

Günümüzde Tıbbi Ultrasonografi

Süha Süreyya ÖZBEK

Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Anabilim Dalı, İzmir

Herhalde, başta kendileri olmak üzere hiç kimse, 1880’de Jaques ve Pierre Curie kardeşler, katı maddelerde mekanik enerjinin geri dönüşümlü olarak elektrik enerjisine dönüşümü olarak tanımlanan piezoelektrik etkiyi keşfettiklerinde, sürecin günümüzde ulaşacağı noktayı hayal edememişlerdir. Söz konusu etki, modern hayatta kuartz teknolojiyi saatlerden, trafik kazalarında hayat kurtarıcımız olan hava yastıklarına kadar çok sayıda güncel ve yaşamsal uygulamaya sahiptir. Modern tıpta ise bu etki ultrasonografinin temellerini oluşturmuştur. Özellikle 1950’lerde İskoçya’da Ian Donald’ın katkıları ile ultrasonografi (USG) günümüzde ulaştığı noktaya doğru hızlı gelişimine başlamıştır. En çok başvurulan görüntüleme yöntemlerinden biri olan USG’nin, modern tıpta kullanılmadığı disiplin neredeyse yoktur. Hastalara hiçbir olumsuz etkisi olmaması, buna karşılık, uygun teknik şartlarda ve uygun kullanımında, inanılmayacak kadar çok tıbbi ayrıntı sağlayabilmesi, bu yöntemin özelliklerinden sadece birkaçıdır. Aşağıda sayısız tıbbi kullanım sahasına sahip bu tekniğin en sık uygulamaları, prenatal / pediatrik dönem ve erişkin uygulamaları olarak iki başlıkta, genel hatları ile gözden geçirilecektir:

Prenatal Dönem ve Çocuklukta Ultrasonografi Uygulamaları

İyonizan radyasyon kullanmayan bir yöntem olarak, USG’nin gebelerde ve erken çocukluk yaş grubundaki uygulamaları, modern obstetri ve neonatoloji uygulamalarını büyük ölçüde değiştirmiştir. Modern **obstetride** USG kullanılarak, 5-6. gebelik haftalarından itibaren embriyon ve sonraki dönemde fötüs, yakın anatomik izlemde tutulabilmekte, yaşarla bağdaşmayan yapısal ve bazı kromozomal anomaliler, erkenden teşhis edilip, obstetrik yaklaşım bu bilgilere göre şekillendirilebilmektedir. Son yıllarda teknolojiye eklenen 3 ve 4 boyutlu uygulamalar hem tanısal kolaylık sağlamakta, hem de ailelere daha anlaşılabilir görüntüler sunmaktadır. Ancak, USG ile tüm anomalilerin prenatal olarak saptanabileceğine dair, özellikle halk arasında mevcut yanlış inanış büyük beklentiler ve önemli hukuksal sorunlar yaratabilmektedir. Yapılan geniş kapsamlı çalışmalar, en iyi şartlarda bile %80’lere ulaşan prenatal patoloji saptama oranının, ortalama olarak %60-70’ler arasında olduğunu

ortaya koymuştur.¹ Özellikle anne- baba adaylarının tekniğin söz konusu sınırları konusunda bilgilendirilmeleri ve temelsiz beklentilere yol açılmaması her açıdan önem taşımaktadır. Öte yandan, USG’nin en önemli özelliklerinden biri olan gerçek zamanlı (“naklen”, “canlı”) görüntüleme yeteneğinin kullanılması ile, uzmanlaşmış merkezlerde fötüs, plasenta ve amniotik kaviteye yönelik, amniosentez, kordosentez ve lazer uygulamaları gibi gebelik dönemine ait girişimsel uygulamaların gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur.

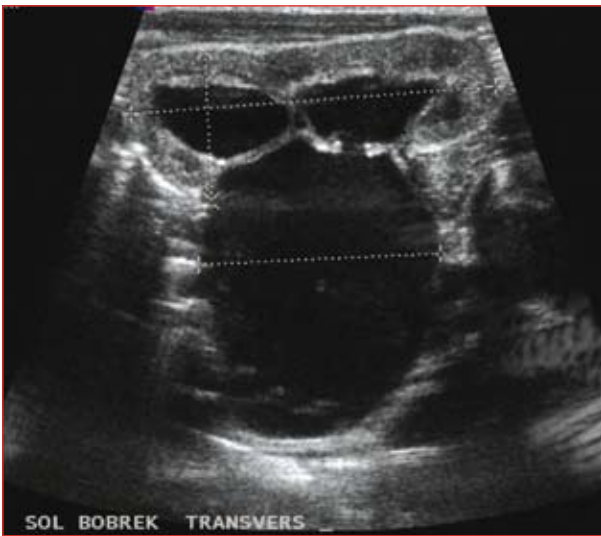
İnvaziv olmayan bir yöntem olması nedeni ile USG, **pediatrik** görüntüleme yöntemlerinin arasında en çok başvurulanlarından biridir. Kullanılma oranı, çocuk yaşı azaldıkça, artmaktadır. Özellikle yeni doğan döneminde fontanel yolu ile yapılan beyin görüntülemesi, spinal değerlendirmeler, yüzeysel yumuşak doku, batın uygulamaları, neredeyse, her bebekte gerçekleştirilen rutin incelemeler haline gelmiştir. Bu şekilde prematüre yenidoğanlardaki subependimal germinal matriks kanamaları, yine asfiktik, hipoksik doğan bebeklerdeki hipoksik- iskemik ansefalopati gibi patolojiler güvenilir olarak ortaya konabilmektedir. USG’nin yenidoğan döneminde sık endikasyonlarından biri de spinal kanal patolojileridir. Sakral gamzeli bebekler başta olmak üzere, bir çok bebekte, spina bifida, diastomatomyeli, spinal lipom gibi patolojilerin ayrıntılı şekilde ortaya konulmasında teknik yüksek doğruluğa sahiptir.

USG’nin pediatrik dönemdeki endikasyonlarından bir kısmını karın patolojileri oluşturur. USG ile konjenital safra yolları atrezili olgularda safra kesesi yokluğunu, hipertrofik pilor stenozlu olgularda pilor duvarının patolojik kalınlaşmasını, invajinasyonda iç içe geçmiş barsak segmentlerini hızlı ve seri şekilde ortaya koymak mümkün olmaktadır. İnvajinasyon olgularında, tıpkı baryumlu lavmanla gerçekleştirilen radyoskopik redüksiyona benzer şekilde, su ile, iyonizan radyasyon kullanmadan tedavi mümkün olmaktadır. Bebeklik ve çocukluk yaş grubunda tanısı, gerekirse güvenilir şekilde konservatif görüntüleme izlemi büyük önem taşıyan patolojilerinden bir grubunu üriner sistem patolojileri oluşturmaktadır. Hidronefroz, çocukluk döneminde çok sık görülen, önemli bir bölümü kendiliğinden gerileyip, kaybolan, buna karşılık bir kısmı ise altta yatan obstrüktif

bir patoloji veya vezikoüreteral reflünün belirtisi olabilen bir patolojidir. Altta yatan nedensel sorun giderildiği takdirde, böbrek fonksiyon kaybı azaltılabilmekte ya da engelenabilmektedir. Hafif bir renal pelvik genişleme sık bir bulgu olup, çoğunlukla klinik anlam taşımamaktadır. Buna karşılık, olaya kaliektazinin eşlik etmesi ve/veya böbrek ortasından geçen transvers kesitte, uzun eksenine dik (“ön-arka”) çapı, 10 mm’yi geçen renal pelvis genişlemeleri mutlaka bildirilmeli ve araştırılmalıdır (Resim 1). Daha çok konservatif olarak takibi tercih edilen bu hastalarda, birbirleri ile karşılaştırılabilen, aynı konudaki bilgileri, aynı standart teknik ile sağlayan sonografik kontroller büyük önem taşımaktadır. Standardizasyon amacına yönelik olarak, gerek yukarıda tanımlanan renal pelvis maksimum ön-arka çapı, gerekse bununla beraber ya da buna alternatif olarak toplayıcı sistem genişleme derecesi USG raporlarında yer almalıdır. Söz konusu genişlemenin standart ve farklı tetkiklerde kıyaslanabilir şekilde ifadesi için, en sık uluslararası uluslararası Fötal Üroloji Derneği (“Society for Fetal Urology- SFU”) derecelemesi kullanılmaktadır.^{2,3}

Batın uygulamaları dışında USG pediatrik dönemde farklı bölgelerde, örneğin cilt ve yumuşak doku lezyonlarının tanı ve takibinde, kas-iskelet sisteminde ise özellikle erken bebeklikte gelişimsel kalça displazisinin tanı ve tedavi izleminde kullanılan çok önemli bir görüntüleme yöntemidir.

Ses dalgaları kullanılarak, invaziv olmayan şekilde hareket ve kan akım bilgisi sağlayan **Doppler** USG’nin prenatal ve pediatrik dönemdeki uygulamaları da büyük çeşitlilik göstermektedir. Ekokardiyografi değerlendirmeleri yanında, fötusun genel durumu hakkında değerli bilgiler veren umbilikal arter ve ven, orta serebral arter, aorta, duktus venozus akımlarının hemodinamik değerlendirmeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu değerlendirmeler, özellikle gelişme geriliği durumlarında obstetrik



Resim 1: Yedi günlük yenidoğanda parankimi de incelenecek şekilde hidronefrotik sol böbreğin, koltukaltı çizgisi hattından elde edilmiş transvers kesitinde, böbrek boyutları ve ekstrarenal konumlu renal pelvisin ön-arka maksimum çapı (27 mm) ölçülmüş.

pratiğe yol gösterebilmektedir. Fetal damarların yanında, anneye ait uterin arter değerlendirmeleri de fetal gelişme geriliği, preeklampsi gibi süreçlerin öngörülme ve izlemlerinde yarar sağlamaktadır.

Çocukluk çağındaki Doppler uygulamaları arasında bu döneme özgü serebral arter değerlendirmeleri (asfiktik doğumlarda) yanında, erişkin olgulardaki endikasyonların bir çoğuna yönelik farklı damar uygulamaları yer almaktadır.

Erişkinlerde Ultrasonografi Uygulamaları

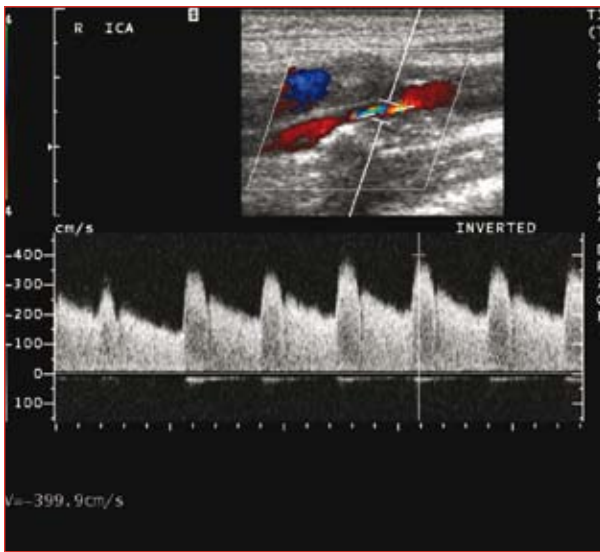
Ultrasonografinin erişkinlerdeki sayısız uygulamasını incelenen vücut bölgesine göre gözden geçirmek kolaylık sağlayacaktır:

Baş-boyunda USG uygulamaları

Gri skala USG’nin bu bölgedeki en sık başvuru endikasyonları arasında tiroid, paratiroid ve lenf bezi patolojileri sayılabilir. Yüksek frekanslı ve rezolüsyonlu modern problemler sayesinde artık tiroid bezindeki 1-2 mm.lik nodüller bile ortaya konulup, değerlendirilebilmektedir. Böylece palpe edilemeyen nodüllerdeki malign süreçler ortaya konulup, biyopsiler gerçekleştirilebilmektedir. Saptanan bir nodülün solid, ileri derecede hipoeoik olması, sınırları / şeklini düzensiz olması ve/veya iç yapısında mikrokalsifikasyonların görülmesi malignite olasılığını arttıran özelliklerdir. Otoimmün tiroid hastalıkları, subakut granümatöz tiroidit gibi bir dizi tiroid parankim patolojisinde de spesifik parankim paternleri ile klinik tanı desteklenmekte ya da yönlendirilebilmektedir. Paratiroid adenom, hiperplazi ve karsinomları da USG ile tanısı konabilecek bölge patolojilerindedir. Sintigrafik yöntemler tarafından saptanamayan düşüklükte metabolik aktiviteye sahip ve/veya milimetrik boyutlu adenomların sonografik olarak ortaya konabilmesi, minimal invaziv cerrahi tekniklerle bunların çıkartılmasını gündeme getirmiştir. USG ile boyunda tükürük bezi patolojileri (taş, tümör, sialadenit gibi) ve lenf bezi büyümeleri yüksek doğrulukla ortaya konabilmektedir. Özellikle malignitesi bilinen ya da kuşkuyla bilinen hastalarda servikal lenfadenopatilerin araştırılması son yıllarda USG birimlerinin önemli uğraşlarından biri haline gelmiştir. Bir lenf bezinin kalınlaşması (kısa ekseninde boyut artışı), yuvarlaklaşması, büyük boyutuna rağmen hiperekojen sinüsünün görülebilmesi, parankimal iç yapısında anormal eko artışı ve/veya heterojenitenin izlenmesi, kalsifikasyon ya da kistik bileşenlerinin belirlenmesi ve Doppler US ile sadece hilus yerine, farklı kapsül noktalarından kanlanması malign bir infiltrasyonu akla getirebilecek sonografik özellikleridir.

Baş- boyun bölgesindeki Doppler uygulamaları arasında ise, başta karotis ve vertebral arterlerin ekstrakranial uygulamaları olmak üzere, çok sayıda tetkik sayılabilir. Özellikle klinik rutin içinde önemli bir yer alan karotis arter incelemeleri sayesinde, artık neredeyse her geçici iskemik atak, amarozis fugaks, hemiparezi/ hemipleji olgusunda ya da kuşkusunda bu arterlerin ekstrakranial

segmentleri değerlendirilip, buralardaki, ateromatöz değişiklikler, daralma ve tıkanıklıkların varlığı noninvasiv ve pratik şekilde araştırılabilmektedir. Yapılan çalışmalar özellikle ülser plakların, daha distaldeki normal segmentine göre lümen çapını %70 ve üstünde azaltan darlıkların cerrahi ya da girişimsel radyolojik tekniklerle ortadan kaldırılmasının, hasta sağ kalımını anlamlı şekilde artırıp, mortalite oranını da anlamlı şekilde azalttığını ortaya koymuştur.⁴ Artık birçok önemli merkez, kaliteli ve standart hizmet ürettiği bilinen USG laboratuvarlarında gerçekleştirilmek koşuluyla, sadece Doppler USG ile cerrahi endikasyon koyabilmektedir. Bu noktada klinisyenlerin beklentilerinin karşılanması önem taşımaktadır. Saptanan bir darlığın, özellikle de internal karotis arter (İCA) darlıklarının klinik ve hemodinamik önemi, darlık distalindeki normal segmentinkine kıyasla lümeninde %50'den daha düşük, %50-69 arasında veya %70'den fazla (şiddetli) çap azalması yaratmasına göre değişmektedir. Dolayısı ile, karotis arter Doppler USG tetkiklerinde de, saptanan İCA darlığının, bu sınıflardan birine sokularak raporlanması yeterlidir (Resim 2). Bunun için uluslararası tıp toplumunda tanımlanmış hız ve oran kriterleri mevcut ve yeterlidir.⁵ Daha ayrıntılı yüzdelerin verilmesi (%30, %60, %80 gibi) sıklıkla asimetrik olan plak şekilleri nedeni ile tekrar edilebilir olmaktan uzak ve de aslında klinik olarak gereksiz ölçümlere yol açmaktadır. Öte yandan çok yüksek dereceli, yani, lümen ve akımın zor seçilebildiği, "tıkanma öncesi (preoklüziv)" darlıkların, tam tıkanmadan ayırt edilmesi de, ikincisinin aksine ilkinde mevcut tedavi şansının hastaya sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durumda görülebilecek çok yavaş akımın ve sadece 1-2 milimetrik çaptaki lümenin ortaya konabilmesi ancak özel teknik deneyim ve ekipman sayesinde mümkün olacaktır. Darlık ve oklüzyonları dışında karotis ve vertebral arterlerin gerçek veya yalancı anevrizmaları, disseksiyonları da



Resim 2: Hemiplejik hastanın sağ internal karotis arteri proksimal segmentindeki ekzantrik konumlu aterosklerotik plak, lümen çapını %70'den fazla daraltarak, 400 cm/sn.lere erişen yüksek sistolik hızları ve buna bağlı renk artefaktları ("aliasing") oluşturuyor.

Doppler ile kolayca gösterilebilen patolojilerdir. Yine bu bölgede glomus jugulare ya da karotikum ("karotis gövde tümörü") gibi vasküler kitlelerin tanısında Doppler USG son derece başarılı ve güveniliridir.

Vertebral arter patolojilerinin Doppler USG ile tanısında performans, damarın derin ve yer yer kemik arkası yerleşimi nedeni ile, karotise kıyasla nisbi düşükse de, darlıkları, anevrizmaları, disseksiyonları, oklüzyonları ve varyasyonlarının ortaya konulmasında oldukça tatminkardır. Özellikle akım yönünün kolaylıkla ortaya konabilmesi sayesinde, başka yöntemlerle zor gösterilebilen subklavian çalma fenomeni, Doppler USG ile son derece başarılı olarak tanınabilir. Öte yandan vertebroziler yetmezlik / vertigo etiyojisinde Doppler USG ile hesaplanmış toplam vertebral arter debisinin kullanılmasının gerçekçi olmadığı gösterilmiştir. Bunun nedeni yaklaşımda hem hem Willis poligonu anastomozlarını hesaba katılmaması, hem de debi hesaplama yöntemlerinin teknik hatalara son derece açık olmasıdır.

Toraksta USG uygulamaları

Kemik ve gazı bağlı teknik sınırlamalar nedeni ile torakstaki USG uygulamaları oldukça kısıtlı olup, daha çok göğüs duvarı patolojilerini kapsamaktadır. Buradaki temel şart, periferik lezyon ile cilt yüzeyi arasında havalı akciğer dokusu ya da kemik (kosta, sternum, vertebra) bulunmamasıdır. Tekniğin en çok kullanıldığı klinik endikasyon, plevral boşluktaki serbest sıvı ya da lokalize koleksiyonların saptanmasıdır. Ayrıca, periferik akciğer solid kitleleri USG ile ortaya konulabilir. Solid kitlelerde Doppler USG ile vaskülarite varlığı ve derecesinin değerlendirilmesi klinik yaklaşıma yol gösterebilmektedir. Adı geçen lezyonlara yönelik biyopsi, sıvı örneklenmesi ya da aspirasyonu USG rehberliğinde kolayca ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Memede USG uygulamaları

Yüzeyel konumlu ve tümü ile yumuşak doku bileşenlerinden oluşan bir organ olan meme, USG için optimal bir görüntüleme hedefi oluşturur. Teknik, özellikle daha genç hastalarda sık rastlanan, yağdan fakir, stromal elemanların daha dominant olduğu memelerde ayrıntılı görüntüleme sağlar. Buna karşılık, mamografinin daha başarılı olduğu yağ dokusundan zengin memelerde, artmış ses atenuasyonuna bağlı olarak tanılabilir katkı sınırlıdır. Bu bakımdan mamografinin iyi bir tamamlayıcısı ve yardımcı olup, modern meme görüntülemesinde vazgeçilmez bir rol üstlenmiştir. Saptanan kitlelerde vaskülarite varlığı ve derecesinin araştırılmasına izin veren Doppler USG tekniklerinin kullanımı ile bu katkı daha da üst düzeylere çıkarılmıştır. Son yıllarda, özellikle meme kitlelerinin değerlendirilmesi için uygulanmaya başlayan tanılabilir sonografik elastografi yöntemleri gelecek için yeni umutlar beslenmesine yol açmıştır.

Karın bölgesinde USG uygulamaları

Karaciğer, tanılabilir USG'nin ilk ve en çok kullanıldığı organlardan biridir. Teknikle, gerek organın boyut ve

parankimal yapısı, gerekse kistik/ solid kitlelerinin varlık ve yapısal özelliklerinin araştırılması mümkün olmaktadır. Bu kapasitesi nedeni ile, USG, sirotik hastaların değerlendirilmesinden, malignitesi bilinen olgularda rutin metastaz taraması yapılmasına, paraziter karaciğer hastalıklarından, hepatomegali ve steatoz araştırmalarına kadar çok geniş bir yelpazede klinik uygulamalara yön vermektedir. Saptanan bir kitlenin patolojik örneklenmesi, ablasyonla yok edilmesi, sıvı koleksiyonu/ absele- rin drenajı gibi girişimsel tetkikler de, USG'nin gerçek zamanlı rehberliğinde güvenle mümkün kılınmaktadır.

Karaciğerde, Doppler USG kullanılarak hepatik arter, portal ve hepatik ven lümen ve akım patolojilerinin duyarlılıkla ortaya konulması mümkündür. Bu şekilde kısmi ya da tam trombozları, anevrizmaları gösterilebil- diği gibi, debi artışı ya da azalması, akım yönünde de- ğişiklik gibi hemodinamik değerlendirmeler de, invaziv olmayan şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Karaciğerle ilgili en sık Doppler endikasyonunu, olası ya da bilinen portal hipertansiyon olguları oluşturmaktadır. Portal ven sistemindeki akım hızı, debi ve yön değişiklikleri, ayrıca paraumbilikal, peripankreatik, koronar venöz, splenorenal, splenoretroperitoneal şantlar gibi kollaterallerin ve içlerindeki akım özelliklerinin ortaya konulması, hem portal hipertansiyon tanısı koydurabilmekte, hem bilinen olguların güvenle izlenmesini sağlamakta, hem de olası bir karaciğer nakli için sağlıklı hazırlık ve planlama yapılmasına yardımcı olmaktadır. Gerçekleştirilen cer- rahi vasküler şantların invaziv olmayan kontrolleri so- nografik yöntemlerin sağladığı bir çok olanaktan sadece biridir.

Her ne kadar ülkemizde ticari nedenlerle piyasada bu- lunmasalar da, modern sonografik kontrast maddeler ile, kitlelerin patolojik doğalarına yönelik araştırmalar, bazı bilimsel serilerde BT ve MRG gibi diğer kesitsel yöntemlerinki ile boy ölçüşecek doğruluk oranları ile yapılabilmektedir.⁶

Safra sistemi, bir diğer klasikleşmiş USG hedefini oluş- turmaktadır. Safra kesesinin doğumsal anomalileri, taş hastalığı, hidrops, kolesterolozis, adenomyomatozis ve farklı doğadaki tümörleri gibi hemen her tür yapısal patolojisi, çok yüksek doğrulukla sonografik olarak sap- tanabilmektedir. Bunun için hastanın aç, safra kesesinin distandü olması yeterli olmaktadır. İntra- ve/veya ekstra- hepatik safra yollarının genişlemeleri, taşları ve benzeri yapısal patolojileri de aynı duyarlılıkla ortaya konabil- mektedir.

Dalak, kostal yay arkasındaki nisbi gizli pozisyonuna kar- şılık, uygun hasta nefes manevraları ve prob kullanımı ile ortaya çıkarılıp, USG ile değerlendirilebilmektedir. Bo- yutlarındaki artış, konjenital anomalileri, her türlü kistik ya da solid yer kaplayan lezyonları, vasküler patolojileri sonografik yöntemlerle gösterilebilmektedir.

Böbreklerin ve patolojilerin araştırılması USG'nin en sık kullanıldığı alanlardan biridir. Birer retroperitoneal organ olmalarına karşılık, yandan ve arkadan sonografik olarak ortaya konulmaları mümkündür. Uygun teknik yakla-

şım, renal agenezis, hipoplazi, ektopik yerleşim, "at- nali" böbrek anomalisi, çift toplayıcı sistem gibi doğum- sal anomaliler, hidronefroz, taşlar, peri- ya da intrarenal koleksiyonlar, polikistik böbrek hastalığı, tümörler gibi her çeşit renal yapısal patoloji güvenle tanınabilmektedir (Resim 3). USG, bu patolojilerin tanısı kadar konserva- tif izlemlerini, gerekirse, biyopsilerini, koleksiyonların drenajlarını, genişlemiş toplayıcı sistemlere iğne erişimi sağlayarak, nefrostomileri ya da antegrad pyelografi gibi girişimlerin yapılmasını sağlayabilmektedir. Renal Doppler USG uygulamaları ile, başta hipertansiyon nedeni olabilecek anlamlı renal arter darlık veya oklüzyonları olmak üzere, arteriyel anevrizmaları, arteriovenöz fistül- leri ortaya koyabilmektedir. Doppler ile arter patolojiler yanında, venöz trombüsleri, tümöral infiltrasyonları, dıştan basıları gösterilebilir.

Pankreas da retroperitoneal bir organ olmasına karşılık, USG ile uygun teknik ve yeterli deneyim kullanılarak, tatminkar şekilde incelenebilir. Organın anomalileri, inflamasyonları, tümörleri gibi yapısal bir çok patolojisi araştırılabilir. Pankreatitler ve komplikasyonlarından yalancı kistler araştırılıp, gerekirse, bunların drenajı sağlanabilir. Pankreasın sonografi ile en duyarlı tetki- ki, organa iyice yaklaşıp, bu sayede yüksek frekanslı problemlerin kullanılabilirdiği endoskopik ve intraoperatif USG uygulamalarıdır. Bu yöntemlerle, rutin USG ya da başka görüntüleme yöntemlerinin gösteremediği küçük- lükte tümörler (insulinoma gibi) saptanabilmektedir. Endoskopik USG, pankreasın yanında, özafagus, mide, duodenum ve ampulla patolojileri için de değerli tanı olanakları sunmaktadır.

Bir içi boş organ olarak mesane ancak idrar ya da sonda yolu ile steril sıvı ile doldurulabildiğinde ayrıntılı so- nografik incelemeden geçirilebilmektedir. Distantü bir mesanede duvar kalınlığı ve trabekülasyon değişiklikleri, lokal mural kalınlaşma ve polipleri, lümen içi taşlar ve



Resim 3: Otozomal dominant ("erişkin tipi") polikistik böbrek hastalığında, böbrek parankimi ve sinüsünün yerini farklı çaplarda, sayısız kistik yapının aldığı tipik sonografik görünüm.

koagulum değerlendirilebilir. USG, sistoskopik yöntemler kadar duyarlı olmasa da, oldukça küçük tümöral lezyonların noninvaziv şekilde araştırılması için, başta hematürik hastalar olmak üzere, çok sayıda ürolojik olguda tanısız algoritmanın önemli bir parçası haline gelmiştir. İnvaziv olmayan ve fizyolojik şartlarda gerçekleştirilebilen bir yöntem olarak USG, mesanenin yapısal patolojilerinin yanında, fonksiyonel sorunlarının araştırılması için de yararlı olmaktadır. Yapılan çalışmalarda mesane içindeki idrar hacminin doğruya oldukça yakın şekilde hesaplanabildiği belirlenmiştir. Bu yöntemle, mesane boşalması ile ilgili sorunlarda, miksiyon sonrası lümeninde kalan idrar miktarının hesaplanması ve tedavinin buna göre planlanması mümkün olmaktadır.

Distandü mesane üreterovezikal bileşke, distal üreter ve proksimal üretra patolojilerinin yanında, erkeklerde prostat ve seminal veziküller, kadınlarda ise jinekolojik organlar için yeterli bir akustik pencere oluşturmaktadır. Bu yolla, distal üreter taşları, genişlemeleri, üreterosel, posterior üretral valv gibi patolojiler tanımlanabilir. Pubik bölgeden transvezikal yolla yapılan USG ile değerlendirme, prostat ve seminal veziküllerin daha çok boyutları ve büyük boyutlu patolojileri hakkında fikir verir. Daha ayrıntılı değerlendirme ise, transrektal USG ile mümkündür.

Transrektal USG ile söz konusu anatomik yapılara en yakın yerleşimden endosonografik özel problemlerle yapılabilen yüksek frekans ve ayrıntıdaki değerlendirme ile prostat bezinin boyutları, ayrıntılı iç yapısı, milimetrik boyuttaki benign ve malign yer kaplayan oluşumları saptanıp, gerekirse iğne ile örneklenebilmektedir. Aynı yolla prostat kist ve abselerinin drenajı mümkündür. Komşu seminal veziküller ve duktus deferenslere ait patolojiler de bu teknik ile yüksek doğrulukla saptanabilmektedir. Transrektal USG, rektum ve çevresi patolojileri ile beraber prostat ve seminal veziküllerin anatomik incelenmesinde günümüzdeki tanısız performansı en yüksek cihazlardan biri olarak klinik pratikte yerini almıştır.

Jinekolojik organların sonografik değerlendirilmesi tıpkı erkeklerdeki prostat görüntülemesinde olduğu gibi dolu mesane penceresinden transabdominal ya da vajene yerleştirilen endosonografik (transrektal için de kullanılan) problemler ile transvajinal yoldan gerçekleştirilebilir. Vajen, uterus, overler ve çevre yapılar ile ilgili bilgiler sayesinde, ektopik gebeliklerden, benign ve malign kitle lezyonlarına, konjenital anomalilerden, tedavi sonrası endometriyum kalınlık ya da loj değerlendirmelerine kadar çok sayıda alanda değerli bilgiler sağlanması mümkündür.

Periton ve peritoneal boşluğun anatomik değerlendirilmesi bir başka sık başvuru USG endikasyonudur. USG ile parietal peritonun görülüp, kalınlığının ölçülebilmesi, peritoneal dializ olgularında zamanla gerçekleşip, dializ kalitesini bozan zar kalınlaşmasından, metastatik implant ve tutulumu kadar çok sayıda patolojinin tanı ve izlemi olası kılınmıştır. Öte yandan yöntem, periton boşluğunda sıvı birikiminin duyarlı bir belirleyicisidir. Bu yeteneği ile, hem acil servislerde intraperitoneal kanama, hem de

kronik hastalıklarda batın içi asit birikiminin saptanmasında sık başvuru bir modalite haline gelmiştir.

Karın içinde USG ile değerlendirilebilen ana damarlar arasında aorta, vena kava inferior, çöliak ve mezenterik arterler başta olmak üzere çok sayıda vasküler yapı yer almaktadır. Özellikle aorta anevrizmaları, disseksiyonları ve darlıkları USG'nin çok başvurduğu endikasyonlarından biridir. Bu sayede anevrizmaların tanısı kadar, cerrahi ya da endovasküler girişimsel radyolojik yöntemlerle tedavilerinin duyarlı ve noninvaziv şekilde takip edilmesi mümkün olmaktadır.

USG'nin batındaki bir diğer uygulama konusu, abdomen duvar defektlerinin, yani herniasyonlar ve komplikasyonlarının araştırılmasıdır. Yöntem ile hem farklı tiplerde çok sayıda herniasyon saptanabilmekte, hem de fituk kesesine giren barsak yapılarının strangulasyonu olasılığında, söz konusu yapıların kanlanmaları değerlendirilebilmektedir.

Gazın sınırlayıcı teknik engeli nedeni ile USG mide ve barsaklarda ilk başvuru görüntüleme yöntemi olmasa da, seçilmiş olgularda anlamlı klinik katkılar sağlayabilir. Öte yandan, akut apandisit kuşkulanılan olgularda, aşamalı kompresyon tekniği ile USG oldukça yüksek doğruluğa sahip olup, söz konusu durumlarda hem patolojinin tanısı, hem de dişi cinsiyette sağ over patolojilerinden ayırımında büyük yarar sağlamaktadır.

Ekstremitelerde USG uygulamaları

Kas-iskelet sistemi, USG'nin yaygın kullanımının olduğu görüntüleme alanlarından biridir. Eklem, tendon ve kas patolojilerinin sonografik bulguları, başta direkt grafiler olmak üzere konvansiyonel radyografik değerlendirmeler ve manyetik rezonans görüntüleme verilerini tamamlayıcı değerli bilgiler sağlamaktadır. Yönteme, özellikle omuzdaki rotator kılıf sorunları ve erken bebeklik döneminde gelişimsel kalça displazisi (eski terminoloji ile, "doğuştan kalça çıkığı") gibi eklem patolojilerinde çok sık başvurulmaktadır.

Arteriyel damarların Doppler USG ile incelenmesi ile, ateroskleroz ya da Burger hastalığı gibi patolojiler tanımlanıp, dar ya da tıkalı segmentler belirlenebilmekte, tedavi seçenekleri arasında tercih olanağı yaratılmaktadır. Bu nedenle USG, özellikle diyabetik ayak gibi kronik periferik arteriyel dolaşım sorunu kuşkulanılan olgularda en fazla başvuru tanı yöntemlerinden biri haline gelmiştir. Yine aynı yetenekleri yüzünden, arter tıkanması ya da travmatik yaralanması gibi arteriyel patolojilerde, hem lezyonlu segmenti, hem de ilgili arterin suladığı alanın arteriyelizasyonunu değerlendirmek için çok değerli olanaklar sunmaktadır. USG ile yapılmış tedavilerin pratik izlemi de gerçekleştirilebilmektedir. Üst ekstremitelerde Doppler incelemelerinde torasik çıkış sendromu ve Takayasu gibi arteritlerin araştırılması en sık endikasyonlar olarak öne çıkmaktadır.

Ekstremitelerin venöz sistem tetkiklerinde en sık endikasyonlardan biri alt ekstremitelerde varislerinin araştırılmasıdır. Varise yol açan venöz yetersizliğin, derin, yüzeysel

ve/veya perforan venleri ilgilendirip ilgilendirmedığı klinik yaklaşımı büyük ölçüde belirlemektedir. Doppler USG ile cilde yetersiz perforan ven konumlarının işaretlenmesi minimal invaziv cerrahi girişimleri mümkün kılmaktadır. Alt ekstremitelerdeki Doppler ile tetkikin bir diğer sık ve önemli endikasyonu ise pulmoner embolili hastalarda olaya kaynaklık yapmış derin ven trombozunun saptanmasıdır. Doppler USG'nin özellikle popliteal ven ve daha kranyalindeki akut ya da kronik fazdaki trombozları belirlemedeki yüksek duyarlılığı artık tartışılmamaktadır.

Ekstremitelerdeki vasküler USG değerlendirmelerin önem taşıdığı bir diğer hasta grubu dializ erişimi amaçlı arteriovenöz fistüllerin planlandığı ya da bunlarla dialize girmekte olan böbrek yetmezliği hastalarıdır. Hem konvansiyonel hem de Doppler sonografik yöntemler kullanılarak, hem gelecekte sorunsuz çalışacak fistüllerin planlanması, hem de dializde problem yaşayan olgularda sorunun nedenlerinin ortaya konulması mümkün olmaktadır.

Yüzeyel yerleşimli yumuşak doku kitleleri, USG ile ayrıntılı yapısal ve hemodinamik değerlendirmeden geçirilebilmektedir. Söz konusu kitleler içinde daha sık rastlanan lipomlar ve hemanjiomlar, daha nadir olan benign ve malign doğadaki çok sayıda patolojik oluşumlardan ayırt edilebilmektedir. Yapısal değerlendirme, lezyonun konumu, boyutları, şekil ve sınır özellikleri, iç yapısı hakkında ayrıntılı bilgiler sağlarken, Doppler analiz ile, lezyonun kanlanma miktarı, iç yapısındaki damarların konum ve dallanma özellikleri, arter ya da ven akımı açısından baskın karakter, fistülöz bağlantıların varlığı ve yüksek ya da düşük hemodinami gibi ayırıcı tanıda değerli olabilecek çok sayıda veriyi yoruma sunmaktadır.

USG Uygulamalarında Sorunlar

Yukarıda ancak bir kısmı sayılabilen endikasyonları yanında, USG'nin tanısal performansının sınırlı olduğu bir dizi vücut alanı ya da durum mevcuttur. Teknik nedenlerle USG, kemik veya hava içeren bölgelerde ve bunların arkasında yer alan organ ve dokularda işe yaramamaktadır. Bu nedenle kemik, akciğer, mide, barsak patolojileri ile bunların ardında kalan alanların lezyonlarının araştırılmasında tercih edilmemektedir. Bunların dışında kalan görüntüleme hedefleri içinse, klasik olarak üç faktörün bir araya gelmesi, tanısal kalitesi yüksek bir USG incelemesi için gereklidir. Bunlar, uygun vücut habitusunda ve işbirliği içinde olan bir hasta, kaliteli bir cihaz ve yeterli pratik deneyim ile kuramsal donanıma sahip bir uygulayıcıdır.

Obesite, sonografik yöntemlerin doğal bir sınırlamasını oluşturur. Yine de düşük frekanslı problemlerin seçilmesi ve uygun teknik manevralarla bu güçlük birçok hastada aşılabilmektedir. Yetersiz kooperasyon, USG'nin, hasta kaynaklı çok daha önemli bir sınırlaması haline gelebilir. Hastanın hareketsiz kalmasını (Doppler ile küçük damar tetkikleri) ya da derin inspiyumla karaciğer ve dalak kubbelerini, kaburgalar arkasından inceleme sahasına çıkarmasını gerektiren durumlarda optimal hasta

işbirliği şarttır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda ise, sedatizasyon ya da başka görüntüleme yöntemlerine başvurulması birer seçenek olabilir.

USG tetkiklerinde tanısal kaliteyi belirleyen bir diğer bileşen, "cihaz"dır. Yetersiz kanal sayısı ve işlemci gücüne sahip, uygunsuz frekanstaki problemler ile kaliteli bir tetkikin gerçekleştirilmesi olası değildir.

Sonografik yöntemlerle kaliteli bir inceleme gerçekleştirilmenin üçüncü ve en önemli saç ayağını ise "uygulayıcı" oluşturur. Yapısal olarak uygun, işbirliği içindeki bir hasta ve kaliteli bir cihaza rağmen, cihaz ayarlarının iyi yapılmaması, uygun hasta ve prob pozisyonlarının sağlanmaması, elde edilen verilere göre incelemenin rutin dışı yöntemlerle derinleştirilmemesi, gerekli yapısal ya da hemodinamik özelliklerin ısrarla araştırılmaması ve nihayet elde edilmiş bilgilerin uygun şekilde yorumlanıp, anlaşılabilir bir anlatımla yazılı rapora dökülmemesi trajik hata ve sonuçlara yol açabilir. Doğası gereği büyük ölçüde standart dışı görüntüleme planlarında gerçekleştirilebilen ve kısmen subjektif kriterlerle tanıya ulaşılan sonografik incelemelerde, sözü edilen şartlar yerine getirilmelidir. Tüm bu uygulayıcı kökenli hataların çaresi ise, yeterli eğitim ve deneyimdir. Optimal teorik bilgilenmenin yanında, yeterli sayıda sonografik tetkikin bizzat uygulayıcı aday tarafından gerçekleştirilmiş olması, yöntemin eğitiminde büyük önem taşımaktadır. İsviçre Tıbbi Ultrasonografi Derneği, söz konusu yeterli sayıyı, en az yarısı eğiticiler tarafından denetlenmiş olmak şartı ile, minimum 500 hasta olarak belirlemiştir.⁷

Eğitiminindeki tüm bu özellik ve zorluklara karşılık, diğer birçok görüntüleme yöntemine kıyasla çok daha ucuz ve kolay erişilebilir bir teknoloji olması, ayıca iyonizan radyasyon kullanan X ışını kökenli cihazların aksine, USG kullanımı ile ilgili olarak ülkemizde herhangi bir tüzel düzenleme olmaması önemli bir tuzak oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, USG kökenli tıbbi hata ve davaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Obstetrik tetkikler başta olmak üzere birçok incelemede, tanınmayan ya da yanlış yorumlanan patolojiler, patoloji olarak değerlendirilen normal ya da varyatif olgular sonucu büyük tazminatlar söz konusu olmaktadır.

Ultrasonografide Gelişmeler

Tüm bu sınırlamalarına karşın, tanısal USG, daha yüksek kapasitedeki teknolojiyi, daha düşük maliyetlerle, daha küçük hacimlere sığdırabilen donanım ve yazılım kaynaklı gelişmeler sonucu giderek yaygınlaşmakta, hemen her tür klinik disiplinde yararlanan bir tanı yöntemi haline gelmektedir. Henüz birkaç yıl önce piyasaya sürüldüklerinde hayretle karşılanan, taşınabilir bilgisayar boyutlarındaki renkli Doppler USG cihazlarının şaşkınlığı henüz geçmeden, daha da ufak, cep telefonu boyutlu cihazlar piyasaya sürülmeye başlanmıştır. Söz konusu gelişmeler, bu boyutlardaki nisbi ucuz cihazların, tıpkı bir stetoskop gibi temel bir tanı aracı olarak kabul edilerek, genel tıp eğitiminde yer almasına kadar uzanan görüşlerin ileri sürülmesine ve bu konuda şiddetli tartışmalara yol açmıştır.^{8,9} Söz konusu tartışmalarda bu tip yaygın

kullanımın getireceği büyük ekonomik maliyetler, verilecek eğitim ve yetkinin boyutlarının basamaklandırılması, olası tanısal sorunlar öne çıkmaktadır. Ancak, USG gibi uygulaması ve yorumu büyük subjektivite gösteren, buna karşılık, varılan kanının klinik pratik ve yaklaşımı şekillendirebildiği bir yöntemin kullanımı için, yeterli ve standardize edilmiş bir eğitimin şart olduğu konusunda net bir görüş birliği mevcuttur.

Günümüz klinik tıbbının etkin tanısal araçlarından olan USG giderek yaygınlaşmasının yanında, farklı alanlardaki gelişmeleri ile etkinliğini de derinleştirmeye adaydır. Bir süredir kullanılan ultrasonografik kontrast maddeler ve tanısal elastografi bu alanlardan ikisini oluşturmaktadır. Özel teknoloji ile üretilerek, mikron düzeyindeki steril partiküllere yerleştirilen özel gazlar, venöz sisteme verildiklerinde, sonografik olarak değerlendirilebilen bölgelerde, hem daha yavaş akımların Doppler ile tesbitini, hem de özel tekniklerle visseral organlardaki kitle lezyonlarının daha kolay görüntülenebilmesini sağlamaktadırlar. Boyutları ve yapıları nedeniyle akciğer dolaşımını birkaç kez geçebilen bu ajanlar, vasküler yatakta uzunca bir süre kalıp, tanısal performansı önemli ölçüde arttırabilmektedirler.¹⁰ Halen bilinen önemli bir yan etkilerinin olmaması büyük bir avantajları olarak kabul edilmektedir. Ancak tetkikin bizzat kendisinden daha yüksek olan maliyetleri, sonografik kontrast maddelerin önemli bir dezavantajını oluşturmaktadır. Bu da, söz konusu ajanların ülkemizde piyasaya sürülmeleri konusunda ekonomik tereddütlere yol açmaktadır. Oysa, bu maddelerin, 70 milyonu aşkın nüfusa sahip ülkemizde, kuralları önceden belirlenmiş ve iyi denetlenecek kullanımları ile, özellikle seçilmiş olgularda önemli tıbbi katkılar sağlanabileceği gibi, yaygın şekilde uygulanan ve çok daha pahallı olan kontrastsız / kontrastlı bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tetkikleri azaltılarak, ülke ekonomisine önemli katkılarda bulunabilecektir.

USG alanında günümüzde üzerinde yoğunlaşılacak bir diğer konu ise elastografi uygulamalarıdır. Teknoloji, saptanmış bir lezyonun, ses dalgaları ile elastikiyetinin, yani

sertlik derecesinin saptanması olarak özetlenebilir. Bu yolla, meme, tiroid ya da diğer yüzeysel yumuşak doku kitleleri, transrektal USG aracılığı ile prostat kitleleri değerlendirilebilmektedir.

Tanısal USG, yukarıda özetlenmeye çalışılan son derece yaygın ve giderek de artan klinik kullanımı ile modern tıbbın önemli araçlarından biri olmayı sürdürmektedir. Prenatal patolojilerin saptanmasından, kanserli olgularda metastaz araştırmalarına, noninvaziv vasküler değerlendirmelerden, güvenilir girişim rehberliğine kadar uzanan çok geniş bir spektrumda kullanılan bu yararlı yöntemin, gelecekte de sağlık ordusunun hastalıklarla savaşında en değerli ön cephe silahlarından biri olmaya devam edeceğine gözü ile bakılmaktadır.

Kaynaklar

1. Grandjean H, Larroque D, Levi S, and the Eurofetus team. The performance of routine ultrasonographic screening of pregnancies in the Eurofetus study. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 181: 446-454
2. Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ. Ultrasound grading of hydronephrosis: Introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol*. 1993; 23: 478-80
3. SFU internet sitesi ve hidronefroz dereceleme sistemi: <http://main.uab.edu/fetalurology/show.asp?durki=67706>.
4. Landwehr P, Schulte O, Voshage G. Ultrasound examination of carotid and vertebral arteries. *Eur Radiol* 2001; 11: 1521-1534
5. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, et al. Carotid artery stenosis: Gray-scale and Doppler US diagnosis- Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference. *Radiology* 2003; 229: 340-346
6. Oldenburg A, Albrecht A. Baseline and contrast-enhanced ultrasound of the liver in tumor patients. *Ultraschall in Med* 2008; 29: 488-498
7. Fähigkeitsprogramm Sonographie- Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin.
8. Greenbaum LD. It is time for the sonoscope. *Editorial. J Ultrasound Med* 2003; 22: 321-322
9. Hoffmann B. The future is not the sonoscope. *Letter. J Ultrasound Med* 2003; 22: 997-998
10. Cosgrove D. Ultrasound contrast agents: An overview. *Eur J Radiol* 2006; 60: 324-330