya da yarı yatar pozisyonda çekilmesi de postoperatif pulmoner komplikasyonların tanılarını zorlaştırır.

2.2.2.Bilgisayarlı Tomografi (BT)

Sadece pnömotoraks, alveolo-interstisyel sendrom, akciğer konsolidasyonu, plevral efüzyon, atelektazi tanısı koymasının yanında, aynı zamanda lokalize transtorasik drenaj, ampiyem, akciğer apsesi gibi yoğun bakım hastalarında terapötik prosedürler için de altın standart olarak kabul edilir.

Bu teknikte görüntü oluşumu APAG'deki görüntü oluşumuna benzer fiziksel kurallara dayanır ve bu doğrudan fiziksel doku yoğunluğu ile ilişkilidir. Fakat görüntülerin elde edilmesi yoğun bakımda takip edilen hastaların monitörize ve eğitilmiş bir ekip tarafından, riskli bir transport prosedürünü gerektirir [24]. Bununla birlikte BT ile alınan radyasyon dozunun yüksek olması ve yine yüksek maliyeti, bu işlemin hastaya tekrarlanabilirliğinin bir kısıtlamasını oluşturur [25]. Bu sebeplerden dolayı BT; YBÜ'de kullanımı sınırlı bir görüntüleme aracı olarak kalır.

2.2.3.Ultrasonografi (USG)

Ultrason, ses dalgaları ile tanınal ya da girişim amacıyla kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. İnsan vücudunu görüntülemeye kullanılan cihazdır. Pratik, ucuz, noninvaziv, non iyonizan bir uygulamadır ve insan kulağının duyma sınırlarını aşan yüksek frekanslarda (1-20 MHz) ses dalgaları kullanılarak görüntüler elde edilir.

2.3.Ultrasonografide Temel Bilgiler

USG uygulamaları son yıllarda sürekli gelişme göstermektedir. Önceleri A-mod ve statik B-mod gibi ilk teknolojiler kullanılırken, günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak yüksek performanslı gerçek zamanlı görüntüler elde edilebilmektedir. Modern USG sistemleri; kan damarlarındaki ve dokulardaki kan hareketleri, hareketli yapıların 3 boyutlu görüntüleri ve dokuların sertliği gibi ileri ve detaylı ölçümler yapabilir ve girişimlere kılavuzluk edebilir [27],[28]. USG cihazı temel olarak prob, ekran ve klavye olmak üzere üç ana parçadan oluşur.

Bir hasta üzerinde yapılan başlangıç hazırlığı, klavyenin doğru inceleme türünün (örneğin akciğer, tiroid gibi) seçilmesi, prob tipinin belirlenmesi, hasta verileri (hastanın adı, doğum tarihi ve / veya tıbbi kayıt numarası) ve işlemi yapacak operatörün adının kaydedilmesi ile başlar. Tarih ve saat ayarları genellikle USG makinesi tarafından otomatik olarak kaydedilir [29],[30]. Ultrases dalgaları hava ile doğrudan temas ettiğinde büyük oranda yansımaya ve kırılmaya uğrar. Görüntü oluşturulamamasının en sık sebebi de budur. USG uygulamalarında incelenecek alan üzerine transdüserin hava ile temasını önlemek için bol miktarda jel kullanılmalıdır (Şekil 1) [30].



Şekil 1:Ultrason Transdüseri ve Jeli

2.3.1.Ultrasonografide Temel Kavramlar

Ultrasonografiden bahsetmek için öncelikle “ses” kavramına değinmek gerekir. Ses enerjisi bir kaynaktan çıkıp ortamda yayılan mekanik titreşimlerdir. Bu titreşimlerin birim zaman (saniye; sn)

içindeki tekrarlama sayısı 20-20000 arasında olursa insan kulağı algılayabilir. Yirmiden az tekrarlanan titreşim sayısı olduğunda infrases, 20000'den fazla olduğunda ultrases olarak adlandırılır. İnfrases ve ultrases insanlar tarafından duyulamaz [31]–[33].

Ultrases, dalgalı bir traseye sahiptir. Birim zamanda(sn) tekrarlayan dalga tepesi sayısına “frekans” denir ve Hertz (Hz) olarak birimlendirilir. Bir milyon Hertz,1 megahertz (Mhz) olarak adlandırılır. Dalga boyu ise her iki dalganın tepe noktalarının arasındaki mesafedir. Tıp pratiğinde günümüzde sıklıkla kullanılan ultrases 2-18 Mhz arasındadır. Bir dalga biriminin tamamlanma süresine de “periyot” adı verilir. Ultrasesin frekansı arttıkça dalga boyu kısalır [35],[36].

2.3.2.Ultrasesin Elde Edilmesi

Günümüzde en sık piezoelektrik olaydan yararlanılır. Piezoelektrik olay çift yönlü çalışır. Bu fiziksel olayda, elektriksel uyarımın özel olarak yapılmış kristallerde meydana getirdiği mekanik kompresyonun ultrasese dönüştürülmesi ve geri gelen ultrasesin bu kristalleri komprese etmesi sonucunda tekrar elektrik sinyallerine dönüştürülmesidir [29],[30].

2.3.3.Ultrasonografide Görüntü Nasıl Oluşur

USG cihazı elektrik akımını proba gönderir. Piezoelektrik olayla oluşan ses dalgaları dokuya iletilir. Dokudan yansıyan ses dalgaları(eko) proba geri döner. Tekrar piezoelektrik olayla elektrik sinyallerine dönüşür. USG cihazı bu sinyalleri yorumlayarak görüntüye çevirir [29],[30]. Sesin ortam içinde yayılım hızı, ortamın yoğunluğuna ve elastisitesine bağlıdır. Ortamın sesin yayılımına gösterdiği dirence “akustik impedans” denir. Ses dalgası akustik impedansı değişmeyen bir ortam içinde hareket ederken yoluna devam eder fakat farklı bir akustik empedanslı ortamın yüzeyi ile karşılaşırse değişikliğe uğrar.

Dokunun ultrases verdiği bu yanıtlar; zayıflama (atenüasyon), yansıma (refleksiyon), saçılma (scattering), soğrulma(absorbsiyon), kırılma (refraksiyon) ve kırınım (difraksiyon)dır. Bu olaylar sonucunda sadece proba geri dönen ses, bilginin ekranda oluşturulmasını sağlar. Bunun yanında proba geri dönen sinyaller mesafe ile ters orantılıdır.Yani uzak olan dokulardan dönen sinyaller daha az olacağından daha derin dokular daha zor görülür [37],[38].

Transdüser hem mekanik ultrases dalgalarını üretir hem de akustik impedans denilen ultrases dalgalarının geçişine bir dereceye kadar direnç gösteren ara yüzlerin yansıttığı ekoları toplar. Transdüser geri dönen ekolar, USG makinesinin işlemcisi tarafından 2 boyutlu, gri ölçekli, dijital görüntüye işlenen elektrik sinyaline dönüştürülür (sonogram). Sonogram, ekoların güç, parlaklık ve eko derinliğinin temsili olan küçük paralel çizgilerden oluşur [37],[38].

2.3.4.Ekojenite

Yansıtıcı yüzey konsantrasyonu dokunun ekojenitesini belirleyen en önemli etkidir. Geri gelen dalga ne kadar çoksa görüntü o kadar açık renkte (beyaz) oluşur [34],[35]. Her dokunun ses dalgasına karşı farklı direnci ekranda farklı tonlarda (gri skala) gözükmesi ile sonuçlanır. Sıvılar içinde hiç yansıtıcı yüzey bulundurmadığı için eko üretmez. Suyun sesi zayıflatma katsayısı yumuşak dokulardan belirgin şekilde düşüktür. Bu nedenle kistler ve sıvı dolu organlar anekoik yapılar şeklinde izlenir.

Havanın akustik direnci vücut yapılarına göre ileri derecede yüksek olduğundan sesin tamamına yakını yansır ve arka kesime ses dalgaları geçemez. Bu nedenle akciğerlerin ve bağırsakların arkalarındaki kesimlerin görüntülenmesi zorlaşır [34]–[39].

Taş, kemik ve kalsifikasyonlar sesi suyun aksine çok fazla zayıflatır. Ayrıca etraf dokularla arasında önemli ölçüde akustik direnç farkı vardır. Sesin önemli bir kısmı yansır. Dolayısıyla bu yapılar gri skalada beyaz, arkalarındaki yapılar ise tam aksine siyah görülür. Diyafragma ile karaciğer arasında ciddi bir akustik direnç farkı vardır. Sonogramda karaciğer kendine has görüntüyü verirken diyafragma kalın fibroz hiperekoik bir bant şeklinde görülür.

Tiroid, parotis bezi ve testis gibi ince granüllü yapıların kendilerine has bir görünümüne sahiptir. Kas dokusu hipoekoik ve ekojen çizgilenmeler içerir olarak görülür, yağ dokusu ise kas dokusundan hafif hiperekoiktir [34]–[39].

2.3.5. Transdüser (prob)

Tüm transdüserler ana USG ünitesine giden bir elektrik bağlantı kablosuna, sert plastikten yalıtım muhafazasına ve yumuşak yalıtkan bir membrana sahiptir (Şekil 2). Membran ve yalıtkan tabakanın altında, ultrases dalgalarını oluşturan piezoelektrik kristaller ve kristallere bir voltaj akımı sağlayan elektrot bulunur [35],[36].



Şekil 2: Prob Örnekleri

Kristaller prob içerisinde incelenerek alana yakın olarak yerleştirilmiştir. Kristaller önceleri kuartz maddesinden yapılırken günümüzde genellikle düşük maliyetli sentetik maddelerden üretilmektedir. Kristale elektrik akımı ulaştığında mekanik olarak gevşer ve sıkışır. Bu gevşeme ve sıkışma olayları sonucu ultrases oluşur. Bu olaya da “piezoelektrik olay” denir. Ultrases dokulara ulaştığında dokunun yapısına göre bir eko oluşur ve geri gelen bu ultrases dalgaları kristalde bir sıkışma etkisi oluşturarak cihaza ulaşan sinyallerde farklılığa yol açar. Dokularda oluşan eko farklılığı dokular arasında görüntü farklılığına neden olur [34],[35].

Transdüser gövdesinin bir kenarında, ekran oryantasyonu için bir gösterge (genellikle renkli bir işaret veya bir çıkıntı) bulunur. Bu anatomik olarak incelenecek dokunun doğru yönde bakılmasını

sağlar. Transdüser rutin uygulamalarda sağ elle, klavye ise sol el ile kullanılır. Ancak bu durum girişimsel işlemlerde değişiklik gösterebilir [35],[36].

Problar piezoelektrik dizilimlerine göre adlandırılırlar. Sesin frekansı arttıkça görüntünün kalitesi artar; fakat sesin penetrasyonu o ölçüde azaldığı için derin dokuların görüntülenmesi güçleşir. Bu fizik kurala dayanılarak dokuya olabildiğince yaklaşmak görüntü kalitesini artırır sonucu çıkarılabilir. Bu sebeple endokaviter, endoskopik ve intraoperatif uygulamalar geliştirilmiştir [31]–[34].

Yüzeyel incelemede yüksek frekanslı problar (lineer, array, düz) kullanılırlar ve dikdörtgen şeklinde görüntü oluştururlar. Daha derin dokular için düşük frekanslı konveks (kurvilinear) problar kullanılır. Sektör (mikrokonveks, faz dizilimli) prob: pasta dilimi şeklinde görüntü oluşturur. Kardiyak, akciğer ve travmada sonografi odaklı değerlendirme (focused assessment with sonography for trauma; FAST) protokolü gibi görüntülemelerde kullanılır. Hokey sopası prob: Yüksek frekanslı probdur. Özellikle pediatrik yaş grubunda ve yüzeyel dokularda kullanılır.

Kristallerin kalınlığı arttıkça, ürettikleri sesin frekansı azalır. Ultrasesin frekansı ile dalga boyu arasında ters bir orantı vardır. Frekansla ses dalgalarının doku derinliklerine iletilmesi (penetrasyon) arasında ters orantı vardır [34],[35]. Yüksek frekansta yüzeyel dokular, düşük frekansta ise derin dokular daha iyi görüntülenir. İncelenecek dokunun derinliğine göre en yüksek frekanstaki prob kullanılmalıdır [39],[40].

2.3.6.Görüntü Ekranı

Genellikle sonogram için görüntülenecek tek bir geniş görüntüleme alanına, klavyeyi kullanarak ayarlanabilen kenar boşluklarına ve birkaç ek parametreye sahiptir. Transdüserle en yakın olan sonogramın üst kısmına “yakın alan” denir; sonogramın alt kısmı ise “uzak alan” olarak adlandırılmaktadır.

Tarama sırasında yakın ve uzak alanların sonografik görünümünde, özellikle USG fiziğinin açıkladığı yüksek frekanslı transdüserler ve ultrases dalgalarının dokularda etkileşimi ile gözle görülür farklılıklar bulunur. Yakın alan, ultrases ekolarını yansıtmanın en yüksek gücüne sahiptir ve genellikle daha parlak görünecektir. Ultrasesin frekansı arttıkça ve ultrases dalgasının gideceği mesafe ne kadar yüksek olursa, bu zayıflama da o kadar yüksek olur [35],[36].

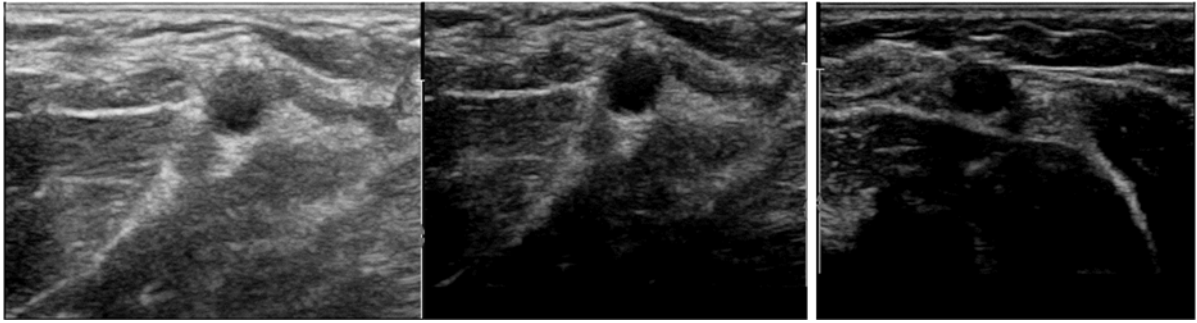
2.3.7.Klavye

Klavyede bulunan temel özellikler; frekans ayarlama, derinlik, odaklanma, kazanç-gain ayarı ve doppler’ dir. Frekans ayarlama tuşları ultrases frekansını dar bir aralıkta artırmak veya azaltmak için kullanılır. Çözünürlük ve frekans arasında ters bir ilişki vardır. Tarama sırasında hem doku penetrasyonunu hem de çözünürlüğü optimize eden bir tarama frekansı seçilmelidir [33]–[35]. Sonogramın bir kenarında, santimetre cinsinden derinlik ölçümü ile çalışan bir ölçek vardır.

Bir alanın USG özelliklerinin en iyi şekilde incelenmesi için, genellikle konumu ve boyutu ayarlanır, böylece sonogram içinde ortalanır ve görüş alanının çoğunluğu doldurulur. Bu, transdüserin hedef üzerinde merkezlenmesi ve derinliğin her tarafta kabaca eşit miktarda dokuya sahip olacak şekilde ayarlanmasıyla gerçekleştirilir [33]–[35].

Transdüserden yayılan USG dalgaları en dar olduğu ve en iyi çözünürlüğü sağladığı yakın alanda meydana gelen doğal bir odak bölgesine sahiptir. Odak bölgesi çoğu USG makinesinde seçilen bir derinlikte manuel olarak ayarlanabilir ve genellikle derinlik ölçüm skalasının kenarındaki bir işaretçi ile gösterilir. Manuel olarak ayarlandığında, odak bölge hedefin altına yerleştirilmelidir. Uygun şekilde yerleştirilmemiş odak bölge, kitlelerin daha az görülebilir olmasına, hedefin net olmayan kenarlarının belirgin görünmemesine ve kistlerin yanlışlıkla iç ekolarını artırarak solid doku olarak görünmesine neden olabilir [33]–[35].

Görüntünün optimizasyonu için ana hatlardan biri olan “gain ayarı” işlevi (“genel kazanç” veya “alıcı kazancı” olarak da bilinir), tüm sonogramın parlaklığını artırmanıza veya azaltmanıza olanak sağlar (Şekil 3). Bu, eko gücünün artırılması ya da azaltılması ile gerçekleştirilir.



Şekil 3:Gain Ayarı Görüntüleme Farklılıkları

Örneğin, doku zayıflaması (sonogramı daha koyu ve yorumlanması zor hale getirir) nedeniyle yansıyan ultrases kuvvetinin toplam kaybını telafi etmek için ve sonogramı daha parlak hale getirmek için kazanç artırılır. Kazancın fazla artırılması, sonogramın “beyaz renkte” görünmesine neden olur ve bu nedenle, dokular arasında yetersiz kontrast nedeni ile çok parlak olacaktır. Sonogramda uygun kazanç ayarının makul şekli, vasküler lümenlerin siyah görünmesi ve iskelet kası gibi diğer dokuların iyi kontrast tonlarına sahip olmasıdır. Kazancın, tüm sonogramın parlaklığı için genel bir “ayarlama” özelliği olduğu, yani yakın alan ve uzak alan ekolarının eşit olarak arttığını vurgulamak önemlidir. Hal böyle iken, genel kazancın artırılması ya da azaltılması, yakın ve uzak alanlardaki sonogramın muntazam olmayan parlaklığını vurgulamaktadır ki bu istenmeyen bir durumdur.

Klavyede bir başka ayar kontrolü, zaman-kazanım kompanzasyonu (time gain compensation; TGC), yakın ve uzak alanlardaki belirli derinlik aralıklarında dönen ekoların parlaklığını bağımsız ve kademeli olarak ayarlamak için kullanılabilir [39],[40]. Çoğu USG makinesinde TGC kontrolleri, sırasıyla yukarıdan aşağıya doğru, yakın alan kazanım kontrollerine yakın alanlara karşılık gelen bir sıra paralel sürgüden oluşur. Yüksek frekanslı transdüserlerin kullanılması, tarama sırasında TGC’nin düzenli olarak ayarlanmasını gerektirir [39],[40].

2.3.8.Ultrason Görüntü Modları

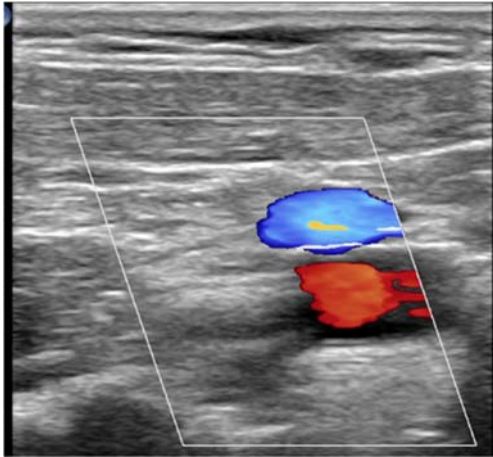
A mod (amplitüd): Dokulara gönderilen tek bir pulsun oluşturduğu amplitüdün kağıt veya ekrana yansıtılmasıdır. Sanayide ve bazı çalışmalarda kullanılır. Tıpta günlük kullanımı yoktur [34],[35].

B mod (parlaklık, brightness): Günümüzde temel ve başlangıç modudur. Bu modda dokulara gönderilen ses dalgaları yansıma ile geri dönerek iki boyutlu (2D) bir görüntü oluşmasına yol açarlar. Bu görüntüler, yansımanın miktarına göre ekranda siyah-beyaz arası (gri skala) değişik parlaklıkta görüntülere çevrilir [34],[35].

M mod(zaman-hareket(motion) “modu): B mod görüntüsünün bir parçası alınarak belli bir sürede, zaman ekseninde yatay bir görüntü oluşturmak için kullanılır. Akciğer görüntülemesinde özellikle pnömotoraks tanısında ciddi avantajlar sağlar.

Doppler modu: Ses kaynağı ve sesi yansıtan nesnenin birbirleriyle ilişki içinde hareket etmesi durumunda, yansıyan ses dalgasının frekansının değişmesi esasına dayanır. Aslında günlük yaşamımızda düzenli olarak Doppler efekti gözlenmektedir. Bir ambulans sireninin yaklaştıkça sesinin daha tiz olması veya yaklaşan bir trenin sesinin daha tizleşmesi örnek olabilir.

Basitçe anlatmak gerekirse sabit frekansla ses veren bir kaynak hareket ederse, hareket yönünde sesin frekansı artar, aksi yönde ise azalır. İlk olarak Christian Doppler tarafından tanımlanan bu olaya “Doppler kayması” denir. Doppler kayması saptanarak akımın hızı belirlenebilir. Yansıyan sesin frekansı gönderdiğimiz sesin frekansından yüksekse akım proba yaklaşıyor, düşükse akım probdan uzaklaşıyor; eşitse damarda akım yok demektir (Şekil 4) [34],[35],[40].



Şekil 4:Renkli Doppler İncelemesi

Spektral Doppler’de ise damar içerisinde küçük bir alan (kapı-gate) seçilerek bu alandan geçen akımın bilgisi “hız-zaman” grafiği şeklinde yazdırılır. Grafiğin dikey koordinatı hızı, yatay koordinatı zamanı gösterir. Her damarda akım farklıdır. Lümeni bozulmuş damarlardaki akımın grafiği de değişir. Grafiğin en tepe noktası akımın pik hızını verir [39],[40].

Sürekli ve atım-dalga formunda görüntüler oluşturulur. Sürekli dalga formundaki Doppler görüntüleri sese dönüştürülür. Sıklıkla acil bakıda damarları değerlendirmek ve fetal kalp atımı için kullanılır. Spektrum-dalga görüntüsü ise atım-dalga formunda oluşturulur. Arteriyel akımda keskin pikler görülürken venöz akımda daha düz traseler oluşur.

Power Doppler; renkli dopplerin aksine akım hızı ve yönünü değil, dönen frekans genişliğini ve çok düşük akımları ölçmede kullanılan moddur. Testis veya overin vasküler acillerinde kullanılır [39],[40].

2.3.9.Ultrasonografide Görüntü Optimizasyonu

Dizilim, kaydırma, hizalama (alignment): Görüntülemeye ana harekettir. Bir yapının trase boyunca takibi ile o dokunun tanınması kolaylaştırılır. Görülmesi istenilen yapıyı bulmak adına sağa sola ya da yukarı aşağı hareket temeldir.

Rotasyon: Kesit halindeki dokunun diğer planda görüntülenmesini sağlar. Özellikle damarsal görüntülemeye önemlidir.

Eğim verme (tilt): En iyi görüntü prob 90 derece olduğunda elde edilir fakat basınç uygulama ile izin verilen açı artırılabilir. İstenilen görüntünün elde edilmesi için genellikle tecrübeye dayanan bir harekettir.

Basınç uygulama: Dokuya biraz basınç uygulama hem daha iyi görüntü sağlar hem de girişim sırasında probun kaymasına bağlı görüntünün bozulmasına engel olabilir. Ayrıca arter-ven ayırımında da kullanılabilir. Kesin kural olmamakla birlikte özellikle büyük çaplı damarlar için basınç ile kapanan ven, kapanmayan arterdir [27]–[30],[38].

Döner ses derinlik arttıkça sürekli bir düşüş gösterir. Bu gönderilen pulsun şiddetine bağlıdır. Kazanç ayarı bu şiddeti izin verilen aralıklarda artırarak görüntü kalitesine etki edebilir. TGC ise bu ayarı görüntüde bölünmüş aralıklarla yapabilir. TGC işlevinde hedeflenen derinlikteki ses şiddeti artırılarak gelen sinyal genliği artırılabilir [26]–[29].

2.3.10.Ultrasonografi Artefaktları

Artefakt, bir sonografik görüntülemeye beklenmeyen veya anatomi ile alakası olmayan; yani, normalde var olmayan görüntüdür. Artefaktlar, genellikle görüntü oluşturulmasına engel bir durumken akciğer USG gibi uygulamalarda görüntünün temelini oluşturabilir. Bununla birlikte, ultrason artefaktlarının tanınması ve anlaşılması uygulayıcı için görüntülerin yanlış yorumlanmasını önlemeye yardımcı olur.

Akustik gölgelenme: Katı cisimlerin (örneğin kemik yapıları, safra taşı) altında bulunan bölgelerde ultrases enerjisinin önemli oranda azalmasıdır. Bu kendini pratikte batın ve toraks değerlendirilmesinde kotlar arasında kalan karanlık alanlar şeklinde gösterir [36].

Akustik zenginleşme ve akustik pencere: Sıvı dolu yapılardan geçen ses dalgaları güçlenerek arkadaki yapıya çarpıp geri döner. Bu arka tarafındaki yapının daha parlak (daha ekojenik) görülmesine neden olur. Pratikte pelvik değerlendirme için dolu bir mesane istenmesinin sebebi bu akustik pencere özelliğinden yararlanmaktır.

Çoklu yankılanma (reverberasyon) artefaktı: Ses dalgalarının doku ile prob arasında veya iki doku arasında birden fazla kez gidip gelmesi ile oluşmaktadır. Bu olay fazladan bir görüntü oluşmasına neden olur. B-mod görüntülemeye akciğer bakısındaki A çizgilerinin nedenidir [36].

Ayna artefaktı: İncelenen iki yapı arasında geniş kavisli bir yüzey olması durumunda ortaya çıkar. Ses dalgalarının geri dönme zamanı uzar ve görüntü normalden daha derindeymiş gibi ikinci bir görüntü oluşur. Karaciğerdeki bir lezyonun diyafram altında da varmış gibi görünmesi buna örnek olarak verilebilir.

2.4.Akciğer Ultrasonografisi

- Giriş
- Uygulama Tekniği
- Sonotranstorasik Anatomi
- Akciğerde Sonografik İnceleme Alanları
- Normal Akciğer İşaretleri
 - Akciğer Kayma İşareti
 - A Çizgileri
 - Deniz Kenarı İşareti
- Akciğer Patolojilerinin Sınıflandırılması ve Sonografik Bulguları
 - İnterstisyel Sendrom
 - Alveolar Sendrom
 - Plevral Sendrom
 - Pnömotoraks
 - Plevral Efüzyon
- BLUE Protokolü

USG noninvaziv, güvenli, tekrarlanabilir, maliyet etkin, gerçek zamanlı dinamik görüntü sağlayan, hastanın transferini gerektirmeyen ve radyasyon riski içermeyen bir görüntüleme aracıdır. Daha etkin karar vermeyi, tıbbi hataların ve komplikasyonların azaltılmasını sağlayabilir. Yatakbaşı USG kullanımı özellikle YBÜ ve acil servislerde son birkaç on yıl içinde artmıştır.

Yatakbaşı ultrasonografi kullanımı, tanı ve girişimsel uygulamalar dahil olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmıştır. Radyolog ve kardiyolog olmayan hekimlerin, akciğerleri, kalbi incelemesi, vasküler girişim için kullanmaları ve küçük drenaj prosedürleri gerçekleştirmeleri maliyet etkin bir yönetim uygulamasına izin verir. Şu anda yoğun bakım ünitelerinde ve acil servislerde USG, klinisyenin elinde hem bir tanı aracıdır hem de girişimsel işlem performansını kolaylaştırabilecek bir yardımcıdır.

Akciğer USG'sinin kullanımı diğer alanlara göre gecikmiştir. Bunun başlıca nedeni ultrasonik ses dalgalarının hava dolu akciğere yeterli olarak penetre olamaması ve bu nedenle görüntülemeye

USG'nin iyi bir yöntem olmayacağı düşüncesidir [40]. Literatüre bakıldığında bu alanda ilk yayının 1967'de Joyner ve arkadaşlar tarafından plevral efüzyon tanısı için USG kullanımı olduğu görülmektedir [10]. Ancak daha sonra uzun bir süre bu konu ile ilgili çalışmalara rastlanmamaktadır.

Akciğer USG'sinin klinik kullanımının öncülerinden Dr. Daniel Lichtenstein, çalışmalarına 1990'lı yıllardan itibaren başlamış ve BLUE, Pink, FALLS, SESAME gibi birçok protokol tanımlamıştır [42],[43]. Günümüz yoğun bakım uygulamalarında akciğer USG kullanımının fizik muayeneden ve göğüs radyografisinden daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu gösterilmiştir[43]. Plevral efüzyon, konsolidasyon, pulmoner ödem, ARDS, pnömotoraks gibi birçok akciğer patolojisinin tanısı ve takibinde USG kullanımının doğruluğu ve etkinliği kanıtlanmıştır [42],[43].

2.4.1.Uygulama Tekniği

Prob Seçimi: Klinik duruma göre değişmekle birlikte akciğerin sonografik incelemelerinde lineer, konveks ve mikrokonveks prob kullanılabilir. Gerçek zamanlı plevral hareketlerin değerlendirilmesinde çözünürlüğü yüksek ve dağılımı azaltılmış lineer (genellikle 7-12 MHz) prob kullanılır. Akciğerin derin ve geniş alanlarını değerlendirmek için, örneğin konsolide alanları veya efüzyonların derinliğini incelemek gibi, düşük frekanslı konveks prob (3.5-5 MHz) optimum inceleme sağlar. Mikro konveks prob, interkostal aralığa rahatça yerleşerek, daha küçük bir alandan daha geniş inceleme alanı elde edilmesini sağlar. Ayrıca mikrokonveks problemlerin frekans aralıkları geniştir (5-11 MHz gibi). Bu durum özellikle kritik durumlarda herhangi bir zaman kaybına neden olmadan tek prob ile tüm vücudun incelenmesini, BLUE, FALLS, SESAME gibi birçok protokolün hızlıca gerçekleştirilmesini sağlar [44].

Mod Seçimi: Çoğunlukla konvansiyonel B (Brightness)-mod görüntüleme yeterlidir. Fakat bazı patolojilerde Doppler ve M (Motion)-mod görüntüleme tekniğinin de kullanılması gereklidir.

Görüntü Optimizasyonu: Kullanılan USG cihazının teknik ayrıntılarının bilinmesi, optimum görüntünün elde edilmesine yardımcı olacaktır. Modern USG cihazlarında görüntünün iyileştirilmesi amacıyla bazı ayarlamalar otomatik yapılır. Bu ayarlamalar artefaktları azaltır. Oysa akciğer USG'si artefakt ve imajların değerlendirilmesi prensibine dayanır. Bu nedenle USG cihazının "doku harmonik görüntüleme (Tissue Harmonic Imaging-THI)" gibi artefakt azaltıcı ayarları kapatılmalıdır.

Bazı modern cihazlarda ise akciğer ön seçim olarak mevcuttur. Eğer kullanılan cihaz bu özelliği taşıyorsa incelemeye başlamadan önce akciğer ön seçim olarak ayarlanmalıdır. Akciğer sonografisinde plevrayı optimum olarak ortaya çıkarabilmek en önemli adım olmalıdır. Çünkü bütün patolojilerin plevraya yansması değerlendirilir. Pnömotoraks gibi patolojilerde bu durum daha önem kazanır ve doğrudan plevra hareketinin değerlendirilmesi gerekir [46],[47]. Plevra görüntülenirken yapılması gereken önemli adımlar şu aşağıda şu şekilde sıralanmıştır.

- Kaydedilen görüntüler bir solunum siklüsünü içermelidir.
- Plevral çizgi seviyesinde odaklama sağlamak ve multi-fokus modalitesini kullanmamak daha yararlıdır.

- Patolojik durumları ayırt eden artefaktların oluşabilmesi için, USG dalgası plevral yüzeye dik olarak ulaşmalıdır. Yani prob göğüs duvarına bir kalem gibi dik tutulmalıdır [46],[47].

Ekran işaretçisinin, probun tutuş yönü ile daima aynı tarafında olacak şekilde ayarlanması (sağ ya da sol) kullanıcının görüntü uyumunu kolaylaştırır. Örneğin, sol seçilirse torasik ultrason görüntüleri yorumlanırken, soldaki ekran daha üst bölgeleri, sağ taraf ise daha alt bölgeleri gösterecektir.

2.4.2.Sonotranstorasik Anatomi

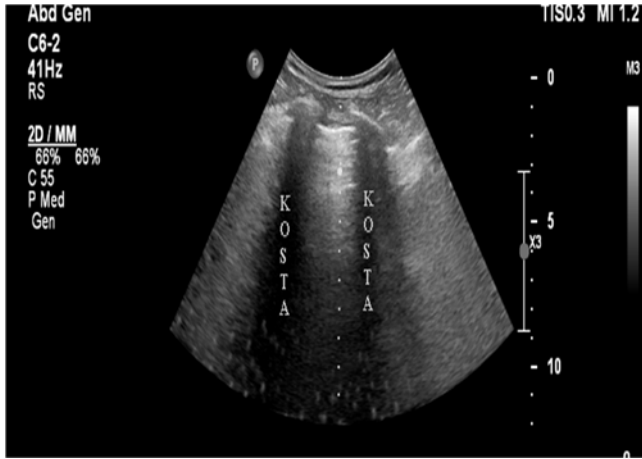
Akciğerde USG kullanımının gecikmesindeki temel nedenlerden bir diğeri ise toraksın anatomik yapısıdır. Toraksın kemik yapısı plevral yüzeyin ancak %70'inin incelenmesine müsaade eder. Ciltten itibaren subkütan doku, kostaların posterior gölgelenmeleri ve plevra torasik görüntü penceresini oluşturan temel yapılarıdır (Şekil 5,6).

Subkutan doku ve interkostal kasların kalınlığına bağlı olarak kostaların yüzeyinden yaklaşık 0.5-1 cm derinliğinde görüntülenen hiperekoik plevra en önemli anatomik yapıyı oluşturur. Kostaların iç yüzeyinde parietal plevra, akciğerlerin dış yüzeyinde visseral plevra yer alır. İki plevra birlikte yaklaşık 5 mikron kalınlığındadır ve sonografik olarak tek bir hiperekoik çizgi şeklinde görünürler.

Plevraların arası, solunumla kaymayı kolaylaştıran ince bir sıvı tabakası ile desteklenir. Visseral plevra derininde, interlobüler septa tarafından ayrılmış lobüller içinde, milyonlarca hava dolu alveoller bulunur. Visseral plevranın altındaki hava, USG dalgalarının penetrasyonuna akustik bir bariyer görevi görür. Bu nedenle sağlıklı hastalarda plevral yüzey kolaylıkla görüntülenebilirken, altındaki akciğer görüntülenemez [45].

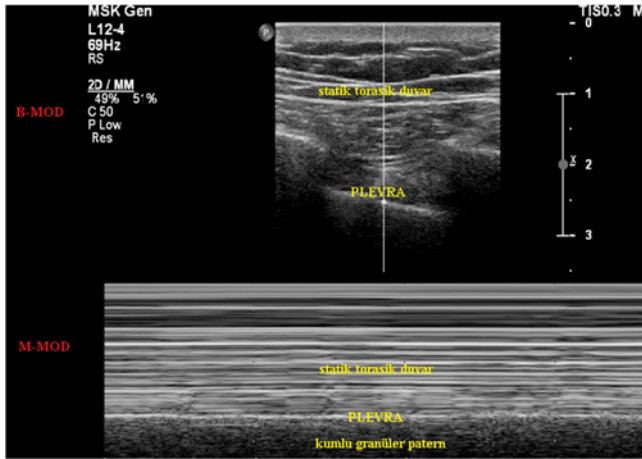
Diğer yandan akut akciğer hastalıklarının tamamına yakını plevraya temas eder.

Bu temel bilgi bile ilk görüşte paradoksal gibi görünen akciğer USG'sinin değerini açıklar. Bilinmesi gereken en önemli noktalardan biri akciğer USG'sinin yorumlanmasında kullanılan neredeyse tüm işaretlerin plevral çizgiden kaynaklandığıdır [47]. İki kosta gölgelenmesi ve plevral hat kanatlarını açmış "yarasa" şekline benzetilmiştir (Şekil 5) [48].



Şekil 5: Plevranın Konveks Prob ile Elde Edilen Görüntüsü. Her iki kosta inceleme penceresinin lateralindedir. Kostaların 0.5-1 cm altında hiperekoik plevra yer alır. Plevranın iki kosta arasındaki görünümü kanatlarını açmış "yarasa" şekline (bat sign) benzetilmiştir.

Deniz Kenarı İşareti (Seashore Sign): Aynı görüntü M-modda incelendiğinde deniz kenarı görünümü ortaya çıkar (Şekil 6).



Şekil 6: Plevranın Linear Prob ile Elde Edilen Görüntüsü. Her iki kosta ve gölgelenmeleri ekranın yan tarafında olacak şekilde görüntü penceresi oluşturmuştur. Kostaların altında plevra hiperekoik olarak yer alır.

2.4.3. Akciğerde Sonografik İnceleme Alanları

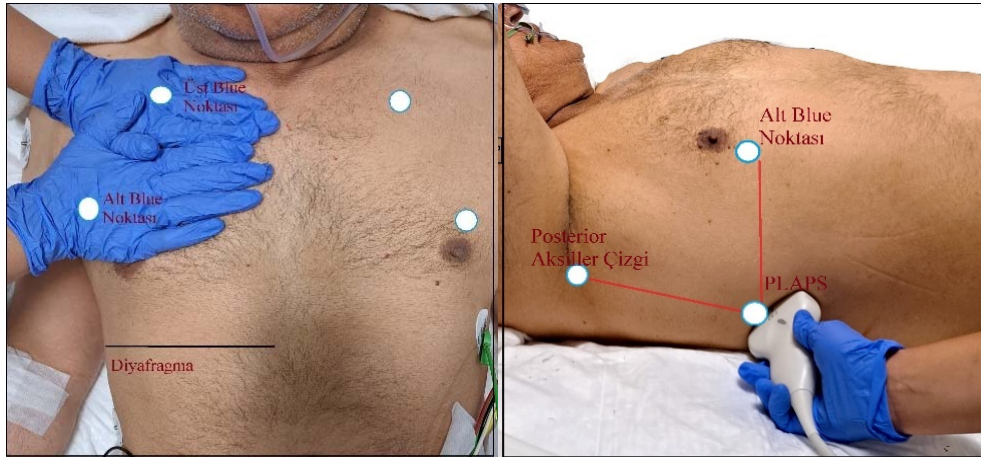
Göğsün bölmelere ayrılması kolaylık ve takip açısından standardizasyon sağlar. Akciğer kabaca anterior, lateral ve posterior olarak üç bölgeye ayrılabilir. Anterior bölge, sternum ile ön aksiller çizgi arasında yer alan bölgedir. Üst sınır klavikula, alt sınır diyafragma ile sınırlandırılır, Lateral bölge, orta çizginin diyafragma ile kesiştiği alanda incelenir.

Posterior bölge ise yine alt sınırını diyafragma çizgisi oluşturacak şekilde posterior aksiller çizgi ve vertebra arasında kalan alandır [45]. Posterior bölgede üst alanlar kördür. Yoğun bakım hastası için

posterior inceleme her zaman mümkün olmamaktadır. Anterior akciğer muayenesi noktaları üst lob ve sağ orta lob ile uyumlu iken, lateral ve posterior muayene noktaları alt lob ile uyumludur.

İnceleme alanları klinik duruma göre değişir. Klinik sendromlarda farklı otörler farklı noktalardan oluşan inceleme alanları tanımlamışlardır. Bunlar BLUE noktası, PLAPS (posterolateral alveoler ve/veya plevral sendrom) noktası, temel sekiz bölgenin sonografik olarak taranması ya da daha ayrıntılı inceleme alanları olarak tanımlanmıştır.

Lichtenstein alveoler intertisyel sendrom tanısı için BLUE noktaları ismini verdiği, akciğer başına üç, toplam 6 temel analiz noktası tanımlamıştır. Bunlar anterior bölgede birinci ve ikinci BLUE noktası ve semiposterior bölgede PLAPS noktasıdır (Şekil 7) [48]. Bu noktaları elde etmek için hastanın eli büyüklüğünde bir el, başparmaklar dışarıda olacak şekilde klavikula altına yerleştirilir. Üst elin beşinci parmağı klavikula altında, parmak uçları sternum hizasında, el bileği ön aksiller çizgide olacak şekilde konumlandığında yukarıdaki elin 3. ve 4. parmakları arasındaki nokta üst BLUE noktası iken, alttaki elin ayasının ortası alt BLUE noktasıdır. Bu nokta erkek yetişkinlerde genellikle meme ucuna yakındır. PLAPS noktası ikinci BLUE noktasının posterior aksiller çizgi ile kesiştiği alandır. Diyafragma ikinci elin alt sınırı ile belirlenir, her üç bölgede akciğerin alt sınırını oluşturur (Şekil 7).



Şekil 7: BLUE Noktaları ve PLAPS Noktalarının Anatomik Lokalizasyonu. Yukarıdaki elin 3. ve 4. parmakları arasındaki nokta üst BLUE noktası iken, alttaki elin ayasının ortası alt BLUE noktasıdır. PLAPS noktası ikinci BLUE noktasının posterior aksiller çizgi ile kesiştiği alandır. PLAPS noktasında inceleme için hasta hafif yan çevrilmeli, prob fener gibi tutulmalıdır. İkinci elin altında diyafragma akciğerin alt sınırını oluşturmaktadır.

2.4.4.Akciğer Sonografik İşaretleri

Akciğerde USG ile normal ve patolojik durumları yorumlamak amacıyla tanımlanan temel görüntü modaliteleri şunlardır:

Normal akciğer işaretleri

- Akciğer kayma (lung sliding) işareti
- Deniz kenarı (seashore) işareti
- A çizgileri
- Akciğer nabızı (lung pulse)

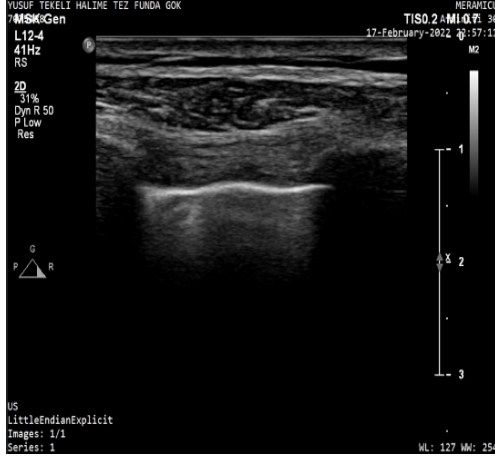
Klinik Sendromlar ve Patolojik Akciğer İşaretleri

- İnterstisyel sendrom ve B çizgileri
- Alveoler sendrom ve konsolidasyon
 - o Subplevral hipoekoik bölge
 - o Doku benzeri yapı (hepatizasyon)
 - o Hava bronkogramları (statik veya dinamik)
 - o Parçalı görüntü (shred sign)
 - o Akciğer nabızı (lung pulse)
- Plevral Sendromlar
 - o Pnömotoraks ve İşaretler
 - Stratosfer (barkod) işareti
 - Akciğer noktası (lung point)
 - o Plevral Sendrom ve İşaretler
 - Dörtgen işareti (quad sign)
 - Sinüzoidal işaret
 - Denizanası işareti
 - Perde işaretinin yokluğu (curtain sign)
 - Omurga işaretinin pozitifliği

2.4.4.1.Normal Akciğer İşaretleri

Akciğer Kayma İşareti: Sağlıklı bir akciğerde, visseral ve parietal plevral yüzeyler tek bir hiperekoik çizgi olarak görünürler. Solunum ile visseral plevra yüzeyi parietal plevra üzerinde serbestçe hareket eder. Visseral plevranın hareketi "karınca yürüyüşü" benzeri hiperekoik parlamalar oluşturur. Bu hareket "akciğer kayması (lung sliding)" olarak adlandırılır. Akciğer kayma işaretinin incelenmesinde optimum dinamik görüntü ortaya çıkarılmalıdır. Plevral kayma hareketleri yüksek

frekanslı lineer prob ile daha net değerlendirilir (Şekil 8). Plevra çizgisinin görüntüsünü optimize etmek için derinlik ve parlaklık azaltılabilir.



Şekil 8: Plevranın Linear Prob ile Elde Edilen Görüntüsü. Akciğer kayma işareti dinamik görüntüde elde edilir. Özellikle pnömotoraks gibi klinik durumlarda bu görüntü elde edilemez.

Renkli Doppler teknolojisi kaymanın şüpheli olduğu durumlarda yardımcı olabilir. Çünkü plevral çizginin altında oluşan renk sadece akciğer solunumla hareket ettiğinde ve parietal plevraya yapıştığı zaman saptanır [50],[51]. Optimum görüntü oluşturmak için diğer anahtar noktalar ise yukarıda özetlenmiştir. Akciğer kaymasının olmaması çoğu zaman patolojiktir.

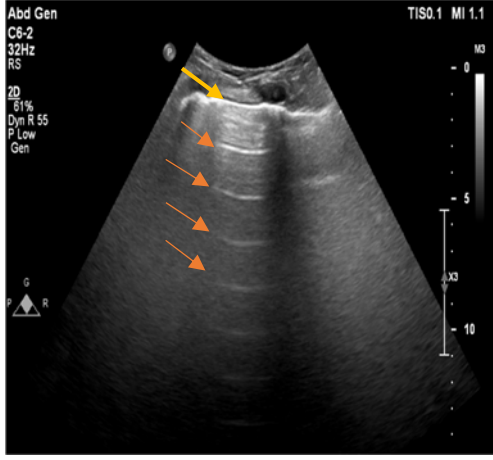
Akciğer kaymasına rastlanmayan durumlar:

- Pnömotoraks
- Herhangi bir nedenle havalanmayan, hareketsiz akciğer, apne, özefagus entübasyonu
- Plörodezis (kimyasal plörodezis, akut enfeksiyöz veya enflamatuvar durumlar, yoğun konsolidasyon veya fibrotik akciğer hastalıkları)
- Akciğer hacim kaybı (tam ateletazi, ana segment entübasyon, mukus tıkaçı, pnömonektomi)
- Cilt altı amfizem [52],[53].

Deniz Kenarı İşareti: Akciğer kayma işareti M-modunda görüntülendiğinde, bu işarete "deniz kenarı işareti" adı verilir. Visseral ve parietal plevra interkostal kasların altında tek bir hiperekoik çizgi olarak görünür (Şekil 5,6,8). Cilt altı hareketsiz dokular, sahile doğru gelen dalgalara benzer yatay (horizontal) doğrusal bir görünüm oluşturur. Plevral çizgilerin altında tespit edilen ventilasyonun plevraya yansıma hareketi ise granüler yapıdadır, M-modunda plaj kumuna benzemektedir. Plevra, hareketsiz doku ve granüler paternden oluşan görüntü "deniz kenarı" işaretini oluşturur (Şekil 5,6) [43],[54],[55].

A Çizgileri: A çizgileri, plevral çizginin yatay yerleşimli yankılanma (reverberasyon) artefaktlarıdır. Plevra altındaki hava, USG dalgalarının plevral çizgiyi geçmesini önler, bu dalgalar daha sonra trasduser ile plevra çizgisi arasında ileri ve geri yansır, bu da A çizgileri olarak bilinen, sonsuza

kadar devam eden yankılanma artefaktlarına neden olur. İki ardışık A çizgisi arasındaki mesafe, transdüser ve plevra çizgisi arasındaki mesafeye eşittir (Şekil 9).



Şekil 9: Konveks Prob ile Sağlıklı Akciğerde Elde Edilen Görüntü. A çizgileri, turuncu oklar ile işaretlenmiştir. A çizgileri plevranın altında eşit aralıklarla yer alır. Plevra sarı ok ile işaretlenmiştir.

A çizgilerinin özellikleri:

- Normal havalanan akciğer dokusunda gözlenir.
- Plevra çizgisinden kaynaklanır.
- Aynı aralıklarla plevranın altında devam eden horizontal reverberasyon artefaktlarıdır.
- Hiperekoiktir.
- Tanınması en kolay çizgilerdir.
- Bazı pnömotoraks olgularında rastlanabilir.

2.4.4.2. Akciğer Patolojilerinin Sınıflandırılması ve Patolojik Akciğer İşaretleri

Akciğer patolojileri; interstisyel, alveoler ve plevral sendrom olmak üzere 3 gruptan oluşmaktadır. Bu bölümde bu sendromları oluşturan akciğer patolojilerinden ve bunların sonografik bulgularından bahsedilmiştir.

İnterstisyel Sendrom

- Çeşitli nedenlerin yol açtığı pulmoner ödem (kardiyojenik ya da non kardiyojenik ödem)
- Diffüz parankimal akciğer hastalığı (pulmoner fibrozis).

Alveoler Sendrom

- Enfeksiyon-pnömoni
- Atelektazi
- Pulmoner emboli
- Kontüzyon
- Akciğer kanseri-metastaz

Plevral Sendrom

- Pnömotoraks
- Plevral Efüzyon

2.4.4.2.1.İnterstisyel Sendrom ve B Çizgileri

Ultrason dalgaları yumuşak dokuları geçer ve akciğer yüzeyine ulaşır. Eğer interlobüler septa herhangi bir nedenle hidrostatik veya inflamatuvar sıvı (örn; artmış ekstrasvasküler akciğer sıvısı, kollajen, fibrotik doku veya kan) infiltrasyonu nedeniyle genişler ise, USG dalgaları geri dönmez ve dalgalar yayılır. Bu durumda B çizgileri olarak adlandırılan artefaktlar oluşur [48],[53],[54].

B çizgileri özellikleri:

- Plevradan kaynaklanırlar.
- Kuyruklu yıldız (comet-tail) artefaktıdır.
- B çizgileri hemen hemen plevral çizgi kadar ekojeniteye sahip, yani hiperekoik vertikal artefaktlardır.
- Akciğer kayması ile ışınal, lazer benzeri görüntü oluşmasına neden olurlar.
- Çoğunlukla ekranın sonuna kadar sönmeden yayılırlar. B çizgileri olduğunu doğrulamak için hafif prob hareketi ile çizginin ekranın kenarlarına ulaştığının görülmesi gerekmektedir.
- Çoğunlukla A çizgilerini silerler [48],[53],[54].

Multipl B çizgileri, akciğer interstisyel sendromunun sonografik bulgusudur. Longitudinal taramada iki kosta arasında üç veya daha fazla B çizgisi tespit edilirse pozitif bölge olarak tanımlanır. Bilateral olarak iki veya .daha fazla interkostal bölgede üç veya daha fazla B çizgisi tespit edilirse "interstisyel sendrom" adını alır [55]. İnterstisyel sendromun nedenleri aşağıdakileri içerir.

- Çeşitli nedenlerin yol açtığı pulmoner ödem (kardiyojenik ya da non kardiyojenik ödem)
- Diffüz parankimal akciğer hastalığı (pulmoner fibrozis)
- İnterstisyel pnömoni

Kardiyojenik, non-kardiyojenik pulmoner ödemde (ARDS) ve kronik diffüz parankimal akciğer hastalığında (pulmoner fibrozis) diffüz B çizgisi paterni bulunur. Akciğer sıvısının artmasıyla (örneğin kardiyojenik pulmoner ödem sırasında), sıvı ilk perivasküler interstisyel boşlukta ortaya çıkar ve sonra interlobüler septum ve en son alveol içine ilerler. Bu bir genellemedir ve tam olarak doğrusal bir ilişki değildir. Yaklaşık 7 mm aralıktaki B çizgilerinin varlığı, erken pulmoner ödem veya fibroziste olduğu gibi interlobüler septanın kalınlaşmasını gösterir. Bu kalınlaşma göğüs radyografisinde Kerley B çizgileri ile korelasyon göstermektedir. Yaklaşık 3 mm aralıktaki daha yakın B çizgileri, alveolün etkilendiğini gösterir, radyografilerde buzlu cam paterni ile ilişkilendirir (Şekil 10) [48],[57]. B çizgileri dinamik akciğer sonografisinde daha net olarak görüntülenir.

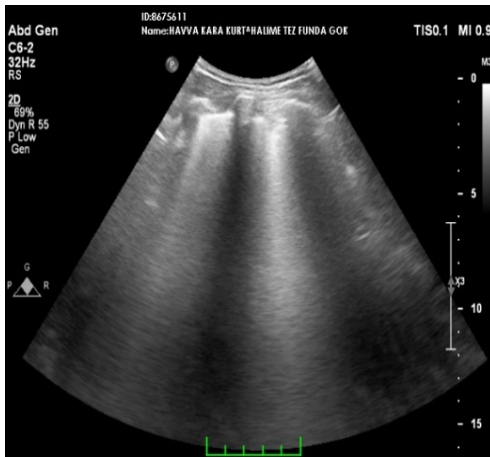
Klinik içerik ve spesifik sonografik bulgular (B çizgi dağılımı, B çizgi yoğunluğu, yerçekimine bağımlı ve bağımsız patern, akciğerin kayması ve nabızla ilişkili değişiklikler, ilişkili plevral çizgi ve subplevral anormallikler, sıvı veya hava bronşlarının varlığı) değerlendirildiğinde ayırıcı tanıyı daraltır ve özgüllüğü artırır [45],[58],[59]. Akciğerde B çizgileri ile transpulmoner termodilüsyon ile ölçülen ekstrasvasküler akciğer sıvısının miktarının korele olduğu bulunmuştur [59].

Kardiyojenik pulmoner ödem

- Akciğer parankimini homojen bir şekilde etkiler.
- Akciğerin bağımlı alanlarını daha fazla etkilemektedir.
- B çizgilerinin frekansı ekstrasvasküler akciğer sıvısı ile birlikte artar.
- Akciğer kayma hareketi bozulmaz, plevral çizgi normaldir.
- Plevral efüzyon ARDS'den daha yaygın ve daha büyüktür.
- Ekokardiyografide (EKO) sol ventrikül disfonksiyonu vardır, sağ ventrikül disfonksiyonu olasıdır.

Non kardiyojenik pulmoner ödem (Akut respiratuvar distres sendromu-ARDS)

- B çizgilerinin homojen olmayan dağılımı vardır, bazı alanlar etkilenmez.
- Daima alveol tutulumu vardır, B çizgileri 3 mm aralıkla yer alır ya da birleşiktir (Şekil 10).
- Anterior subplevral konsolidasyonlar yer alır.
- Akciğerin kayma hareketi azalır veya yoktur.
- Plevral çizgi anormallikleri (düzensiz kalınlaşmış, parçalanmış plevral çizgi) içerir.
- EKO' da olası sağ ventrikül disfonksiyonu vardır, sol ventrikül normaldir.



Şekil 10: ARDS'de B Çizgilerinin Birbirine Yaklaşması ile Oluşan Beyaz Akciğer Görünümü.

B çizgileri ekranın sonuna kadar uzanan, lazer benzeri, solunumla hareket eden patolojik işaretlerdir. Aynı hastanın APAG'sinde artmış yaygın retiküler dansite artışı mevcut.

Pulmoner fibrozis

- Diffüz akciğer hastalığı olan hastalarda interlobüler septa kollajen ve fibröz doku ile kalınlaşır. Bilgisayarlı tomografide petek doku görünümü oluşturan fibrozis, sonografik olarak 7 mm alıklarla ayrılmış B çizgilerine neden olur.
- Homojen olmayan dağılımda B çizgileri yer alır.
- Plevral çizgi anormallikleri (düzensiz, parçalanmış plevral çizgi) içerir.
- Subplevral anormallikler (küçük, eko-fakir bölgeler) vardır.
- EKO' da sol ventrikül normal, ilerlemiş hastalarda sağ ventrikül disfonksiyonu elde edilir.

Fokal multiple B-çizgileri:

Normal bir akciğerde mevcut olabilir ve aşağıdakilerin herhangi birinin varlığında, interstisyel sendromun fokal (lokalize) sonografik paterni görülebilir [56].

- Pnömoni
- Atelektazi
- Pulmoner kontüzyon
- Pulmoner enfarktüs
- Plevral hastalık
- Neoplazi

B çizgileri yer çekiminden etkilenebilir ve yerçekimine göre dağılımları etyolojilerini ayırt etmede önemlidir. Bu nedenle bu bulguları olan hastalarda USG yapılması ve yorumlanmasında hasta pozisyonunu göz önünde bulundurulmalıdır [58],[61],[62]. İnterstisyel sendrom tanısı için BLUE noktalarında inceleme yapılabilir (Şekil 7). Farklı otörler tarafından daha ayrıntılı inceleme alanları da tanımlanmıştır. Akciğerin anterior ve lateral bölgeleri ikiye ayrıldığında her iki akciğerde oluşan sekiz alan kullanılabilir [57],[63]. Çok hızlı değerlendirme yapılması gerektiğinde her akciğer önyüzünde bir, toplam iki alanın incelenmesi yapılabilir. Bazı kardiyolojik ve nefrolojik durumlarda ise yirmi sekiz interkostal aralığın incelenmesi düşünülmelidir [55]. B çizgileri, Z ve E çizgileri ile karıştırılmamalıdır [48].

Z çizgileri:

- Kuyruklu yıldız artefaktıdır.
- Plevral çizgiden kaynaklanır.
- Hiperekoik değildir.
- Genellikle kısadır, 3-4 cm sonra yok olur.
- A çizgilerini silmez.
- Statik bir çizgidir, akciğer kaymasıyla senkronize değildir.

E çizgileri:

- Bu artefakt da kuyruklu yıldız artefaktıdır.
- Plevral çizgiden değil, yüzeysel tabakalardan kaynaklanır ve plevral çizgiyi silmeyle sonuçlanır. Yarasa işareti artık görünmez.
- İyi tanımlanmış ve solmadan ekranın kenarına kadar yayılır.
- E çizgileri amfizemde görülür.

2.4.4.2.2. Alveoler Sendrom ve Konsolidasyon

Akciğer yoğunluğu geniş ölçüde arttığında ve doku oranı çok yüksek olduğunda (alveolar havanın tamamen veya tamamına yakınının yok olmasıyla), etkilenen bölgede sonografik olarak doku benzeri bir patern oluşur (Şekil 11). Akciğer kitlesel bir konsolidasyon veya atelektazide olduğu gibi havasız hale geldiğinde diğer organlar gibi görselleştirilebilir, bu duruma yol açan klinik patolojiler alveolar sendrom olarak adlandırılır. Çok sayıda olası etiyolojisi göz önüne alındığında, "alveolar konsolidasyon paterni"nin tanımlayıcı olduğu ve tanısal olmadığını anlamak önemlidir [58],[64],[65].



Şekil 11: Lober Pnömonili Hastanın PLAPS Noktasında Konveks Probla Konsolidasyon Görüntüsü. Alveoler infiltrasyonlar beyaz noktalanma tarzında görülmektedir. Aynı hastanın akciğer grafisinde sağ akciğerde konsolidasyon görüntüsü yer almaktadır.

Alveoler konsolidasyon paternine neden olan patolojiler [56],[66]:

- Enfeksiyon-pnömoni
- Atelektazi
- Pulmoner emboli
- Kontüzyon
- Akciğer kanseri-metastaz (Şekil 12)

Konsolidasyonun değerlendirilmesi için sırtüstü ya da yarı oturma pozisyonları kullanılabilir [52]. İncelemeyi kolaylaştırmak için hasta kontralateral tarafa hafifçe çevrilmelidir. İnceleme

çoğunlukla PLAPS noktasından yapılır. PLAPS noktası, ikinci BLUE noktasının arka aksiler çizgi ile kesiştiği alanda bulunur (Şekil 7). Doğru bir şekilde uygulandığında PLAPS noktası plevral efüzyonların ve alveoler konsolidasyonların %90'ından fazlasının görüntülenmesini sağlar [61],[66]. Bununla birlikte, eğer belirli bir akciğer bölgesinden klinik olarak şüpheleniliyor ise (örneğin, oskültasyon bulguları, ağrı), sonografik değerlendirmeye o bölgeden başlanarak, daha sonra diğer akciğer bölgeleri incelenebilir. Büyük konsolidasyonlar için, düşük frekanslı transdüserler tavsiye edilir [55].

Konsolidasyonun sonografik bulguları ise şu şekildedir [55]:

- Subplevral hipoekoik bölge
- Doku benzeri yapı (Hepatizasyon)
- Hava bronkogramları
- Parçalı görüntü (Shred sign)

Subplevral hipoekoik bölge: Plevraya ulaşan patolojilerin oluşturduğu görüntüdür. Alveoler sendrom mevcut olduğunda fakat plevral çizgiye ulaşmadığında, USG yanıltıcı olabilir ve alveolar sendromun olmadığı izlenimini verebilir [58],[64].

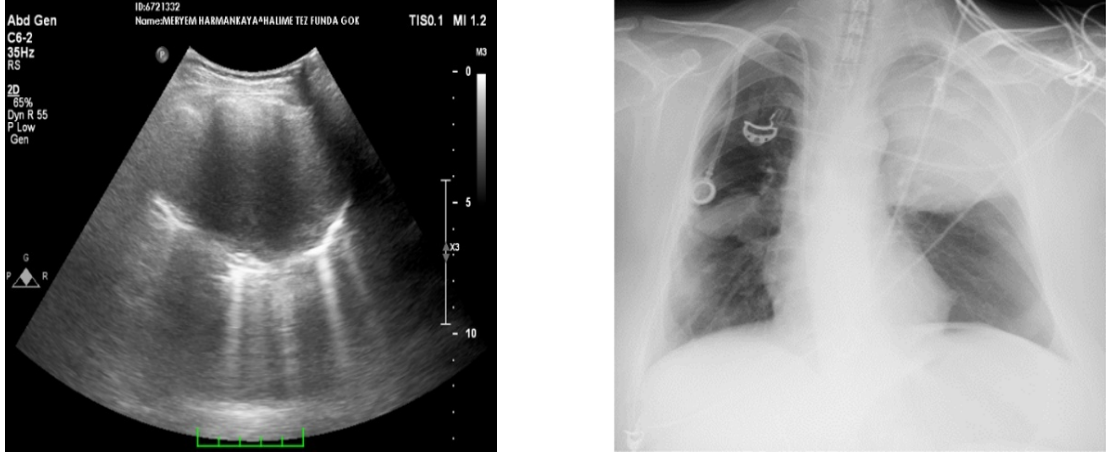
Doku benzeri yapı (Hepatizasyon): Alveolleri sıvı veya hücrel döküntülerle doldurulduğunda veya atelektazi nedeniyle çöktüğünde, plevral yüzeyin altında hava eksikliği nedeniyle akustik empedans azalır. Bu durum USG dalgalarının yayılmasını kolaylaştırır ve akciğerin görselleştirilmesine izin verir. Akciğer parankiminde karaciğere benzer ekojenite elde edilir. Bu nedenle bu sonografik görüntü "hepatizasyon veya C profili" olarak tanımlanmaktadır. Büyük baziler konsolidasyonlar, akciğer grafiği üzerinde gizli kalırken, USG ile kolayca saptanabilir [12],[52],[67].

Hava bronkogramları: Statik ve dinamik olarak adlandırılır. Dinamik hava bronkogramları, solunum esnasında hava kabarcığı bronşlarda hareket ettiğinde oluşur. Hapsedilmiş hava kabarcıkları hareketli, hiperekoik noktalanma bölgeleri olarak görünürler. Pnömoniler sıklıkla dinamik hava bronkogramları içerir. Atelektazisi olan hastalarda ise %6'ya kadar dinamik hava bronkogramları görülebilir. Statik hava bronkogramlarında ise, hava bronşta sıkışmıştır ancak solunum ile hareket gözlenmez. Statik hava bronkogramı pnömonili hastaların %40'ında görülebilir [45].

Parçalı görüntü (Shred sign): Kısmen havalandırılmış alveoller ve pnömoniden dolayı tamamen havasız veya sıvı dolu alveoller arasındaki arayüzde ortaya çıkan, kenarları tırtıklı olarak görünen sonografik bulgudur [64]. Pnömonilerde konsolidasyon hacim kaybı olmayan büyük, kompakt bir kitle olarak ortaya çıkar.

Akciğer nabızı (Lung pulse) işareti: Hem normal hem patolojik durumlarda karşımıza çıkan bir işarettir. Kalp atımları hareketsiz olan akciğere iletildiğinde, plevraya dikey olarak yansıyan titreşimler, kalp atımları ile senkronize blok görünümünde bir görüntü oluşturur. Bu görüntüye "akciğer

nabızı” işareti denir. Eğer plevra hareketli ise bu görüntü maskelenir, normal akciğer sonografik akciğer bulguları elde edilir. Sağlıklı bir akciğerde apne esnasında, tek akciğer ventilasyonunda ventile olmayan akciğerde elde edilebilir. Patolojik klinik durumlara en güzel örnek atelektazidir [67].



Şekil 12: Konveks Prop ile Akciğer Kanseri-Metastaz Görüntüsü. Sağ akciğer posterior bölgeden alınmış USG görüntüsü. Aynı hastanın APAG’inde sağ akciğerinde konsolidasyon görüntüsü mevcut.

2.4.4.2.3.Plevral Sendromlar

Plevral sendromlar pnömotoraks ve plevral efüzyon olmak üzere ikiye ayrılır.

2.4.4.2.3.1.Pnömotoraks

Pnömotoraks visseral ve parietal plevra arasında hava birikmesi nedeniyle oluşur. USG'nin travmatik ve iyatrojenik pnömotoraksın saptanmasında supin pozisyonda çekilen PAAG’ye göre daha duyarlı olduğu gösterilmiştir [68]. Oveland ve arkadaşları bir çalışmada USG ile 50 mL intraplevral havayı %100 sensitivite ile, PAAG’si ile 500 mL intraplevral havayı %67 oranında tespit edebilmişlerdir [69].

Pnömotoraks gibi patolojilerde plevranın optimizasyonu en önemli teknik ayrıntıdır. Öncelikle doğrudan plevra hareketinin değerlendirilmesi gerekir (Şekil 6) [46],[47].

Pnömotoraks tanısında sonografik işaretler [55]:

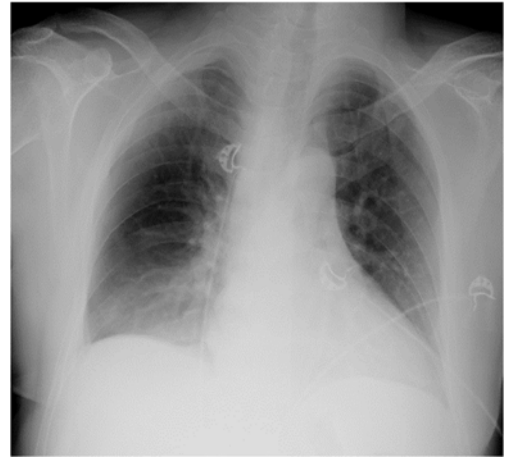
- Akciğer kayma işaretinin olmaması
- Akciğer noktasının (Lung Point) elde edilmesi
- Stratosfer (Barkod) işareti
- Akciğer nabzının olmaması
- B çizgisinin olmaması

Akciğer kayma (Lung Sliding) işaretinin olmaması: Pnömotoraks tanısında en önemli nokta B modunda elde edilen "akciğer kayma işareti" işaretidir. Pnömotoraksta iki plevral katmanın ayrılması ile ventilasyonun göstergesi olan akciğer kayma işareti kaybolur [68].

Akciğer noktası (Lung Point): Akciğer noktası aralıksız hareketsiz plevranın, normal solunumda gözlemlenen akciğer kayması ve/veya B çizgileri ile değiştiği noktadır (Şekil 13). Akciğer noktası pnömotoraksta %100 spesifiteye sahiptir [70]. Elde edilmesi ile pnömotoraksı doğrular.

Stabil hastada ve özellikle radyokült pnömotoraks durumunda akciğer noktasının duyarlılığı daha yüksektir. Pnömotorakstan şüphelenildiğinde prob akciğer kayma hareketinin olmadığı akciğer alanından laterale doğru hareket ettirilerek akciğer noktası aranır. Bir pnömotoraksın doğrulanması için yüksek spesifitesi olan "pozitif" bir bulgu, akciğer noktasının elde edilmesidir [70].

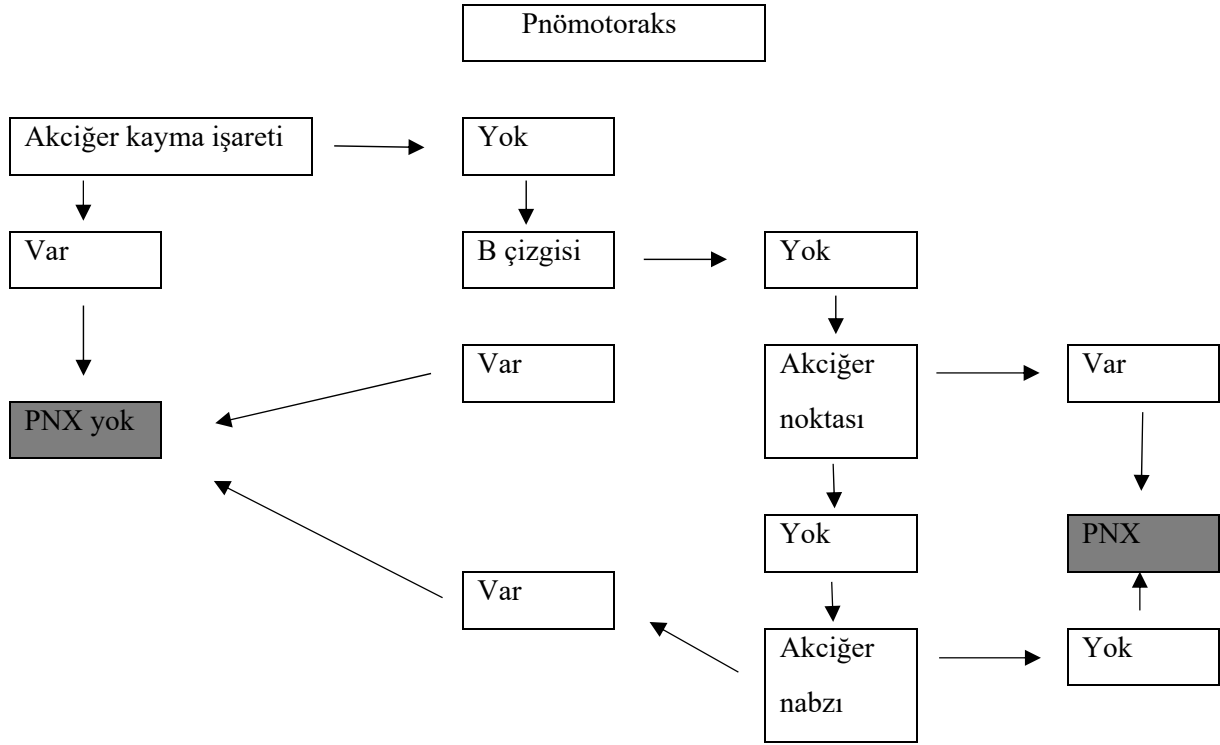
Stratosfer (Barkod) işareti: Normal ventile olan akciğerde M modunda akciğer hareketi incelenir ise, "deniz-kenarı işareti" olarak adlandırılan görüntü oluşur [67]. İki plevral katmanın hava ile ayrılması sonucu ventilasyonun göstergesi olan dinamik hareket kaybolur. "Stratosfer (barkod) işareti ortaya çıkar (Şekil 13).



Şekil 13: Pnömotoraksta M-modunda Elde Edilen Stratosfer (Barkod) İşareti. Bu işaret parietal plevra üstündeki (beyaz ok) cilt ve kas tabakasından oluşan statik torasik duvar, parietal plevra ve tekrar statik torasik duvar yansımasından oluşan düz çizgili sonografik görüntüdür. Özellikle pnömotoraksta M-modunda elde edilen karakteristik bir görüntüdür [72],[73].

Pnömotoraks kliniğinden şüphelenilen bir hastada inceleme alanı akciğerin anteriorudur. Sternum kenarından başlanarak laterale doğru her interkostal aralık incelenmelidir. Lineer prob kullanılmalı ve plevra görüntüsü optimize edilmelidir. Subkütan amfizem pnömotoraks tanısında USG kullanılmasının bir kısıtlılığı olarak düşünülür [68]. Pnömotoraks tanısını engelleyebilir.

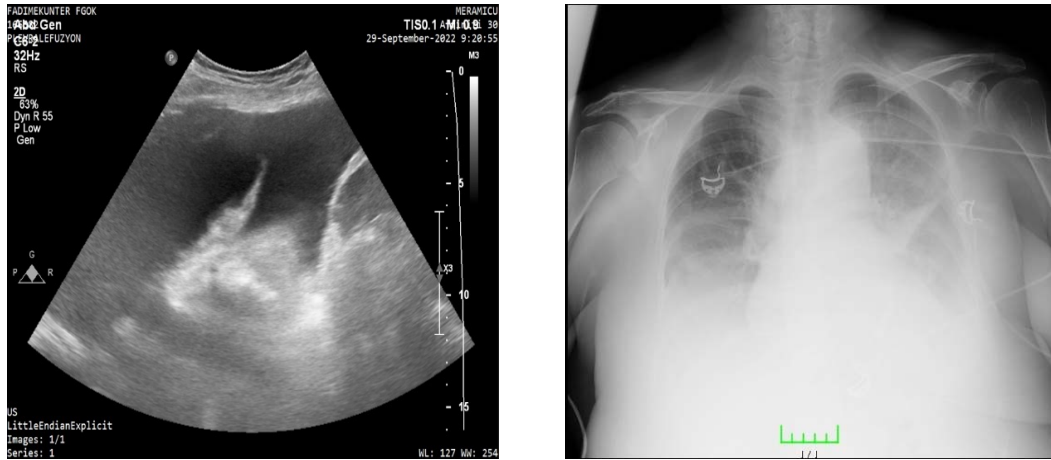
Subkütan amfizemde yalancı plevral kayma hareketi, göğüs duvarının ekojenik kas katmanlarının solunum sırasında oluşan hareketidir [70]. Bu sonografik işaretler kullanılarak pnömotoraks tanımlanabilir (Şekil 14).



Şekil 14: Sonografik İşaretler Kullanılarak Pnömotoraks Tanısı Akış Şeması

2.4.4.2.3.2. Plevral Efüzyon

Yoğun bakım hastalarında %62 oranında pnömoni, kanser, kalp yetmezliği, PE gibi birçok klinik durum nedeniyle plevral efüzyon görülebileceği raporlanmıştır [73]. Plevral efüzyonlar toraksın en çok yerçekimine bağımlı bölgelerinde, yarı oturur veya oturan hastalarda posterolateral kostofrenik sinüste birikir. Plevral efüzyonun incelenmesinde 3.5-5 MHz konveks prob kullanılır. Prob diyafragmanın posterior longitudinal çizgi hizasına, göstergesi başa doğru olacak şekilde kostalar arasına yerleştirilir. Bir plevral efüzyon tanısı dört standart anatomik yapının tanımlanmasını gerektirir. Bunlar akciğer, diyafragma (sağda karaciğer, solda dalak etrafında), sıvı ve göğüs duvarıdır (Şekil 15).



Şekil 15: Plevral Efüzyonda Sağ Akciğerin PLAPS Noktasının Konveks Prob ile İncelenmesi. Bu görüntüde elde edilen dört standart sonografik işaret vardır. İlki anekoik alanda görülen plevral sıvıdır. İkincisi hiperekoik ay şeklindeki görüntü akciğerdir ve inspirasyon ile deniz anası görüntüsü meydana gelir. Diğerleri ise karaciğer ve etrafındaki diyafragmadır. Aynı hastanın APAG görüntüsü.

Plevral efüzyon sonografik görünümüne göre basit ve kompleks olmak üzere ikiye ayrılır. Basit plevral efüzyonlar anekoiktir ve genellikle transüdatiftir. Kompleks plevral efüzyonlar homojenize veya heterojenize ekojenitede olup bazıları septa içerir ve daha sıklıkla eksüdatif yapıdadır [74].

Büyük miktarda olan efüzyonların, komşu akciğer dokusuna baskısı atelettaziye neden olur. Statik hava bronkogramları plevral efüzyonlu atelettazik akciğer bazalinde yaygın olarak görülür [52]. Ayrıca plevral efüzyonlarda rutin iki boyutlu USG'ye ek olarak renkli Doppler ve M-mod kullanılabilir. Serbest hareket eden plevral sıvının renkli Doppler ile hareketi gösterilebilir. Plevral efüzyonda görülen sonografik işaretler şu şekilde sıralanabilir.

Sinüzoidal işaret: Plevral efüzyon, diyafragmanın üstünde akciğer görüntüsü olması gereken yerde, visseral ve parietal plevra arasında komşu yapılardan daha az ekojenik çoğunlukla anekoik bir bölge oluşturur. M-mod kullanımı ile plevral sıvının dinamik hareketi ortaya çıkar. Bu görüntü "sinüzoidal işaret" olarak adlandırılır [55]. Eğer hareket ya da akım yok ise yoğun plevral lokülasyon, plevral kalınlaşmaya, periferik veya plevral kitle alda gelmelidir [75].

Dörtgen (Quad) işareti: Bir plevral efüzyonda dört düzenli sınırla belirlenen statik bir işarettir. Derin sınır visseral plevradır ve akciğer yüzeyini temsil eder. Visseral plevra parietal plevraya küçük bir açıyla paralel uzanır. Kostaların üst ve alt gölgeleri, parietal plevra ve akciğer yüzeyi (visseral plevra) bu dörtgen işaretini oluşturur. Bu görüntü PLAPS noktasında longitudinal inceleme yapıldığında minimal plevral efüzyonu göstermektedir.

Denizanası işareti: Plevral efüzyon varlığında inspirasyon ile akciğerin tipik yer değiştirme hareketidir [45].

Perde işaretinin (Curtain sign) olmaması: İnspirasyon ile akciğer artefaktları ve diyafragma aşağıya doğru hareket etmez, abdominal organlar devamlı görünür kalır [52].

Omurga işaretinin pozitifliği (Spine sign): Omurga diyafragmanın altında görülebilir. Ek olarak sıvının ultrason dalgalarını iletmesine bağlı olarak üstünde de görülebilir [52].

2.4.5.Blue Protokolü: Dispneli Hastanın Sonografik Olarak Değerlendirilmesi

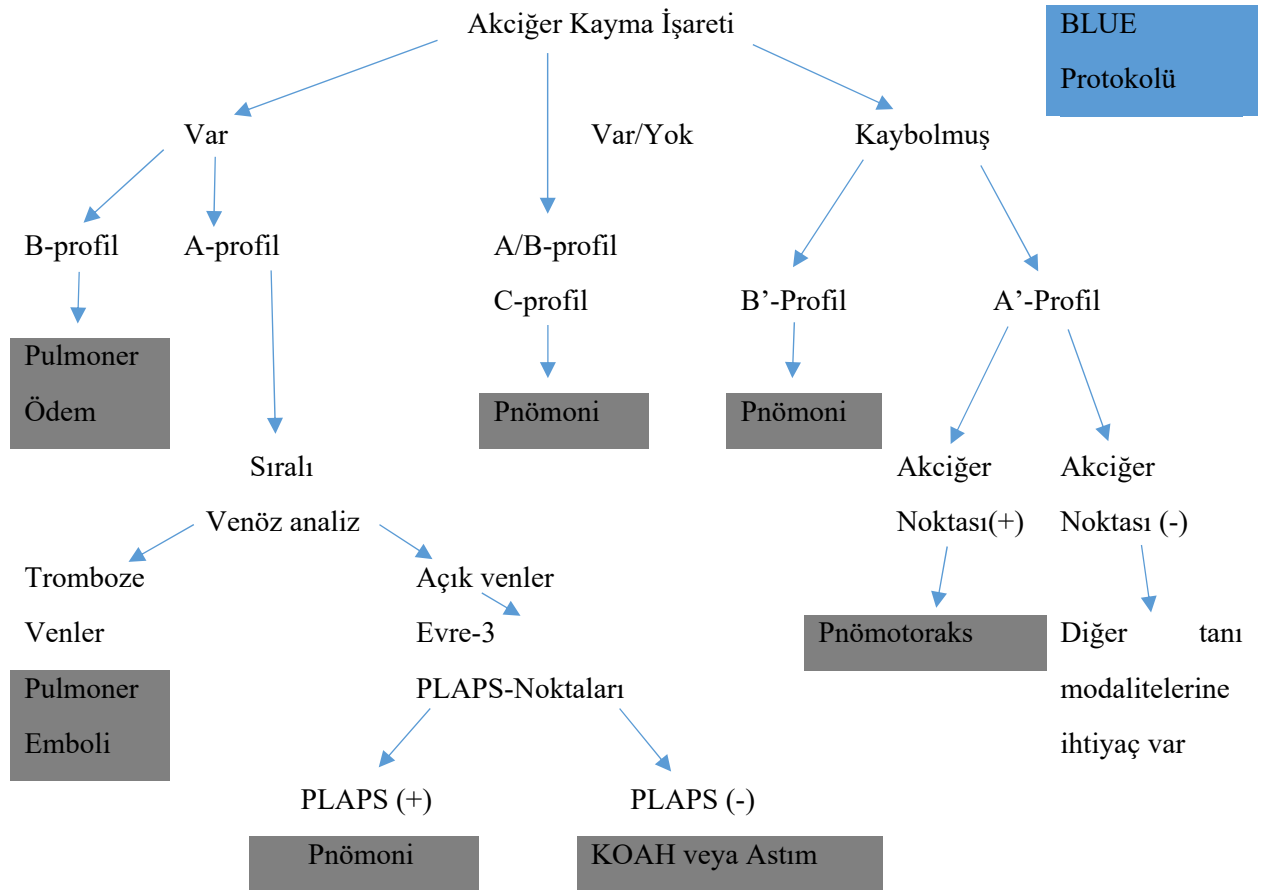
Dispneli hastanın sonografik olarak değerlendirilmesinde BLUE protokolü kullanılır [61],[73]. Akut solunum yetmezliği kliniğine %97 oranında 6 klinik duruma neden olur. Bunlar pulmoner ödem, pulmoner emboli, pnömoni, pnömotoraks, KOAH ve astımdır. Bu protokol bu hastalıkları %90,5 doğrulukla belirleyebilir. Buna göre BLUE protokolünde sonografik olarak ilk değerlendirilmesi gereken akciğer kayma hareketidir (Şekil 14) [61],[73].

Akciğer kayma hareketi mevcut ise hastada A ya da B profilinden hangisinin olduğu sorgulanmalıdır. Eğer B profili var ise hasta pulmoner ödem tablosunda olabilir. Her iki hemitoraks

boyunca bir A profili ortaya çıkaran bir akciğer ultrason muayenesi, klinisyenlerin akciğer parankiminin normal bir hava/sıvı oranı içerdiği veya "kuru" olduğu sonucuna varmasını sağlar. Ayırıcı tanı normal bir PAAG'si olan dispneik hastaya benzer ve şu nedenler akla getirilmelidir:

- KOAH veya astım gibi obstrüktif hava yolu hastalıkları.
- Vasküler kompartman (PE).
- Pulmoner olmayan nedenler (nörolojik, nöromusküler veya metabolik nedenler).

Eğer akciğer kayma hareketi mevcut ve A çizgileri var ise, tanının PE olabileceği düşünülerek ven analizi yapılması tabloyu aydınlatacaktır. Derin venlerde tromboz saptanması pulmoner emboli düşündürür. Eğer ven analizi normal ise, PLAPS noktası incelenmelidir. PLAPS noktasında pozitif bir bulgu elde edilmesi pnömoni düşündürür. Herhangi bir anormallik olmaması halinde dispnenin nedeninin KOAH ya da astım olabileceği düşünülür [61],[73].



Şekil 16: BLUE Protokolü: Ciddi Dispneli Hastalarda Tanıya Kılavuzluk Eden Akciğer Sonografik İşaretlerini İçeren Akış Şeması [61],[73].

Akciğer kayma hareketi kaybolmuş ise A ya da B profilinden hangisinin olduğu değerlendirilmelidir. A' profil; A çizgileri var fakat akciğer kayma hareketinin olmamasıdır. Bu durumda akciğer noktası aranır. Eğer pozitif ise tanı pnömotoraktır. Negatifliği durumunda diğer tanı modalitelerine ihtiyaç vardır. B' profili saptandığında ise, tanı pnömoni olarak düşünülür.

Akciğer kayma işareti var ya da yok, A/B profil ya da C profil elde edilirse tanı pnömonidir. A/B profil, bir akciğerde A diğer akciğerde B profilinin olmasıdır. C profil ise büyüklüğüne ve sayısına bakılmaksızın anterior akciğer konsolidasyonlarını gösterir.

BLUE protokolünde profiller [61],[73]:

- A profil: A çizgileri + anterior akciğer kayma işareti.
- A' profil: A çizgileri var fakat akciğer kayma işareti yok.
- B profil: Anterior akciğer kayma işareti + B çizgileri.
- B' profil: B çizgileri var + fakat akciğer kayma işareti yok.
- C profil: Büyüklüğüne ve sayısına bakılmaksızın anterior akciğer konsolidasyonlarını gösterir. Kalınlaşmış, irregüler plevral çizgiye karşılık gelir.
- A/B profil: Bir akciğerde A diğer akciğerde B profilinin olması.

3.MATERYAL METOT

Etik Kurul Onayı ve Yazılı Onam Alınması: Çalışmamız Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda gözlemsel bir çalışma olarak tasarlandı. Helsinki Deklarasyonu'nda belirtilen ilkelere uygun olarak gerçekleştirildi. Fakülte Etik Kurul Onayı (2022/3768 sayılı karar), Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar Kurumu'nun 15.04.2022 tarihli onayı ve çalışmaya katılan tüm hastaların kendisinin veya yakınlarının yazılı onamı alınarak gerçekleştirildi.

Hasta Seçimi

Dahil Edilme Kriterleri: Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi Hastanesi'nde Nisan 2021-Nisan 2022 tarihleri arasında ameliyat olan ve sonrasında yoğun bakım ihtiyacı olup Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Kliniği'nde takip edilen, yazılı ve sözlü bilgilendirilmiş onamı alınmış, yaşları 18 ve daha büyük olan ASA I-III gruplarından 90 hasta çalışmaya dahil edildi.

Dışlama Kriterleri: Çalışmaya katılmak istemeyen, konjestif kalp yetmezliği (KKY), kronik böbrek yetmezliği (KBY), kronik obstrüktif akciğer hastalıkları (KOAH) ve astım hastalıklarından birisine sahip olan, son bir hafta içinde üst solunum yolu enfeksiyonu geçiren, toraks travması ve göğüs duvarı deformitesi olan, 18 yaş altında olan, postoperatif 12 saatten fazla zaman geçmiş olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Yöntem: Hasta Anesteziyoloji ve Reanimasyon Yoğun Bakım Kliniği'ne alındıktan sonra nabız oksimetresi, kalp hızı, EKG, noninvaziv ya da invaziv kan basıncı ile monitörize edildi. Çalışma formuna bu değerler bazal değerler olarak kaydedildi.

Hastanın kendisi, yakınları ya da elektronik hasta veri yönetim sisteminden hasta özellikleri kaydedildi. Bunlar: cinsiyet, yaş, BMI, yandaş sistemik hastalık, kullanılan ilaçlar, sigara, alkol veya madde kullanımından oluşuyordu.

Perioperatif veriler: ameliyat türü, ameliyat süresi, anestezi yöntemi, perioperatif idrar miktarı, toplam perioperatif kan kaybı, transfüze edilen sıvı ve kan ürünü miktarından oluşuyordu. Akciğer ultrasonu sırasındaki solunum verileri: arteriyel kan gazındaki parsiyel oksijen basıncı (PaO_2), parsiyel karbondioksit basıncı ($PaCO_2$), periferik oksijen saturasyonu (SpO_2), bikarbonat (HCO_3^-) ve laktat, mekanik ventilasyon modu, pozitif ekspirasyon sonu basıncı (PEEP), serbest oksijen fraksiyonu (FiO_2) ya da serbest oksijen akış miktarını (L/dakika) içeriyordu.

Ayrıca yoğun bakım ünitesi takip formunda yer alan bazı parametreler kaydedildi. Bu parametreler GKS, APACHE-II skoru, vücut sıcaklığı, postoperatif idrar miktarı, toplam postoperatif kan kaybı, postoperatif sıvı ve kan ürünü transfüzyonları, ALT, AST, albümin, sodyum, potasyum, üre,

kreatinin, hemoglobin seviyeleri, beyaz kan hücresi sayımı, laktat, CRP, prokalsitonin düzeyleri ve YBÜ’de hastanın takip edildiği süreyi (saat) içeriyordu.

APAG yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonra çekildi. Elektronik hasta veri yönetim sisteminden alınan APAG’ler hasta verilerine kör olan bir göğüs hastalıkları doktoru tarafından değerlendirildi. Varsa BT bulguları da kaydedildi. Hastaya akciğer USG’si operasyon sonrası dönemde ilk 12 saat içinde yapıldı ve görüntüler dijital olarak kayıt altına alındı.

Çalışmamızın örneklem büyüklüğünün hesaplaması için, planlama aşamasında 10 hastaya akciğer USG’si yapıldı. 1 hastada patoloji yoktu. 9 hastada ise PPC tespit edildi. Bu verilere göre yapılan power analizinde %5 hata payı, %80 güç orta etki büyüklüğü (0.15) ile 90 hasta sayısından oluşan bir örneklem büyüklüğü hesaplandı.

3.1.Akciğer USG Uygulama Tekniği ve Skorlama

Akciğer USG’sinde 12 alan incelendi. Anterior ve posterior aksiller çizgi kılavuz olarak kullanıldı. Her bir hemitoraks anterior, lateral ve posterior olarak 3 bölgeye ayrıldı. Her bölge üst ve alt alanlara ayrıldı. Her hemitoraks için 6 alan, toplam 12 alan incelendi (Şekil 17).

İnceleme için konveks prob (C6-2 MHz, Philips Affiniti 30) ve lineer prob (L12-4 MHz) kullanıldı. Lineer prob ile plevra kayma hareketi, plevranın bütünlüğü ve subplevral konsolidasyonlar incelendi. Konveks prob ile ise A çizgisi, B çizgisi ve sıklığı, konsolidasyonlar ve efüzyon incelendi. Değerlendirme için modifiye LUS skorum sistemi kullanıldı ve LUS skoru hesaplandı (Tablo 1).

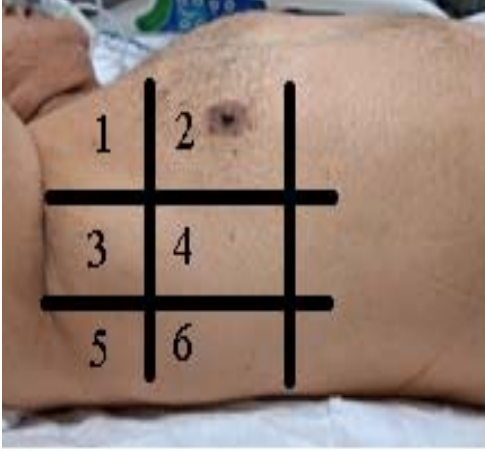
Tablo 1: Modifiye Akciğer Ultrasonu Skorum Sistemi (Modifiye LUS)

Skor	Havalanma Azlığı	Bulgular
0	Normal	B çizgisi yok, normale yakın, A patern
1	Hafif	Her alanda ikiden fazla B çizgisi
2	Orta	Birleşmiş B çizgisi +/- subplevral konsolidasyon
3	Ciddi	Konsolidasyon

Akciğerin havalanma miktarı ultrasonografi ile puanlanırken, tüm bölgelerin ayrı ayrı en kötü paterni değerlendirildi ve modifiye akciğer ultrasonu skorum sistemine (LUS Skoru) göre derecelendirildi (Tablo 1). Özellikle her bir hemitoraksta Blue protokolüne göre efüzyonların ve konsolidasyonların daha sık yer aldığı PLAPS (posterolateral alveolar ve/veya plevral sendrom) noktası değerlendirildi.

Bunlar pozitif veya negatif olarak puanlandı. Pozitif olduğunda konsolidasyon ve/veya plevral efüzyon ayrı olarak tanımlandı Dijital olarak kayıt altına alınan bu görüntüler akciğer USG konusunda deneyimli iki hekim tarafından birlikte yorumlandı. Atelektazi, pnömotoraks, pulmoner ödem, pnömoni, plevral efüzyon tanısı konuldu. Konsolidasyon paterni ayırıcı tanısı hastanın oskültasyon bulguları, ateş,

lökosit sayısı ve CRP değerleri göz önünde bulundurularak yapıldı. Pnömoni ya da atelektazi tanısına karar verildi.



Şekil 17: Akciğer Ultrasonografisi Sırasında İncelenen Akciğer Kadranları

3.2.İstatistiksel Analiz

Araştırma sonucu elde edilen veriler bilgisayar ortamında SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 18.0 paket programı ile analiz edildi. Tanımlayıcı analizlerde frekans verileri için sayı (n) ve yüzde (%), sayısal veriler için aritmetik ortalama±standart sapma (ss), ortanca (minimum-maximum) kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırılması için Pearson Ki-kare (χ^2) testi ve Fisher Exact testi kullanıldı. Bağımsız iki grupta sayısal verilen dağılımı Student's T testi ile, ikiden fazla grupta sayısal verilen dağılımı One Way ANOVA testi ile incelendi. Normal dağılmayan iki sayısal veri arasındaki ilişki Spearman Korelasyon analizi ile incelendi. Korelasyon ilişkileri: $r=0,05-0,30$ ise düşük korelasyon, $r=0,30-0,40$ ise düşük-orta derecede korelasyon, $r=0,40-0,60$ ise orta derecede korelasyon, $r=0,60-0,70$ ise İyi derecede korelasyon, $r=0,70-0,75$ ise çok iyi derecede korelasyon, $r=0,75-1,00$ ise mükemmel korelasyon olarak kabul edildi. Tüm testler için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

4.BULGULAR

Bu çalışmaya Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hastanesi'nde ameliyat olan ve operasyon sonrası Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği yoğun bakımı tarafından takip edilen 90 hasta dahil edildi. Çalışmaya alınan cerrahi hastalarının %53,3'ü (n=48) kadın, %46,7'si (n=42) erkekti. Yaş ortalaması 65,18±17,13 yıl, vücut kitle indeksi (BMI) ortalaması 26,87±4,93 kg/m² olarak tespit edildi. Hastaların %86,7'sinin (n =78) yandaş sistemik hastalığı vardı. Hastaların %33,3'ü (n=30) sigara kullandığını, %84,4'ü (n=76) en az bir ilaç kullandığını belirtti. Hastaların %57,8'inin (n=52) BMI'sı 25 veya 25 kg/m²'den fazlaydı. Hastaların %63,3'ünün (n=57) yaşı 65 veya daha fazlaydı (Tablo 2).

Tablo 2:Hastaların Demografik Verileri

	n /Ortalama ± SS	%/ Ortanca (min-max)
Cinsiyet		
Kadın	48	53,30
Erkek	42	46,70
Yaş (yıl)	65,18±17,13	71,00 (18,00-97,00)
Boy (cm)	165,87±9,33	165,00 (145,00-187,00)
Ağırlık (kg)	73,96±14,73	72,50 (40,00-120,00)
BMI (kg/m ²)	26,87±4,93	26,23 (17,30-48,28)
Sigara Kullanımı	30	33,30
Yandaş Sistemik Hastalık	78	86,70
İlaç Kullanımı	76	84,40
BMI		
<25	38	42,20
≥25	52	57,80
Yaş		
<65	33	36,70
≥65	57	63,30

BMI: Body Mass Index (Vücut Kitle İndeksi)

Hastalara ait yandaş sistemik hastalıklarının dağılımı Tablo 3'te verildi. En sık görülen yandaş sistemik hastalıklar %45,6 (n=41) ile hipertansiyon, %44,4 (n=40) ile malignite, %24,4 (n=22) ile diabetes mellitus olarak kaydedildi.

Tablo 3: Hastaların Yandaş Sistemik Hastalık Verileri

	n	%
Hipertansiyon	41	45,60
Malignite	40	44,40
Diabetes Mellitus	22	24,40
Koroner Arter Hastalığı	20	22,20
Hipotiroidi	7	7,80
SVO	7	7,80
Alzheimer	6	6,70
Depresyon	3	3,30
Hipertiroidi	1	1,10
Epilepsi	1	1,10
Parkinson	1	1,10
Toplam	90	100,00

SVO: Serebrovasküler Olay

İntraoperatif verilerin dağılımı Tablo 4’te özetlendi. Çalışmaya alınan hastaların %40’ının (n=36) ortopedi, %23,3’ünün (n=21) üroloji, %18,9’unun (n=17) kadın doğum klinikleri tarafından opere edildiği saptandı. Tüm hastaların %73,3’ünün (n=66) ASA skoru III olarak belirlendi. Ameliyatların %85,6’sında (n=77) genel anestezi, %14,4’ünde (n=13) rejyonel anestezi yönteminin kullanıldığı belirlendi. Operasyon süresi ortalaması 195,00±95,53 dakika olarak bulundu. Ameliyat esnasında verilen eritrosit süspansiyonu (ES) hacmi 216,66±368,11 mL, taze donmuş plazma (TDP) hacmi 62,22±129,45 mL olarak belirlendi. İntraoperatif kanama miktarı 431,66±640,24 mL, intraoperatif idrar miktarı 219,21±281,18 mL olarak bulundu.

Tablo 4:İntraoperatif Veriler

	n	%
Cerrahi Klinik		
Ortopedi ve Travmatoloji	36	40,00
Üroloji	21	23,30
Kadın Hastalıkları ve Doğum	17	18,90
Kulak Burun Boğaz Hastalıkları	11	12,20
Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi	4	4,50
Göz Hastalıkları	1	1,10
ASA Skoru I/II/III	1 / 23 / 66	1,10 / 25,60 / 73,30
Anestezi Yöntemi		
Genel	77	85,60
Rejyonel	13	14,40
	Ortalama ± SS	Ortanca (min-max)
Operasyon Süresi (dk)	195,00±95,53	180,00 (30,00-480,00)
İntraoperatif Verilen Sıvı Hacmi (mL)	2560,00±1400,20	2500,00 (500,00-7000,00)
İntraoperatif Verilen ES Hacmi (mL)	216,66±368,11	0,00 (0,00-1400,00)
İntraoperatif Verilen TDP Hacmi (mL)	62,22±129,45	0,00 (0,00-600,00)
İntraoperatif Verilen TS Hacmi (mL)	4,44±42,16	0,00 (0,00-400,00)
İntraoperatif Kanama Miktarı (mL)	431,66±640,24	200,00 (0,00-3000,00)
İntraoperatif İdrar Miktarı (mL)	219,21±281,18	150,00 (0,00-1700,00)

ASA: American Society of Anesthesiologists, **ES:** Eritrosit Süspansiyonu, **TDP:** Taze Donmuş Plazma, **TS:** Trombosit Süspansiyonu

İntraoperatif verilerin dağılımına Tablo 5’te farklı açıdan bakıldı. Hastaların %66,7’sine (n=60) 2000 mL veya daha fazla sıvı, %32,2’sine (n=29) 350 ml veya daha fazla ES verilmişti. Hastaların %72,2’sinde (n=65) intraoperatif kanama miktarı 500 mL’den az olarak belirlendi. Hastaların %87,8’inde (n=79) operasyon süresi 120 dakika veya daha fazla olarak tespit edildi.

Tablo 5:İntraoperatif Veriler 2

	n	%
Operasyon Süresi		
<120 dk	11	12,20
≥120 dk	79	87,80
İntraoperatif Verilen Sıvı Hacmi		
<2000	30	33,30
≥2000	60	66,70
İntraoperatif Verilen ES Hacmi		
<350	61	67,80
≥350	29	32,20
İntraoperatif Kanama Miktarı		
<500 cc	65	72,20
≥500 cc	25	27,80
İntraoperatif İdrar Miktarı		
<100 cc	50	55,60
≥100 cc	40	44,40
Toplam	90	100,00

ES: Eritrosit Süspansiyonu

Hastaların postoperatif tedavi, kan gazı, vital bulgular ve laboratuvar parametrelerinin dağılımı Tablo 6’da sunuldu. Hastaların %62,2’sine (n=56) noninvaziv mekanik ventilatör (NIMV) ile, %28,9’una (n=26) oksijen maskesi ile %8,9’una (n=8) nazal kanül ile oksijen tedavisi verildiği belirlendi. Ameliyat sonrası kan gazı parametrelerinden pH ortalaması $7,36\pm0,05$, parsiyel oksijen basıncı (PaO_2) ortalaması $96,52\pm30,92$ mmHg, bikarbonat (HCO_3^-) ortalaması $20,63\pm2,97$ mEq/L olarak bulundu. Ameliyat sonrası laboratuvar parametrelerinden hemoglobin ortalama değeri $11,77\pm1,68$ g/dL, WBC (beyaz küre hücre sayısı) ortalama değeri $12,29\pm4,59$ $10^3/\mu\text{L}$, CRP ortalama değeri $70,01\pm70,99$ mg/L, prokalsitonin ortalama değeri $1,18\pm3,43$ ng/ml olarak bulundu.

Tablo 6:Postoperatif Bulguların Dağılımı

	n	%
O ₂ Tedavisi		
Nazal Kanül	8	8,90
Oksijen Maskesi	26	28,90
NIMV	56	62,20
	Ortalama ± SS	Ortanca (min-max)
Nazal Kanül ve Maske için O ₂ Akışı	3,12±1,29	3,00 (1,00-8,00)
NIMV Kullananlarda FiO ₂	43,19±7,41	45,00 (30,00-64,00)
pH	7,36±0,05	7,37 (7,23-7,52)
PaO ₂ (mmHg)	96,52±30,92	90,00 (52,00-214,00)
PaCO ₂ (mmHg)	37,26±9,69	36,05 (23,00-94,00)
SpO ₂ (%)	95,13±3,52	96,00 (81,00-100,00)
HCO ₃ (mEq/L)	20,63±2,97	21,00 (15,00-32,50)
Laktat (mmol/L)	1,56±1,00	1,25 (0,40-7,00)
Kalp Hızı (atım/dk)	91,37±17,73	91,50 (50,00-190,00)
Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	126,00±23,65	128,50 (70,00-190,00)
Diastolik Kan Basıncı (mmHg)	69,18±13,25	69,50 (45,00-109,00)
Ortalama Arter Basıncı (mmHg)	87,43±12,74	87,00 (61,00-117,00)
Satürasyon (%)	96,10±2,63	96,00 (88,00-100,00)
WBC (10 ³ /μL)	12,29±4,59	12,00 (5,00-30,00)
Hemoglobin (g/dL)	11,77±1,68	10,95 (7,60-14,90)
Platelet (10 ³ /μL)	217,33±97,31	203,00 (27,00-541,00)
CRP (mg/L)	70,01±70,99	42,00 (1,68-352,00)
Prokalsitonin (ng/ml)	1,18±3,43	0,40 (0,00-27,00)
Albümin (g/dL)	3,10±0,48	3,13 (1,80-4,10)
ALT (U/L)	21,89±21,32	16,00 (5,00-120,00)
AST(U/L)	25,04±24,31	17,00 (5,00-149,00)
Na (mmol/L)	138,81±3,87	139,00 (126,00-146,00)
K (mmol/L)	4,16±0,52	4,16 (2,79-5,73)
Üre (mg/dL)	39,84±23,41	35,00 (2,30-121,00)
Kreatinin (mg/dL)	1,13±1,31	0,84 (0,29-9,50)
Glukoz (mg/dL)	168,07±52,13	160,00 (70,00-326,00)

O₂: Oksijen, **PaO₂:** Parsiyel Oksijen Basıncı, **FiO₂:** Oksijen Fraksiyonu, **PaCO₂:** Parsiyel Karbondioksit Basıncı, **SpO₂:** Periferik Oksijen Saturasyonu, **HCO₃·:** Bikarbonat, **WBC:** White Blood Cell (Lökosit), **CRP:** C-reaktif Protein, **ALT:** Alanin Aminotransferaz, **AST:** Aspartat Aminotransferaz, **Na:** Sodyum, **K:** Potasyum

Ameliyat sonrası kan gazı parametreleri ve laboratuvar parametrelerinin dağılımı Tablo 7 ile verildi. Hastaların %68,9'ında (n=62) PaO₂ 80 mmHg veya daha fazlaydı, %31,1'inde (n=28) PaO₂ 80 mmHg'dan azdı. Hastaların %56,7'sinde (n=51) PaCO₂ 35ve 45 mm/Hg arasında bir değer olarak normal sınırdı bulundu. Ameliyat sonrası laboratuvar parametrelerinden CRP hastaların %93,3'ünde (n=84) 5 mg/L veya daha fazlaydı, prokalsitonin hastaların %91,1'inde (n=82) 0,046 ng/mL veya daha fazlaydı, WBC hastaların %67,7'sinde (n=61) 10.000 10³/μL veya daha fazlaydı, hemoglobin hastaların %66,7'sinde (n=60) 10 g/dL veya daha fazla olarak kaydedildi.

Tablo 7:Postoperatif Laboratuvar Parametrelerinin Dağılımı

	n	%
PaO ₂		
<80 mm/Hg	28	31,10
≥80 mm/Hg	62	68,90
PaCO ₂		
<35 mm/Hg	31	34,40
35-45 mm/Hg	51	56,70
≥46 mm/Hg	8	8,90
SpO ₂ (%)		
<90	7	7,80
≥90	83	92,20
Laktat		
<2 mmol/L	70	77,80
≥2 mmol/L	20	22,20
CRP		
<5 mg/L	6	6,70
≥5 mg/L	84	93,30
Prokalsitonin		
<0,046 ng/mL	8	8,90
≥0,046 ng/mL	82	91,10
WBC		
<4.000 10 ³ /μL	1	1,11
≥10.000 10 ³ /μL	61	67,70

Hemoglobin		
<10 g/dL	30	33,30
≥10 g/dL	60	66,70
ALT		
<40 U/L	82	91,10
≥40 U/L	8	8,90
AST		
<41 U/L	76	84,40
≥41 U/L	14	15,60
Üre		
<48 mg/dL	66	73,30
≥48 mg/dL	24	26,70
Kreatinin		
<1,2 mg/dL	74	82,20
≥1,2 mg/dL	16	17,80
Toplam	90	100,00

PaO₂: Parsiyel Oksijen Basıncı, **PaCO₂:** Parsiyel Karbondioksit Basıncı, **SpO₂:** Periferik Oksijen Saturasyonu, **CRP:** C-reaktif Protein, **ALT:** Alanin Aminotransferaz, **AST:** Aspartat Aminotransferaz

Hastaların YBÜ verilerinin dağılımı Tablo 8’de özetlendi. Postoperatif dönemde bakılan GKS ortalama değeri 14,46±1,97, APACHE II skoru ortalama değeri 9,25±5,75 olarak belirlendi. Hastaların ameliyat sonrası ortalama YBÜ kalış süresi 1,46±1,26 gün, hastane yatış süresi 6,30±4,58 gün olarak saptandı. 28 günlük mortalite %1,1 olarak saptandı.

Tablo 8:Yoğun Bakım Ünitesi Verilerinin Dağılımı

	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca (min-max)
Glaskow Koma Skalası	14,46 $\pm$ 1,97	15,00 (3,00-15,00)
APACHE II Skoru	9,25 $\pm$ 5,75	9,00 (0,00-25,00)
YBÜ'de USG ile Bakılana Kadar Aldığı Mayi (mL)	931,36 $\pm$ 686,60	684,00 (63,00-3048,00)
YBÜ'de USG ile Bakılana Kadar Çıkardığı Mayi (mL)	714,00 $\pm$ 557,56	500,00 (0,00-2450,00)
YBÜ'ne Yatışından USG ile Bakılana Kadar Geçen Süre (saat)	5,88 $\pm$ 3,19	5,00 (1,00-12,00)
YBÜ Kalış Süresi (gün)	1,46 $\pm$ 1,26	1,00 (1,00-8,00)
Hastane Yatış Süresi (gün)	6,30 $\pm$ 4,58	5,00 (2,00-23,00)
	n	%
28 Günlük Mortalite	1/90	1,1

Postoperatif dönemde tanı amacıyla kullanılan yatak başı USG görüntülemeye ait LUS değerleri Tablo 9'da verildi. Konveks prop ile ölçülen sağ akciğer total LUS ortalaması 6,11 $\pm$ 3,03, sol akciğer total LUS ortalaması 6,18 $\pm$ 3,00 olarak tespit edildi. Çalışmamızda postoperatif LUS median değeri 14 iken, minimum ve maksimum değerler sırasıyla 6 ve 26 olarak kaydedilmiştir. Sağ total LUS 6,11 $\pm$ 3,03 iken sol total LUS 6,18 $\pm$ 3,00 olarak kaydedilmiştir. Postoperatif LUS ortalaması sağ posterolateral bölgesinde 5,48 $\pm$ 2,75, sol posterolateral bölgesinde 5,48 $\pm$ 2,73 iken; sağ posterior bölgesinde 4,02 $\pm$ 1,45 sol posterior bölgesinde 3,91 $\pm$ 1,50'dir. Postoperatif LUS ortalamaları sağ posterolateral ile posterior ve sol posterolateral ile posterior bölgelerinde diğer bölgeler arasında en yüksek olarak bulunmuştur.

Tablo 9:Postoperatif Akciğer Ultrasonu Skoru

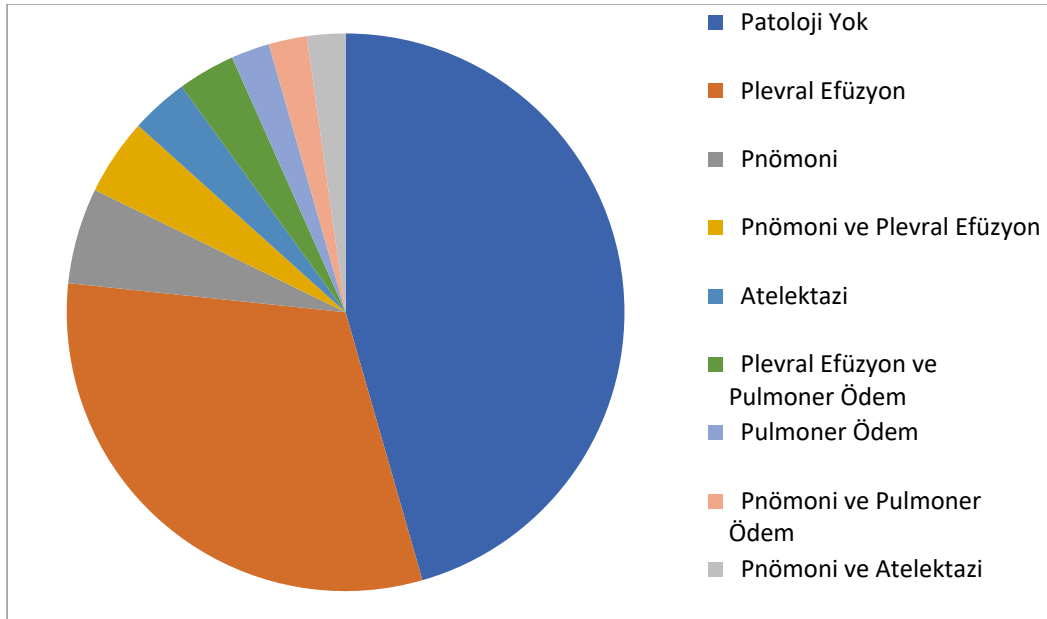
	Ortalama $\pm$ SS	Ortanca(min-max)
Sağ Anterior	0,74 $\pm$ 1,04	0,00 (0,00-4,00)
Sağ Posterolateral	5,48 $\pm$ 2,75	6,00 (0,00-11,00)
Sağ Total	6,11 $\pm$ 3,03	6,00 (0,00-14,00)
Sol Anterior	0,70 $\pm$ 1,04	0,00 (0,00-4,00)
Sol Posterolateral	5,48 $\pm$ 2,73	6,00 (0,00-12,00)
Sol Total	6,18 $\pm$ 3,00	6,00 (0,00-13,00)
Bilateral Anterior	1,62 $\pm$ 2,50	0,00 (0,00-16,00)
Bilateral Posterolateral	12,75 $\pm$ 4,22	12,00 (4,00-22,00)
Bilateral Total	14,32 $\pm$ 4,59	14,00 (6,00-26,00)

USG: Ultrasonografi, **LUS:** Lung Ultrasound Scoring

Postoperatif dönemde yoğun bakımda hasta takibi amacıyla kullanılan APAG ile tespit edilen akciğer tanılarının dağılımı Tablo 10’da verildi. APAG’ye göre tüm hastaların %54,4’ünde (n=49) en az 1 patoloji mevcuttu. En sık görülen patolojik durum %31,10 (n=28) oranında plevral efüzyonu. APAG tanılarının grafiksel dağılımı Şekil 18’de verildi.

Tablo 10:APAG ile Akciğer Tanılarının Dağılımı

	n	%
APAG ile Akciğer Tanıları		
Patoloji Yok	41	45,60
Plevral Efüzyon	28	31,10
Pnömoni	5	5,60
Pnömoni ve Plevral Efüzyon	4	4,40
Atelektazi	3	3,30
Plevral Efüzyon ve Pulmoner Ödem	3	3,30
Pulmoner Ödem	2	2,20
Pnömoni ve Pulmoner Ödem	2	2,20
Pnömoni ve Atelektazi	2	2,20
Toplam	90	100,00

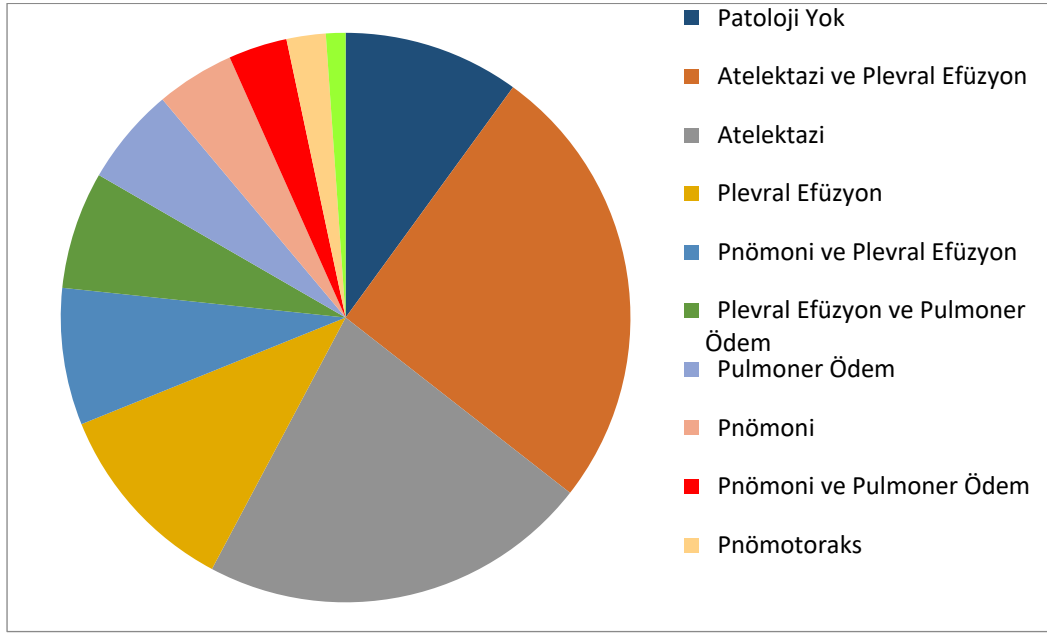


Şekil 18: APAG ile Akciğer Tanılarının Dağılım Grafiği

Postoperatif dönemde yoğun bakımda hasta takibi amacıyla kullanılan yatak başı ultrasonografik (USG) değerlendirme sonucu bulunan akciğer tanılarının dağılımı Tablo 11’de verildi. Yapılan akciğer USG’ye göre tüm hastaların %90,00’inde (n=80) en az 1 patoloji mevcuttu. En sık görülen patolojik durum %25,6 (n=23) oranında atelektazi ve plevral efüzyon, %22,2 (n=20) oranında atelektazi ve %11,10 (n=10) oranında minimal plevral efüzyondu. Akciğer USG bulgularının grafiksel dağılımı Şekil 19’da verildi.

Tablo 11:USG ile Akciğer Tanılarının Dağılımı

	n	%
USG ile Akciğer Tanıları		
Patoloji Yok	9	10,00
Atelektazi ve Plevral Efüzyon	23	25,60
Atelektazi	20	22,20
Minimal Plevral Efüzyon	10	11,10
Pnömoni ve Parapnömonik Plevral Efüzyon	7	7,80
Plevral Efüzyon ve Pulmoner Ödem	6	6,70
Pulmoner Ödem	5	5,60
Pnömoni	4	4,40
Pnömoni ve Pulmoner Ödem	3	3,30
Pnömotoraks	2	2,20
Pnömoni ve Atelektazi	1	1,10
Toplam	90	100,00



Şekil 19: USG ile Akciğer Tanılarının Dağılım Grafiği

USG'ye göre 90 hastanın %90'ında (n=81), APAG'ye göre %54,4'ünde (n=49) patoloji mevcuttu. USG'nin patoloji tespit oranı APAG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek belirlendi ($p<0,001$). USG'ye göre hastaların %48,9'unda (n=49), APAG'ye göre %4,4'ünde (n=4) atelektazi mevcuttu. USG'nin atelektazi tespit oranı APAG'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulundu ($p<0,001$). USG ile APAG'nin plevral efüzyon, pulmoner ödem, pnömoni ve pnömotoraks tanılarını tespit oranı istatistiksel olarak benzer bulundu ($p=0,099$).

Tablo 12:APAG Tanıları ile USG Tanılarının Dağılımı

	USG	APAG	p
Patoloji			
Var	81 (90,00)	49 (54,40)	<0,001*
Yok	9 (10,00)	41 (45,60)	
Plevral Efüzyon			
Var	46 (51,10)	35 (38,90)	0,099*
Yok	44 (48,90)	55 (61,10)	
Atelektazi			
Var	44 (48,90)	5 (5,60)	<0,001*
Yok	46 (51,10)	85 (94,40)	
Pulmoner Ödem			
Var	14 (15,60)	7 (7,80)	0,104*
Yok	76 (84,40)	83 (92,20)	
Pnömoni			
Var	15 (16,70)	13 (14,40)	0,681*
Yok	75 (83,30)	77 (85,60)	
Pnömotoraks			
Var	2 (2,20)	0 (0,00)	0,497**
Yok	88 (97,80)	90 (100,00)	

USG: Ultrasonografi, **APAG:** Antero-Posterior Akciğer Grafisi

*: Pearson Ki-kare Testi

**: Fisher Exact Testi

Postoperatif dönemde yatak başı yapılan USG ve APAG görüntülemelerinde konulan tanıların karşılaştırılması Tablo 13'te verildi. USG ile hastaların 46'sı plevral efüzyon tanısı alırken bu hastaların 24'ünün toplamda da 35 hastanın APAG ile plevral efüzyon tanısı aldığı tespit edildi. USG ile 90 hastanın 44'üne atelektazi tanısı konulurken bu hastaların 3'ünde toplamda da 5 hastaya APAG ile atelektazi tanısı konulduğu belirlendi. USG ile 90 hastadan 15'ine pnömoni tanısı konulurken APAG ile bu hastaların 3'üne ve toplamda 13 hastaya pnömoni tanısı konulduğu belirlendi. USG ile 90 hastadan 14'üne pulmoner ödem tanısı konulurken APAG ile bu hastaların 1'i ve toplamda 7 hastaya pulmoner ödem tanısı konulduğu tespit edildi. USG ile 2 hastada pnömotoraks olduğu kaydedilirken APAG ile pnömotoraks tanısı konulamadığı tespit edildi.

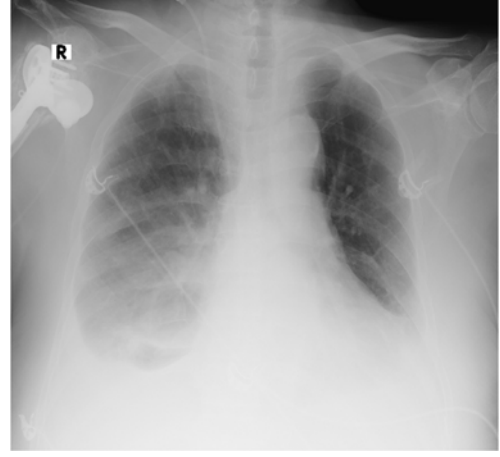
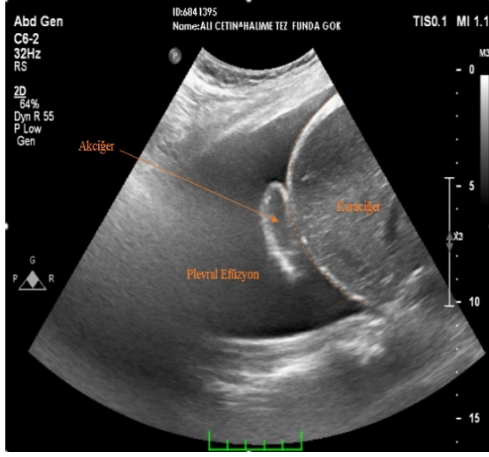
Tablo 13:APAG ve USG ile Bulunan Akciğer Tanılarının Dağılımı

USG								
APAG		Patoloji	Plevral	Atelektazi	Pnömoni	Pulmoner	Pnömo-	Satır
		Yok	Efüzyon			Ödem	toraks	Toplamı
	Patoloji Yok	2	19	20	10	8	1	41
	Plevral Efüzyon	5	24	18	2	3	1	35
	Pnömoni	2	3	5	3	2	1	13
	Pulmoner Ödem	1	3	3	1	1	0	7
	Atelektazi	0	1	3	1	1	0	5
Sütun Toplamı	9	46	44	15	14	2		

USG: Ultrasonografi, **APAG:** Antero-Posterior Akciğer Grafisi

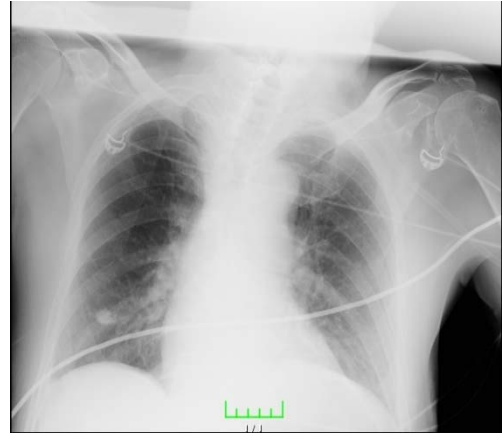
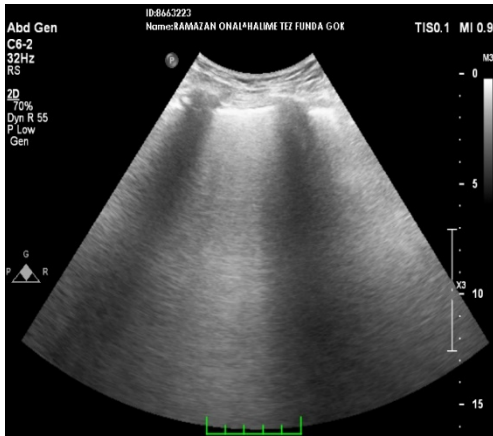
Postoperatif dönemde yoğun bakım ünitesine kabul edildikten sonra yapılan akciğer ultrasonu, akciğer grafisi ile karşılaştırıldığında PPC'li daha fazla hasta tanımlandı. Tanımlanan PPC'ler pulmoner ödem, pnömotoraks, pnömoni, atelektazi ve plevral efüzyondur. Postoperatif 1.günde akciğer USG'si ve APAG ile tespit edilen komplikasyonların insidansı yukarıdaki tablolarda verildi. APAG yorumlamalarına göre 90 hastanın 41'inde herhangi bir patoloji tespit edilmedi. Sonografik incelemede ise 9 hastada patoloji tespit edilmedi. Akciğer USG'sinde 81 hastada patoloji vardı ama sadece 19 hasta 1 günden fazla yatış gerektirdi. Diğer hastaların medikal tedavi, oksijen tedavisi, derin solunum egzersizi ya da insentif spirometri ile serviste de takip edileceği düşünüldü ve YBÜ'de yatış süresi uzatılmadı.

Postoperatif dönemde her bir hemitoraksta Blue protokolüne göre efüzyonların daha sık yer aldığı PLAPS (posterolateral alveolar ve/veya plevral sendrom) noktası incelenerek en sık gözlemlenen PPC plevral efüzyondur. USG'de 90 hastanın 46'sında plevral efüzyon mevcuttu. APAG'de ise 35 hastada plevral efüzyon mevcuttu. APAG'de plevral efüzyonu olan 35 hastanın; 4'ünde pnömoni ve plevral efüzyon ve 3'ünde pulmoner ödem ve plevral efüzyon mevcuttu. Akciğer USG'de ise plevral efüzyonu olan 46 hastanın; 23'ünde atelektazi ve plevral efüzyon, 7'sinde pnömoni ve plevral efüzyon, 6'sında pulmoner ödem ve plevral efüzyon mevcuttu. Aşağıda plevral efüzyonu olan bir hastanın APAG ve akciğer USG görüntüleri verilmiştir. Bu hastanın plevral efüzyonu ciddi boyutta olduğu için hasta 1 günden fazla YBÜ'de takip edildi. Tek basına diüretik tedavisi yeterli olmadığı için hastaya ultrafiltrasyon tedavisi uygulandı ve plevral efüzyon ultrasonla hergün takip edildi.



Şekil 20: Plevral Efüzyonu Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Sonografik görüntü sağ plaps noktasından konveks prob ile alınmıştır. Görüntüde karaciğer, diyafragma, akciğer ve oldukça fazla miktarda plevral efüzyon mevcuttur. Karaciğer granüler yapıdadır kendine has görüntüsü mevcuttur. Diyafragma karaciğerin etrafında yay şeklinde hiperekoik olarak görüntülenir. Akciğer grafisinde de bilateral sinüsler künttür. Özellikle sağ tarafta plevral efüzyonun tipik görüntüsü olan menisküs görüntüsü dikkat çekmektedir. Homojenitesi alt bölgelere doğru giderek azalmaktadır.

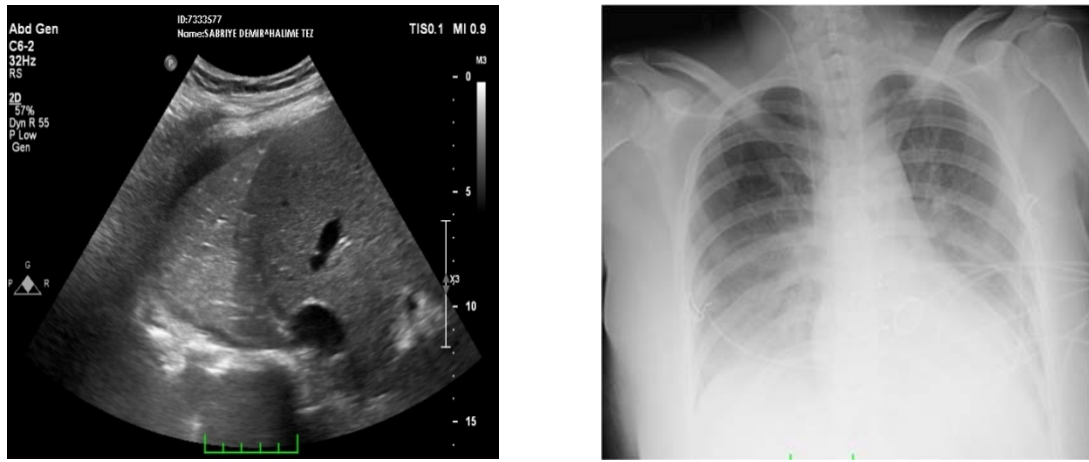
B profili, Blue protokolünde kardiyojenik ve nonkardiyojenik pulmoner ödem gösteren ağırlıklı olarak 2'den fazla anterior yaygın B çizgileri anlamına gelir. Anterior bölgesinde bilateral 2'den fazla B çizgisi saptadığımız hasta sayıları, akciğer USG ve APAG'yi karşılaştırdığımızda USG'de daha fazlaydı. Hastaların yandaş sistemik hastalıkları, yapılan cerrahi, hastaya uygulanan sıvı ve kan transfüzyonu ve 24 saatlik diürezine bakılarak akciğer USG'de 14 hastada pulmoner ödem olduğu tespit edildi. USG'de 90 hastanın 14'ünde pulmoner ödem mevcuttu. APAG'de ise 7 hastada pulmoner ödem mevcuttu. APAG'de pulmoner ödemi olan 7 hastanın; 3 'ünde plevral efüzyon ve pulmoner ödem, 2'sinde pnömoni ve pulmoner ödem mevcuttu. Akciğer USG'de ise pulmoner ödemi olan 14 hastanın; 6'sında plevral efüzyon ve pulmoner ödem, 3'ünde pnömoni ve pulmoner ödem mevcuttu. Asağıda pulmoner ödemi olan bir hastanın APAG ve akciğer USG görüntüleri verilmiştir. Bu hastanın pulmoner ödemi ciddi boyutta olduğu için hasta 1 günden fazla YBÜ'de takip edildi ve diüretik tedavi uygulandı.



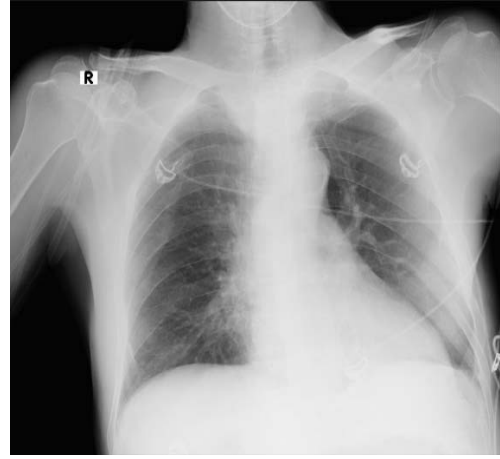
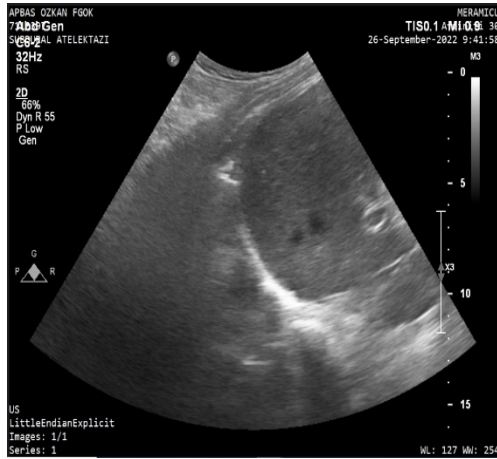
Şekil 21: Pulmoner Ödemi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Konveks prob ile anterior toraks bölgesinde yapılan incelemede B çizgilerinin oldukça sık olduğu ve buna bağlı olarak beyaz akciğer görüntüsü görülmektedir. Akciğer grafisinde ise sağ alt zonda pulmoner nodül olup, belirgin bilateral hiler vasküler yapılar mevcuttur.

Postoperatif dönemde her bir hemitoraksta Blue protokolüne göre konsolidasyonların daha sık yer aldığı PLAPS noktası incelenerek en sık gözlemlenen PPC'den biri de konsolidasyonlardı. APAG'de 16 hastada konsolidasyon mevcuttu. APAG'de konsolidasyonu olan 16 hastanın; 5'inde pnömoni, 4'ünde pnömoni ve plevral efüzyon, 3'ünde atelektazi, 2'sinde pnömoni ve atelektazi, 2'sinde pnömoni ve pulmoner ödem mevcuttu. USG'de ise 90 hastanın 58'inde konsolidasyon mevcuttu. Bunların pnömoni ve/veya atelektazi olabileceği düşünüldü. Bu hastaların 15'inde dinamik hava bronkogramı tespit edildi. Hastaların dinleme bulguları, semptomları, fizik muayene bulguları, CRP, prokalsitonin, beyaz küre hücre sayıları, göz önüne alınarak pnömoni olabileceği düşünüldü. Ayrıca çalışmamızda pnömoniyi atelektaziden ayırt ederken zorlandığımız bazı hastalarımızda renkli doppler yaptık. Böylece atelektazi ve pnömoni ayırıcı tanısını gerçekleştirdik. Pnömoni düşünülen hastalarda medikal tedaviye antibiyotik eklendi ve balgam kültürleri alındı. Aşağıda pnömonisi olan bir hastanın APAG ve akciğer USG görüntüleri verilmiştir. Bu hastanın pnömonisi ciddi boyutta olduğu için hasta 1 günden fazla YBÜ'de takip edildi.

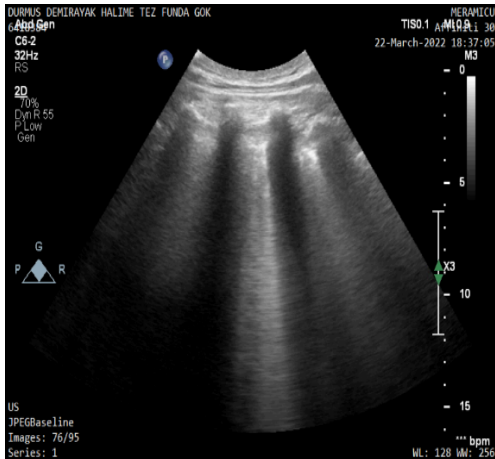
Konsolidasyonu olan hastalardan 43 hastada daha çok statik hava bronkogramları elde edildiği için atelektazi olabileceği düşünüldü. İntensif spirometre çalışması için hasta bilgilendirildi, aralıklı NIMV ile oksijen tedavisi uygulandı. Aşağıda atelektazisi olan iki hastanın APAG'leri, PLAPS noktasından alınan konsolidasyon ve posterior bölgesinden alınan subplevral konsolidasyon sonografik görüntüleri mevcuttur.



Şekil 22: Pnömonisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Sonografik görüntü sağ PLAPS noktasından konveks prob ile alınmıştır. Akciğer karaciğere benzemiş bir doku görüntüsüne sahiptir. Bu görüntüye hepatizasyon bulgusu denir. Akciğer altında ince şerit şeklinde anekoik şekilde çok az miktarda parapnömonik plevral efüzyon görülmektedir. Akciğer grafisinde sağ akciğer sinüs künttür. Sağ akciğer alt zonda homojen dansite artışı mevcuttur.



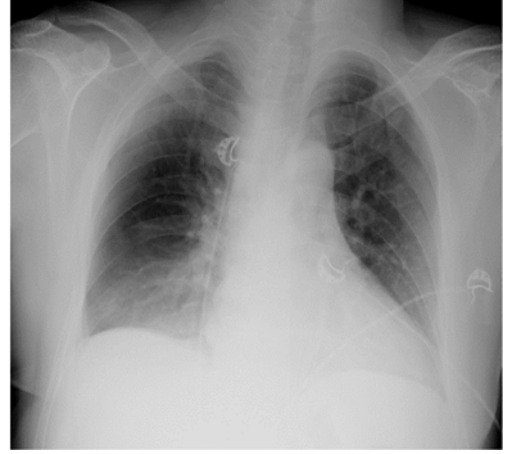
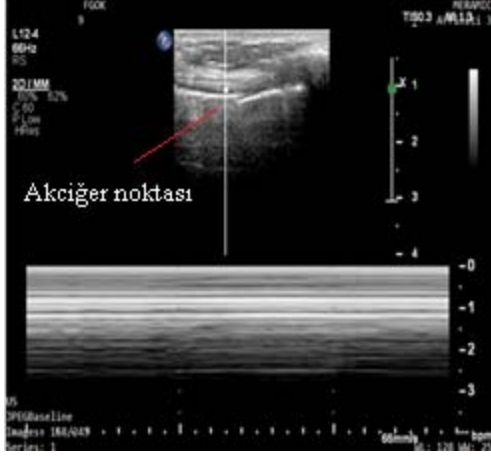
Şekil 23: Atelektazisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Sonografik görüntü sağ PLAPS noktasından konveks prob ile alınmıştır. Statik hava bronkogramları mevcuttur. Akciğer grafisinde ise belirgin atelektazi kanıtı yoktur.



Şekil 24: Atelektazisi Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Sonografik görüntü posterior bölgeden konveks prob ile alınmıştır. B çizgileri olup A çizgileri mevcut değildir. Plevral hat düz bir şekilde olmayıp, subplevral hipoekoik konsolidasyonlar mevcuttur. Dinamik görüntü incelendiğinde bu konsolidasyonların belirgin olduğu görülmektedir. Akciğer grafisinde ise bilateral sinüsler künt olup atelektazi kanıtı mevcut değildir.

Postoperatif dönemde YBÜ’de takip edilen hastalarda APAG ile pnömotoraks tespit edilemezken, akciğer USG’si ile 2 hastada pnömotoraks tespit edildi. Hastalar supin pozisyonunda iken baş ile gövde arasındaki açısı 45 dereceden sıfır dereceye alınarak yüksek frekanslı lineer prob ile B modunda, akciğer USG’si uygulandı. İncelemeye meme başının iç tarafından başlandı. Öncelikle sağ ve sol hemitoraks anterior kısmı simetrik olarak ön aksiller çizgi hizasına kadar tarandı ve her bir interkostal aralık incelendi. “Akciğer kayma (lung sliding)” işareti tespit edilemeyen noktada pnömotoraks olabileceği düşünüldü. Bu görüntü M (motion) modunda incelendiğinde stratosfer (barkod) işareti elde edildi (Şekil 25). Prob bu görüntülerin elde edildiği alandan lateral-inferior göğüs

bölgelerine doğru yavaşça hareket ettirildi ve “akciğer noktası (lung point)” bulundu ve pnömotoraks hattı tespit edildi. Aşağıda pnömotoraksı olan hastanın APAG ve akciğer USG görüntüleri verilmiştir. Bu hasta 1 günden fazla YBÜ’de takip edildi. Göğüs cerrahisi tarafından konservatif yaklaşım planlandı. Her 6 saatte bir sonografik inceleme tekrarlandı.



Şekil 25: Pnömotoraksı Olan Hastanın Akciğer USG ve APAG Görüntüleri. Sonografik görüntü sağ anterior hemitorakstan lineer prob ile alınmıştır. Akciğer kayma işareti tespit edilemeyen noktada pnömotoraks olabileceği düşünülerek, bu görüntü M modunda incelendiğinde barkod işareti elde edilmiştir. Akciğer noktası mevcuttur. APAG’de bilateral sinüsler künt olup, pnömotoraks kanıtı mevcut değildir.

5.TARTIŞMA

Bu çalışmada postoperatif dönemde ilk 24 saatte yoğun bakımda takip edilen hastalar akciğer ultrasonografisi ile değerlendirilmiş, postoperatif pulmoner komplikasyon oranı akciğer grafisine kıyasla sonografik incelemede daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Sonografik olarak en yüksek oranda tespit edilen komplikasyon atelektazi ve plevral efüzyon iken akciğer grafisi ile plevral efüzyondur. Akciğer grafisi ile karşılaştırıldığında ise atelektazi sonografik olarak daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Minimal miktarda olan plevral efüzyonun sonografi ile tespiti mümkündür.

Kardiyotorasik cerrahiden sonra postoperatif dönemde PPC'lerin teşhisinde akciğer USG'nin akciğer grafisi ile kıyaslandığı 177 hastadan oluşan bir çalışmada; akciğer grafisi ile 107 PPC tespit edilirken, akciğer USG ile 159 PPC tespit edilmiştir [76]. Kardiyak cerrahi sonrası akciğer USG'nin akciğer grafisi ve oskültasyon ile karşılaştırıldığı 151 hastadan oluşan diğer bir çalışmada ise akciğer grafisi ile 94 hastada , akciğer USG ile 144 hastada, oskültasyon ile ise 76 hastada PPC tespit edilmiştir [77]. Farklı göğüs cerrahisi operasyonları geçiren hastalarda, pulmoner komplikasyonların değerlendirilmesi için LUS ve CXR'nin karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada, olguların büyük çoğunluğunda (%79) pulmoner komplikasyonların değerlendirilmesi için LUS'un yeterli olduğu ve komplikasyonların daha fazla netleştirilmesi için CXR'ye gerek olmadığı bildirilmiştir [78]. Majör abdominal cerrahiyi takiben 98 hastaya postoperatif pulmoner komplikasyonları saptamak için rutin akciğer USG'si yapılan bir çalışmada da LUS ile 94 hastada, postoperatif ilk dört gün içinde bir veya daha fazla postoperatif pulmoner komplikasyon tespit edilmiştir. İlk gün LUS ile 43 hastanın 31'inde, buna karşılık CXR ile 36 hastanın 13'ünde 1 veya daha fazla postoperatif pulmoner komplikasyon tespit edilmiştir [79].

5859 cerrahi hastanın alındığı 63 merkezde yapılan farklı anestezi tekniklerinin uygulandığı bir çalışmada PPC gelişmesine neden olan risk faktörleri tanımlanmıştır. Bu risk faktörleri yaş, preoperatif oda havasındaki arteriyel oksijen satürasyonu, önceki ay akut solunum yolu enfeksiyonu geçirip geçirmediği, preoperatif anemi, üst abdominal veya intratorasik cerrahi, cerrahi süre ve acil cerrahi olarak tanımlanmıştır [80]. Biz çalışmamızda bu risk faktörlerini değerlendirmedik fakat postoperatif yoğun bakıma aldığımız hastalarımızda yaş, preoperatif oda havasındaki arteriyel oksijen satürasyonu, cerrahi süre gibi yukarıda bahsedilen birçok risk faktörü mevcuttu. Elektif nontorasik cerrahi sonrası postoperatif pulmoner komplikasyonlarla ilişkili risk faktörlerini belirlemek için yapılan bir çalışmada, yaşın bağımsız olarak, artan pulmoner komplikasyon riski ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur. Bizim çalışmamızda da PPC oranının yüksek olmasının nedenlerinden biri hastaların %63'ünün 65 yaş üzerinde olmasıydı [81]. Ayrıca çalışmamızda PPC oranı bu çalışmalarda bildirilen sonuçlara oldukça yakındı. Abdominal cerrahi sonrası postoperatif pulmoner komplikasyonların yaygın olduğu ve önemli morbidite ve yüksek bakım maliyeti ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda uzun operasyon süresinin de PPC oranını arttığı bildirilmiştir [82]. Bizim çalışmamızda da yüksek PPC ile ilişkili olarak

hastalarımızın bir kısmı abdominal cerrahi nedeniyle opere olmuştu ve operasyon süreleri 2 saatin üzerindeydi. Postoperatif pulmoner komplikasyonların tahmini için bir skor geliştirmek amacıyla yapılan çalışmada; ASA skorunun III veya üzerinde olmasının ve eşlik eden komorbidite sayısının fazla olmasının yüksek PPC ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. ASA skoru ve komorbidite gibi risk faktörleri skora sistemlerinde kullanılmıştır [83]. Çalışmamızda hastalarımızın çoğunluğu ASA III skora sahipti ve her hastanın en az bir komorbiditesi mevcuttu. Bu durum postoperatif dönemde gelişen komplikasyon riskinin yüksek oluşunu açıklar. Ameliyat öncesi sigarayı bırakmanın ameliyat sonrası pulmoner komplikasyonlar üzerindeki etkisini ve ameliyattan önce optimal bir bırakma dönemi olup olmadığını belirlemek için yapılan bir çalışmada sigarayı bırakanların PPC'lerinde istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş olduğunu tespit etmişlerdir. Sigaranın PPC için bir risk faktörü olduğunu ve cerrahi öncesi sigarayı bırakmanın postoperatif morbiditeyi azalttığını bildirmişlerdir [84]. Her ne kadar çalışmamızda sigara içen hasta sayısı fazla olmasa da, diğer risk faktörlerinin oldukça fazla olması nedeniyle PPC oranının yüksek olduğunu düşünüyoruz. Genel, nöroaksiyel veya bölgesel anestezi uygulanan cerrahi hastalardan oluşan bir çalışmada genel anestezi ile opere olanların, genel anestezi ile opere olmayanlara göre en az bir PPC geliştirme insidansını %7.5'e karşı %2.0 olarak tespit etmişlerdir. Genel anestezi, solunum fonksiyonunu bozar, bu nedenle genel anestezi yerine rejyonel veya bölgesel anestezi uygulanan hastalarda PPC insidansının azaldığı açıkça görülebilir [85]. Bizim çalışmamızda da hastalarımızın çoğunun genel anestezi ile opere edilmesi PPC'ler için bağımsız bir risk faktörü olduğunu göstermiştir.

Abdominal cerrahi sonrası postoperatif pulmoner komplikasyonlara neden olan risk faktörlerinin araştırıldığı bir çalışmada BMI'nin 27 ve üzerinde olmasının PPC gelişmesinde önemli bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir [82]. Bizim çalışmamızda da hastalarımızın çoğunun BMI'sinin 25 ve üzerinde olması yüksek PPC oranı ile ilişkilendirilmiştir.

Genel ve vasküler cerrahi uygulanan yaşlı hastalarda planlanmamış postoperatif entübasyon insidansını ve ilişkili risk faktörlerini araştıran bir çalışmada planlanmamış postoperatif entübasyonun cerrahi sonrası önemli morbidite ve mortalite ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu risk faktörlerinden biri de intraoperatif fazla mayi ve kan transfüzyonudur [86]. Bizim çalışmamızda da hastalarımızın çoğu büyük cerrahi ve 2 saatten uzun süren kanamalı cerrahi nedeniyle opere olduğu için hastalarımızda PPC oranını yüksek tespit ettik.

Kardiyotorasik cerrahi sonrası 252 ultrason muayenesi yapılan bir çalışmada hemitoraksların %97'sinde LUS'un uygulanabilir olduğu bulmuşlardır [87]. Çalışmamızda postoperatif hastalarda USG'nin oldukça uygulanabilir olduğunu belirledik, çalışmaya aldığımız hastaların tümünde sonografik incelemeyi gerçekleştirdik.

Sonografik olarak değerlendirilen PPC'ler arasında atelettazi, plevral efüzyon, pulmoner ödem, pnömoni, pnömotoraks gibi komplikasyonlar bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda sonografik olarak en sık tespit edilen komplikasyon atelettazidir.

Çocuklarda anesteziye bağlı atelektazinin tespiti için ultrasonunun MR ile karşılaştırıldığı çalışmada LUS yüksek oranda doğruluk göstermiştir. Bu çalışmada çeşitli boyutlarda subplevral konsolidasyonlar tespit edilmiş ve bu bulgu atelektazinin en yaygın LUS belirtisi olarak ifade edilmiştir. Ayrıca B çizgilerinin varlığı, akciğer kaymasının olmaması ve nabız işareti atelektazide tespit edilen diğer sonografik bulgulardır [88]. Çalışmamızda bu çalışmayla uyumlu olarak atelektazinin en yaygın sonografik bulgusu subplevral konsolidasyon olarak tespit edilmiştir. Modifiye LUS skoru kullanarak subplevral konsolidasyonları belirledik. Posterior ve posterolateral inceleme alanlarımızda subplevral konsolidasyonları kolaylıkla tespit edebildik (Şekil 25). Bununla uyumlu olarak posterior bölgelerde modifiye LUS skorunu yüksek tespit ettik. Bizim çalışmamızda posterolateral ve posterior bölgedeki LUS skoru 12 olup LUS skoru yüksekliğinin bir nedeninin bilateral posterior bölgenin incelenmesi sonucunda tespit ettiğimiz atelektaziler olabileceğini düşünüyoruz.

Ayrıca çalışmamızda bazı olgularda atelektazinin diğer bir bulgusu olan statik hava bronkogramlarını tespit ettik (Şekil 24). Özellikle küçük boyutta olan atelektazilerin sonografik incelemesinde probu transvers pozisyona alarak inceledik. Kostalar inceleme alanında büyük bir anatomik yer kapladığı için patolojilerin sonografik olarak görüntülenmesini gizleyebilir. Bu durumda probun sabit tutularak sagittal pozisyonundan transvers pozisyona çevirilmesi küçük olan subplevral konsolidasyonların görüntülenmesini netleştirecektir. Küçük olan atelektazilerde, birlikte B çizgileri de görülebilir. B çizgilerinin spesifik olmaması nedeniyle, B çizgileri varlığında klinisyen birçok ayırıcı tanıyı düşünmelidir. B çizgileri her zaman plevranın hareketi ve diğer akciğer alanlarındaki B çizgileriyle birlikte değerlendirilmelidir. Posterior bölgedeki B çizgilerine yatan hastada sık rastlanır ama inceleme alanında ikiden fazla B çizgisi her zaman bir patolojiyi akla getirmelidir. Çalışmamızda atelektazi tanısı sonografik olarak yüksek iken, akciğer grafisi ile atelektazi tanısı oldukça düşüktü. Hastalarımıza çekilen grafinin APAG olması birçok patolojinin tanımlanmasını engellemiştir. Hastanın iyi nefes alamaması, pozisyon verilememesi gibi nedenler grafi ile atelektazinin tespit edilmesini zorlaştırmıştır. Akciğer ultrasonu ile atelektazi tanısının daha yüksek oranda olmasının nedeni toraksın ön, orta ve arka yani tüm bölgelerin incelenmesi ve subplevral konsolidasyonların küçük de olsa sonografi ile tespit edilmesi nedeniyle. Yapılan bir çalışmada genel anestezi alan hastalarda fonksiyonel rezidüel kapasite, kapanma kapasitesinin altına düştüğü için özellikle bağımlı akciğer bölgelerinde hava yolu kapanması ve atelektazinin meydana geldiğini tespit etmişlerdir [89]. Başka bir çalışmada operasyon sırasında düşük tidal hacim ve yeterli PEEP seviyeleri kombinasyonunu içeren intraoperatif akciğer koruyucu ventilasyon stratejisinin solunum mekaniğini iyileştirdiği ve atelektazi insidansını ve şiddetini azalttığını bildirmişlerdir [90]. Bizim çalışmamızda hasta popülasyonu için intraoperatif standart bir yaklaşım uygulanmadı. Ancak hastalarımızın %86'sının komorbiditesi olduğu için ve hastalarımızın %85'i genel anestezi almış olup, reyonel anestezi yapılan hastaların çoğuna da sedasyon yapıldığı için literatürle uyumlu olarak postoperatif dönemde pulmoner komplikasyon olarak atelektazi tespit ettik [89].

Postoperatif dönemde meydana gelen sonografik olarak tespit edilen konsolidasyonların diğer bir nedeni pnömonidir. Çalışmamızda pnömoni tanısı koymada akciğer grafisi ve USG birbiri ile oldukça uyumluydu [91]. Yapılan bir çalışmada gösterildiği gibi pnömoni sonografik olarak farklı şekillerde ortaya çıkabilir. Pnömonide konsolidasyonun translobar veya nontranslobar olmasına göre farklı sonografik işaretler meydana gelebilir [65]. Translobar konsolidasyonda akciğer tıpkı karaciğer gibi sonografik belirti verir. Buna hepatizasyon işareti denir. Translobar olmayan konsolidasyonlarda ise çoğunlukla parça işareti (shred sign olarak da isimlendirilir) dikkati çeker. Parça işareti konsolide ve normal akciğerin aynı görüntüde ve aradaki sınırın düzensiz olduğu bir sonografik işarettir. Dinamik hava bronkogramı ve ventile edilemeyen bir akciğer yoluyla plevral hattaki kalp atışlarını görselleştiren akciğer nabızı, pnömoniyi atelektaziden ayırt edebilir [65]. Biz de çalışmamızda sonografik olarak incelediğimiz hastalarda PLAPS noktasında hepatizasyon işaretini gördük (Şekil 22). Hava bronkogramlarını incelediğimiz zaman dinamik hava bronkogramlarını tespit ettik. Oskültasyon ile akciğer seslerini değerlendirdik. Hastaların sonografik bulgularıyla birlikte vücut sıcaklığı, solunum hızı, nabız, kan basıncı gibi vital bulgularını, lökosit, CRP, kan kültürleri ve balgam kültürleri gibi enfeksiyon parametrelerini inceledik. Hastaların sonografik bulguları ve klinik verilerini birlikte değerlendirerek pnömoni tanısını koyduk.

Pnömoni ve atelektaziyi ayırt etmek için genişletilmiş akciğer ultrasonu yapılan 120 hastadan oluşan bir çalışmada pnömoni teşhisi için dinamik hava bronkogramı ve renkli doppler görüntülemenin tanısal doğruluğu araştırılmıştır. Yapılan sonografik incelemede dinamik hava bronkogramının pnömoniyi işaret ettiği düşünülürken, statik hava bronkogramı olanların atelektazi olduğu tespit edilmiştir. Renkli doppler incelemede pulsatil akım mevcutsa hasta pnömoni olarak, pulsatil akım yoksa atelektazi olarak tanımlanmıştır [91]. Biz çalışmamızda pnömoniyi atelektaziden ayırt ederken zorlandığımız hastalarımızda nadir de olsa renkli doppler yaptık. Böylece atelektazi ve pnömoni ayırıcı tanısını gerçekleştirdik.

Çalışmamızda akciğer grafisine kıyasla en sık görülen ikinci PPC plevral efüzyondur. Akut respiratuar distres sendromu olan kritik hastalardaki oskültasyon, yatak başı akciğer grafisi ve akciğer ultrasonografisinin tanısal doğruluğunu torasik bilgisayarlı tomografi ile karşılaştırmak için yapılan bir çalışmada, 384 akciğer bölgesinde plevral efüzyon, alveolar konsolidasyon ve alveolar-interstisyel sendrom olmak üzere üç patolojik durum değerlendirilmiştir. Plevral efüzyonlar için ultrasonun tanısal doğruluğu (%93), oskültasyona (%61) ve anteroposterior akciğer grafisine (%47) kıyasla daha üstün tespit edilmiştir [5]. Plevral efüzyonun değerlendirilmesinde akciğer ultrasonunun akciğer grafisi ile kıyaslandığı bir çalışmada tespit edilen veriler şunlardır. Akciğer grafisi ortostatik pozisyonundaki hastalarda plevral efüzyon varlığını ancak efüzyon hacmi en az 200 mL ise tespit edebilir. Yarı yatar veya oturur pozisyonundaki hastalarda, serbest sıvı en yaygın olarak posterolateral kostofrenik bölgelerde toplanırken, hasta sırtüstü pozisyondayken posterior bir konumda bulunacaktır. Bu yüzden grafinin sırtüstü pozisyonunda plevral efüzyon tespit etme oranı azalırken, ultrason 20 mL kadar küçük efüzyonları tespit edebilir [92]. Plevral efüzyonun daha kesin bir şekilde değerlendirilmesini sağladığı için ultrasonla

değerlendirilmesi daha iyi sonuç verecektir. Plevral efüzyonların tanı ve tedavisinde ultrason kullanımının araştırılan bir çalışmada tespit edilen veriler şunlardır. Plevral efüzyonlar en iyi PLAPS noktasından başlanarak değerlendirilir. Bir pleural efüzyonu teşhis etmek için sağda karaciğer, solda dalak, diyafragma, pleural sıvı, akciğer ve göğüs duvarı olarak beş yapı tanımlanmalıdır (93). Büyük pleural efüzyonlar akciğeri sıkıştırarak atelettaziye neden olur ve bu da akciğere karaciğere benzer doku benzeri bir ekojenite verir. Statik hava bronkogramları genellikle pleural efüzyonlu atelettazik akciğer tabanlarında görülür. Renkli akış doppler ve M modu, rutin 2 boyutlu ultrasonografiye ek olarak kullanılabilir. Serbest akan pleural efüzyonlar, renkli doppler ile akışı gösterecektir. M modu kullanılarak, akciğerin bir pleural efüzyon içinde göğüs duvarına (sinüzoid işareti) doğru hareketi görülebilir. Yoğun pleural lokülasyonlar, pleural kalınlaşma ve periferik akciğer veya pleural kitlelerde akım veya hareket yokluğu görülür [75]. Biz de çalışmamızda sonografik olarak farklı şekillerde pleural efüzyon tespit ettik. PLAPS noktasını incelediğimizde büyük miktarda olan efüzyonlar ve akciğer dokusuna baskısı nedeni ile oluşan atelettazik akciğeri tespit ettik. PLAPS noktasında longitudinal inceleme yaptığımızda ise kostaların üst ve alt gölgeleri, parietal plevra ve visseral plevranın oluşturduğu dörtgen işaretini belirledik ve minimal pleural efüzyon tanısını koyduk. Çalışmamızda akciğer grafisi ile en yüksek oranda tespit edilen patoloji pleural efüzyon idi. Fakat ultrason ile tespit edilen pleural efüzyonu olan hasta sayısının daha fazla olması, ultrasonun akciğer grafisine göre oldukça düşük miktarda efüzyonu tespit edebilmesinden kaynaklanır. Ayrıca bu konuda deneyimi az olan hekimlerin bile pleural efüzyonu kolaylıkla tespit edebileceğini düşünüyoruz. Postoperatif dönemde oldukça sık karşılaşılan bu komplikasyonun kolay tespit edilmesi, kritik hastada sonografik incelemenin mutlaka yapılmasının geçerli bir nedenidir.

Kritik hastalarda akciğer ultrasonunun incelendiği bir çalışmada pulmoner ödemin sonografik olarak tespit edilen verileri şunlardır. B çizgileri bir kuyruklu yıldız artefaktıdır, pleural çizgiden kaynaklanır ve her zaman akciğer kaymasıyla birlikte hareket eder. A çizgilerini silen, uzun, lazer benzeri, hiperekoik çizgilerdir. Bu tanım onu diğer tüm kuyruklu yıldız artefaktlarından ayırır. İki kosta arasındaki 2 veya daha fazla B çizgisine akciğer roketleri denir [53]. Biz de çalışmamızda özellikle anterior bölgede 2 veya daha fazla sayıdaki B çizgilerinin varlığını tespit ettik. Bu B çizgileri; akciğer parankimini homojen bir şekilde etkileyen, akciğer kayma hareketinin bozulmadığı, pleural çizginin normal olduğu sonografik görüntülerle birlikteydi. Bu görüntüler bize daha çok kardiyojenik pulmoner ödem gibi yüklenme belirtilerini gösterdi. Yapılan bir çalışmada ekokardiyografinin hem akut hem de kronik kardiyopulmoner hastalıklar hakkında büyük miktarda bilgi sağladığı ve kardiyolog için önemli bir araç olduğu tespit edilmiştir. LUS'un ekokardiyografiye eklenmesi, nihai pulmoner tutulum hakkında ek bir fikir sağlar. Kardiyopulmoner sistem birbirine o kadar bağlıdır ki LUS ile ekokardiyografi kullanımında entegre bir yaklaşım daha anlamlıdır [93]. Çalışmamızda pulmoner ödem tespit ettiğimiz hastalarda ileri değerlendirme için ekokardiyografi ile değerlendirdik ya da bir kardiyoloğun değerlendirmesini sağladık. Fakat çalışma hastalarımızın hepsinde ekokardiyografik inceleme gerçekleştirmedi. Hastaların acil servise kabulünden sonraki ilk 24 saat içinde interstisyel sendromun

değerlendirilerek, kardiyojenik pulmoner ödemin tedaviye yanıtının izlenmesinde LUS'un potansiyel rolünün incelendiği bir çalışmada başvurdan 3 saat sonra, B çizgileri sayısının %54 oranında, 24 saat sonra ise %75 oranında azaldığını tespit etmişlerdir. LUS'un kardiyojenik pulmoner ödem tanısında yerleşik bir rolü olmasına rağmen , tedaviye yanıt olarak pulmoner konjesyon azalmasının izlenmesinde de LUS'un güvenilirliğini tespit etmişlerdir [94]. Bizim çalışmamızda da LUS klinisyenin tedavisini değiştirmesinde etkili olmuştur. LUS ile kardiyojenik pulmoner ödem tanısı koyduğumuz hastalarımızın medikal tedavisine diüretik tedavisi eklenmiş ve non-invaziv mekanik ventilasyon desteği mutlaka sağlanmıştır. Travma nedeniyle oluşan pnömotoraks tanısı için akciğer grafisi ve yatak başı ultrasonun karşılaştırıldığı 176 hastadan oluşan bir çalışmada USG ile 53 hastada, akciğer grafisi ile 40 hastada pnömotoraks tespit edilmiştir. Sırtüstü APAG travma hastalarında küçük veya orta büyüklükteki pnömotoraks varlığını tespit edemeyebilir [95]. Pnömotoraksın ultrasonografi ile tanısına yönelik yapılan başka bir çalışmada bulunan sonografik işaretler: akciğer kayma işaretinin olmaması, akciğer noktasının elde edilmesi, barkod işaretinin olması, akciğer nabzının olmaması ve B çizgisinin olmaması olarak tespit edilmiştir [96]. Bizim çalışmamızda travma hastası sayıca azdı. Postoperatif dönemde YBÜ'de takip edilen ve USG ile pnömotoraks tanısı koyduğumuz 2 travma hastası vardı. Bu hastalarda APAG ile pnömotoraks tespit edilemedi. Hastalar supin pozisyonunda iken yüksek frekanslı lineer prob ile B modunda hastaları sonografik olarak değerlendirdik. Pnömotoraks tanısını koyduk ve belirli zaman aralıklarıyla sonografik incelemelerle takip ettik.

6.KISITLILIKLAR

Bizim çalışmamızda postoperatif dönemde YBÜ’de takip ettiğimiz ve sonografik olarak postoperatif pulmoner komplikasyon tespit ettiğimiz hastaların çoğunu sadece bir kez inceleyebildik. Postoperatif dönemde komplikasyon tespit ettiğimiz bu hastalarda tedaviye diüretik eklenmiş, noninvaziv mekanik ventilasyon desteği, insentif spirometri çalışması sağlanmıştır. Ayrıca PPC ilerleyen günlerde de oluşabilir. Çalışmamızda hastalarımız ilk 24 saatte değerlendirildi, bir kısmı yoğun bakımda yatmaya devam etmiş ve sonografik olarak tekrar değerlendirilmiş olsa da, veriler çalışmada incelenmedi.

Sonografik incelemenin bilinen birçok kısıtlı yönleri de mevcuttur. Yapılan çalışmalarda büyük abdominal cerrahiye takiben pansumanlar, göğüs drenleri, subkütan amfizem ve sınırlı hasta hareketliliği USG’nin bu hastalarda uygulanabilirliğini engellemiştir [79]. Bizim çalışmamızda pansumanlar, göğüs drenleri gibi nedenlerle sonografik incelemenin yapılamadığı hasta yoktur. Fakat postoperatif dönemde hastalara optimum analjezi sağlansa bile pozisyon verilmesi zor olduğu için özellikle posterior bölgelerin incelenmesi diğer bölgelere göre oldukça zaman alıcı ve zor olmuştur.

Ayrıca çalışmamızda sonografik incelemeler X-ray gibi yoğun bakımda altın standart olmayan, birçok kısıtlayıcı yönleri olan bir radyolojik yöntem ile karşılaştırılmıştır. Kritik hastalarda akciğer grafisi ve eş zamanlı olarak akciğer ultrasonu yapılan bir meta-analizde; solunum semptomları olan kritik durumdaki erişkin hastalarda BT’ye kıyasla CXR’nin genel duyarlılığı %49 ve özgüllüğü %92 olarak bulunmuştur. LUS’un genel duyarlılığı ise %95 ve özgüllüğü %94 olarak tespit edilmiştir [97]. Çalışmamızda biz LUS’ un oldukça güvenilir ve uygulanabilen bir yöntem olduğunu düşünsek de, radyasyon başta olmak üzere, hastanın yoğun bakım dışına transferi gibi birçok dezavantajı olan altın standart bir yöntem olan BT gibi bir radyolojik yöntem ile karşılaştırmadığımız için duyarlılık ve özgüllük hesaplamadık.

7.SONUÇ

Akciğer ultrasonografisi yoğun bakım ünitelerinde tanı ve tedavi amacıyla giderek yaygınlaşmakta olan bir tanı aracıdır. Bu çalışma ile akciğer ultrasonografisinin postoperatif dönemde meydana gelen pulmoner komplikasyonları değerlendirmek için akciğer grafisine kıyasla daha fazla pulmoner komplikasyonun belirlenmesini sağlayan bir yöntem olduğunu ve tedavi kararında klinisyene yol gösterdiğini düşünüyoruz. Bu çalışma postoperatif dönemde yoğun bakımda takip edilen hastalarda akciğer ultrasonografisinin özellikle atelektazi ve küçük efüzyonların belirlenmesinde akciğer grafisine göre oldukça faydalı olduğunu ve kolay tespit edilebildiğini göstermiştir.

Yatakbaşında uygulanması, radyasyon riski olmaması, maliyet etkin ve tekrarlanabilir olması bir yoğun bakım hastası için en önemli avantajlarıdır. En büyük kısıtlılık ise eğitimidir. Gelecekte kritik hastada sonografik eğitimin standart olması için yapılacak düzenlemelere ihtiyaç vardır.

8.KAYNAKLAR

- [1] G. W. Smetana, V. A. Lawrence, and J. E. Cornell, "Preoperative pulmonary risk stratification for noncardiothoracic surgery: Systematic review for the American College of Physicians," *Ann. Intern. Med.*, vol. 144, no. 8, pp. 581–595, Apr. 2006.
- [2] "Smetana GW: Preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 1999; 340:937–44".
- [3] B. Fisher, S. Majumdar, F. M.-T. A. journal of Medicine, and U. 2002, "Predicting pulmonary complications after nonthoracic surgery: a systematic review of blinded studies," *Elsevier*.
- [4] M. Wiener, S. Garay, B. Leitman, D. W.-... in chest Medicine, and U. 1991, "Imaging of the intensive care unit patient," *Elsevier*.
- [5] D. Lichtenstein, I. Goldstein, E. Mourgeon, P. Cluzel, P. Grenier, and J. J. Rouby, "Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome," *Anesthesiology*, vol. 100, no. 1, pp. 9–15, Jan. 2004.
- [6] M. Tolsma *et al.*, "Defining indications for selective chest radiography in the first 24 hours after cardiac surgery," *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, vol. 150, no. 1, pp. 225–229, Jul. 2015.
- [7] M. Zanobetti, C. Poggioni, and R. Pini, "Can Chest Ultrasonography Replace Standard Chest Radiography for Evaluation of Acute Dyspnea in the ED?," *Chest*, vol. 139, no. 5, pp. 1140–1147, May 2011.
- [8] J. J. Rouby, L. Puybasset, P. Cluzel, J. Richecoeur, Q. Lu, and P. Grenier, "Regional distribution of gas and tissue in acute respiratory distress syndrome. II. Physiological correlations and definition of an ARDS Severity Score," *Intensive Care Med.* 2000 268, vol. 26, no. 8, pp. 1046–1056, 2000.
- [9] L. Cardinale *et al.*, "Clinical application of lung ultrasound in patients with acute dyspnoea: differential diagnosis between cardiogenic and pulmonary causes," *La Radiol. medica* 2009 1147, vol. 114, no. 7, pp. 1053–1064, Aug. 2009.
- [10] C. R. Joyner, R. J. Herman, and J. M. Reid, "Reflected Ultrasound in the Detection and Localization of Pleural Effusion," *JAMA*, vol. 200, no. 5, pp. 399–402, May 1967.
- [11] F. Cortellaro, S. Colombo, D. Coen, and P. G. Duca, "Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department," *Emerg. Med. J.*, vol. 29, no. 1, pp. 19–23, Jan. 2012.
- [12] U. by the C. on S. and P. Parameters *et al.*, "Practice Guidelines for Postanesthetic CareAn Updated Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Postanesthetic Care," *Anesthesiology*, vol. 118, no. 2, pp. 291–307, Feb. 2013.
- [13] "Respiratory problems in the post-anesthesia care unit (PACU) - UpToDate."
- [14] J. Guay, P. Choi, S. Suresh, N. Albert, S. Kopp, and N. L. Pace, "Neuraxial blockade for the prevention of postoperative mortality and major morbidity: An overview of Cochrane systematic reviews," *Cochrane Database Syst. Rev.*, vol. 2014, no. 1, Jan. 2014.
- [15] M. S. Hausman, E. S. Jewell, and M. Engoren, "Regional versus general anesthesia in surgical patients with chronic obstructive pulmonary disease: Does avoiding general anesthesia reduce the risk of postoperative complications?," *Anesth. Analg.*, vol. 120, no. 6, pp. 1405–1412, Jun. 2015.
- [16] T. N. Weingarten *et al.*, "Predictors of Delayed Postoperative Respiratory Depression Assessed From Naloxone Administration," *Anesth. Analg.*, vol. 121, no. 2, p. 422, Aug. 2015.
- [17] C. D. Hanning and J. M. Alexander-Williams, "Fortnightly Review: Pulse oximetry: a practical review," *BMJ*, vol. 311, no. 7001, pp. 367–370, Aug. 1995.
- [18] C. A. L. de Raaff *et al.*, "Perioperative management of obstructive sleep apnea in bariatric surgery: a consensus guideline," *Surg. Obes. Relat. Dis.*, vol. 13, no. 7, pp. 1095–1109, Jul. 2017.
- [19] D. A. S. Faria, E. M. K. da Silva, Á. N. Atallah, and F. M. R. Vital, "Noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure following upper abdominal surgery," *Cochrane Database Syst. Rev.*, vol. 2015, no. 10, Oct. 2015.
- [20] "Noninvasive positive pressure ventilation for acute respiratory failure following upper

- abdominal surgery - Faria, DAS - 2015 | Cochrane Library.”
- [21] S. Tong, J. Gower, A. Morgan, K. Gadbois, and G. Wisbach, “Noninvasive positive pressure ventilation in the immediate post-bariatric surgery care of patients with obstructive sleep apnea: a systematic review,” *Surg. Obes. Relat. Dis.*, vol. 13, no. 7, pp. 1227–1233, Jul. 2017.
 - [22] D. M. Greenbaum and K. E. Marschall, “The value of routine daily chest x-rays in intubated patients in the medical intensive care unit,” *Crit. Care Med.*, vol. 10, no. 1, pp. 29–30, 1982.
 - [23] M. N. Albaum *et al.*, “Interobserver reliability of the chest radiograph in community-acquired pneumonia. PORT Investigators,” *Chest*, vol. 110, no. 2, pp. 343–350, 1996.
 - [24] U. Beckmann, D. M. Gillies, S. M. Berenholtz, A. W. Wu, and P. Pronovost, “Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients. An analysis of the reports submitted to the Australian Incident Monitoring Study in Intensive Care,” *Intensive Care Med.*, vol. 30, no. 8, pp. 1579–1585, Aug. 2004.
 - [25] H. Syrjälä, M. Broas, I. Suramo, A. Ojala, and S. Lähde, “High-resolution computed tomography for the diagnosis of community-acquired pneumonia,” *Clin. Infect. Dis.*, vol. 27, no. 2, pp. 358–363, 1998.
 - [26] A. Hadzic *et al.*, “Hadzic’s Peripheral Nerve Blocks and Anatomy for Ultrasound-guided Regional Anesthesia, Second Edition,” *Anesthesiology*, vol. 119, no. 2, pp. 493–493, Aug. 2013.
 - [27] “Ultrasound Guided Regional Anesthesia - Stuart A. Grant, David B. Auyong - Google Kitaplar.”
 - [28] V. Noble and B. Nelson, “Manual of emergency and critical care ultrasound,” 2011.
 - [29] M. Jankowich and E. Gartman, “Ultrasound in the intensive care unit,” 2014.
 - [30] B. D. Sites *et al.*, “Ultrasound and Regional Anesthesia Artifacts and Pitfall Errors Associated With Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. Part I: Understanding the Basic Principles of Ultrasound Physics and Machine Operations,” 2007.
 - [31] J. S.-C. care clinics and U. 2014, “Ultrasound physics,” *criticalcare.theclinics.com*.
 - [32] F. Abu-Zidan, A. Hefny, P. C.-J. of Emergencies, U. Trauma, and U. 2011, “Clinical ultrasound physics,” *ncbi.nlm.nih.gov*.
 - [33] “Oyar T, Gülsoy UK. Tibbi görüntüleme fiziği . nobel tıp kitapevi ;2005.p.191-288.”
 - [34] “Azhari H. ‘Basics of Biomedical Ultrasound for Engineers’ John Wiley&Sons;2010.p.191-288.”
 - [35] S. McDonald, M. Fredericson, ... E. R.-P. M. and, and U. 2010, “Basic appearance of ultrasound structures and pitfalls,” *pmr.theclinics.com*, vol. 21, pp. 461–479, 2010.
 - [36] B. D. Sites *et al.*, “Artifacts and Pitfall Errors Associated With Ultrasound-Guided Regional Anesthesia. Part II: A Pictorial Approach to Understanding and Avoidance,” 2007.
 - [37] ““american institute of ultrasound in medicine AIUM technical bulletin: transducer manipulation. j ultrasound med 1999 ; 18:169-75.””
 - [38] F. Falter and N. J. Screaton, “Imaging the ICU patient,” *Imaging ICU Patient*, pp. 1–398, Jan. 2014.
 - [39] “Levitov, Alexander, Paul H. Mayo, and Anthony D. Slonim. Critical care ultrasonography. McGraw Hill Professional, 2009.”
 - [40] F. Mojoli, “MINERVA ANESTESIOLOGICA LUNG ULTRASOUND IN THE ICU: FROM DIAGNOSTIC INSTRUMENT TO RESPIRATORY MONITORING TOOL,” 2012.
 - [41] D. A. Lichtenstein and Y. Menu, “A Bedside Ultrasound Sign Ruling Out Pneumothorax in the Critically Ill,” *Chest*, vol. 108, no. 5, pp. 1345–1348, Nov. 1995.
 - [42] D. Lichtenstein, “Novel approaches to ultrasonography of the lung and pleural space: Where are we now?,” *Breathe*, vol. 13, no. 2. European Respiratory Society, pp. 100–111, Jun. 01, 2017.
 - [43] N. Xirouchaki, E. Magkanas, K. Vaporidi, ... E. K.-I. care, and U. 2011, “Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography,” *Springer*.
 - [44] E. Pivetta *et al.*, “Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED,” *Chest*, vol. 148, no. 1, pp. 202–210, Jul. 2015.
 - [45] “Soni NJ , Arntfield R, Kory P. point of care ultrasound,. philadelphia, Pa: Elsevier Saunders; 2015.p.53”.
 - [46] “Brown SM, Blaivas M, Hirshberg EL, Kasal J, Pustavoitau A. Comprehensive Critical Care Ultrasound. Publisher: Society Critical Care Medicine 2015.p.183”.
 - [47] D. Lichtenstein, G. M.- Chest, and U. 2008, “Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure*: the BLUE protocol,” *Elsevier*.
 - [48] D. A. Lichtenstein Springer, A. Denault, M. Girard, and Y. Alexandros Cavayas, “Lung

- Ultrasound in the Critically Ill – The BLUE Protocol,” *Can. J. Anesth. Can. d’anesthésie* 2016 637, vol. 63, no. 7, pp. 903–904, Feb. 2016.
- [49] “Cunningham J, Kirkpatrick AW, Nicolaou S, Liu D, Hamilton DR, et al. Enhanced recognition of lung sliding with power color Doppler imaging in the diagnosis of pneumothorax. *J Trauma* 2002; 52:769-71.”
 - [50] A. W. Kirkpatrick *et al.*, “Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: The extended focused assessment with sonography for trauma (EFAST),” *J. Trauma - Inj. Infect. Crit. Care*, vol. 57, no. 2, pp. 288–295, Aug. 2004.
 - [51] J. P. Turner and J. Dankoff, “Thoracic Ultrasound,” *Emerg. Med. Clin.*, vol. 30, no. 2, pp. 451–473, May 2012.
 - [52] A. Goffi, R. Kruisselbrink, and G. Volpicelli, “The sound of air: point-of-care lung ultrasound in perioperative medicine,” *Can. J. Anesth.*, vol. 65, no. 4, pp. 399–416, Apr. 2018.
 - [53] D. A. Lichtenstein, “Lung ultrasound in the critically ill,” *Ann. Intensive Care*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2014, doi: 10.1186/2110-5820-4-1.
 - [54] G. Volpicelli, “Lung Sonography,” *J. Ultrasound Med.*, vol. 32, no. 1, pp. 165–171, Jan. 2013.
 - [55] “Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G. International Liaison committee on Ultrasound (ILS-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). evidence-based recommendations for lung ultrasound, Intensive care”.
 - [56] “Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A, Borré O. The comettail artifact: an ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156:1640-6.”
 - [57] R. Kruisselbrink, V. Chan, G. A. Cibinel, S. Abrahamson, and A. Goffi, “I-AIM (Indication, Acquisition, Interpretation, Medical Decision-making) Framework for Point of Care Lung Ultrasound,” *Anesthesiology*, vol. 127, no. 3, pp. 568–582, Sep. 2017.
 - [58] R. Copetti, G. Soldati, and P. Copetti, “Chest sonography: A useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome,” *Cardiovasc. Ultrasound*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2008.
 - [59] E. Agricola *et al.*, “‘Ultrasound Comet-Tail Images’: A Marker Of Pulmonary Edema: A Comparative Study With Wedge Pressure And Extravascular Lung Water,” *Chest*, vol. 127, no. 5, pp. 1690–1695, May 2005.
 - [60] D. A. Lichtenstein and G. A. Mezière, “Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure*: The BLUE Protocol,” *Chest*, vol. 134, no. 1, pp. 117–125, Jul. 2008.
 - [61] L. Papazian *et al.*, “Diagnostic workup for ARDS patients,” *Intensive Care Med.*, vol. 42, no. 5, pp. 674–685, May 2016.
 - [62] G. Volpicelli *et al.*, “Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome,” *Am. J. Emerg. Med.*, vol. 24, no. 6, pp. 689–696, Oct. 2006.
 - [63] A. Reissig *et al.*, “Lung Ultrasound in the Diagnosis and Follow-up of Community-Acquired Pneumonia: A Prospective, Multicenter, Diagnostic Accuracy Study,” *Chest*, vol. 142, no. 4, pp. 965–972, Oct. 2012, doi: 10.1378/CHEST.12-0364.
 - [64] D. Lichtenstein, G. Mezière, and J. Seitz, “The Dynamic Air Bronchogram: A Lung Ultrasound Sign of Alveolar Consolidation Ruling Out Atelectasis,” *Chest*, vol. 135, no. 6, pp. 1421–1425, Jun. 2009.
 - [65] D. A. Lichtenstein, N. Lascols, G. Mezière, and A. Gepner, “Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill,” *Intensive Care Med.*, vol. 30, no. 2, pp. 276–281, Feb. 2004.
 - [66] G. Volpicelli, V. Caramello, L. Cardinale, and M. Cravino, “Diagnosis of Radio-Occult Pulmonary Conditions by Real-Time Chest Ultrasonography in Patients with Pleuritic Pain,” *Ultrasound Med. Biol.*, vol. 34, no. 11, pp. 1717–1723, Nov. 2008.
 - [67] D. A. Lichtenstein, N. Lascols, S. Prin, and G. Mezière, “The ‘lung pulse’: An early ultrasound sign of complete atelectasis,” *Intensive Care Med.*, vol. 29, no. 12, pp. 2187–2192, Dec. 2003.
 - [68] G. Volpicelli, “Sonographic diagnosis of pneumothorax,” *Intensive Care Med.*, vol. 37, no. 2, pp. 224–232, Feb. 2011.
 - [69] N. P. Oveland, H. M. Lossius, R. Aagaard, J. Connolly, E. Sloth, and L. Knudsen, “Animal Laboratory Training Improves Lung Ultrasound Proficiency and Speed,” *J. Emerg. Med.*, vol. 45, no. 3, pp. e71–e78, Sep. 2013.
 - [70] D. Lichtenstein, G. Mezière, P. Biderman, and A. Gepner, “The ‘lung point’: an ultrasound sign

- specific to pneumothorax,” *Intensive Care Med.* 2000 2610, vol. 26, no. 10, pp. 1434–1440, Apr. 2014, Accessed: Aug. 22, 2022. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s001340000627>
- [71] T. J. Chuang and C. C. Lai, “Sonographic barcode sign of pneumothorax,” *QJM An Int. J. Med.*, vol. 110, no. 8, pp. 525–526, Aug. 2017.
- [72] M. Bautista, L. Gargani, and F. Mojoli, “Lung ultrasound in acute respiratory failure an introduction to the BLUE-protocol Related papers Bedside Lung Ultrasound in the Care of the Critically Ill Marek Nalos International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound C”.
- [73] L. E. Mattison, L. Coppage, D. F. Alderman, J. O. Herlong, and S. A. Salm, “Pleural Effusions in the Medical ICU: Prevalence, Causes, and Clinical Implications,” *Chest*, vol. 111, no. 4, pp. 1018–1023, Apr. 1997.
- [74] P. C. Yang, K. T. Luh, D. B. Chang, H. D. Wu, C. J. Yu, and S. H. Kuo, “Value of sonography in determining the nature of pleural effusion: analysis of 320 cases.,” <http://dx.doi.org/10.2214/ajr.159.1.1609716>, vol. 159, no. 1, pp. 29–33, Jan. 2013.
- [75] N. J. Soni *et al.*, “Ultrasound in the diagnosis and management of pleural effusions,” *J. Hosp. Med.*, vol. 10, no. 12, pp. 811–816, Dec. 2015.
- [76] H. R. Touw *et al.*, “Lung ultrasound compared with chest X-ray in diagnosing postoperative pulmonary complications following cardiothoracic surgery: a prospective observational study,” *Anaesthesia*, vol. 73, no. 8, pp. 946–954, Aug. 2018, doi: 10.1111/ANAE.14243.
- [77] “Vezzani: Valentino M4, Nicolini F, Molardi A, Gherli... - Google Scholar.” https://scholar.google.com/scholar_lookup?hl=en&volume=28&publication_year=2014&pages=1527-32&journal=Journal+of+Thoracic+and+Cardiovascular+Anesthesia&author=A+Vezzani&author=T+Manca&author=C+Brusasco&title=Diagnostic+value+of+chest+ultrasound+after+cardiac+surgery%3A+a+comparison+with+chest+X-ray+and+auscultation (accessed Oct. 04, 2022).
- [78] M. Chiappetta, E. Meacci, ... A. C.-U. in medicine, and undefined 2018, “Postoperative chest ultrasound findings and effectiveness after thoracic surgery: A pilot study,” *Elsevier*, Accessed: Oct. 04, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301562918302126>
- [79] H. R. Touw *et al.*, “Routine lung ultrasound to detect postoperative pulmonary complications following major abdominal surgery: a prospective observational feasibility study,” *Ultrasound J.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, Dec. 2019.
- [80] V. Mazo, S. Sabate, J. Canet, L. Gallart, ... M. D. A.-, and undefined 2014, “Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications,” *pubs.asahq.org*, 2014, Accessed: Oct. 04, 2022. [Online]. Available: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-abstract/121/2/219/11909>
- [81] F. A. McAlister, K. Bertsch, J. Man, J. Bradley, and M. Jacka, “Incidence of and Risk Factors for Pulmonary Complications after Nonthoracic Surgery,” <https://doi.org/10.1164/rccm.200408-1069OC>, vol. 171, no. 5, pp. 514–517, Dec. 2012, doi: 10.1164/RCCM.200408-1069OC.
- [82] J. B.-B.- Chest and undefined 1997, “Predictors of postoperative pulmonary complications following abdominal surgery,” *Elsevier*, Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0012369215468035>
- [83] B. Brueckmann, J. Villa-Urbe, ... B. B.-, and undefined 2013, “Development and validation of a score for prediction of postoperative respiratory complications,” *pubs.asahq.org*, 1276, Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-abstract/118/6/1276/11461>
- [84] E. Mills, O. Eyawo, I. Lockhart, S. Kelly, ... P. W.-T. A. journal of, and undefined 2011, “Smoking cessation reduces postoperative complications: a systematic review and meta-analysis,” *Elsevier*, Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000293431000906X>
- [85] J. Canet *et al.*, “Prediction of postoperative pulmonary complications in a population-based surgical cohort,” *pubs.asahq.org*, vol. 113, pp. 1338–50, 2010, Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: <https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-abstract/113/6/1338/9603>
- [86] O. Nafiu, S. Ramachandran, ... R. A.-E. J. of, and undefined 2011, “Factors associated with and

- consequences of unplanned post-operative intubation in elderly vascular and general surgery patients,” *journals.lww.com*, Accessed: Oct. 03, 2022. [Online]. Available: https://journals.lww.com/ejanaesthesiology/Fulltext/2011/03000/Factors_associated_with_and_consequences_of.15.aspx?casa_token=wLZ5Rie2essAAAAA:76eFlufVT9Cwx3QQJJ0RTZS_TJjREPvvUzydOitJL4MqLVrR2u2C-hxyGS8RvIJYH_sp0wu1ATolxmj5qnfKfFC7nn_32Bw
- [87] E. Goudie, I. Bah, M. Khereba, ... P. F.-E. journal of, and undefined 2012, “Prospective trial evaluating sonography after thoracic surgery in postoperative care and decision making,” *academic.oup.com*, Accessed: Oct. 04, 2022. [Online]. Available: <https://academic.oup.com/ejcts/article-abstract/41/5/1025/383756>
- [88] C. M. Acosta *et al.*, “Accuracy of Transthoracic Lung Ultrasound for Diagnosing Anesthesia-induced Atelectasis in Children,” *Anesthesiology*, vol. 120, no. 6, pp. 1370–1379, Jun. 2014, doi: 10.1097/ALN.0000000000000231.
- [89] K. B. Domino, “Pre-emergence Oxygenation and Postoperative Atelectasis,” *Anesthesiology*, vol. 131, no. 4, pp. 771–773, Oct. 2019, doi: 10.1097/ALN.0000000000002875.
- [90] Q. Xu *et al.*, “Effects of dynamic individualized PEEP guided by driving pressure in laparoscopic surgery on postoperative atelectasis in elderly patients: a prospective randomized controlled trial,” *BMC Anesthesiol.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–12, Dec. 2022, doi: 10.1186/S12871-022-01613-9/FIGURES/8.
- [91] M. Haaksma, J. Smit, ... M. H.-C. C., and undefined 2021, “Extended lung ultrasound to differentiate between pneumonia and atelectasis in critically ill patients: a diagnostic accuracy study,” *ingentaconnect.com*, Accessed: Oct. 04, 2022. [Online]. Available: <https://www.ingentaconnect.com/content/wk/ccm/2021/00000050/00000005/art00016>
- [92] E. Prina, A. Torres, C. C.-J. B. de Pneumologia, and undefined 2014, “Lung ultrasound in the evaluation of pleural effusion,” *SciELO Bras.*, Accessed: Oct. 04, 2022. [Online]. Available: <https://www.scielo.br/j/jbpneu/a/vKCK7TwXRn34RwMyTHRgK3c/?lang=en>
- [93] B. Bataille *et al.*, “Integrated Use of Bedside Lung Ultrasound and Echocardiography in Acute Respiratory Failure: A Prospective Observational Study in ICU,” *Chest*, vol. 146, no. 6, pp. 1586–1593, Dec. 2014, doi: 10.1378/CHEST.14-0681.
- [94] F. Cortellaro *et al.*, “Lung ultrasound for monitoring cardiogenic pulmonary edema,” *Intern. Emerg. Med.*, vol. 12, no. 7, pp. 1011–1017, Oct. 2017, doi: 10.1007/S11739-016-1510-Y.
- [95] M. Blaivas, M. Lyon, S. D.-A. E. Medicine, and undefined 2005, “A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax,” *Wiley Online Libr.*, vol. 12, no. 9, pp. 844–849, Sep. 2005, doi: 10.1197/j.aem.2005.05.005.
- [96] G. Volpicelli *et al.*, “International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound,” *Intensive Care Med.*, vol. 38, no. 4, pp. 577–591, Apr. 2012, doi: 10.1007/S00134-012-2513-4.
- [97] M. H. Winkler, H. R. Touw, P. M. van de Ven, J. Twisk, and P. R. Tuinman, “Diagnostic Accuracy of Chest Radiograph, and When Concomitantly Studied Lung Ultrasound, in Critically Ill Patients With Respiratory Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis,” *Crit. Care Med.*, vol. 46, no. 7, pp. e707–e714, Jul. 2018, doi: 10.1097/CCM.0000000000003129.