11. Göğüs Travmaları ve Torasik Acillerde Torasik Ultrasonografi

Öğr. Gör. Dr. Yusuf KAHYA[1], Uzm. Dr. Buse Mine KONUK BALCI[2]

[1] Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara
[2] SBÜ, Sincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, Ankara

ÖZET

Torasik ultrasonografi (USG), toraks travmalarının tanısal değerlendirilmesinde giderek artan bir öneme sahip olan, hızlı, non-invaziv ve yatak başında uygulanabilen bir görüntüleme yöntemidir. Travmatik pnömotoraks, hemotoraks, pulmoner kontüzyon ve perikardiyal efüzyon gibi hayatı tehdit eden patolojilerin saptanmasında, çoğu durumda konvansiyonel direkt grafiden daha yüksek duyarlılık sağlamaktadır. Travma için odaklanmış USG değerlendirme protokolleri (FAST-Focused Assessment with Sonography for Trauma) ile entegrasyonu, erken tanı ve tedavi süreçlerini kolaylaştırmakta; böylece kritik hastalarda zamanında müdahale imkânı sunmaktadır. Radyasyon maruziyeti oluşturmaması, taşınabilir yapısı ve tekrarlanabilirliği gibi avantajları sayesinde USG, acil servisler ve yoğun bakım ünitelerinde vazgeçilmez bir tanısal araç haline gelmiştir. Torasik USG'nin temel anatomik yapılar ve karakteristik patolojik bulgular doğrultusunda sistematik ve doğru şekilde yorumlanması, akut bakım hizmetlerinde görev alan klinisyenler için temel bir klinik yetkinliktir. Bu kitap bölümü, torasik USG'nin travmatik torasik patolojilerin erken ve doğru tanısında birinci basamak tanısal yaklaşım olarak taşıdığı önemi ortaya koymaktadır.

Majör travma, bireyin yaşamını kalıcı olarak etkileyebilecek ve hayati tehlike oluşturabilecek ciddi yaralanma durumlarını ifade etmektedir. Bu tür yaralanmalar, uzun vadede fiziksel sakatlıklar ve yaşam kalitesinde belirgin düşüş gibi olumsuz sonuçlara yol açma potansiyeline sahiptir. Travmada "altın saat" kavramı, ciddi yaralanmalara maruz kalan hastalarda, tıbbi müdahalenin yapılması gereken kritik zaman dilimini ifade eder. Bu kavram, hastanın travma sonrası yaşam şansını artırmak, komplikasyonları önlemek ve uzun vadeli sonuçları iyileştirmek amacıyla erken ve etkin bir şekilde tedavi edilmesi gerektiğini vurgular (1).

Travma, tüm yaş gruplarında kardiyovasküler hastalıklar ve kanserden sonra en sık görülen üçüncü ölüm nedenidir. Toraks travması, çoklu travma geçiren hastaların yaklaşık %60'ında görülmekte olup, %20-25 mortalite oranına sahiptir. Genellikle künt travmalar şeklinde meydana gelen bu yaralanmalar, yalnızca akut dönemde ciddi komplikasyonlara ve ölüme yol açmakla kalmaz, aynı zamanda uzun dönemde ortaya çıkabilecek sekonder komplikasyonlar nedeniyle de kapsamlı bir tedavi ve izlem sürecini gerektirir (2).

Toraks travmalarının değerlendirilmesinde en sık kullanılan görüntüleme yöntemleri akciğer grafisi ve bilgisayarlı tomografidir (BT) (3). İlk basamak görüntüleme yöntemi olarak yaygın şekilde tercih edilen akciğer grafisi, kolay erişilebilirliği ve hızla uygulanabilirliği nedeniyle avantaj sağlasa da travmatik patolojilerin tespiti açısından yeterli hassasiyete sahip değildir. Buna karşılık, çok kesitli BT, yüksek tanısal doğruluğu sayesinde travmanın radyolojik değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmekte ve özellikle acil servis ortamında kritik bir rol üstlenmektedir (4). Bununla birlikte, BT'nin kullanımına ilişkin bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Hemodinamik olarak stabil olmayan hastalar için uygun bir seçenek olmaması, birçok yoğun bakım ünitesi veya acil serviste bu teknolojiye doğrudan erişim sağlanamaması gibi durumlar, hastaların radyoloji birimine transfer edilmesini gerektirmektedir. Bu, özellikle zamanın hayati önem taşıdığı travma vakalarında klinik yönetimi zorlaştırabilmektedir. Ek olarak, BT incelemeleri sırasında hastalar, incelenen anatomik bölgeye bağlı olarak değişen oranlarda iyonizan radyasyona maruz kalmaktadır (3-5).

Ultrasonografi (USG), düşük maliyeti ve kolay erişilebilirliği nedeniyle tıbbi görüntüleme yöntemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Yöntemin eş zamanlı (real-time) olarak farklı açılardan görüntüleme imkânı sunması, taşınabilir yapısıyla yatak başında uygulanabilmesi ve ses dalgalarını kullanarak hastayı iyonizan radyasyona maruz bırakmaması, başlıca avantajları arasında yer almaktadır (3-5). Ek olarak, ekonomik olması, öğrenim sürecinin görece kısa olması, hızlı uygulanabilirliği ve semptom odaklı yatak başı değerlendirmelerde yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlaması, yöntemi klinik uygulamalarda daha cazip hale getirmektedir. Günümüzde, teknolojik gelişmelere paralel olarak ultra taşınabilir USG cihazlarının geliştirilmesi sayesinde, yüksek kaliteli görüntülerin düşük maliyetle elde edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Günümüzde torasik USG'nin, acil durumlarda hızlı ve etkili bir tanı aracı olarak öne çıktığı görülmektedir. Hemodinamik açıdan stabil olmayan künt torakoabdominal travmalar, torakoabdominal penetran yaralanmalar ve travma nedeni kesin olarak belirlenemeyen, hemodinamik instabiliteye sahip hastaların değerlendirilmesinde güvenle kullanılabilen bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Bu hasta grubunda, hayati müdahalelerin gecikmesine yol açmadığı sürece, USG kullanımını sınırlayan mutlak bir kontraendikasyon bulunmamaktadır. Bununla birlikte; hemodinamik stabilizasyon sağlandıktan sonra veya stabil hastalarda, tanısal kesinliği artırmak amacıyla BT gibi ileri görüntüleme yöntemlerinin tercih edilmesi önerilmektedir (4,5).

Travma hastalarının değerlendirilmesi amacıyla acil servis ve yoğun bakım ünitelerinde kullanılan FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma/ Travma için odaklanmış USG Değerlendirmesi) protokolü, iç organ yaralanmaları ve plevral patolojiler gibi hayati tehlike arz eden durumların hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesine olanak sağlayan USG tabanlı bir değerlendirme yöntemidir. Bu protokol, özellikle iç organ yaralanmalarını ve akut kanamaları tespit etmek için geliştirilmiş olup, kritik hemodinamik stabilitenin değerlendirilmesine önemli katkı sağlar. FAST protokolü, travma hastalarında serbest sıvı varlığını ve iç organ yaralanmalarını tespit etmek amacıyla, sağ üst kadran, sol üst kadran, perikardiyal alan ve pelvik alan olmak üzere dört temel anatomik bölgenin sistematik USG incelemesine dayanmaktadır. Standart FAST protokolüne ek olarak, plevral boşlukların ve akciğerlerin değerlendirilmesini içeren genişletilmiş versiyonu ise eFAST (extended/genişletilmiş FAST) olarak adlandırılmaktadır (1,6). eFAST, travma yönetiminde ATLS (Advanced Trauma Life Support/İleri Travma Yaşam Desteği) protokolünün bir parçası olarak kullanılır ve modern travma yönetiminde hayat kurtarıcı bir araç olarak kabul edilmektedir. Travmada "altın saat" boyunca etkin bir bakım sağlanamazsa, mortalite ve morbidite oranlarının önemli ölçüde arttığı bilinmektedir. Bu nedenle, modern travma protokolleri ve sistemleri (örneğin; eFAST, ATLS) bu kritik süreyi en verimli şekilde kullanmak üzerine tasarlanmıştır. Özellikle hipotansiyon veya bilinç kaybı ile gelen travma hastalarında, bu protokol klinik yönetimi belirgin bir şekilde iyileştirir. Pozitif bir eFAST bulgusu, cerrahi müdahale gereksinimini hızlandırabilir veya ileri görüntüleme teknikleri ile doğrulanabilir (1,6).

Bu bölümde, eFAST protokolü çerçevesinde göğüs travmaları ve toraks acillerinde ortaya çıkabilecek patolojiler ile bu durumlarda torasik USG'nin kullanımına ilişkin güncel literatür verileri detaylı ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilecektir.

TEKNİK

USG'nin temel özellikleri ve ultrason fiziğine ilişkin teknik detaylar, ilgili bölümde kapsamlı bir şekilde ele alındığından, bu bölümde ayrıntılı teknik açıklamalara yer verilmeyecektir.

USG cihazlarının çalışma prensibi, yüksek frekanslı ses dalgalarının (ultrason dalgaları) oluşturulması,

bu dalgaların dokular boyunca yayılması ve doku sınırlarından yansıyan dalgaların analiz edilerek görüntünün oluşturulması mekanizmasına dayanmaktadır.

Travma hastalarında torasik USG, hastanın durumu ve hemodinamik stabilitesine bağlı olarak farklı pozisyonlarda uygulanabilir. Travma hastalarında en yaygın kullanılan pozisyon supin pozisyondur ve eFAST protokolü kapsamında genellikle bu pozisyonda değerlendirme yapılır. Supin pozisyon, hemodinamik olarak instabil veya spinal travma riski olan hastalarda tercih edilir. Bu pozisyon, özellikle anterior ve lateral toraks bölgelerinde acil patolojilerin (pnömotoraks, hemotoraks, perikardiyal tamponad) hızla tespit edilmesine olanak sağlar (1).

Toraks USG'de değerlendirme alanlarına göre uygun prob seçimi gerekir. Bu seçim; incelenen yapının derinliğine, hedef patolojinin türüne ve ultrason cihazının teknik özelliklerine bağlıdır. Bu yöntemde, ses dalgalarının frekansı ile dalga boyu arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Daha düşük frekansa ve dolayısıyla daha uzun dalga boyuna sahip ses dalgaları, derin dokulara nüfuz etme açısından üstünlük sağladığından, derin yerleşimli dokuların görüntülenmesinde 3-7 mHz frekans aralığında çalışan konveks prob kullanımı önerilmektedir. Benzer şekilde, yüzeyel dokuların daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirilebilmesi için 5-10 mHz frekans aralığında çalışan yüksek çözünürlüklü lineer prob tercih edilmesi gerekmektedir (7).

Değerlendirme sırasında prob; sagittal (uzunlamasına), transversal (enine) veya oblik açılarla konumlandırılmalıdır. Probun, kaburgaların uzun aksına dik şekilde yerleştirilmesiyle, komşu kostaların posterior akustik gölgeleri arasında kalan plevra ve havalanmış akciğer parankimi görüntülenebilir. Ardından, probun uzun aksının kostaların uzun aksına paralel olacak şekilde transversal yerleştirilmesiyle interkostal aralık boyunca detaylı bir inceleme yapılabilir.

Toraks USG'de, travma veya diğer klinik durumlarda farklı dokuları ve patolojileri değerlendirmek için çeşitli ultrason modlarını kullanır. En sık kullanılan B (Brightness) modudur. Hareketin zaman içindeki değişimini gösteren M (Motion) mod ile özellikle pnömotoraks varlığı ve diyafragma hareket kısıtlılığı tespit edilebilir. Renkli Doppler USG ise hematom ile kitle lezyonlarının ayrımında önemli bir tanı aracı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, inflamatuvar ve enfeksiyöz durumlarda artmış vaskülarite renkli Doppler ile gösterilebilmektedir (7,8).

TORAKS DUVARI TRAVMALARININ ULTRASONOGRAFİK DEĞERLENDİRMESİ

Toraks duvarı travmaları, göğüs bölgesindeki yumuşak dokular, kaslar, kostalar, sternum ve çevre anatomik yapıların yaralanmalarını içermektedir. Bu tür travmalar, künt veya penetran mekanizmalar sonucunda meydana gelmekte olup, yaşamı tehdit eden ciddi komplikasyonlar oluşturma potansiyeline sahiptir. Toraks duvarı, solunum fonksiyonları ve kardiyovasküler sistem üzerinde kritik bir role sahip olduğundan, bu travmaların erken dönemde doğru şekilde tanımlanması ve uygun tedavi yöntemlerinin hızla uygulanması, hasta prognozunun iyileştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Toraks duvarı travmalarının tanısında USG, giderek daha sık tercih edilen bir görüntüleme yöntemi olarak öne çıkmaktadır. USG değerlendirmesi sırasında, cilt yüzeyinden plevraya kadar uzanan anatomik yapıların akustik özellikleri detaylı ve net bir şekilde görüntülenebilmektedir (9-13). USG incelemesinde; cilt hiperekoik bir çizgi olarak izlenirken, cilt altı yağ dokusu ekojenik septalarla ayrılmış hipoekoik lobüller şeklinde görülmektedir. Kas dokusu homojen ve hipoekoik bir yapı sergilerken, kemik yapıların yüzeyi hiperekoik bir çizgi şeklinde belirginleşmekte ve posterior akustik gölgelenme ile karakterize edilmektedir. Meme dokusunun değerlendirilmesi genellikle USG inceleme alanı dışında tutulsa da, eşlik edebilecek ekstramamaryan ve intramamaryan patolojilerin göz ardı edilmemesi klinik açıdan önemlidir (7).

Bu bölümde toraks duvarı travmaları, kapsamlı bir şekilde ele alınarak toraks duvarının yumuşak doku yaralanmaları, kosta fraktürleri, sternum fraktürleri ve plevra patolojileri başlıkları altında incelenecektir.

1. Yumuşak Doku Yaralanmaları

Toraks duvarı yumuşak doku yaralanmaları, göğüs bölgesindeki deri, subkütan doku, kaslar ve bağ dokularını etkileyen travmatik hasarları kapsamaktadır. Bu tür yaralanmalar genellikle künt veya penetran travmalar sonucu meydana gelir ve solunum fonksiyonları, dolaşım sistemi ile genel yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilecek ciddi komplikasyonlara yol açabilir. Klinik olarak kontüzyon, laserasyon, hematom veya doku kaybı gibi durumlarla sonuçlanabilir.

Toraks duvarı hematomları genellikle künt veya penetran travmaya bağlı olarak ya da torasik cerrahi sonrası gelişmektedir. Spontan hematomlar ise nadir olup, genellikle antikoagülan tedavi altındaki hastalarda veya koagülopati ile ilişkili durumlar ve/veya

göğüs duvarının malign neoplazileri bulunan bireylerde gözlenmektedir. Sonografik görüntüleme bulguları, hematomun yaşı ve organizasyon derecesine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yeni gelişen hematomlar, yüksek eritrosit içeriği nedeniyle heterojen hiperekoik bir yapı sergilerken, organize hematomlar genellikle heterojen hipoekoik veya neredeyse anekoik özellikte izlenmektedir (14-16). Hematomlar renkli Doppler USG incelemesinde vaskülarite göstermemektedir. Bu bulgu, hematomların diğer heterojen kitle lezyonlarından ayrımında önemli bir kriterdir. Organize hematomlarda lezyon içerisinde septasyonlar, artmış ekojenite ve zaman zaman kalsifikasyon gözlemlenebilir. Hematomlar genellikle boyutuna ve hastanın koagülasyon durumuna bağlı olarak altı-sekiz hafta içerisinde spontan rezorpsiyona uğrar.

Göğüs duvarı kas yaralanmaları nadir görülmekle birlikte, özellikle pektoral kas tendon kopmaları gibi dikkat çekici vakalar, genellikle ağırlık kaldırma veya güreş gibi fiziksel yoğunluğu yüksek sporlarla ilişkilidir. USG incelemesi, çoğunlukla kısmi veya tam distal tendon yırtıklarını ya da daha nadir olarak kasın proksimal torasik orijinindeki devamlılık kayıplarını ortaya koyabilir. Akut dönemde, kas-tendon yaralanması bulunan bölgede hematom ve perifasiyal sıvı birikimi gözlemlenirken, kronik yaralanmalarda fibrozis, kas retraksiyonu ve atrofiye ek olarak yağ infiltrasyonunu gösteren artmış ekojenite saptanabilir (14-16).

2. Kosta Fraktürleri

Kosta fraktürleri künt göğüs travmalarının %55'ini oluşturmaktadır (17). Ağrı kaynaklı yüzeyel solunum, ciddi komplikasyonların gelişimine zemin hazırlayabilir. Pnömoni, ampiyem ve solunum yetmezliği gibi pulmoner komplikasyonların önlenmesi amacıyla etkin ağrı yönetimi sağlanması hayati önem taşımaktadır. Bu komplikasyonların, özellikle çoklu kosta fraktürleri ve yelken göğüs olgularında daha sık görüldüğü bildirilmiştir (14-17). Akut kosta fraktürleri, USG'de genellikle anterior kortekste hiperekoik kemik-yumuşak doku sınırında düzensizlik veya bozulma şeklinde izlenir. USG'de, kortikal hizanın sürekliliğinde bozulma ve akustik lineer kenar gölgesi, kot fraktürlerinin tespiti için temel tanısal kriterler arasında yer almaktadır (10-15). Fraktürlerin erken döneminde, renkli Doppler USG kullanılarak inflamasyon varlığını işaret eden artmış vaskülarite görüntülenebilir. Ayrıca, fraktürlere eşlik edebilen diğer bulgular arasında komşu yumuşak dokuda şişlik ve lokal hematom da yer almaktadır. Kostakondral birleşim ve kostaların kıkırdak bölümlerinin fraktürleri de benzer klinik ve radyolojik bulgular sergileyebilir (12,13).

Kosta fraktürlerine bağlı olarak ortaya çıkan ağrı, pulmoner fonksiyonların bozulmasına neden olabilir ve bu durum hipoksemi veya pnömoni gibi ciddi komplikasyonlarla sonuçlanabilir. Ağrı yönetimi için USG rehberliğinde rejyonel anestezi uygulamaları (serratus anterior plan bloğu, paravertebral kaslar, erektör spina plan bloğu ve interkostal sinir bloğu) etkili bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir. Bu yöntemler pulmoner komplikasyonların minimuma indirilmesine katkıda bulunur (Resim 1A,B) (Video 1) (18).

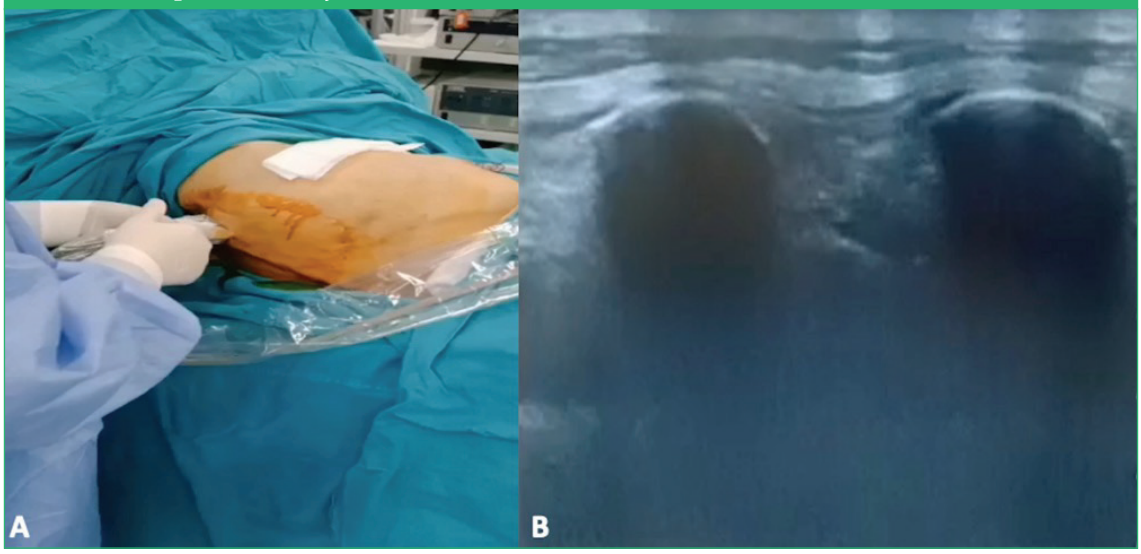
Kostakondral eklem bölgesinde normal anatomik varyasyon olarak görülebilen küçük basamaklar, yanlışlıkla fraktür olarak değerlendirilebileceğinden, bu bölgenin incelenmesinde dikkatli olunması gereklidir. İyileşme sürecindeki kosta fraktürleri, kemik kallusunun oluşumunu temsil eden belirgin posterior akustik gölgelerle psödonodüler bir görünüm sunabilir (Resim 2A,B, 3A,B, 4A,B) (Video 2).

3. Sternum Fraktürleri

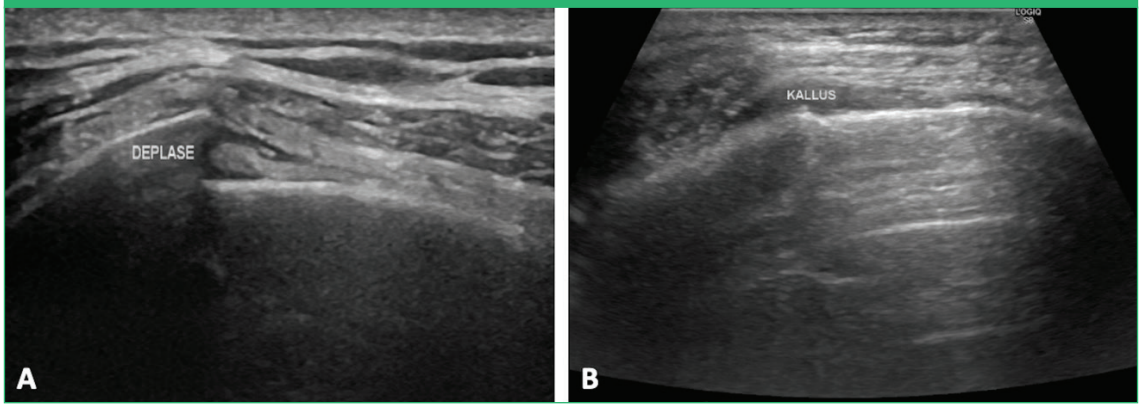
Sternum fraktürlerinin tedavisinde ise transversus thoracis plan bloğu öncelikli olarak tercih edilebilir. Anterior göğüs duvarı travması, künt travmalar ve deselerasyon yaralanmaları, sternum kırıklarının en sık karşılaşılan nedenleridir. Motorlu taşıt kazalarında sternum kırıklarının bildirilen insidansı %3 ile %6,8 arasında değişmektedir (19-25). Emniyet kemerlerinin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, bu tür kazaların insidansında belirgin bir artış olduğu rapor edilmiştir. Sternum kırıkları en yaygın olarak sternum gövdesinde meydana gelir, ancak sternumun herhangi bir bölgesinde de görülebilir. En sık rastlanan lokalizasyon, sternum gövdesinin üst üçte birlik kısmıdır (19-25). Sternum kırıkları, genellikle anterior göğüs duvarında ağrı ile kendini gösterir ve en yaygın semptom, sternum üzerinde belirgin noktasal hassasiyettir.

Sternum yaralanmasından şüphelenilen hastalar genellikle iki yönlü akciğer grafisi ile değerlendirilir. Ancak sternum kırıklarının tespitinde akciğer grafisinin duyarlılığı yalnızca %50 civarındadır (19-25). Sternum kırıklarının çoğu transvers karakterde olduğundan ve komşu kemik yüzeylerinde deplasman genellikle sagittal düzlemde geliştiğinden lateral projeksiyonla elde edilen akciğer grafisi tanısal duyarlılığı artırabilir. Bununla birlikte, travmaya maruz kalan hastalarda, özellikle çoklu yaralanmaların söz

Resim 1. A. Sol lateral dekübit pozisyondaki olguda, lineer yüksek frekanslı ultrason probu ile intraoperatif olarak uygulanan erektör spina kas bloğuna ait ultrason görüntüsü. B. Transversal planda torakal vertebraların transvers çıkıntıları, erektör spina kası ve cilt altı dokular izlenmektedir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.



Resim 2. A. Lineer yüksek frekanslı ultrason probu kullanılarak ile elde edilen toraks USG görüntüsünde deplase kosta fraktürü. Korteksin bütünlüğünde kesinti ve fraktür hattında uçların deplase olduğu gözlenmektedir. B. Kosta fraktürüne ait geç döneme ait görüntü. Fraktür hattında düzensiz kortikal yapıya eşlik eden hiperekoik ekojenitede kallus dokusu izlenmektedir. Bu görünüm, iyileşme sürecinde olan bir fraktüre işaret etmektedir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.

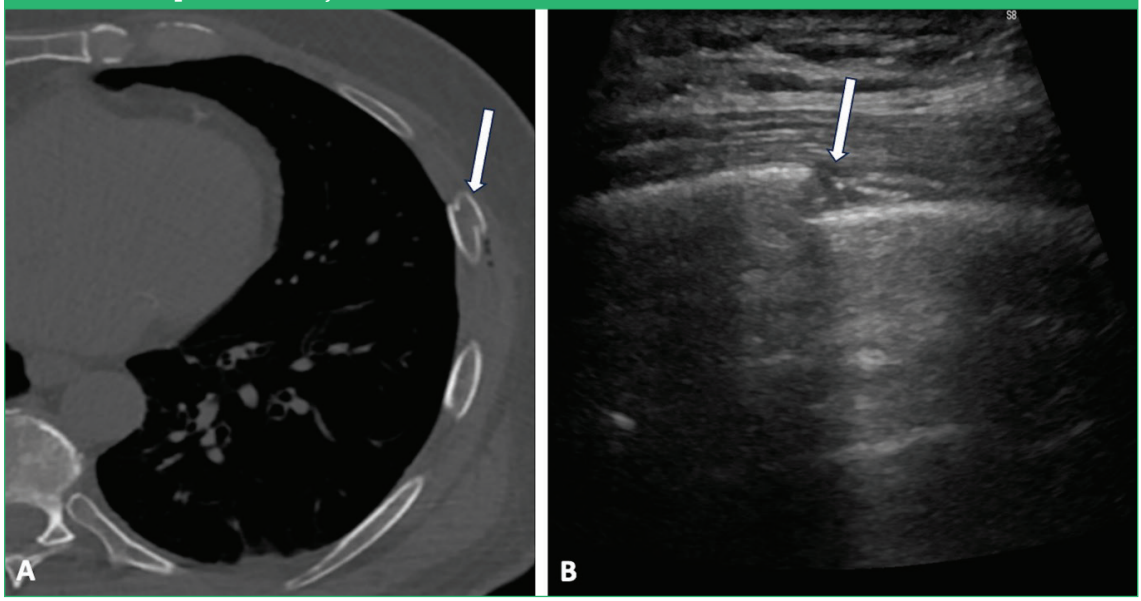


konusu olduğu durumlarda, lateral grafi elde edilmesi önemli teknik zorluklar oluşturabilir.

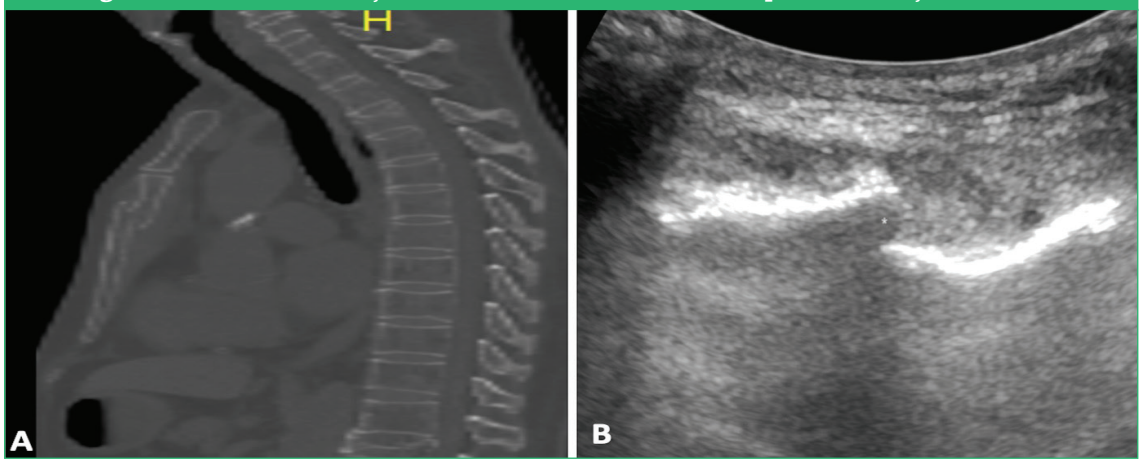
Toraks BT, sternum fraktürlerinin tanısında altın standart olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, hastanın başvuru sırasındaki klinik durumu ve mevcut olanaklara bağlı olarak farklı tanı yöntemleri tercih edilebilir. USG kullanılarak, sternumun anterior korteksindeki kontur düzensizlikleri veya bozulmalar tespit edilebilse de, bu yöntemin sternumun posterior korteksinin yanı sıra toraks travması ile ilişkili olabilecek mediyastinal yaralanmaların değerlendirilmesindeki yeri oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, USG ile sternal fraktür tanısı konulan hastalarda radyolojik değerlendirme, BT incelemesi ile desteklenmelidir. Güncel literatür, USG'nin %88,5 ila %91 arasında değişen duyarlılık oranları ile sternal fraktürlerin tanısında etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir (19-25).

Göğüs duvarının diğer kemik yapılarında (klavikula, skapula ve vertebra spinöz prosesleri) meydana gelen fraktürler, USG incelemesinde kosta fraktürlerine benzer bulgular sergileyebilir. Bununla birlikte, bu kemiklerde oluşan fraktürlerin tam karakterizasyonu USG ile değerlendirilebilirlik açısından oldukça sınırlıdır. Fraktürlerin tanısında kullanılan kriterler, kor-

Resim 3. A. Araç içi trafik kazası sonrası sol 6. kostada deplase fraktür gelişen hastaya ait görüntüler. Toraks BT kesitinde sol 6. kostada kortikal bütünlüğü bozan ve deplasman gösteren fraktür hattı izlenmektedir. B. Aynı düzeyde torasik USG ile değerlendirilen görüntüde, kosta korteksinde belirgin kesinti ve fraktür hattı çevresinde yer alan hipoekoik alanlar lokal hematom ile uyumludur. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.



Resim 4. A. Araç içi trafik kazası sonrası sternum korpusunda fraktür gelişen hastaya ait toraks BT ve USG görüntüleri. BT sagittal kesitinde sternumda kortikal kesinti ve deplase seyreden fraktür hattı izlenmektedir. B. Lineer yüksek frekanslı prob ile elde edilen USG görüntüsünde sternum korteksinde bütünlüğü bozan kesinti dikkati çekmektedir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.



tikal devamlılık kaybı (örneğin; kortikal boşluk veya basamak oluşumu) gibi doğrudan kanıtların yanı sıra lokal hematom, eşlik eden plevral efüzyon ve altta yatan akciğer kontüzyonları gibi dolaylı kanıtları da içermektedir.

4. Plevra Patolojileri

Torasik USG ile fizyolojik durumdaki parietal ve visseral plevrayı birbirinden ayırmak zor olabilir, çünkü her bir tabakanın kalınlığı yalnızca yaklaşık 0,2 mm'dir. Bununla birlikte, plevra yüzeyel bir yapı olduğundan torasik USG ile genellikle değerlendirilebilir ve interkostal alandan incelendiğinde, kaburgaların hemen altında hiperekoik bir çizgi olarak izlenir.

Akciğer grafisi, hemotoraks ve pnömotoraksın tespitinde hızlı ve nispeten güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak supin pozisyondaki hastalarda pnömotoraksın tespitinde USG, akciğer grafisine kıyasla daha üstün bir performans sergiler. Tora-

sik USG, pnömotoraksın değerlendirilmesinde yatak başında uygulanabilen noninvaziv bir test olmasının yanı sıra, yüksek duyarlılığı ve bu patolojiyi hızlı bir şekilde tespit etmede mükemmel özgüllüğü sayesinde oldukça etkili bir yöntemdir.

Travmatik pnömotoraks: Travmatik pnömotoraks, kosta kırıklarından sonra göğüs travmalarında en sık görülen ikinci klinik bulgudur ve göğüs travması geçiren hastaların %50'sine kadar olan bir oranda ortaya çıkabilir. Travmaya bağlı olarak plevral tabakaların hasarlanması sonucunda, hava plevral boşluğa dolabilir. Büyük ve yaşamı tehdit eden pnömotoraksların tespiti açısından anterior göğüs duvarı en duyarlı bölgedir. Supin pozisyonda bulunan hastalarda, hava dependan olmayan bir şekilde anterior bölgede birikme eğilimi gösterir (26-29).

Rowan ve arkadaşlarının 2002 yılında yayımladığı bir çalışmada, havanın anterior bölgede birikmesi nedeniyle, supin pozisyonda çekilen portable akciğer grafilerine kıyasla anterior bölgeden yapılan toraks USG'nin travmatik pnömotoraksın tespiti açısından daha doğru bir yöntem olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada, travmatik pnömotoraks durumlarında USG'nin pnömotoraks tespitinde BT kadar etkili bir tanı yöntemi olduğu vurgulanmıştır (27). Supin pozisyonda çekilen portable akciğer grafilerinde pnömotoraksın tespit edilememesi oranı %7 ile %30 arasında değişebilir. Bu nedenle, pnömotoraksın dışlanması veya tanısının doğrulanması amacıyla ultrason probunun göğüs kafesinin anteriorundaki en yüksek noktaya yerleştirilmesi önerilmektedir. İnceleme, probun midklaviküler hat üzerinde 2. ve 4. kosta aralığına uzunlamasına yerleştirilmesiyle başlatılabilir. Probun yatay eksende döndürülmesi, kostaların posterior akustik gölgelerini ortadan kaldırarak plevral hattın daha net bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanır (26-29).

Klinik olarak en önemli bölge, kostaların hemen altında izlenen ve ilk hiperekoik çizgi olarak tanımlanan plevral hattır. Ayrıca, son çalışmalar, pnömotoraks tespitinde USG'nin akciğer grafisine göre daha yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu göstermiştir (30).

Pnömotoraksı işaret eden önemli USG bulguları aşağıda sıralanmıştır (26-30).

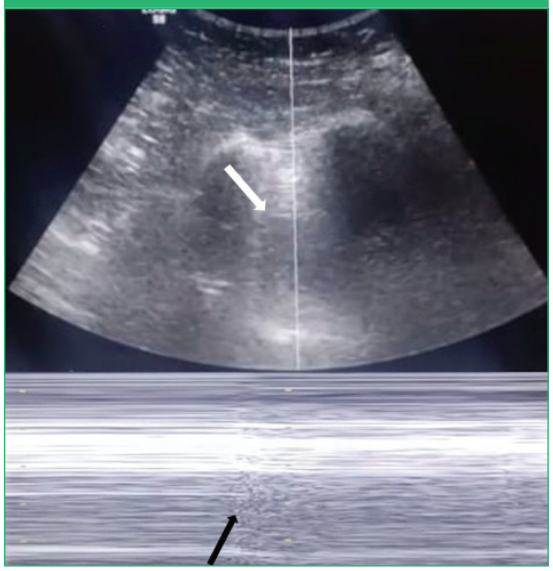
1. Plevral kaymanın olmaması: Normal akciğerde, ventilasyon sırasında visseral ve paryetal plevra arasındaki hareket, USG'de plevral hattın kayma hareketi olarak izlenir. Ancak pnömotoraks durumunda, visseral ve paryetal plevra birbirine bitişik olmadığından, sadece paryetal plevra görülebilir ve bu nedenle plevral kayma hareketi saptanmaz. Bu durum, M-mod ile hareketin gösterilmesi yoluyla doğrulanabilir. Bununla birlikte, plörodez, yaygın pulmoner fibrozis veya azalmış akciğer kompliyansı gibi durumlarda da plevral kaymanın bulunmayabileceği unutulmamalıdır. Plevral kaymanın varlığı, probun bulunduğu bölgede pnömotoraksı %100 doğrulukla dışlar. Akciğer kaymasının yokluğunun pnömotoraksı öngörmede %95 duyarlılık ve %100 negatif öngörü değerine sahip olduğu bildirilmiştir (31-33).

2. Stratosfer işareti/barkod işareti: Pnömotoraksın zorlu tanı durumlarında, "stratosfer işareti" veya "barkod işareti" olarak adlandırılan USG bulgusu yardımcı olabilir. Sağlıklı bir akciğerde, plevral hattın üstündeki dokular hareketsizdir ve M-mod görüntülemede düzgün yatay çizgiler oluşturur. Plevranın altındaki hareketli akciğer dokusu ise bu çizgileri kesintiye uğratarak ince, kesintili, granüler veya "kumlu" bir desen oluşturur. Bu normal desen, sabit göğüs duvarı ("okyanus") ile hareket eden akciğer ("kum") arasındaki sınırı tanımladığı için "sahil çizgisi işareti" (seashore sign) olarak adlandırılır. Pnömotoraksta ise, plevranın altındaki akciğer hareketi ortadan kalktığı için M-mod görüntülemede düzgün yatay çizgiler kesintisiz olarak kalır. Bu bulgu, pnömotoraksın tanısında önemli bir ayırt edici özelliktir (Resim 5) (Video 3A, 3B).

3. A çizgilerinin varlığı ve B çizgilerinin yokluğu: Pnömotoraks şüphesinde, plevral kayma hareketinin yokluğu tespit edilemediğinde, B-çizgilerinin varlığının gösterilmesi pnömotoraksı dışlamada faydalı olabilir. Pnömotoraksta, USG'de yalnızca A-çizgileri izlenirken, B-çizgileri görülmez. Bu bulgu pnömotoraks tanısında %100 duyarlılığa sahiptir ve plevral kayma eksikliği ile birleştirildiğinde özgüllüğü artırır (31-33).

4. Akciğer noktası: Akciğer noktası, pnömotoraks alanı ile normal akciğer alanı arasındaki geçiş bölgesi olarak tanımlanır. Plevral kayma eksikliği ve A-çizgilerinin varlığı doğrulandıktan sonra, kaymanın başladığı nokta tespit edilerek pnömotoraksın sınırı belirlenebilir. Bu nokta, çökmüş akciğerin paryetal plevrayla temas ettiği inspiratuar artışı açıklar ve genellikle göğüs duvarının lateralinde bulunur. Akciğer noktası, tamamen çökmüş akciğerlerde %66 duyarlılığa, okkült (gizli) pnömotorakslarda ise %79 duyarlılığa sahiptir (31-33). Akciğer noktası, pnömotoraks hacmiyle ilişkilendirilebilir. Orta aksiller hattın medialinde bulunduğunda, %15'lik bir akciğer çökmesini gösterir ve genellikle konservatif yönetim

Resim 5. Travmatik pnömotoraks tanısı alan olguda B ve M mod USG görüntüleri. B mod görüntüsünde, plevral kaymanın izlenmemesi pnömotoraks lehine değerlendirilmiştir (beyaz ok) Aynı olguda B moddan M moda geçildiğinde ise normal akciğer dokusunda beklenen "denizkum" paterni yerine, pnömotoraks varlığına işaret eden "barkod" bulgusu izlenmektedir. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.



ile takip edilebilir. Lateralde yer aldığında ise daha büyük bir çökme olduğunu gösterir ve drenaj ihtiyacını işaret eder. Ancak bu strateji yalnızca travma hastalarında doğrulanmıştır ve diğer popülasyonlarda uygulanırken dikkatli olunmalıdır.

5. Akciğer nabzının olmaması: Akciğer nabzı, plevral hattın kalp atışına senkronize dikey hareketidir ve M-mod ile görüntülenebilir. Pnömotoraksta, plevra içi hava bu hareketin plevral hat üzerinde izlenmesini engeller. Bu durum, plevral kayma ve akciğer nabzının yokluğu ile sonuçlanır. Akciğer nabzının varlığı pnömotoraksı dışlar. M-mod, kardiyak pulsasyonla ilişkili T çizgilerinin görüntülenmesinde de faydalıdır.

6. Renkli doppler görüntüleme: Pnömotoraks tanısında kesinliği artırmak için renkli Doppler USG eklenebilir. Pnömotoraksta hava bariyeri nedeniyle akciğer parankiminden gelen renkli Doppler sinyali izlenmez. Bu bulgu, pnömotoraksın tanısında önemli bir yardımcıdır.

Her ne kadar USG pnömotoraks tanısında yüksek doğruluğa sahip olsa da hasta, tetkik ve teknik kaynaklı bazı sınırlamalar bu tanıyı koymada zorluklara yol açabilir. Özellikle obezite ve lokal ya da yaygın anazarka tarzı cilt altı ödem varlığı, görüntü kalitesini düşürerek plevral hattın net bir şekilde değerlendirilmesini zorlaştırabilir. Subkütan amfizem varlığında, cilt altı dokulardaki havanın yarattığı artefaktlar veya plevral kalınlaşma ve kalsifikasyonlara yol açan durumlar, ses dalgalarının penetrasyonunu engelleyerek plevral hattın değerlendirilmesini imkânsız hale getirebilir (26-29).

Akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) bulunan hastalarda, plevra bitişiğindeki interkostal kasların yoğun kasılması, parietal plevra yüzeyinde hareket oluşturabilir. Bu anormal hareket, operatörlerin yanlışlıkla bu durumu akciğer kayması olarak yorumlamasına neden olabilir. Bu nedenle, interkostal kas kasılmasının yol açtığı plevral hat hareketi ile gerçek akciğer kaymasının titreşimli hareketi arasındaki farkların iyi bilinmesi, yanlış tanı riskini azaltmak açısından önem taşımaktadır (26-29).

Hemotoraks: Hemotoraks, plevral boşlukta kan birikimi ile karakterize olup torasik travmaların %83'ünde gözlemlenmektedir. Genel olarak hemotoraks tanısı, travma hastalarının hemodinamik stabilitesi göz önünde bulundurularak, ilk olarak supin pozisyonda alınan akciğer grafisi ile konulabilir. Ancak acil şartlarda bu yöntemin uygulanması her zaman mümkün olmayabilir. Portable akciğer grafisinin hemotoraks ve pnömotoraks tespitindeki özgüllüğü yüksek olmakla birlikte duyarlılığı düşüktür. Akciğer grafisi ayakta çekildiğinde 50 mL'den fazla plevral sıvıları, supin pozisyonda ise en az 175 mL sıvıyı tespit edebilmektedir (34-37).

USG daha küçük miktarlardaki lokalize plevral sıvıları tespit etme avantajı sunar. Ancak USG'nin hemotoraks tespitindeki tanısal değeri halen tartışılmaktadır. Hemotoraksta kanın toplandığı ilk bölge orta-arka kostodiyafragmatik reses olduğundan, USG ile hemotoraks değerlendirmesi alt zonlardan başlanarak yapılmalıdır. Plevral boşlukta sıvı bulunmadığında, USG ile diyaframın üzerinde iyi havalanan akciğer parankimi görülür. Solunum sırasında bu akciğer, diyafram veya herhangi bir solid organ görüntüsünü karakteristik "perde işareti" ile büyük ölçüde kapatır. Diyafram üzerinde bir akustik pencerenin bulunmaması ve perde işaretinin görülmemesi, hemotoraks varlığı şüphesini arttırmalıdır.

USG tetkikinde hemotoraks, erken dönemde tamamen anekoik bir görünüm sergileyebileceği gibi, fibrin ya da pıhtıya ait ekojeniteler içeren kompleks bir sıvı görünümüne de sahip olabilir. Bu özellikler, hemotoraksın tespiti ve değerlendirilmesinde USG'nin önemini ortaya koymaktadır.

Torasik USG hemotoraks tanısında oldukça hassas bir yöntemdir. 2016 yılında Rahimi-Movaghar ve arkadaşlarının gerçekleştirdiği bir meta-analiz, USG'nin hemotoraks tespitindeki duyarlılığının akciğer grafisine kıyasla daha yüksek olduğunu, ancak bu duyarlılığın yine de orta düzeyde (%67) kaldığını göstermiştir. Her iki görüntüleme yönteminin özgüllüğünün ise bu bağlamda mükemmel seviyede olduğu rapor edilmiştir (38). USG'nin hemotoraks tespitindeki duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri, Ma ve arkadaşları ile Brooks ve arkadaşlarının çalışmalarında benzer bulunmuştur (34,35).

USG ile saptanamayan tüm hemotoraks vakalarında biriken sıvı hacimlerinin oldukça düşük olduğu ve bu durumun hasta yönetiminde herhangi bir değişiklik gerektirmediği bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu bulgular, portable akciğer grafisinin hemotoraks tespitinde %92,5 duyarlılık ve %99,7 özgüllük bildirdiği Sisley ve arkadaşlarının çalışmasıyla tam bir uyum göstermemektedir (36).

USG, hemopnömotoraks tanısında portable akciğer grafisi veya BT taramasına iyi bir alternatif sunmaktadır, çünkü erişilebilir, hızlı, doğru ve maliyet-etkin bir tespit imkanı sağlar. Ayrıca, USG, travma hastalarının birincil değerlendirilmesinde kullanılan FAST protokolünün bir parçası olarak yer almaktadır. Bu bulgular, USG'nin hem akciğerlerin değerlendirilmesinde hem de hemopnömotoraksın tespitinde güvenilir, doğru, ekonomik ve zararsız bir yöntem olduğunu desteklemektedir (Resim 6) (Video 4).

Parankim Patolojileri

Travmaya bağlı alveolar ödem ve parankimal kanamalar, USG tetkikinde belirsiz kenarlarla çevrili, minimal ila orta derecede hipoekoik lezyonlar olarak izlenmektedir.

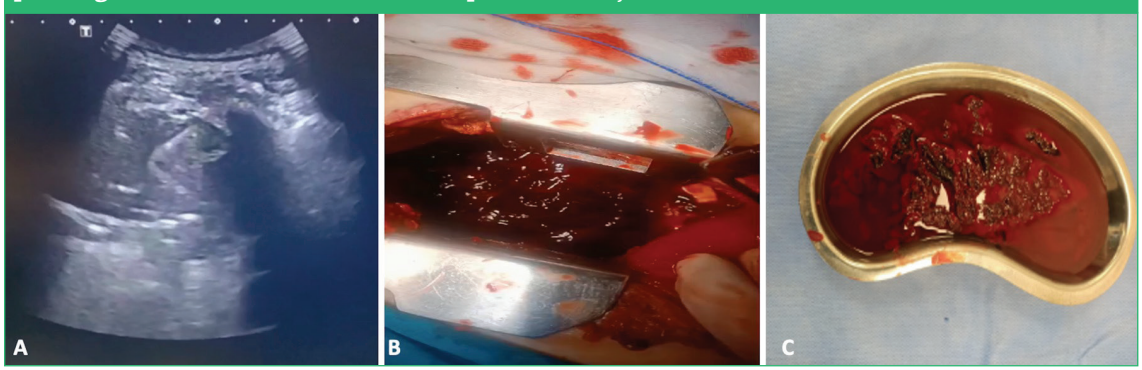
Kontüzyon: Akciğer kontüzyonu, künt göğüs travmalarında en sık görülen torasik yaralanma olup, yüksek morbidite ve mortalite oranları ile ilişkilidir. Literatürdeki çalışmalara göre, torasik travmaların %25 ila %80'inde pulmoner kontüzyon rapor edilmiştir. Bu hasta grubunun değerlendirilmesi ve yönetimi, başlangıçta küçük bir yaralanma olarak değerlendirilebilecek durumlarda bile, travma sonrası ilk 72 saat içinde potansiyel olarak hayatı tehdit edebilecek komplikasyonların gelişmesi nedeniyle zorlu hale gelmektedir. Bu durum, klinik prognozun belirlenmesi ve kanıtlanmış tedaviler için uygun hasta seçimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir.

Parankimal lezyonların radyolojik olarak tespiti için akciğer grafisi ve BT gibi çeşitli görüntüleme yöntemleri önerilmektedir. Akciğer grafisi, pulmoner kontüzyonun tespitinde en yaygın kullanılan tanı aracıdır, ancak eşlik eden hemotoraks veya pnömotoraksın varlığı tanıyı zorlaştırabilir. Ayrıca, akciğer grafileri ile bu lezyonların tanımlanması genellikle yaralanmadan sonraki ilk 6 saat içinde mümkün olmamaktadır (39-43).

Toraks BT, pulmoner kontüzyonun tanısında en doğru yöntem olarak kabul edilmekte olup, lezyonları travmatik yaralanmayı takiben hemen tespit edebilir. Bununla birlikte, torasik USG'nin de pulmoner kontüzyon tespitinde kabul edilebilir düzeyde duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu bildirilmiştir (39-43).

Posttravmatik dönem: Travma hastalarında torasik USG yalnızca acil durumlarda başvurulan bir tetkik olarak düşünülmemelidir. Posttravmatik dönemde or-

Resim 6. A. Yüksekten düşme sonrası hemotoraks gelişen hastaya ait torasik USG görüntüsü. Konveks prob ile elde edilen görüntüde, plevral aralıkta anekoik olmayan, iç içe geçmiş ekojeniteler içeren sıvı koleksiyonu izlenmektedir. Bu yapı, organize pıhtı komponentleri içeren hemotoraks ile uyumludur. B,C. Aynı hastaya sağ posterolateral torakotomi ile eksplorasyon uygulandığında hemotoraksın intraoperatif görünümü. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi arşivinden.



taya çıkabilecek pulmoner komplikasyonların değerlendirilmesinde de USG'nin önemli kullanım alanları bulunmaktadır. 2024 yılında Hao ve arkadaşlarının yürüttüğü bir çalışmada, deneyimli iki anesteziyoloji uzmanı, en az iki yıllık kurumsal eğitimle, 2-5 MHz'lik konveks prob kullanarak künt torasik travma geçiren hastaların preoperatif ve postoperatif akciğer ultrasonlarını gerçekleştirmiştir (44,45). Çalışmada, ultrason görüntülerine dayanarak akciğer dokusundaki değişiklikleri yarı kantitatif olarak değerlendiren bir ultrason skorlama sistemi geliştirilmiştir. Araştırma, künt torasik travma geçiren hastalarda postoperatif akciğer ultrason skorlarının (AUS), postoperatif pulmoner komplikasyonlar (PPK) açısından artan bir riskle ilişkili olduğunu göstermiştir. Postoperatif AUS'un, preoperatif değerlere göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, AUS'un künt torasik travma ve laserasyon gelişen hastalarda akciğer fonksiyonlarını değerlendirmek için etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, AUS'un 10'un üzerinde olması, ek oksijen ihtiyacını ve postoperatif düşük oksijenizasyon indekslerini öngörmede güçlü bir gösterge olarak tanımlanmıştır. Bu bulgular, perioperatif ventilasyon başarısızlığını değerlendirmek ve PPK gelişimini önlemek amacıyla AUS'un tanısal ve prognostik değerini vurgulamaktadır.

GELECEĞE YÖNELİK BEKLENTİLER

USG'nin tıbbi alandaki kullanımı ve bu konudaki devam eden araştırmalar, bu görüntüleme yöntemini modern klinik uygulamalarda vazgeçilmez bir tanı aracı haline getirmiştir. Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler; ultrason cihazlarının taşınabilirliğini, erişilebilirliğini ve maliyet etkinliğini artırmış; böylece hasta başı USG'nin kırsal alanlar, kaynakları sınırlı sağlık merkezleri, ambulansta kullanım ve ayaktan klinik uygulamalar gibi çeşitli ortamlarda yaygınlaşmasına olanak tanımıştır. Buna ek olarak, yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmalarının USG sistemlerine entegrasyonu, görüntülerin yorumlanmasında desen tanıma kabiliyetini artırarak, sağlık profesyonellerinin tanısal doğruluk ve karar verme süreçlerini daha etkin hale getirme potansiyeline sahiptir. Genel olarak değerlendirildiğinde, hasta başı USG'nin geleceği oldukça umut verici görünmektedir; bu teknoloji, geniş bir sağlık hizmeti yelpazesinde gerçek zamanlı tanı ve girişimsel işlem desteği sağlayarak farklı klinik alanlara entegrasyonunu sürdürmektedir.

Sonuç olarak USG, toraks travması olan hastaların değerlendirilmesinde, portable ve yatak başında uygulanabilir olması nedeniyle ideal bir birinci basamak görüntüleme yöntemidir. İster birinci basamak sağlık hizmetlerinde, ister acil durumlarda veya yoğun bakım ünitesi gibi zorlu klinik koşullarda kullanılsın, USG kesin tanılara ulaşılmasını ve hastaların klinik yönetiminin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

1. *Garipoli A, Leone E, Stefanucci R, et al. A possible role of e-FAST in the hemodynamically stable polytrauma patient: results of a single trauma center preliminary retrospective study. J Ultrasound. 2024 Nov 9.*
2. *Dogrul BN, Kiliccalan I, Asci ES, Peker SC. Blunt trauma related chest wall and pulmonary injuries: An overview. Chin J Traumatol. 2020 Jun;23(3):125-138.*
3. *Abdalla W, Elgendy M, Abdelaziz AA, Ammar MA. Lung ultrasound versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax in critically ill patients: A prospective, single-blind study. Saudi J Anaesth. 2016 Jul-Sep;10(3):265-9.*
4. *Kozaci N, Avcı M, Ararat E, et al. Comparison of ultrasonography and computed tomography in the determination of traumatic thoracic injuries. Am J Emerg Med 2019; 37: 864-8.*
5. *Sabri, Y.H., M.; Kamel, K.; Abbas, D., Evaluating the role of ultrasound in chest trauma: Common complications and computed tomography comparative evaluation. The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine, 2018. 49(4): p. 986-992.*
6. *Heinz ER, Keneally R, d'Empaire PP, Vincent A. Current status of point of care ultrasonography for the perioperative care of trauma patients. Curr Opin Anaesthesiol. 2023 Apr 1;36(2):168-175.*
7. *Rambhia SH, D'Agostino CA, Noor A, et al. Thoracic Ultrasound: Technique, Applications, and Interpretation. Curr Probl Diagn Radiol. 2017 Jul-Aug;46(4):305-316.*
8. *Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med. 2012 Apr;38(4):577-91.*
9. *Haines KL, Zens T, Warner-Hillard C, et al. Rib Fracture Location Should Be Evaluated When Predicting Morbidity and Mortality in Trauma Patients. Am Surg. 2018 Sep 1;84(9):1462-1465.*
10. *Pishbin E, Ahmadi K, Foogardi M, et al. Comparison of ultrasonography and radiography in diagnosis of rib fractures. Chin J Traumatol. 2017 Aug;20(4):226-228.*
11. *Vassalou EE, Perysinakis I, Klontzas ME, et al. Performance of thoracic ultrasonography compared with chest radiography for the detection of rib fractures using computed tomography as a reference standard. Skeletal Radiol. 2024 Nov;53(11):2367-2376.*
12. *Hwang EG, Lee Y. Simple X-ray versus ultrasonography examination in blunt chest trauma: effective tools of accurate diagnosis and considerations for rib fractures. J Exerc Rehabil. 2016 Dec 31;12(6):637-641.*

13. *Nummela MT, Pyhältö TT, Bensch FV, et al. Costal cartilage fractures in blunt polytrauma patients - a prospective clinical and radiological follow-up study. Emerg Radiol. 2022 Oct;29(5):845-854.*
14. *Safai Zadeh E, Görg C, Prosch H, et al. The Role of Thoracic Ultrasound for Diagnosis of Diseases of the Chest Wall, the Mediastinum, and the Diaphragm-Narrative Review and Pictorial Essay. Diagnostics (Basel) 2023;13:767.*
15. *Lee RK, Griffith JF, Ng AW, et al. Sonography of the chest wall: A pictorial essay. J Clin Ultrasound 2015;43:525-37.*
16. *Jacobson JA, Middleton WD, Allison SJ, et al. Ultrasonography of Superficial Soft-Tissue Masses: Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference Statement. Radiology 2022;304:18-30.*
17. *Coughlin TA, Ng JW, Rollins KE, et al. Management of rib fractures in traumatic flail chest: a meta-analysis of randomised controlled trials. Bone Joint J 2016;98-B:1119-25.*
18. *Luftig J, Mantuani D, Herring AA, et al. Successful emergency pain control for posterior rib fractures with ultrasound-guided erector spinae plane block. Am J Emerg Med. 2018 Aug;36(8):1391-1396.*
19. *Park H, Kim M, Lee DS, et al. Diagnostic Value of Ultrasound for Sternal Fractures in Patients with Trauma Experiencing Anterior Chest Wall Pain. J Clin Med. 2024 Aug 29;13(17):5123.*
20. *Restrepo CS, Martinez S, Lemos DF, et al. Imaging appearances of the sternum and sternoclavicular joints. Radiographics. 2009 May-Jun;29(3):839-59.*
21. *Kim EY, Yang HJ, Sung YM, et al. Sternal fracture in the emergency department: diagnostic value of multidetector CT with sagittal and coronal reconstruction images. Eur J Radiol. 2012 May;81(5):e708-11.*
22. *You JS, Chung YE, Kim D, Park S, et al. Role of sonography in the emergency room to diagnose sternal fractures. J Clin Ultrasound. 2010 Mar-Apr;38(3):135-7.*
23. *Nickson C, Rippey J. Ultrasonography of sternal fractures. Australas J Ultrasound Med. 2011 Nov;14(4):6-11.*
24. *Kunhivalappil FT, Almansoori TM, AbdulRahman MS, et al. Management of Blunt Sternal Fractures in a Community-Based Hospital. Surg Res Pract. 2023 Mar 13;2023:8896989.*
25. *Jin W, Yang DM, Kim HC, Ryu KN. Diagnostic values of sonography for assessment of sternal fractures compared with conventional radiography and bone scans. J Ultrasound Med. 2006 Oct;25(10):1263-8; quiz 1269-70.*
26. *Soldati G, Testa A, Pignataro G, et al. The ultrasonographic deep sulcus sign in traumatic pneumothorax. Ultrasound Med Biol. 2006 Aug;32(8):1157-63.*
27. *Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, et al. Traumatic pneumothorax detection with thoracic US: correlation with chest radiography and CT-initial experience. Radiology 2002;225:210-4.*
28. *Kaya Ş, Çevik AA, Acar N, et al. A study on the evaluation of pneumothorax by imaging methods in patients presenting to the emergency department for blunt thoracic trauma. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg. 2015 Sep;21(5):366-72.*
29. *Volpicelli G, Boero E, Sverzellati N, et al. Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound. Intensive Care Med. 2014 Oct;40(10):1460-7.*
30. *Chan KK, Joo DA, McRae AD, et al. Chest ultrasonography versus supine chest radiography for diagnosis of pneumothorax in trauma patients in the emergency department. Cochrane Database Syst Rev 2020;7:CD013031.)*
31. *Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, et al.. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. Crit Care Med. 2005 Jun;33(6):1231-8.*
32. *Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, et al. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. Crit Care. 2013;17(5):R208.*
33. *Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, et al. The "lung point": an ultrasound sign specific to pneumothorax. Intensive Care Med. 2000 Oct;26(10):1434-40*
34. *Ma OJ, Mateer JR. Trauma ultrasound examination versus chest radiography in the detection of hemothorax. Ann Emerg Med. 1997 Mar;29(3):312-5; discussion 315-6.*
35. *Brooks A, Davies B, Smethhurst M, Connolly J. Emergency ultrasound in the acute assessment of haemothorax. Emerg Med J. 2004 Jan;21(1):44-6.*
36. *Sisley AC, Rozycki GS, Ballard RB, et al. Rapid detection of traumatic effusion using surgeon-performed ultrasonography. J Trauma. 1998 Feb;44(2):291-6; discussion 296-7.*
37. *Balci AE, Kazez A, Eren S, et al. Blunt thoracic trauma in children: review of 137 cases. Eur J Cardiothorac Surg. 2004;26(2):387-9247.*
38. *Rahimi-Movaghar V, Yousefifard M, Ghelichkhani P, et al. Application of ultrasonography and radiography in detection of hemothorax; a systematic review and meta-analysis. Emergrncy (Tehran). 2016;4(3):116-26.*
39. *Mahmood I, El-Menyar A, Younis B, et al. Clinical Significance and Prognostic Implications of Quantifying Pulmonary Contusion Volume in Patients with Blunt Chest Trauma. Med Sci Monit. 2017 Jul 26;23:3641-3648.*
40. *Simon B, Ebert J, Bokhari F, et al. Management of pulmonary contusion and flail chest: an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg. 2012 Nov;73(5 Suppl 4):S351-61.*
41. *Forouzanfar MM, Safari S, Niazazari M, et al. Clinical decision rule to prevent unnecessary chest X-ray in patients with blunt multiple traumas. Emerg Med Australas. 2014 Dec;26(6):561-6.*
42. *Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. Intensive Care Med. 2011 Sep;37(9):1488-93.*
43. *Soldati G, Testa A, Silva FR, et al. Chest ultrasonography in lung contusion. Chest. 2006 Aug;130(2):533-8.*
44. *Dransart-Rayé O, Roldi E, Zieleskiewicz L, et al. Lung ultrasound for early diagnosis of postoperative need for ventilatory support: a prospective observational study. Anaesthesia. 2020 Feb;75(2):202-209.*
45. *Hao J, Pang P, Liu X, et al. Can the lung ultrasound score predict pulmonary complications after non-thoracic surgery in patients with blunt thoracic trauma: A single-center observational study. J Clin Anesth. 2024 Dec;99:111675.*