

1. Yoğun Bakımda Toraks Ultrasonografisinin Kullanım Alanları

Uzm. Dr. Aslıhan YALÇIN

İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım Kliniği, İstanbul

ÖZET

Yoğun bakım hastalarının pek çok sorununun çözümünde ultrasonografi (USG) kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle solunum sistemini ilgilendiren sorunlarda hekimin işini kolaylaştırması, hızlı tanı sağlanması ve yatak başı uygulanabilir olması nedeni ile USG'nin önemi daha iyi anlaşılmıştır. Bu yazıda okuyucuya; hedefe yönelik akciğer USG uygulama teknikleriyle beraber, yoğun bakım hastalarında kullanım alanları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Yoğun bakım hastalarında gelişen sorunlar; çoğunlukla akut ve yaşamı tehdit edici olmaları nedeniyle hızla tanınmalı ve tedavi edilmelidir. Bu yüzden kullanılan tanısal testler olabildiğince hızlı sonuç vermeli, yatak başı uygulanabilir ve kolay olmalıdır. Öte yandan tedavi yanıtını görme ve yönlendirmede, hastalığın seyrini izlemede anlık bilgi veren, dinamik tetkik araçlarına ihtiyaç vardır. Söz konusu sorun solunum sistemi ile ilgili olduğunda direkt görüntü vererek tanı sağlayan altın standart yöntem bilgisayarlı tomografidir. Ancak elbette dinamik değil statik bir testtir, hasta transportu gereksinimi vardır, iyonize radyasyon maruziyeti nedeni ile zararlı da olabilir, iş yükü ve maliyeti yüksektir. Daha düşük maliyetli ve standart olarak kullanılan akciğer grafisi yine statik bir görüntüleme yöntemidir, iyonize radyasyon maruziyetine sebep olur.

Ultrasonografi (USG), yatak başı uygulanabilen, anlık görüntü sağladığı için dinamik süreçlerin yönetimine yardımcı, non-invaziv, iyonize radyasyon içermeyen, uygulaması kolay bir görüntüleme yöntemidir. Tıpta kullanımı ilk kez beyin tümörlerini görüntülemek amacı ile 1947 yılında Karl Dussik tarafından gerçekleştirilmiştir (1). İlk USG cihazı tek boyutlu A mod

görüntüler verirken, 1963 yılından sonra B (brightness) modun geliştirilmesi ile beraber iki boyutlu görüntüler elde edilebilmiştir (2). İlk kez 1985 yılında François Jardin tarafından da yoğun bakımda yatan bir hasta başına getirilerek kullanılmış olması ile de yatak başı kullanımı yaygınlaşmıştır (3).

Kritik hastalarda akut bir sorunla karşılaştığımızda hızla çözüm bulmamız gerektiğinden yalnızca belli ön tanımlara odaklanarak USG uyguluyoruz. Detaylı ölçümlerin olduğu, uzun değerlendirmeler değil, soru-cevap şeklinde algoritmalar halinde uygulanan bu değerlendirmeler bizi tanıya ulaştırır. "Hedefe Yönelik USG" (Point of care USG: POCUS) adı verilen bu teknik sayesinde kritik hasta sorunları kolaylıkla çözülebilir. Yoğun bakım hastalarında toraks USG uygulamaları çoğunlukla hedefe yönelik USG prensiplerini temel alır.

USG FİZİĞİ VE TEKNİK

Bir USG probu içerisinde hareket enerjisini elektrik enerjisine çeviren, yani piezoelektrik üreten kristal yapılar mevcuttur. Prob belli frekansta ses dalgalarını doku ve organlara gönderir, doku ses dalgasını yeniden proba yansıtır ve bu durum kristal yapılar da bir hareket ile basınç oluşturur, bu basınç-hareket enerjisi piezoelektrik ile elektrik enerjisine dönüşür

ve bir yazıcı aracılığıyla monitöre doku-organ yapısının görüntüsü olarak yansır. Dolayısıyla iyi bir görüntü oluşturabilmek için; dokuya gönderdiğimiz ses dalgalarının yeniden proba dönmesi gerekir. Ses dalgası doku tarafından geri gönderilmez de absorbe edilir, dağılır ya da kırılır ise monitörde sınırları belli, net bir görüntü oluşturmak kolay olmayacaktır. Ses dalgaları kemik ya da böbrek taşları gibi kalsifiye yapıda bir dokuya gönderildiğinde olduğu gibi geri yansıtılır, kemik dokunun ardına geçemez. Sıvı; bir kısmını yansıtırken bir kısmını absorbe eder, hava; ise ses dalgalarını hemen tamamen absorbe eder, dağıtır. Dolayısıyla içi hava dolu bir akciğeri USG ile görüntülerken sınırları net olan, direkt bir görüntü oluşturmak mümkün değildir. Akciğer ultrasonografik olarak bakıldığında transparandır, yalnızca içinde sıvı varsa görüntü elde edilebilir. Bu yüzden akciğerin sonografik olarak yorumlanmasında biz; direkt görüntüleri değil de artefaktların oluşturduğu indirekt görüntüleri kullanmaktayız.

AKCİĞER USG'DE TEMEL PRENSİPLER

Akcığer USG'nda artefaktların yorumlanması ile ilgili temel prensipler ilk kez 2009 yılında Daniel Lichtenstein tarafından tanımlanmıştır (4). Yaklaşık 10 yıl boyunca, 300 hastadan kaydettiği veriler ile tanısal algoritmalar geliştirmiştir (5). Lichtensteine'a göre akciğer USG uygularken 7 temel prensibi akılda tutmak gerekir:

- I. Basit bir USG cihazı yeterlidir:** Önemli olan ne kadar teknolojik, pahalı ve komplike bir cihaza sahip olmak değil, kullandığımız cihaza alışkın olmanızdır.
- II. Yerçekimi dikkate alınmalıdır:** Yerçekimi etkisiyle hava yukarı, sıvı ise aşağı, derine yerleşme eğilimindedir. Dolayısıyla sırt üstü yatan birinde akciğerin ön yüzünde yalnızca hava olması beklenir. Bu alanlarda sıvı bulunması durumunda ise USG'de normal akciğer artefaktlarının dışında görüntüler oluşur, bu durum bizi taniya götürür.
- III. Değerlendirme standart prob noktalarından yapılmalıdır:** Akciğerler oldukça büyük ve hacimli olduklarından her bölgeyi görüntülemek mümkün olmayacaktır. Bu yüzden standart bölgeleri sistematik bir şekilde değerlendirerek yorum yapmak tanı başarısını artırır.
- IV. Tüm işaretler plevra kaynaklıdır:** Plevra hava ile temas halinde olan ve en yüzeyde olan yapı olduğu için tüm artefakt görüntüleri plevra temel alınarak tanımlanmıştır.

V. Yorumlar artefaktlar üzerinden yapılır: Doğru analiz yapabilmek için öncelikle normal bir akciğere ait statik artefakt yapılarını tanımak gerekir. Sistematik bir değerlendirme sizi taniya götürecektir.

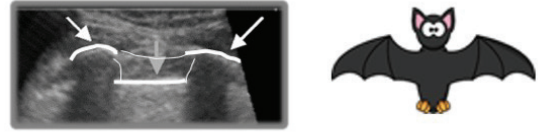
VI. Akciğer patolojileri dinamik artefaktlar oluşturur: Plevradan kaynaklanan her dinamik patolojiyi direkt görmek kolaydır. Ancak yine de statik artefakt yapıları ile beraber değerlendirilmelidir.

VII. Akciğer USG akut bir sorunda hayat kurtarıcı olabilir: Pnömotoraks gibi yaşamı tehdit edici akciğer patolojileri çoğunlukla yüzeye yerleşmektedir. Bu durumda akciğer USG akut bir durumda kullanılacak iyi bir tanı aracı olabilir.

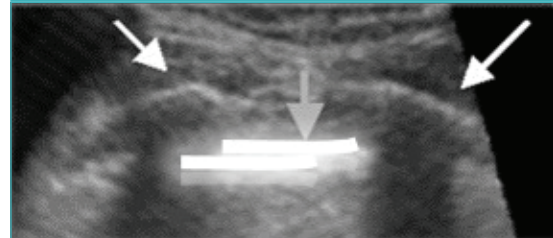
Normal Akciğer USG Bulguları

- I. Yarasa kanadı görüntüsü:** USG probu dik olarak iki kot yapısı arasına yerleştirildiğinde; üst ve alttaki kot yapılarının periostu ile ortadaki plevranın oluşturduğu hiperekojen, lineer görüntüdür (Şekil 1).
- II. Lung sliding (plevra hareketi):** Plevranın parietal ve visseral yapraklarının birbiri üzerinde kayması ile USG'de izlenen hareket. B modda direkt izlenebilir (Şekil 2).
- III. Kumsal deniz manzarası:** Lung sliding, B mod ile direkt görüntülenebilse de mutlaka M (motion) mod ile bu hareketin 2 boyutlu izlenmesini görmek gerekir. B modda plevra hareketi görüldükten sonra M moda geçildiğinde kumsa-

Şekil 1. Yarasa kanadı görünümü.



Şekil 2. Lung sliding.



la vuran deniz dalgaları görüntüsü ortaya çıkar. Plevra hareketinin normal olduğunun kanıtıdır (Şekil 3).

IV. A çizgisi: Plevra hareketi varlığında, akciğer parankiminin normal olduğunun işaretidir. Aslında plevraya ait bir reverberasyon artefaktıdır (Şekil 4).

Patolojik Akciğer USG Bulguları

I. B çizgileri: Plevral çizgiden başlayıp görüntüye giren akciğer dokusunun alt sınırına kadar, vertikal uzanan, plevranın kayma hareketiyle birlikte hareket eden, lazer ışını benzeri, iyi sınırlı, A çizgilerini silen, hiperekoik çizgilerdir. USG'de görüntü dondurularak B çizgileri arası mesafe ölçülebilir. İki çeşit B çizgisi türü vardır:

1. B3 çizgileri: İki B çizgisi arasındaki mesafenin 3 mm olduğu B çizgileridir. Sorunun alveol içinde

olduğuna işaret etmektedir. En sık kardiyojenik akciğer ödeminde görülür.

2. B7 çizgileri: İki B çizgisi arası mesafenin 7 mm olduğu B çizgileridir. Normal anatomide sekonder lobullerin çapı 7 mm'dir. Dolayısıyla bu ölçüm mesafesinde interlobüler septalar bulunur. B7 çizgilerinin varlığı bu bölgeyi ilgilendiren interstisyel akciğer hastalıklarına işaret edebilir (Şekil 5,6).

II. Kuyruklu yıldız artefaktı (Comet tail): B çizgilerinin başlangıç kısmı olarak tanımlanabilir. Plevradan başlayıp akciğer dokusunun alt kısımlarına kadar uzanmadan, yüzeyde hareket eden hiperekojen çizgilerdir (Şekil 7).

III. Barkod işareti: Bir M mod bulgusudur. Hareketsiz bir plevra alanına işaret eder. B mod ile görüntü düşürüldükten sonra M moda geçildiğinde barkod benzeri görüntü oluşur. Plevra hareketine engel olabilecek başka bir patoloji yok ise barkod işareti varlığı pnömotoraks anlamına gelir (Şekil 8).

IV. Sinüzoid işareti: Plevra sıvısı miktarı fazla olduğunda USG'de hipoekojen alan olarak direkt görüntülenebilir. Ancak az miktarda sıvı mevcut ise diğer plevra patolojilerinden ayırd etmek kolay olmayabilir. Bu durumda M mod görüntü almak gerekir, S şeklinde sinüzoid işareti plevra sıvısı varlığının kanıtıdır (Şekil 9).

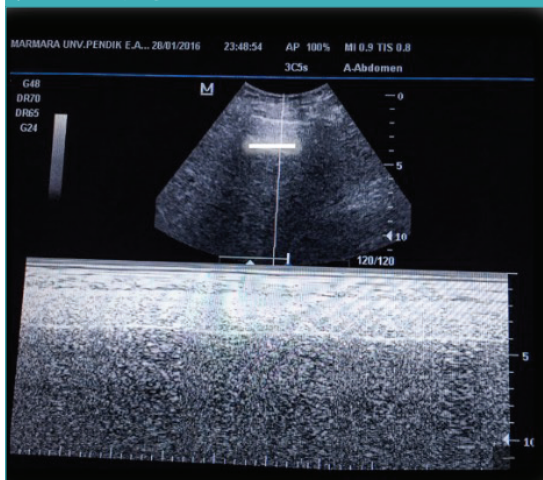
1. Quad Sign: Yukarıda parietal plevra, aşağıda visceral plevra, her iki yanda kot gölgelerinin oluşturduğu dörtgen şeklinde, hipoekoik yapıdır. Az miktarda plevra sıvısı varlığında tanı koydurucudur.

2. Hava bronkogramı: Sonografik hava hiperekojen görünüme sahiptir. Akciğerde yama tarzında, dağınık, daha beyaz görümlü alanlar hava

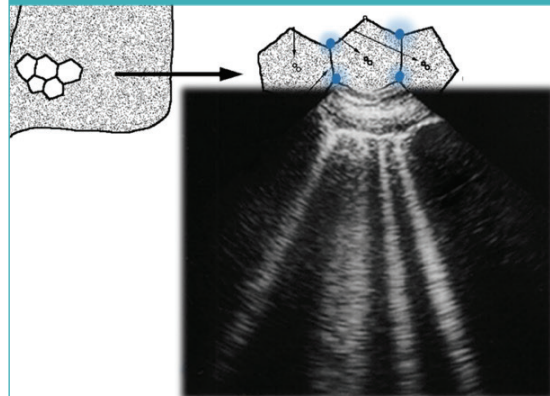
Şekil 3. M modda kumsal deniz manzarası.



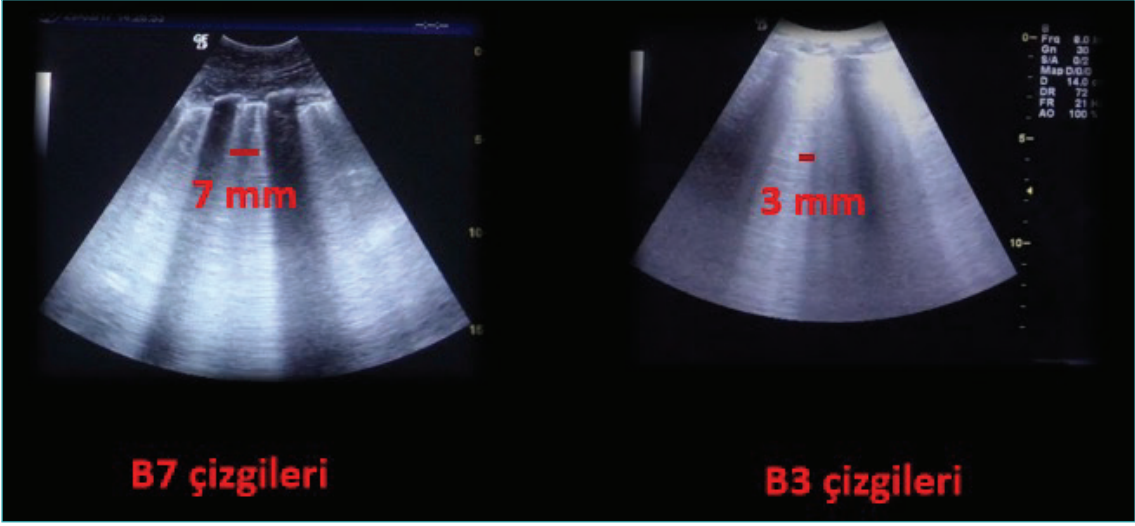
Şekil 4. A çizgileri.



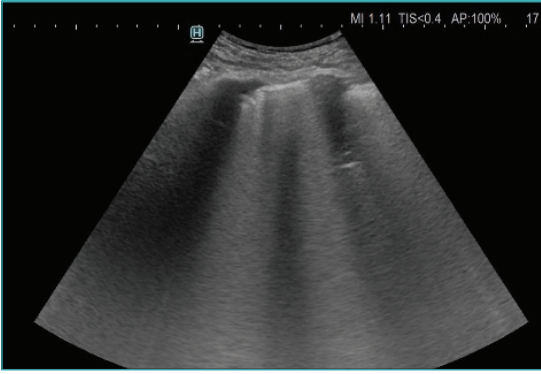
Şekil 5. B çizgileri.



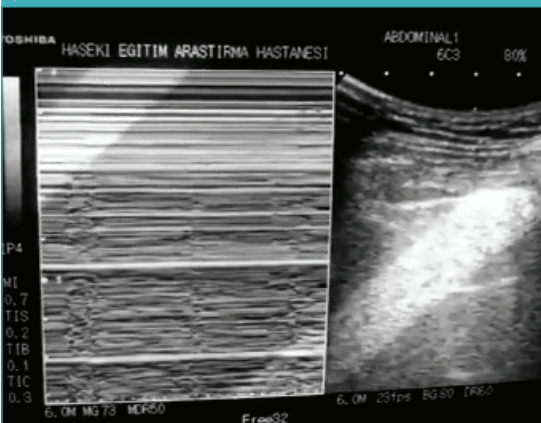
Şekil 6. B7-B3 çizgileri.



Şekil 7. Comet tail artefaktı.



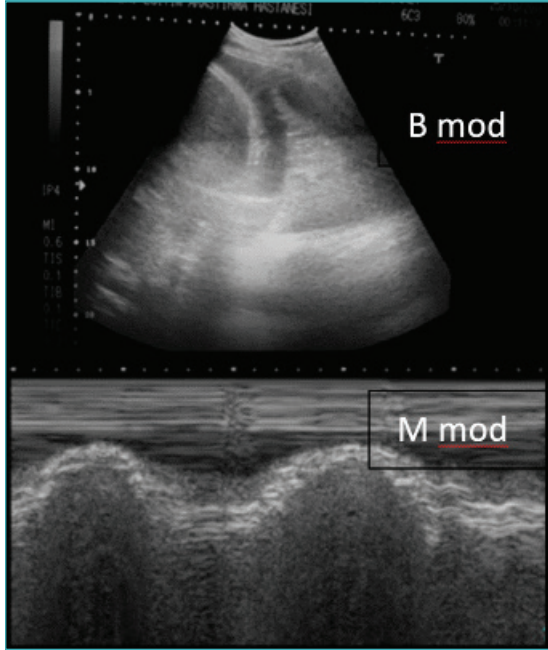
Şekil 8. Barkod işaretleri.



bronkogramı işaretidir. İki çeşit hava bronkogramı vardır:

- Statik hava bronkogramı:** İspirasyonda da ekspirasyonda da aynı görüntünün olduğu, so-

Şekil 9. Sinüzoid işareti.



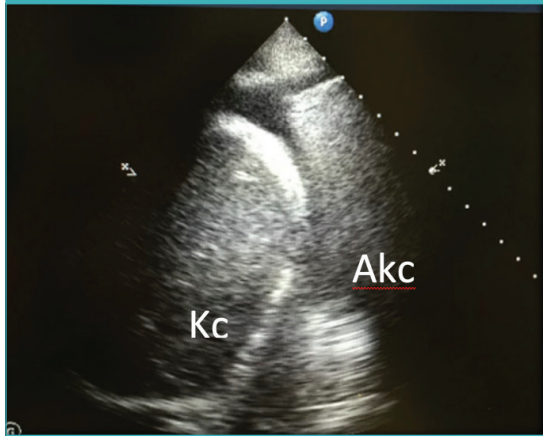
lunum siklusu değişikliklerinden etkilenmeyen bronkogram türüdür. En sık karşılaşılan nedenleri pnömoni ve atelektazidir. Ayırım için mutlaka renkli doppler ile bu bölgede kanlanma olup olmadığı kontrol edilmelidir. Statik hava bronkogramı görüntüsü; kanlanma var ise pnömoni, yok ise atelektaziye işaret eder.

- Dinamik hava bronkogramı:** USG'de görülen hiperkojen yapı inspirasyon-ekspirasyon sırasında hareket eder, kaybolup, yeniden ortaya çıkar. Dinamik hava bronkogramı bu bölge proksima-

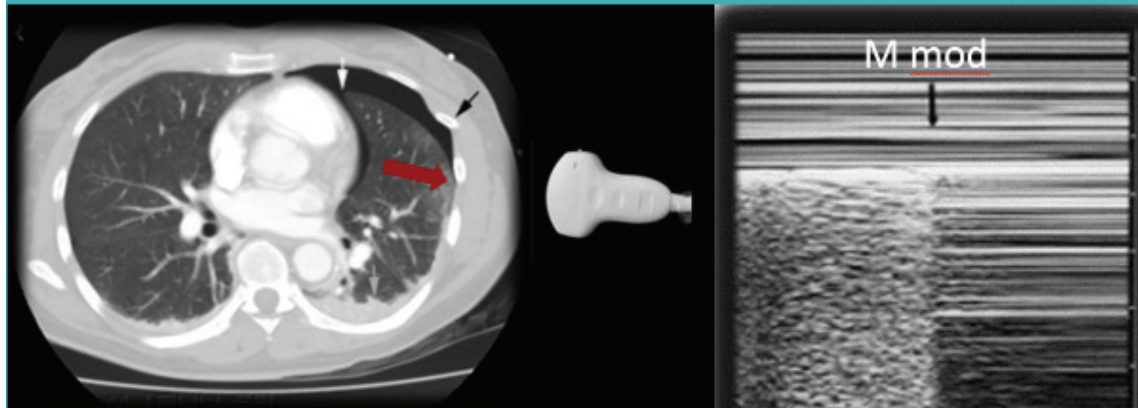
lindeki hava yolunun açık olduğu anlamına gelir, konsolidasyona işaret eder. Pnömoni tanısı için önemlidir.

- V. Su bronkogramı:** Konsolide bir akciğer alanı içinde içi su dolu respiratuar bronşiyole ait görüntüdür. Hiperekojen iki çizgi ortasında hipoekojen alan varlığında tren rayına benzer bir görüntü oluşur. Aynı zamanda bir tomografi terimidir. Su bronkogramı varlığı ilgili alanın proksimalinde obstrüksiyon olduğuna işaretir.
- VI. Shred Sign:** Bronkopnömonide hava bronkogramlarının plevra komşuluğunda oluşturduğu dağınık, saçaklı görüntüdür.
- VII. Doku hepatizasyonu (Tissue like sign):** Lober pnömoniye işaret eder. USG'de akciğer karaciğer dokusu gibi görüntü verir (Şekil 10).
- VIII. Lung point:** Parsiyel pnömotoraksta plevranın belli yerlerinde hava varken belli yerlerinde hava yoktur ve normal hareketine devam eder.

Şekil 10. Tissue like sign.



Şekil 11. Lung point.



Bu durum B mod görüntüde plevranın hareket ederken birden durmasına neden olur ve "lung pulse" adını alır. M mod görüntüde de bu geçiş noktasında hareketin durduğunu görmek mümkündür (Şekil 11).

- IX. Lung pulse:** Kalp atımlarının plevraya kadar yansması ile ortaya çıkan görüntüdür. Atelektazi gibi akciğer dokusunun iletkenliğinin arttığı durumlarda ortaya çıkar.

AKCİĞER PATOLOJİLERİNDE USG

Akut Solunum Yetmezliği

Akut solunum yetmezliği sebebi akciğer USG ile kısa sürede belirlenebilir. Daniel Lichtenstein; solunum yetmezliği gelişen hastalarda uyguladığı USG bulgularını derleyerek BLUE (Bedside Lung Ultrasound in Emergency) protokolünü geliştirmiştir (6). Tomografi ile karşılaştırıldığında %90,5 doğru teşhis sağladığı gösterilen bir protokoldür. Her iki akciğerde simetrik olarak, orta klavikuler hatta iki nokta, orta aksiller hatta bir nokta ve son olarak da arka aksiller çizginin arkasında yer alan posterolateral-alveoler pleval sendrom (PLAPS) noktalarında USG probu ile görüntüler alınır. Plevra hareketi, B çizgileri varlığına göre oluşturulmuş profiller üzerinden tanıya gidilir. Plevra hareketi var iken bilateral A çizgisi varlığı A profili, bilateral B çizgisi varlığı B profili adını alır. Plevra hareketi yoksa bu profiller "A" ve "B" profili olarak adlandırılır. Sistematik bir şekilde uygulandığında beş dakikadan daha kısa bir sürede akut solunum yetmezliği nedenini saptanabileceğini ileri sürmektedir (Şekil 12).

Bu protokol ile akut solunum yetmezliğinin en sık karşılaşılan nedenlerinden; akut akciğer ödemi, pnömotoraks, pnömoni, pulmoner tromboemboli ve KOAH-Astım atağı tanıları konabilmektedir (6). Pul-

Şekil 12. Blue protokolü.



moner emboli tanısı için protokol içinde derin ven trombozu bakılır. KOAH ve astım atak tanıları diğer tanıların ekarte edilmesi ile konur.

Akut Akciğer Ödemi

Ultrasonografinin akciğer ödemi tanısında sensitivitesi %97, spesifitesi %95'dir (7). Ultrasonografik incelemede, her iki akciğerde simetrik olarak çok sayıda B-çizgileri görülür. Sırt üstü yatan bir hastada, konveks prob göğüs ön duvarında iki kot arasına yerleştirildiğinde üç veya daha fazla B çizgisi olması anlamlı kabul edilir. B çizgileri; oskültasyonda duyulan ince raller ya da direkt grafide görülen Kerley B çizgilerine eş değer kabul edilebilir. Pulmoner kapiller wedge basıncı, ekstrasvasküler akciğer sıvısı ve B çizgisi sayısı arasında anlamlı korelasyon olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (8).

Pnömotoraks

Akut solunum sıkıntısı olan hastada pnömotoraks şüphesi var ise yatak başında ve direkt grafi çekimini beklemeden hızlıca USG ile tanı konabilir. Tanı için sensitivitesi %90 olup, akciğer grafisine kıyasla daha yüksek bulunmuştur (4). Okült pnömotoraks tanı-

sında; tomografi ile karşılaştırıldığında spesifitesi %100'dür (5). Tanı başarısını artırmak için belli bir algoritma izlemekte fayda vardır.

Pnömotoraks varlığında USG bulguları aşağıda sıralanmıştır:

- I. Pnömotoraks noktasında plevra hareketi (lung sliding) yoktur.
- II. B mod görüntüde A çizgileri vardır.
- III. M mod görüntüde barkod işareti vardır.
- IV. Hem B mod hem M mod görüntüde lung point görülebilir.

Tanı başarısı için hiçbir zaman tek bir bulgu yeterli değildir. Öncelikle B modda plevra hareketi, sonra M mod görüntüde barkod işareti aranır, lung point bulgusu her zaman görülemez de tanı için en güçlü kanıttır (9). Plevra hareketi kaybı ve barkod işareti, yapışıklıklarda, hava hapsinin olduğu KOAH gibi durumlarda da kaybolacağından eş zamanlı A çizgisi, son olarak da lung point varlığı araştırılmalıdır (10). Plevra hareketi yokluğunda B çizgisi görülür ise pnömotoraks tanısı dışlanır. Ancak ancak normal

akciğerde de B çizgisi görülebileceğinden güvenilirliği iyi değildir (11). Cilt altı amfizem varlığı, hastanın göğüs duvarının bandajlı olması görüntü kalitesini bozabilir.

Pnömoni

Plevraya komşu alanlarda yerleşen bir pnömoni alanı USG ile saptanabilir. Hava bronkogramı ve doku hepatizasyonu görülmesi pnömoni tanısı için yol göstericidir. Sağ alt lob yerleşimli doku hepatizasyonu varlığında diyafram penceresinden karaciğeri görmek ve akciğeri haritalamak gerekmektedir. Dinamik hava bronkogramı varlığı pnömoni tanısını desteklemektedir. Pnömoni-atelektazi ayırımında dinamik hava bronkogramının spesifitesi %94, pozitif prediktif değeri %97 bulunmuştur (12). Ancak solunumla değişiklik göstermiyor ise atelektaziden ayırım için mutlaka doppler modu ile kanlanma varlığı gösterilmelidir. Pnömoni tanısında akciğer grafisinin sensitivitesi %43.5 bulunmuştur (%95 CI, %36.4-50.8) (13). Nazerian ve arkadaşları; yoğun bakım hastalarında pnömoni tanısında USG'nın akciğer grafisinden üstün olduğunu göstermiştir (14).

Atelektazi

Atelektazi varlığında USG'de plevra hareketi yoktur, hava bronkogramı görülebilir. Hava bronkogramı varlığında dinamik-statik ayırımı yapmak gerekir. Atelektazi statik bronkogramlara neden olur ve doppler moduna alındığında bu bölgede renklenme-kanlanma görülmez (15). Lung pulse varlığı akciğer ekspansiyonunda sorun olduğuna işaret edebilir. Pnömoni-atelektazi ayırımı konusunda yapılmış bir çalışmada total atelektaziye saptamada lung pulse için sensitivite ve spesifite sırasıyla %93 ve %100 bulunmuştur (12). Atelektazi diğer görüntüleme yöntemlerine göre USG ile daha erken saptanabilir (16).

Plevra Sıvısı

USG'de görülen quad sign ve sinüzoid işareti plevra sıvısına işaret etmektedir. Sıvı varlığını göstermede sensitivitesi %93 olup, %83 olan akciğer grafisinden üstün bulunmuştur (17). Asıl önemi sıvı varlığından çok yokluğunu göstermektir ki yoğun bakım hastalarında akciğer grafisi ile bu sorunu çözmek kolay değildir. Yerçekimi etkisi nedeniyle sıvıyı en çok görebileğimiz yer PLAPS noktasıdır (18). Sıvının en derin çapı (mm) x 20 158.4 ± 160.6 mL formülü ile sıvı miktarı tahmin edilebilir (19). Görüntünün ekojenitesine göre sıvı yapısı hakkında bilgi edinmek mümkündür, transuda genellikle anekoik görülürken, eksudatif sıvılar daha ekoik yapıya sahiptir (20).

Aynı zamanda plevra düzensizlikleri, septa yapısı, nodülarite, sıvı içerisinde fibrin olup olmadığı direkt olarak görüntülenebilir.

Akciğer Absesi

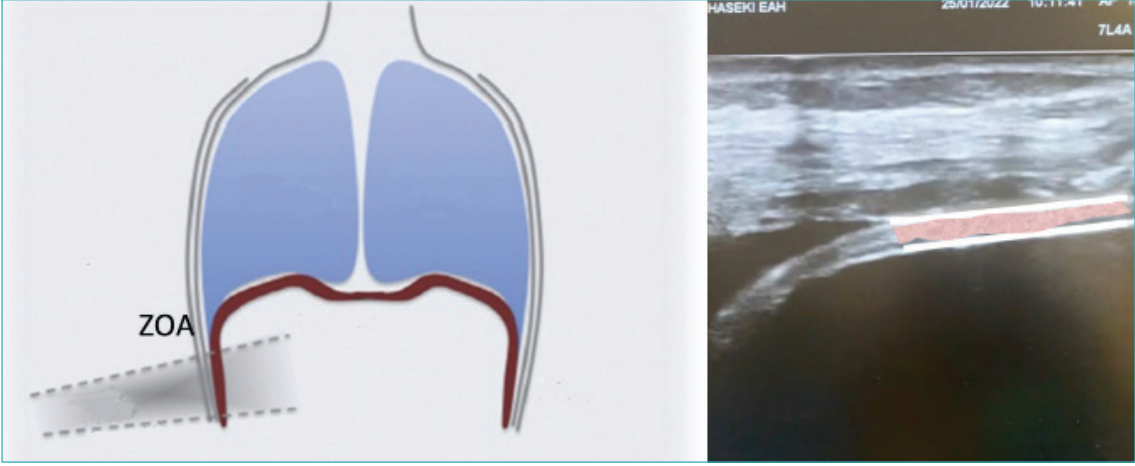
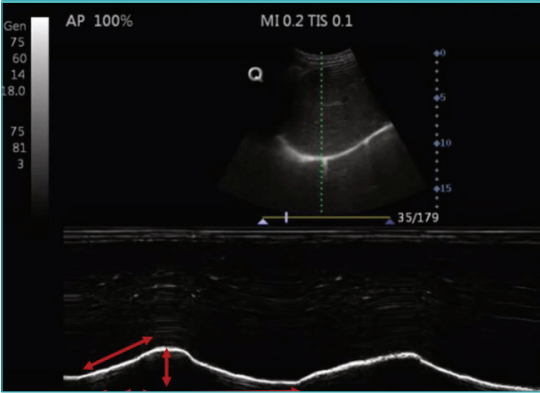
Abse; USG'de çevresi hiperekojen bir yapı ile sınırlı ortası hipoekoik bir görüntü verir. USG akciğer abselerini %94 tanıyabilir ve drenaj başarısını artırır (21).

Göğüs duvarı ve plevra kaynaklı tümör-kitleli oluşumlar: Toraks duvarı ve plevra yerleşimli kitlelerin tanısında USG yardımcı bir görüntüleme yöntemi olabilir. Kitle direkt görüntü verir, plevra tutulumunda B ve M mod görüntülerde plevra hareketi kaybolabilir. Eş zamanlı görüntü sağladığından biyopsi işlemlerine yardımcıdır. Tümör içi yerleşimli hipoekoik katmanlar halinde nekrotik alanlar saptanarak biyopsi yeri belirlenebilir ve bu durum tanı başarısını artırabilir. Doppler modu sayesinde vasküler invazyon varlığı görülebileceğinden biyopsi ilişkili kanama komplikasyonu riskini azaltır.

Diyafram Disfonksiyonu

USG ile diyaframın kalınlığını, inspiyum ve ekspiryum sırasında ne kadar kasıldığını ve karın içerisinde ne kadar yer değiştirdiğini görmek mümkündür. Santral olan kısmı tendon yapısındadır ve hareketsizdir. 6-12 kot yapılarına yapışarak sonlanan periferik kısmı hareketli olan kas yapısındadır. Kot yapıların yapıştığı bu bölgeye zone of appozisyon (ZOA) denir. Alt interkostal alanlarda kalınlık üst alanlardan daha fazladır. Ölçümün yapıldığı interkostal alanın mutlaka belirtilmesi, tekrarlayan ölçümlerin hep aynı noktadan yapılması gerekir. Lineer prob ve B mod ile alınan görüntü ekspiryum sonunda dondurularak kalınlık ölçümü yapılabilir (Şekil 13). İki (2) cm altında ise atrofiden bahsedilir. İspirasyonda kalınlık artarken ekspirasyonda azalır. Siklusun bu aşamalarında alınan ölçümler formüle edilerek thickening fraction hesaplanabilir (Δt_{di}); %20 altında ise diyafram disfonksiyonundan bahsedilir. Paralitik bir diyafram incedir ve inspiyasyonda kalınlığı artmaz. Konveks prob ile orta klavikuler hattın alınan M mod görüntülerde diyafram hareketi izlenebilir. M-mod ile ekskürsion (yer değiştirme, cm), diyafram kontraksiyon hızı (slope, cm/s), inspiyasyon süresi (T_{insp} , s), siklus uzunluğu (T_{tot} , s) ölçümleri yapılabilir. Normal bir diyaframda bu hareket vertikal olarak 2 cm ve üzerinde olmalıdır (Şekil 14). Paralitik bir diyaframda hiç hareket gözlenmez ya da paradoks hareket vardır.

Yoğun bakımda mekanik ventilatör desteği alan hastalarda diyafram disfonksiyonu varlığının venti-

Şekil 13. B mod görüntü ile ZOA'da diyafram kalınlığı ölçümü.**Şekil 14. Normal bir diyaframda ekskürsiyon.**

latörden ayrılma başarısını etkilediği bilinmektedir. Diyafram USG bu aşamada mekanik ventilatör stratejilerini belirlemede yardımcı olabilir. Δtdi % değerinin 30'un üzerinde olması durumunda ekstübasyon başarısının arttığı gösterilmiştir (22).

USG EŞLİĞİNDE GİRİŞİMSEL İŞLEMLER

Yapılan tüm girişimsel işlemlerde eş zamanlı görüntü sağladığından işlemin başarısını artırır, komplikasyon riskini azaltır. Plevra sıvı drenajı, plöreken ve göğüs tüpü yerleştirilmesi, perkütan trakeostomi açılması sırasında USG sık olarak kullanılmaktadır. Girişimsel işlem sonrası hastanın seyrini izlemekte de yardımcıdır.

USG EŞLİĞİNDE RECRUITMENT VE PEEP TİTRASYONU

USG bize akciğerin hangi alanlarının kapalı olduğu konusunda fikir verebilir. Mekanik ventilatörde izlediğimiz hastalarda eş zamanlı PEEP (Positive End Expiratory Pressure) titrasyonu yapmak mümkün-

dür. USG'de atelektazi ile uyumlu statik hava bronkogramı saptandığında bu bronkogramların kaybolmasını sağlayan ve tekrarını önleyen minimum PEEP değerini görmek mümkündür. Aynı şekilde recruitment manevralarının işe yarayıp yaramadığını yani akciğerin recruitable olup olmadığını yatak başında, eş zamanlı görmek mümkündür. Hava bronkogramı dışında B çizgisi sayısı ve yoğunluğu da PEEP titrasyonunda yol gösterici olabilir (24).

AKCİĞER USG SKORLAMALARI

Tüm bu patolojilerin yanısıra her iki akciğerde 12 bölgenin taranması ile oluşturulmuş akciğer ultrasonu skorları geliştirilmiştir (Lung Ultrasound Score: LUS). Özellikle Covid-19 pandemisi sırasında hastalığın prognozu için yol gösterici olduğuna dair pek çok çalışma yapılmıştır. USG 'de B çizgilerinin varlığı, sayısı ve konsolidasyon bulgularına göre 0-3 arasında derecelendirme yapılarak hastalık şiddeti hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Covid-19 pnömonisi olgularında yapılmış bir çalışmada LUS değeri 25 üzerinde olan olgularda yüksek akımlı oksijen tedavisinin başarısız olduğu, bu olguların 30 gün içinde entübasyon ihtiyacı olduğu görülmüş ve LUS skorunun sağ kalımı öngörmede iyi bir belirteç olduğu gösterilmiştir (24).

SONUÇ

Kritik hastada gelişen solunum sistemi sorunlarında toraks USG; hızlı tanı ve tedaviyi yönlendirmede güvenilir bir araçtır. Yatak başı uygulanabilmesi, dinamik görüntü sağlayabilmesi, iyonize radyasyon maruziyetini azaltması nedeni ile diğer görüntüleme araçlarından daha kullanışlıdır. Girişimsel işlemlerin başarısını artırır, komplikasyonları önler. Hastalıkların tedaviye yanıt izleminde güvenle kullanılabilir.

Diğer organ yapılarından farklı olarak akciğere ait artefakt görüntülerini bilmek ve yorumlamak gerekir.

KAYNAKLAR

- Dussik KT, Dussik F, WYT L. Auf dem Wege zur Hyperphonographie des Gehirnes [Towards hyperphonography of the brain]. *Wien Med Wochenschr* 1947 Oct 4;97(38-39):425-9.
- Nadrjanski M, Culpo G, Murphy A, et al. History of ultrasound in medicine. Reference article, *Radiopaedia.org* (Accessed on 09 Jun 2024).
- Jardin F, Dubourg O. L'exploration échocardiographique en médecine d'urgence. *Paris: Masson* 1986: 3-154.
- Volpicelli G, Boero E, Sverzellati N, et al. Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2014; 40: 1460-1467.
- Daniel A, Lichtenstein. Lung Ultrasound in the Critically Ill, *Journal of Medical Ultrasound* 2009; 17(3): 125-142.
- Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008; 134(1): 117-25.
- Taylor RA, Davis J, Liu R, et al. Point-of-care focused cardiac ultrasound for prediction of pulmonary embolism adverse outcomes. *J Emerg Med* 2013; 45: 392-9.
- Agricola E, Bove T, Oppizzi M, et al. "Ultrasound comet-tail images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest* 2005;127: 1690-5.
- Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill *Ann Intensive Care* 2014; 9:4(1),1.
- Slater A, Goodwin M, Anderson KE, Gleeson FW. COPD can mimic the appearance of pneumothorax on thoracic ultrasound. *Chest* 2006; 129: 545-550.
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 199; 25: 383-388.
- Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The dynamic air bronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 2009; 135(6):1421-1425.
- Wesley HS. High discordance of chest x-ray and computed tomography for detection of pulmonary opacities in ED patients: implications for diagnosing pneumonia. *The American Journal of Emergency Medicine*, 2012; 31(2): 401-405.
- Nazerian P. Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography, *The American Journal of Emergency Medicine*, 2015; 33(5) 620-625.
- Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, et al. The "lung pulse": an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med* 2003; 29: 2187-2192.
- Lichtenstein D, Mezière G. Ultrasound diagnosis of atelectasis. *Int J Intensive Care* 2005; 12: 88-93
- Grymiski J, Krakówka P, Lypacewicz G. The diagnosis of pleural effusion by ultrasonic and radiologic techniques. *Chest* 1976; 70(1): 33-7.
- Soni NJ, Franco R, Velez MI, et al. Ultrasound in the diagnosis and management of pleural effusions. *J Hosp Med.ü* 2015 10(12): 811-6.
- Roch A, Bojan M, Michelet P, et al. Usefulness of ultrasonography in predicting pleural effusions > 500 mL in patients receiving mechanical ventilation. *Chest* 2005; 127(1): 224-32.
- Williamson JP, Grainge C, Parameswaran A, et al. Thoracic Ultrasound: What Non-radiologists Need to Know. *Curr Pulmonol Rep* 2017; 6; 39-47.
- Yang PC, Luh KT, Lee YC, et al. Lung abscesses: US examination and US-guided transthoracic aspiration. *Radiology*. 1991; 180(1): 171-5
- DiNino E, Gartman EJ, Sethi JM, et al. Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation *Thorax* 2014; 69: 431-435.
- Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, et al. Bedside ultrasound assessment of positive end-expiratory pressure-induced lung recruitment. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; 183(3): 341-7.
- Castro-Sayat M, Colaianni-Alfonso N, Vetrugno L, et al. Lung ultrasound score predicts outcomes in patients with acute respiratory failure secondary to COVID-19 treated with non-invasive respiratory support: a prospective cohort study. *Ultrasound* 2024; 16: 20.