

Üç boyutlu ultrasonografi

Suna Özhan Oktar, Hakan Özdemir

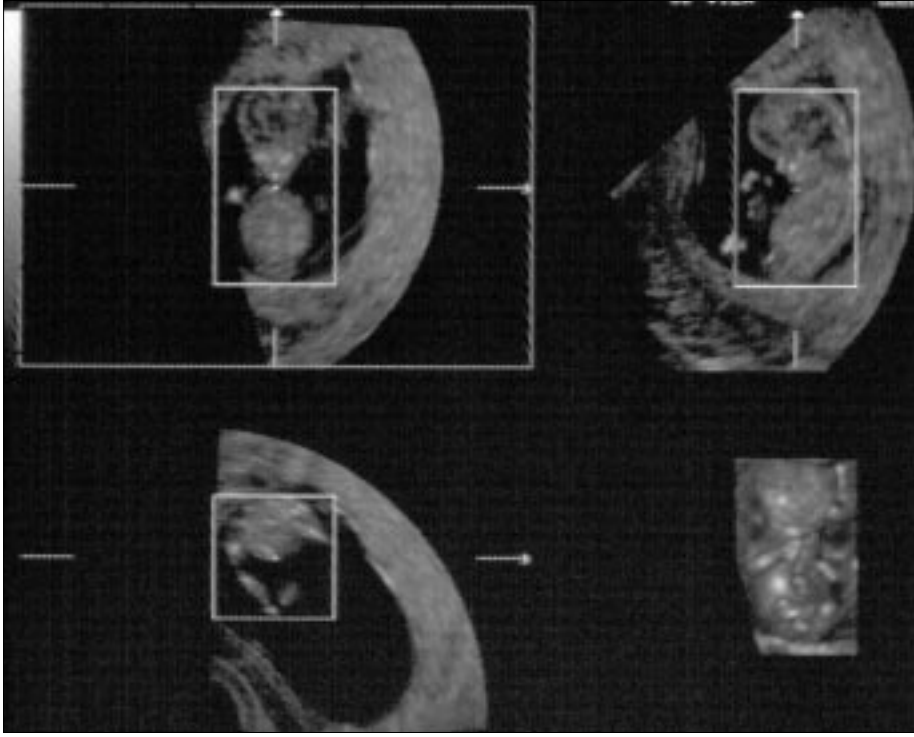
S. Ö. Oktar (E), H. Özdemir
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Anabilim
Dalı, 06510 Ankara

Son yıllarda teknoloji üç boyutlu ultrasonografi (3B US) cihazını geliştirmiş ve iki boyutlu (2B) cihaz gibi klinik kullanıma sunmuştur. Yüksek hızlı bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, hacim veri akuzasyonu, görüntüleme ve depolama olanaklarını genişletmiştir. Temel çalışma prensipleri ile pek çok avantaja sahip olduğu kanıtlanan hacim sonografinin yakın gelecekte hasta tanı ve tedavisinin rutin bir kısmı olacağı tahmin edilmektedir. Bu yöntemle birbirine dik üç plan eş zamanlı olarak gösterilebilmektedir. Tanı ve geometrik ölçüm için doğru kesitleri ve görüntüleri elde etmek üzere bu planları kendi çevrelerinde döndürmek ve ileri geri hareket ettirmek, 3B modalitesinin en büyük üstünlüğüdür. Bu şekilde 3B US, konvansiyonel ultrasonun güvenlik, uygulama kolaylığı, düşük maliyet gibi avantajlarını, sınırsız sayıda ve istenilen planda ardışık kesitler elde etme avantajı ile birleştirir.

1956 gibi erken bir tarihte, ultrason ile vücut yapılarının üç boyutlu ve stereoskopik gözlemleri yapılmıştır (1). Ultrason verilerinin, elde edildikleri görüntü ve açılardan bağımsız olarak üç boyutlu rekonstrüksiyonu 1980 yılında rapor edilmiştir. O zamandan beri, ultrason verilerinin üç boyutlu rekonstrüksiyonu için geliştirilen farklı yöntemler hakkında, çok sayıda rapor yayınlanmıştır. 3B US ilk kez, pek çok sayıda B mod, iki boyutlu ultrasonogramın organize akuzasyonunu ve bunların cihazın bilgisayar hafızasında depolanmasını mümkün kılmıştır. Sonografik hacimler sürekli olarak depolanabilir, üç boyutlu anatomik rekonstrüksiyonlar için kullanılabilir ve konvansiyonel iki boyutlu B-mod planar reformat kesitlerin incelenmesiyle analiz edilebilir, hatta böylece rutin incelemelerde elde edilmesi mümkün olmayan görüntüler sağlanabilir (2).

Hacim akuzasyonu

3B ultrasonografi ile veri akuzasyonu özel donanım gerektirir. Günümüzde bu amaca yönelik farklı sistemler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, ultrason sistemlerini özel ultrason transdüserleri ve komputeze bir "workstation" ile kombine ederler. Ancak bu yöntemle yüzey rekonstrüksiyonu yapılamamaktadır (3). Diğer bir teknik, standart klinik problemlerle elde edilen 2B kesit setlerinin rekonstrüksiyonuna dayanır. İncelemenin video görüntüleri alınarak, bu amaç için yapılmış bir veri akuzasyon sisteminde dijitalize edilir. 2B komponentlerin bir hacim görüntüsüne rekonstrüksiyonu için, US probuna bir pozisyon algılayıcı takılır (4).



Resim 1. 11 haftalık bir fetusta üç plandaki görüntüler x, y, ve z eksenlerinde döndürülerek uygun pozisyona getirilmiş (A) ve 3B yüzey rekonstrüksiyonu yapılmıştır (B).

Renkli Doppler'li Combison 530 3B ultrason sistemi (Medison America Inc) FDA onayı alan ilk üç boyutlu ultrason sistemidir. Bu sistemde yüzey ve transparan görüntüleme gerçekleştirilebilir. Burada 3B görüntüler, transabdominal 3.5 veya 5 MHz, transvajinal 7.5 MHz veya yüzeysel 7.5-10.5 MHz volüm transdüserleri kullanılarak elde edilir. Transdüserdeki kristal, seçilen alan üzerinde otomatik, mekanik bir tarama hareketi yapar ve anatomiyi hacim verisi olarak depolar. Proben internal parçası süpürme hareketini yaparken prob hareketsiz kalmalıdır. Volüm kutusunun boyutu tarama işleminin süresini etkiler (2-10 sn). Verinin elde edilmesinden hemen sonra, bilgi cihazın ekranında multiplanar rekonstrüksiyon görüntü formatı olarak gösterilir. Multiplanar rekonstrüksiyon ortogonal planları eş zamanlı olarak gösterir ve böylece transvers, longitudinal ve horizontal planların beraber izlenilmesini mümkün kılar. Oluşturulan 3B görüntü cihaz üzerindeki tuşlar yardımıyla X eksenini, Y eksenini, Z eksenini etrafında döndürülerek farklı açılardan görüntüler elde edilebilir.

Üç boyutlu görüntüleme modları

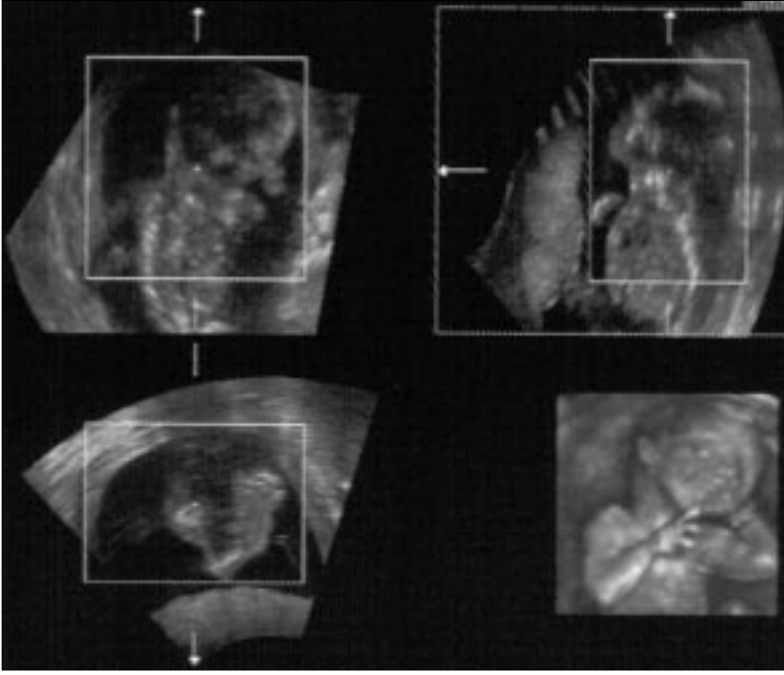
Farklı 3B görüntüleme modları mevcuttur. İlk olarak, üç birbirine dik plan ekranda eş zamanlı olarak gösterilebilir. Depolanmış hacmin herhangi bir planında sınırsız translasyon (görüntünün ileri-geri hareket ettirilmesi) ve rotasyon olasılığı, pek çok sayıda kesit sağlar. Bununla birlikte herhangi bir translasyon veya rotasyonda tüm planlar birbirine dik olarak kalır ki bu da oryantasyonun sağlanması açısından son derece yararlıdır. Böylelikle, sistemik translasyon, ultrason tomografisine olanak sağlar. Bununla birlikte, akustik gölgede herhangi bir ultrason bilgisi bulunmaz, yani zaman zaman ifade edildiği gibi 3B US fizik prensiplerini yürürlükten kaldıramaz.

3B US'nin en heyecan verici yeni alanı plastik görüntü rekonstrüksiyonu yapan yeni algoritmaların geliştirilmesidir (Resim 1). Bu tür bir yüzey görüntü, depolanmış bir 3B hacimden, doku verisinin ekojenitesinin rekonstrüksiyon işlemine alınacağı bir eşik değeri tanımlanarak yapılabilir. Prenatal ultrasonda fizyolojik eşik değeri olarak amniyotik sıvı büyük avantaj sağlar. Farklı dokular veya ultrason

tabakaları arasında yeterli miktarda sıvının varlığında eşik değeri tanımlama işlemi fazla zaman almaz. Multiplanar görüntüleme seçilen hacmin boyutuna göre 2-3 sn sürerken, üç farklı planda seçilen görüntülerden üç boyutlu görüntü oluşturma işlemi 10 saniyede tamamlanabilmektedir.

Dokümantasyon

3B US ilk kez olarak çok sayıda B-mod 2B ultrasonogramın organize akuzisyonunu ve cihazın bilgisayar hafızasında depolanmasını sağlamıştır (2). Bu yeni bir dokümantasyon alanı açmaktadır. Şimdi tanımlanan bir hacmi, taşınabilir kartuşlarda dijital olarak, bilgi ya da kalite kaybı olmaksızın depolamak mümkündür. Bu, depolanmış bir hacimde, hastanın varlığına gerek duyulmadan, yapı ve dokuların tekrar tekrar analizinin yapılacağı anlamına gelmektedir. Şüpheli ve tanısı zor olgu üzerinde çalışırken translasyon ve rotasyon işlemleri tekrar uygulanabilir. Ölçümler bir (lineer), iki (alan) veya üç (volümetrik) boyutta yapılabilir ve bu nedenle, daha sonra gelişebilecek sorunlar takip edilebilir. Eğer hacimler depolanır ve belgelenirse, daha önceden atlanmış



Resim 3. 35 haftalık fetusta elin 3B yüzey rekonstrüksiyon görüntüsü.

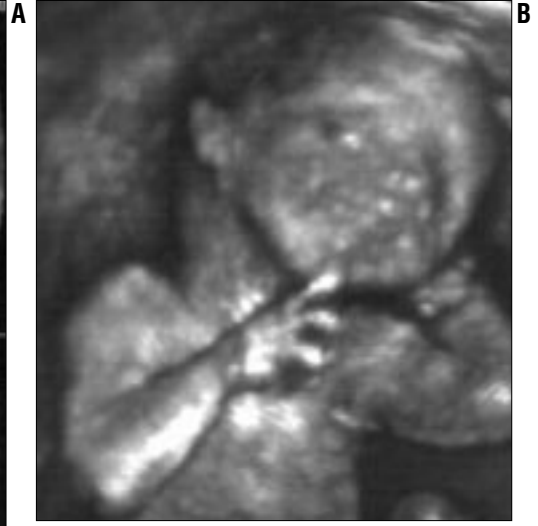
olabilen veya o dönemde mevcut olmayan herhangi bir lezyon ayırtedilebilir (3). Bu sadece klinik amaçlar için değil, bilimsel ve öğretici amaçlar için de avantajlıdır. Bununla birlikte, bu tip dokümantasyonun, ultrasonu yapan kişinin hem yararına hem zararına, yasal yönleri olabileceği açıktır.

Hacim ölçümü

Konvansiyonel 2B ultrasonografi, sıklıkla bir organın boyutunu değerlendirmek veya bir hastalık veya tedavi süreci boyunca organ boyutundaki değişiklikleri takip etmek için kullanılır. Hesaplamalar, belirgin bir geometrik şekle sahip olduğu farzedilen ma-

tematik modellere ve hacmi temsil eden belli ölçüm setlerine dayanır. Bu nedenle, bu ölçümler, standart görüntülerde izlenebilen nispeten düzenli kontürlü anatomik ölçümler ile sınırlıdır (5). 2B US ile hacim tahminleri, tipik olarak düzenli geometriye sahip organlarda, elipsoid ya da sferik hesap eşitlikleri kullanılarak yapılır. 2B US ile uzaklık ölçümleri, gerçek uzaklığa %2 hata oranıyla yakın iken, bu oran düzenli kontürleri olan organlarda hacim tahminleri için, yaklaşık %5 ile %20 arasında değişmektedir (6). Düzensiz şekilli objelerde ve tek görüntüye sığdıramayan yapılarda ise, hacim tahminleri sıklıkla doğru değildir.

3B US yöntemiyle hacim ölçümlerinde sağlanan artmış doğruluk oranı ve oblik planlarda dahi doğru uzaklık ölçümlerinin yapılabilmesi, özellikle tedaviye cevabın veya büyümenin monitörize edildiği seri çalışmalarda, sonografik organ ölçümlerinin standardize olmasını sağlar. Aynı şekilde, ölçümler daha az kullanıcı bağımlı hale gelir ve morfometrik verinin yararlılığı artırılmış olur (7). Bu şekilde hacim ölçümü, ultrason verisinden elde edilebilecek kantitatif klinik bilgide gelişme sağlamaktadır ve özellikle obstetrik uygulamalar için araştırmalar sürmektedir. Bununla birlikte nihai doğruluğu etkileyecek ek bazı faktör-



Resim 2. 14 haftalık bir fetüsün 3B yüzey rekonstrüksiyon görüntüleri.

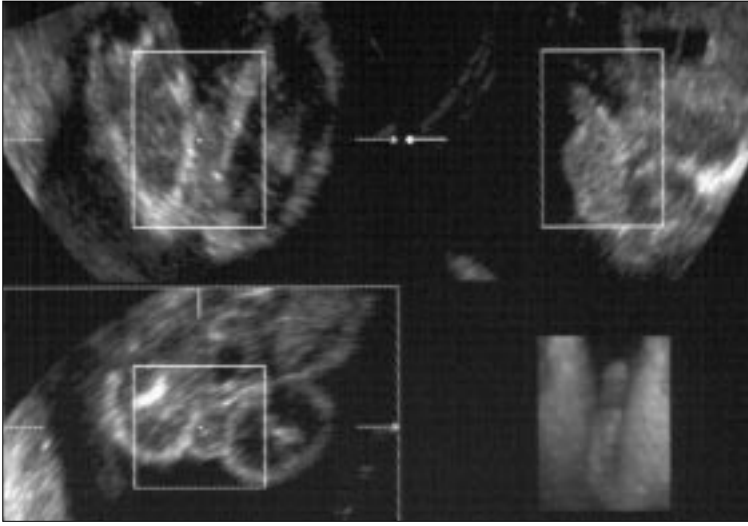
ler de dikkate alınmalıdır. Pratikte enstrümantasyon ve metodoloji önemli bir rol oynar (5). 3B US hacim ölçümü yöntemlerindeki limitasyonlar, esas olarak 2B US görüntü kalitesine dayanır. Kemik ve hava nedeniyle oluşan akustik gölge gibi fizik limitasyonlar, anatomik sonografik görünümü sınırlar ve 3B US hacim veri ölçümlerini etkiler. Reverberasyon ve ayna artefaktları, 3B rekonstrüksiyonda, görüntüde bozulmaya neden olur ve sınırların net olarak seçilmesini ve 3B US görüntü kalitesini etkileyebilir. Hareket ve transdüserin basısı ile dokunun basılanması, 3B US görüntüsünde distorsiyona neden olabilir ve 3B US ölçüm doğruluğunu etkileyebilir. Bu nedenle, bu artefaktlardan kaçınmak için dikkatli veri akuzasyonu gereklidir (6).

Klinik uygulamalar

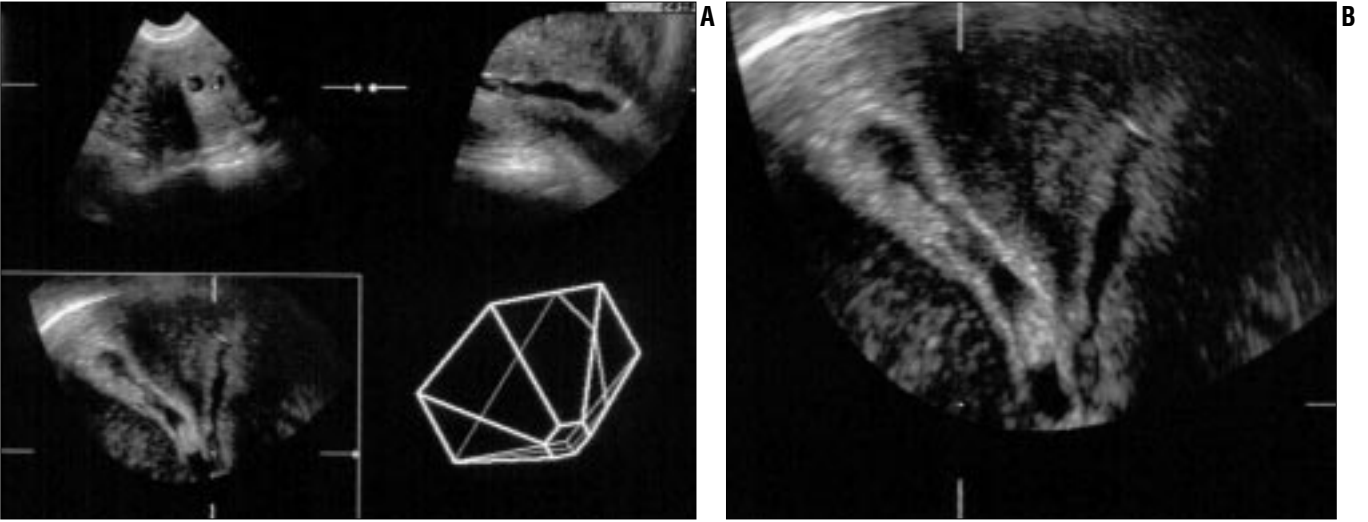
3B ultrasonun, prensipleri nedeniyle bir avantaj olduğu tahmin edilen pek çok tanısal problem mevcuttur, ve yapılan çalışmalarda 3B ultrasonun farklı klinik alanlarda faydalı olduğu gösterilmiştir.

Obstetrik ve jinekoloji

Birbirine dik üç planın eş zamanlı olarak görüntülenmesi, primer karma-



Resim 4. 20 haftalık fetusta penisin 3B yüzey rekonstrüksiyon ile görüntülenmesi.



Resim 5. Septalı uterusun transvajinal yolla 3B sonohisterografik incelemesi. Multiplanar görüntüleme ile (A) çift endometrial kanal ve kavite içerisindeki polipoid yapılar her üç planda konfirme edilebilmektedir. Konvansiyonel 2B ultrasonografi ile normalde elde edilemeyen koronal kesitte (B) uterin septumun kalınlık ve uzunluğu değerlendirilebilir.

şık ya da atipik anatomi ya da gros patoloji nedeniyle incelemesi zor yapıların analizine yardım eder. Obstetrikte 3B tomografi fetal anatomik problemlerin ayırt edilmesine yardım eder. Fetal sefalik anomalilerin farklı tiplerde kranial kistik malformasyonların ayırıcı tanısı depolanmış bir volümde doğru anatomik kesitlerin analizi ile daha kolaydır.

Yüzey ve transparan rekonstrüksiyonlar olağanüstü plastik fetal görüntüler sağlar. Hem inceleyiciye hem de, belki de bir o kadar önemli olarak ana babaya, bebeğin gerçeğe bu kadar yakın bir görüntüsünü vermek daha önce mümkün değildi. 3B görüntüleme ile gebeler, çocuklarının plastik prezen-

tasyonunu gerçekten anlayabilirler ve malformasyon konusundaki olası endişeleri azaltılabilir (Resim 2). Kraniofasial anomaliler, orta hat defektleri, palatomaksiller defektler ve siklopi gibi durumlarda yüzey ve transparan rekonstrüksiyon, bu problemlerin ayırılmasında yardımcı olur (3,8-10). Yüzey modu yumuşak doku görüntülemesini mümkün kılarken, prenatal "radyograf" osseöz patolojilerin tanımlanmasına yardımcı olur (3). Fetal omurga ve toraksın konjenital anomalileri oldukça sıktır ve prenatal tanı konduğunda obstetrik izlemde belirgin değişikliklere neden olur. Fetal omurga ve toraks körvilineer natürde farklı yapılar içerir. 3B sonografi ise

bu yapıları seri kesitler yerine tüm bir yapı olarak gösterdiği için, fetal toraksik iskelet ve omurgalar hakkında ek bilgi sağlar. Detaylı yapısal bilgi sağlaması nedeniyle, 3B US'nin pulmoner hipoplaziye neden olabilecek küçük toraks, nöral tüp defektleri, skolyoz, hemivertebra, kelebek vertebra, ve kot anomalileri gibi toraks ve omurgayı etkileyebilecek diğer iskelet anomalilerinin değerlendirilmesinde önemli olduğu ileri sürülmektedir (11).

3B US, prenatal tanı için gerekli olan, ancak 2B US ile mümkün olmayan detayların ayırt edilmesine yardımcı olur. Kulak, el ya da parmak, ayak parmakları, ayak prezentasyonu

gibi detayların plastik stilde gösterildiği özel bazı sendromu olan bebeklerin fizyonomileri buna örneklerdir (Resim 3). Fetal genital bölge yine 3B rekonstrüksiyon yöntemi ile görüntülenebilir, hatta erken fetal cinsiyet tayininde uygun midsagittal planın elde edilmesi için, 3B multiplanar görüntülemenin kullanımı üzerine çalışmalar devam etmektedir (12) (Resim 4).

Özet olarak, fetüsün incelenmesinde üç boyutlu US;

1. Fetal anatomisinin daha kolay ve güvenilir olarak anlaşılmasına,

2. Anomalilerin uzanımının detaylı olarak saptanmasına,

3. 2B sonografi ile daha önce saptanmamış anomalilerin gösterilmesine yardımcı olur.

Over kitleleri gibi jinekolojik tümörler, depolanmış volümde tekrar tekrar incelenebilirler. Yapılan bir çalışmada, over hacim hesaplamasının yanısıra, tümörün papiller uzanımlarının, karakteristik kistik duvarların ve kapsüler infiltrasyonunun uzanımının görüntülenmesi bakımından 3B US'nin 2B'ye üstün olduğu gösterilmiştir. Yine aynı çalışmada 3B US'nin over tümörlerini tespit etmede daha duyarlı olduğu sonucuna varılmıştır (13). Transvajinal 3B ultrason, uterusun herhangi bir planda, hatta konvansiyonel 2B ultrason ile gösterilmesi mümkün olmayan koronal planda görüntülenmesini sağlar (3). Bu, uterin anomalilerin gösterilmesinde ve adneksal bir kitlenin over ya da tubal kaynaklı olduğuna karar verilmesinde optimal plandır. Bazı seçilmiş olgularda ise 3B multiplanar transvajinal sonografi (TVS) ve sonohisterografi (SHG) uygulanmıştır. MRG ve cerrahi sonuçlar, 3B US ile mükemmel korelasyon göstermiştir. Üç boyutlu transvajinal sonohisterografi ile intrauterin adezyonların uzanımı gösterilebilir. Sonuç olarak, 3B multiplanar TVS ile 3B SHG seçilmiş komplike olgularda klinik olarak değerli bilgiler sağlar (Resim 5). Hatta tubal açıklığın değerlendirilmesi için, depolanmış volümde mikrokabarcık transportunun analizini sağlayan 3B eko kontrast görüntülenmesi de müm-

kündür. Böylelikle, inceleme sonrası dokümantasyon sağlanabilir. Görüntüyü dondurma ve basma, dinamik prosesin gözden kaçırılmasına neden olacağı için, dokümantasyon bazen konvansiyonel iki boyutlu inceleme esnasında mümkün olmayabilir (3).

Prostat

Prostat kanserinde tümör hacmi büyük prognostik öneme sahiptir. Prostatik kanserlerin boyutunun doğru, pahalı olmayan, uygun, tekrar edilebilir, ve ağrısız bir yolla değerlendirilmesi, uygun tedavi için zorunlu olarak kabul edilmektedir. 3B transrektal sonografi ile daha doğru volümetrik analizin mümkün olduğu gösterilmiştir (14). Prostatın 3B transrektal sonogramlarını elde etme tekniklerindeki gelişmeler, organ boyunca herhangi bir oryantasyonda multiplanlar gösterme yeteneği nedeniyle, seminal veziküller, invajine ekstraprostatik boşluk ve apeks gibi görüntülenmesi zor alanların değerlendirilmesini mümkün kılabilir (15-17). Bu teknikler daha az kullanıcı bağımlı olduğundan, tümör volümünün hesaplanması ve takibi şimdi olduğundan daha doğru olarak yapılabilir (18). Sadece tümör volümünün değerlendirilmesinde değil, prostat volümünün doğru olarak saptanmasında 3B ultrasonografinin hacim tahminlerinin yüksek oranda doğru olduğu saptanmıştır. 3B ultrasonografi ile inceleme hızlı bir şekilde tamamlanabilir ve hacim rekonstrüksiyonu, prob rektumdan çıkartıldıktan sonra yapılabilir. Sonuçta oluşturulan hacim görüntüsü manipüle edilebilir ve interaktif olarak izlenebilir. Bunun yararları; kullanıcı bağımlılığının azaltılması, inceleme zamanının kısalması, hasta tarafından kabul edilebilirliğin ve konforun artması ve incelemeyi tekrar gözden geçirme şansının olmasıdır (18).

Abdomen

Böbreğin 3B US görüntüleri, organın tam olarak incelenmesi ve belki de anomalilerin tespiti açısından ümit vaat edici bulunmuştur. En azından

iki alanda 3B renal ultrasonun faydalı olabileceği gösterilmiştir. Bunlardan biri özellikle organ koruma ameliyatlarının gerekli olduğu soliter böbreklerde intrarenal neoplazmların görüntülenmesidir. Tümör damarlanmasının, toplayıcı sistemin, ve kapsülün ilişkilerinin tanımlanması 3B US'nin önemli bir özeliğidir. İkinci alan renal transplantların gösterilmesidir. Rejeksiyonun erken tanısı için anatomik ve fizyolojik kan akımı bilgisi tabanında pek çok çalışma yapılmıştır. Ne yazık ki, rejeksiyonun erken değişiklikleri ile iyi bir korelasyonun kanıtı sağlanamamıştır. Bununla birlikte, transplant böbrekte rejeksiyon sırasındaki değişiklikler yamasal ya da segmental tarzda olabileceğinden, 3B US ile bölgesel perfüzyonun görüntülenmesi, böyle bir korelasyonun oluşturulmasına yardımcı olabilir. Renal hacmin doğru olarak değerlendirilmesi ve zaman ile hacimdeki değişiklikler de rejeksiyonu tanımlamada yardımcı olabilir (18).

Karaciğerde ise 3B US ile anormal biliyer dallanmanın gösterilmesi, ve karaciğer damarlanmasının 3B'de renkli akım ile gösterilmesi, lobar ve segmental rezeksiyon öncesi intrahepatik tümörün lokalizasyonuna yardım eder. Böbrek ve karaciğer görüntülenmesi için, 3B sonografinin BT ve MRG'ye bazı üstünlükleri vardır. Bunlar, bir hacmin saniyeler içinde elde edilebilmesi ve IV kontrast madde kullanmaksızın damarlanmanın gösterilebilmesini içerir (18). Ayrıca fokal karaciğer malignansilerinin ablasyon tedavilerinde de 3B US'nin lezyonun lokalizasyonu ve ablasyon ajanlarının optimal dağılımı için 2B US'ye ek bilgiler sağladığı bildirilmiştir (19).

Yine safra kesesi, pankreas, lenf bezleri, abdominal büyük damarlar da bu yöntemle incelenebilir. Bu organların anatomileri, çevre dokularla ilişkileri ve patolojileri, koronal planın da katkısıyla daha net ve güvenilir bir şekilde değerlendirilebilir (20).

Göz ve orbita

3B ultrasonografinin klinik kullanıma girmesi, göz ve orbital hastalıklarla

rın değerlendirilmesinde yeni alanlar açmıştır. Yüksek kalite lineer transdüserlerin gelişmesiyle, ultrason dalgalarının göze penetrasyonu artmış ve göz küresinin arkasındaki yapıların daha kolay değerlendirilmesi sağlanmıştır. Orbital tümörler daha önce olduğundan daha büyük bir doğrulukla değerlendirilebilmektedir. Orbital lezyonların, göz küresi, optik sinir ve oküler kaslarla olan ilişkisi, cerrah için tümöre cerrahi yaklaşımı planlamak açısından önemlidir. Bu BT ve MR görüntüleme ile mümkündür; ancak bununla birlikte bunlar zaman kaybettirici ve pahalıdır, ayrıca iyonizan radyasyon kullanımını gerektirebilir. Diğer potansiyel bir kullanımı oftalmik cerrahlara kompleks vitreal hastalıklarla uğraşırken, özellikle retinaya yapışık vitreal membranlar oluşturan, tekrarlayan hemoraji olduğunda, yardımcı olmalarıdır. Üç boyutlu vizüalizasyon ve değerlendirme, daha doğru bir cerrahi planlamaya izin vererek vitrektomiye kolaylaştırır. Ek olarak üç boyutlu sonografi, konjenital malformasyonu veya deformitesi olan hastalarda göz ve çevre yapıların değerlendirilmesini sağlar (18).

Endoluminal US

Endoluminal US 3B görüntüleme kolayca uygulama alanı bulmuştur. Bu konuda öncü çalışmalar, farklı arterler içerisine yerleştirilen, minyatür transdüser içeren kateterlerden elde edilen kesitsel US görüntüleri ile yürütülmüştür. Bu transdüser içeren kateterler, ureterler ve endometrial kanal gibi yapılar içine de yerleştirilebilir ve üç boyutlu görüntüler elde edilir. 360° lik kesitsel görüntüler elde etmek ve bu kateterleri belli intervallerde hareket ettirmek mümkün olduğu için, multipl planlar dijital olarak depolanabilir ve bilgisayar tarafından rekonstrükte edilerek üç boyutlu görüntüler oluşturulabilir. Bu metodla ureteral tümörlerin sınırlarını ve lenf nodu ya da damarlar gibi komşu yapıları

daha iyi tanımlamak olasıdır (21, 22).

Yumuşak doku ve eklemler

Büyük (kalça), orta (dirsek) ve küçük (el ve ayak parmakları) eklemlerin değerlendirilmesinde 2B ve 3B işlemler karşılaştırıldığında 3B US'nin üstünlükleri olduğu bazı çalışmalarda gösterilmiştir (23-25). 3B sonografi ile sinovyal boşluk, kartilaj yüzeyi, sinovyal membran kalınlığı gibi ek bilgiler sağlanabilir. Eklem effüzyonları ve Baker kistlerinin volümetrik ölçümleri konvansiyonel yöntemden daha kolay ve güvenilirdir (25).

Sınırlamalar

Bu yeni teknolojinin sınırlamalarını tanımak son derece önemlidir. 3B US'ye yöneltilen genel bir eleştiri, 2B cihazı ile izelenenden daha fazlasını göstermiyor olmasıdır. Tecrübeli ve yetenekli inceleyciler, 3B US'ye ihtiyaç duymadan 2B US ile incelenen çok komplike yapıları bile zihinlerinde oluşturabilirler. Bununla birlikte en iyi inceleyci bile, depolanmış bir hacimde mümkün olduğu gibi, haftalar hatta yıllar sonra hastanın gerçek zamanlı taramasını yapamaz. Bu tekniğin klinik değerlendirmesi henüz erken aşamadır. Henüz farklı 3B modları değerlendirilmekte ve yararlılıkları test edilmektedir.

Mevcut 3B sistemlerin gri skala rezolüsyonları, 2B ultrasonografiye üstün değildir. Solid kemik gibi, akustik bariyer olan alanlardan ultrason bilgisi almak 2B veya 3B olsun mümkün değildir. Oligohidramniyos, obesite, doku sınırlarının belirsizliği gibi elverişsiz durumlar, 2B ve 3B US'de aynı sorunlara neden olur. Bununla birlikte, yetersiz referans kesitlerinden kaynaklanan kötü inceleme koşulları mevcutsa, 3B sistemi hacim depolandıktan sonra yeterli kesitleri bulmada yardımcı olur. Veri setinde, bu kesitler basamak basamak tespit edilebilir, ve gereken anatomik parametreler tanımlanabilir. Buna ek olarak, veri setleri hastanın varlığına gerek duyulmaksızın değerli bir öğretim aracı olarak kullanılabilir. Önemli ve kısıtlayıcı bir diğer faktör de incelenen obje hareketliyse oluşacak zaman kaybıdır. Bu durumda, hareket artefaktından etkilenmemiş bir hacim elde edene kadar tarama işlemine tekrar tekrar başlamak gereklidir (3,4). Bunun da ötesinde, günümüzde halen taranan hacmin boyutunda bir sınırlama mevcuttur. Genellikle bu faktör jinekolojide pek sorun yaratmaz, ancak obstetrikte, özellikle gebeliğin ikinci yarısında, tüm fetüsü içine alacak daha büyük bir hacim kutusu tercih edilir.

REVIEW: THREE DIMENSIONAL ULTRASOUND

Ultrasound is a widely used imaging modality in medical practice for the diagnosis and staging of diseases. In the last decade it has benefited from major advantages in technology, and three dimensional ultrasound has been developed. This new modality is rapidly achieving widespread application in numerous situations since it helps to overcome some limitations related with two dimensional imaging. The developments in high speed computer technology have improved volume data acquisition, imaging and storage. It is believed that volume ultrasound will be a routine part of the diagnosis and treatment of patients with the proven advantages owing to its basic working principles. In this paper we attempt to describe the working principles of three dimensional ultrasound, developments in a number of three dimensional imaging systems, reconstruction and viewing methods, documentation, volume measurement methods, and discuss various clinical applications with some examples.

Key words: • ultrasonography • technology, radiologic • biomedical technology

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2003; 9:19-25

Kaynaklar

1. Howry DH, Posakony G, Cushman R, Holmes JH. Three dimensional and stereoscopic observation of body structures by ultrasound. *J Appl Physiol* 1956; 9:304-306.
2. Dennis BW. The 3rd Dimension. *Advance for administrators in radiology*. September 1997; 23-29.
3. Steiner H, Staudach A, Spitzer D, Schaffer H. Three dimensional ultrasound in obstetrics and gynaecology: technique, possibilities and limitations. *Human Reproduction* 1994; 9:1773-1778.
4. Kelly IMG, Gardener JE, Brett AD, Richards R, Lees WR. Three-dimensional US of the fetus: *Work in Progress*. *Radiology* 1994; 192:253-259.
5. Schwartz G. Three-dimensional volume measurement. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998; 11:17-22.
6. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. In vivo three dimensional sonographic measurement of organ volume: validation in the urinary bladder. *J Ultrasound Med* 1996; 15:627-632.
7. Riccabona M, Nelson TR, Pretorius DH, Davidson TE. Distance and volume measurement using three-dimensional ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1995; 14:881-886.
8. Merz E, Weber G, Bahlmann F, Miric-Tesanac D. Application of transvaginal and abdominal three-dimensional ultrasound for the detection or exclusion of malformations of the fetal face. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9:237-243.
9. Pretorius DH, House M, Nelson TR, Hollenbach KA. Evaluation of normal and abnormal lips in fetuses: comparison between three- and two-dimensional sonography. *AJR* 1995; 165:1233-1237.
10. Pretorius DH, Nelson TR. Prenatal visualization of cranial sutures and fontanelles with three dimensional ultrasonography. *J Ultrasound Med* 1994; 13:871-876.
11. Nelson TR, Pretorius DH. Visualization of the fetal thoracic skeleton with three-dimensional sonography: a preliminary report. *AJR* 1995; 164:1485-1488.
12. Lev-Toaff AS, Ozhan S, Pretorius D, Bega G, Kurtz AB, Kuhlman K. Three-dimensional multiplanar ultrasound for fetal gender assignment value of the mid-sagittal plane. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16:345-350.
13. Bonilla-Musoles F, Raga F, Osborne NG. Three-dimensional ultrasound evaluation of ovarian masses. *Gynecologic Oncology* 1995; 59:129-135.
14. Littrupp PJ. The development of a three dimensional prostate model. *Prog Clin Biol Res* 1987; 237:213-218.
15. Crivianu-Gaita D, Miclea F, Gaspar A, Margineatu D, Holban S. 3D reconstruction of prostate from ultrasound images. *Int J Med Inf Jun* 1997; 45:43-51.
16. Lee F, Torp-Pedersen AT, Siders DB, Littrupp PJ, Mc Leary RD. Transrectal ultrasound in the diagnosis and staging of prostatic carcinoma. *Radiology* 1989; 170:609-615.
17. Tong S, Miller JD, Downey DB, Rankin RN, Fenster A. Three-dimensional ultrasound system for imaging the prostate (abstr.). *J Ultrasound Med* 1993; 12:74.
18. Rankin RN, Fenster A, Downey DB, Munk PL, Levin MF, Vellet AD. Three-dimensional sonographic reconstruction: techniques and diagnostic applications. *AJR* 1993; 161:695-702.
19. Rose SC, Hassanein TI, Easter DW, Gama-gami RA, Bouvert M, Pretorius DH, Nelson TR, Kinney TB, James GM. Value of three-dimensional US for optimizing guidance for ablating focal liver tumors. *J Vasc Interv Radiol* 2001; 12:507-515.
20. Hamper UM, Trapanotto V, Sheth S, De Jong MR, Caskey CI. Three-dimensional US: preliminary clinical experience. *Radiology* 1994; 191:397-401.
21. Goldberg BB, Bagley D, Liu JB. Endoluminal sonography of the urinary tract: preliminary observations. *AJR* 1991; 156:99-103.
22. Goldberg BB. *New Horizons*. The Jefferson Ultrasound Research and Education Institute. *Interventional Ultrasound Course*, February 1998.
23. Hunerbein M, Raschke M, Khodadadyan C, Hohenberger P, Haas NP, Schlag PM. Three-dimensional ultrasonography of bone and soft tissue lesions. *Eur J Ultrasound* 2001; 1:17-23.
24. Jacobson JA, van Holsbeek MT. Musculoskeletal ultrasonography. *The Orthop Clin North Am* 1998; 29:135-164.
25. Kellner H, Liess H, Zoller WG. 3D ultrasound of soft tissues and joints. *Bildgebung* 1994; 61:130-134.