

Böbrek Hastalarında Ultrasonografik Elastografi Kullanımı

Elastography Usage in Renal Patients

ÖZ

Böbrek hastalıklarının değerlendirilmesinde ultrasonografinin önemli bir yeri vardır. Elastografi son yıllarda geliştirilen ve renal fibrozisi gösteren özel bir ultrasonografi yöntemidir. Bu yazıda elastografinin teknik özelliklerini ve kronik böbrek yetmezliği, böbrek nakli ve böbrek kitlesi gibi klinik alanlarda kullanımını güncel bilgiler eşliğinde irdledik.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Böbrek, Fibrozis, Elastografi

ABSTRACT

Ultrasonography has an important role of in the evaluation of kidney diseases. Elastography is a special kind of ultrasound indicating renal fibrosis and has been developed in recent years. In this article we overview the technical features and usage of elastography in clinical conditions such as chronic renal failure, renal transplantation and renal masses in light of recent developments.

KEY WORDS: Kidney, Fibrosis, Elastography

GİRİŞ

Diyabet ve hipertansiyon gibi hastalıkların prevalansının artması son zamanlarda kronik böbrek hastalıklarının da görülme sıklığını artırmıştır. Kronik böbrek hastalıklarının oluşumu ve ilerlemesi de hasta sağkalımını ve ülke ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Diyabetik ve hipertansif hastaların etkin tedavisi ve bu hastaların kronik böbrek yetmezliği gelişimi açısından takip altında tutulması oluşabilecek sorunları azaltmaya yönelik önemli bir yöntemdir. Kronik böbrek hastalıklarının tanısının konulmasında laboratuvar yöntemlerinin yanında radyolojik yöntemlerden de faydalanılmaktadır. Görüntüleme yöntemleriyle tesbit edilmiş renal anomaliler de kronik böbrek yetmezliği tanı kriterleri içerisinde bulunmaktadır (1). Ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi, Manyetik Rezonans (MR) ve sintigrafik metodlar bu görüntüleme yöntemleri içinde bulunmaktadır.

Kronik böbrek yetmezliği (KBY) progresif bir süreçtir, glomerüloklerez ve

intersitisyel fibrozis- tübüler atrofi gelişimi ve derecesi sürecin boyutunu belirler (2). Yine renal transplant hastalarında da glomerüloklerez ve fibrozis organ sağ kalımını belirleyen önemli bir bulgudur. Renal biyopsi, glomerüloklerez ve interstitisyel fibrozisin derecesini gösterir ancak invazivdir ve pratik olmayan bir metoddur. Son zamanlarda renal fibrozisi gösterme potansiyeli olan metodlar ilgi odağı olmuştur. Difüzyon ağırlıklı MR deneysel renal interstitiyel fibrozis tanısında yararlı bulunmuş bir yöntemdir (3). Renal elastografi ise ultrasonografik bir metod olup yine son yıllarda kronik böbrek hastaları ve renal transplant hastalarında fibrozisi göstermesi ve pratik olması nedeniyle kullanım alanı bulmuş bir yöntemdir (4). Böbrekte görülen malign ve benign kitlelerin ayırıcı tanısı genellikle biyopsi ve operasyon ile yapılmaktadır. Elastografi yine son zamanlarda böbrek kitlelerinin natürü hakkında da değerli bilgiler verdiği gösterilen bir metoddur (5).

Özkan GÜNGÖR¹
Mehmet Akif SARICA²
Orçun ALTUNÖREN¹
Mahmut İlker YILMAZ³

- 1 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye
- 2 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Bilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye
- 3 Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Nefroloji Bilim Dalı, Ankara, Türkiye



Geliş Tarihi : 23.06.2016

Kabul Tarihi : 08.09.2016

Yazışma Adresi:
Özkan GÜNGÖR
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Nefroloji Bilim Dalı,
Kahramanmaraş, Türkiye
Tel : +90 506 664 80 54
E-posta : ozkan.gungor@yahoo.com

Bu derlemede elastografi ölçüm tekniği, böbrek hasta popülasyonunda (kronik böbrek hastaları, böbrek nakli hastaları, renal kitlesi hastalar) renal elastografi ile yapılan çalışmalar irdelenecek ve nefroloji pratiğine olabilecek katkıları güncel bilgiler eşliğinde sunulmaya çalışılacaktır.

Elastografi Tekniği

Doku elastisitesi ultrasonografik (US) olarak ya da MR incelemeler ile değerlendirilebilir. Ultrasonografik elastografi, dokuların elastikliğini değerlendiren ve lezyonların karakterizasyonunu artıran yardımcı bir ultrason teknolojisidir (5). Elastografi ölçümü sonucu elde edilen değerler elle palpasyon verilerine benzer, ancak duyarlılığı daha yüksektir ve daha az öznel bir yöntemdir. Elastisite; bir dokuya dışarıdan bir güç uygulandığında deforme olabilme ve dış güç ortadan kaldırıldığında ise tekrar orijinal şekline gelebilme yeteneğidir (4,5). Dokunun deforme olması o dokunun sertliği ve yumuşaklığı ile ilişkilidir. Longitudinal bir kuvvetle karşılaşan bir dokuda oluşan longitudinal deformasyonun miktarı Young elastik modülü ile hesaplanır ve o dokunun elastisitesini gösterir (5). Normal elastisite skorunun kaç olması gerektiği ne yazık ki henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak sağlıklı genç erişkinlerde yapılacak çalışmalar bu konuda bir standart belirlenmesinde yardımcı olacaktır görüşü hakimdir.

Doku elastisite ölçümünde günümüzde daha çok shear wave elastografi ve serbest el US elastografisi kullanılır. Bu işlemler elastografi cihazı ile yapılabileceği gibi, meme ultrasonu için kullanılan problar yardımıyla normal US cihazları ile de yapılabilmektedir.

Shear Wave Elastografi

Kompresif elastografi yöntemine göre daha pahalıdır. Bu metotta US problemleri sayesinde hedef dokuya çok kısa süreli (0,03-0,4 ms) ancak yüksek güçlü akustik itici radyasyon kuvveti uygulanmaktadır (frekans 2,67 MHz). Bu kuvvet hedef dokuda horizontal küçük yer değiştirmelere sebep olmaktadır (1-10 µm). İşte bu yer değiştirmelere shear wave adı verilmektedir (4,5). Shear wave hızı, dokunun sertliği ile doğru orantılıdır. Bu teknikte kompresif elastografide olan kullanıcı bağımlılığı sınırlaması yoktur ancak dışarıdan uygulanan baskının büyüklüğünün yanlış yüksek sonuçlara yol açabileceği bilinmelidir (4,5). Supersonic shear görüntüleme ve Akustik Radyasyon Güç İmpuls (ARFI) olmak üzere iki çeşit shear wave tekniği vardır (6). İki teknik genel anlamda birbirine benzemekle birlikte Supersonic shear görüntülemede dokuların sertliği kilopaskal (kPa) cinsinden, ARFI metodunda ise m/s cinsinden verilmektedir (7).

Serbest El Tekniği

Daha sık kullanılan bir tekniktir ve daha ucuzdur. Transdüserin tekrarlayan kompresif hareketi sırasında hedef dokudan gelen eko sinyallerinin bozulmalarının analiz edilmesi ile doku elastisitesi ölçülmektedir (8). Kompresyonun uygulandığı

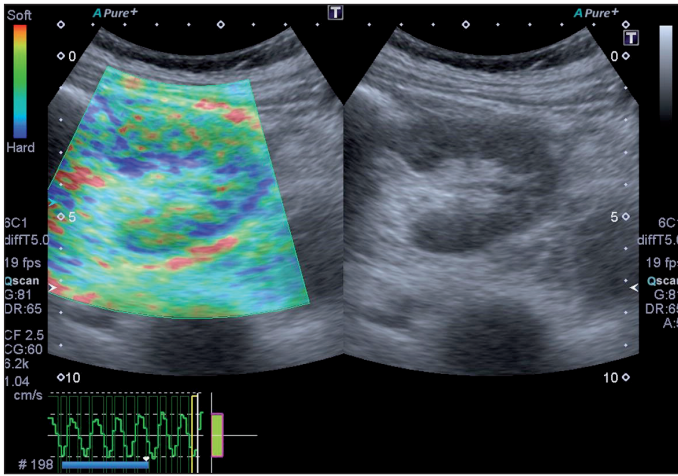
longitudinal yönde olan yer değişikliği hesaplanmaktadır. Sert dokularda daha az deformasyon oluşur. Bu tekniğin temel sınırlaması; prob ile uygulanan standart bir basınç olmadığı için imaj ve elastisite değerleri arasında geniş değişkenlikler olabilmektedir, yani kişi bağımlıdır (9). Bu değişkenliği azaltmak için cihazlarda kompresyon miktarını gösteren skalalar geliştirilmiştir. Serbest el tekniğinde strain indeksi (strain ratio) denilen semi-kantitatif bir indeks bulunmaktadır. Bu indeks; normal doku elastisitesi (böbrek sinüsü, meme yağ dokusu gibi) ölçülüp referans alınarak, ölçülen diğer dokunun elastisitesinin normal dokuya oranı hesaplanarak elde edilir (9).

Elastografi Uygulamaları

Elastografi birçok organda ve birçok hastalığın değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu yöntem normal anatomik görüntüye ek tanımlama bilgileri getirmekte ve biyopsi işlemine kılavuzluk etmektedir, hatta belki ileride onun yerini bile alabilir. Biyopsi ağırlı, invaziv ve daha masraflı bir yöntemdir. Elastografi karaciğer hastalıklarının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Elastografi karaciğerdeki yağlanma ve fibrozisi gösterir ve siroz ve hepatit gibi hastalıklarda faydalı olabilmektedir (10). Özellikle fibrozisin yaygın olduğu durumlarda biyopsi ile eksik ve yanlış örnek alınabileceği için daha avantajlı olabilmektedir. Meme, tiroid ve prostat kanserlerinin belirlenmesinde kullanılabilir (11-13). Yine bazı özel elastografi cihazları kas ve tendon yapısını değerlendirebilmekte ve bu dokuların mekanik özelliklerinin belirlenmesinde yararlı olmaktadır (14).

Son yıllarda böbrek hastalıklarının değerlendirilmesinde de yararlı olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Böbrek hastalıklarında genellikle serbest el tekniği ile strain indeksi kullanılarak değerlendirme yapılır. Hastalar önce supin pozisyonunda B mod ultrasonografi ile değerlendirilir, daha sonra elastografi moduna geçilir. Görüntüleme alanı renal sinüs ve parankim aynı kesitte olacak şekilde alınır. Böbreğe prob ile aksiyel planda dik olarak kısa aralıklarla ritmik olarak kompresyon ve dekompresyon uygulanır (5). Uygulanan kompresyon ve dekompresyonun süre ve miktar olarak en uygun şekli yazılımsal olarak ekranın sol alt köşesinde gösterilen kompresyon-zaman skalası ile belirlenir. Değerlendirilen bölgenin gri-skala ve elastogram verileri ekran üzerinde eş zamanlı olarak yan yana iki ayrı pencerede izlenebilir (5,9). Elde edilen dinamik ve statik görüntüler dijital ortamda kaydedilir. Statik elastogram görüntüleri üzerinde böbreğin sinüsünden referans ölçüm yapılır, böbrek parankiminden referans değer ile aynı düzlemde üç ayrı ölçüm yapılarak strain indeksleri bulunur ve üç değerın ortalaması alınır (Şekil 1).

Elastografi ölçümü pratik olmasına rağmen bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Serbest el tekniği semi kantitatif bir teknik olduğundan kişiden kişiye farklılıklar gösterebilmektedir. Bu yüzden özellikle çalışma amaçlı yapılan tüm elastografiler deneyimli tek bir radyolog tarafından değerlendirilmelidir. Ölçümler renal parankimden, referans ölçümler ise renal



Şekil 1: Kompresyon ve dekompresyon sırasında alınan görüntü. Ekran 3' e bölünmüştür. Sağ üstte böbreğin gri skala görüntüsü izlenmektedir. Sol üstte renk kodlamalı elastografi görünümü izlenmektedir. Sol altta ise kompresyon ve dekompresyon dalgaları ile oluşturulmuş zaman sinyal eğrisi görünmektedir. Referans ölçüm renal sinüslerden yapılmıştır.

sinüsten yapılmaktadır. Hidronefroz varlığında referans ölçüm değerlendirmesi zorlaşmaktadır. Renal parankim sinüs ayırımı kaybolduğunda referans ve doku ölçümleri yapılamamaktadır. Obez hastalarda ve böbrek dokusunun derin yerleşimli olduğu durumlarda böbrek dokusuna doğrudan kompresyon yapılamamaktadır.

Böbrek hastalarında daha çok kronik böbrek yetmezliği, böbrek nakli ve böbrekte kitlesi olan hastalarda yapılan çalışmalar ön plana çıkmıştır. Biz bu derlemede, bundan sonraki bölümde böbrek hasta popülasyonlarında elastografi ile ilgili yapılan çalışmaları bölümler halinde irdeleyeceğiz.

Kronik Böbrek Yetmezliği Hastalarında Elastografi

Kronik böbrek yetmezliğinde fibrozis mevcuttur ve ilerleyicidir, elastografi de fibrozisi gösterdiği için bu popülasyonda elastografi kullanım alanı bulmuştur. Bu grupta yapılan çalışmalarda daha çok KBY hastaları normal popülasyonla karşılaştırıl-

mış ve yine elastografik fibrozis derecelerinin glomerüler filtrasyon hızı ve proteinüri ile olan ilişkileri araştırılmıştır. Samir ve ark.nın çalışmasında 25 KBY hastası (ortalama glomerüler filtrasyon hızı (GFH: 38 ml/dk) ile 20 sağlıklı kişi karşılaştırılmış ve KBY hastalarında elastisite skorlarının normal popülasyona oranla arttığı gösterilmiştir (15). Goya ve ark. 114 diyabetik nefropati ve 281 sağlıklı kişiyi karşılaştırmıştır. Sağlıklı grupta elastisite ile yaş ve cinsiyet (erkeklerde 2.30 ± 0.34 m/s, kadınlarda 2.41 ± 0.44 m/s) arasında ilişki saptanmıştır. Elastisite skorları diyabetik nefropatili hastalarda sağlıklı kontrol grubuna göre artmış olarak bulunmuştur. Diyabetik nefropati grubunda elastisite skoru ile yaş ve cinsiyet arasında ilişki yokken, kreatinin, GFH ve proteinüri ile anlamlı ilişki olduğu gösterilmiştir (16). Hu ve ark.nın çalışmasında 163 KBY hastasında elastisite skoru ile renal biyopsi skorlarının ilişkisi incelenmiştir. Bu çalışmada elastisite skoru ile kreatinin, GFH ve histolojik skorlar arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (17). Bu çalışmada histolojik skor ile elastisite skoru arasındaki güçlü ilişki KBY hastalarında ve diğer renal hastalarda fibrozisi belirlemede elastografinin biyopsinin yerini alabileceği düşüncesini doğurmuştur. Hem kısa sürede sonuç alınabilir hem de noninvaziv ve daha ekonomik bir yöntemdir. KBY hastalarında yapılan elastografik çalışmaların özeti Tablo 1'de bulunmaktadır.

Böbrek Nakli Hastalarında Elastografi Uygulamaları

Son dönem böbrek yetmezliğinin en seçkin tedavisi böbrek naklidir. Ancak böbrek nakli operasyonu sonrası dönemde gelişen akut ve kronik rejeksiyonlar, primer hastalık nüksü ve özellikle kalsinörin inhibitörü ilaçların toksisitesi greft ömrünü kısaltmaktadır. Bazı merkezlerde özellikle hastalık nüksü, ilaç toksisitesi ve kronik rejeksiyonların erken teşhisi için belirli aralıklarla protokol biyopsileri yapılmaktadır (0.saat, 6.ay, 1.yıl, 3.yıl ve 5.yıl gibi). Bu biyopsiler özellikle kronik rejeksiyonlar ve kalsinörin ilaç toksisiteleri hakkında değerli bilgiler verebilir. Ancak biyopsi işlemi invaziv ve masraflı bir işlemdir. Bu yüzden transplant hastalarında da renal fibrozisi belirlemek için ideal noninvaziv tetkikler araştırılmıştır. Transplant dışı böbrek hastalarında elastografinin biyopsi bulguları ve GFH ile olan anlamlı ilişkisi gösterildikten sonra transplant hastalarında

Tablo I: KBY hastalarında yapılmış olan elastografi çalışmaları.

Yazar	Yıl	Hasta ve kontrol grubu sayısı	Yöntem	Bulgu
Samir ve ark.	2015	25/20	Shear wave elastografi	KBY de artmış elastisite skoru
Goya ve ark.	2015	114/281	Shear wave elastografi	Diyabetik nefropatide artmış skor
Hu ve ark.	2014	163/32	Shear wave elastografi	KBY de artmış elastisite skoru ve biyopsideki fibrozis ile ilişki varlığı
Menzilcioğlu ve ark.	2016	121/40	Serbest el tekniği	KBY de artmış elastisite skoru
Menzilcioğlu ve ark.	2015	58/40	Serbest el tekniği	KBY de artmış elastisite skoru

KBY: Kronik böbrek yetmezliği.

da bu konuda çalışmalar yapılmıştır. Nakao ve ark. 27 böbrek nakil hastasında elastografi ile biyopsi bulgularını karşılaştırmış ve elastisite skoru ile fibrozis ve GFH arasında anlamlı ilişki bulmuşlardır (18). Özellikle GFH' si > 50 ml/dk olan ve <50 ml/dk olan grupların elastisite skorları arasında belirgin farklılık saptanmıştır. Lukenda ve ark. 23 böbrek nakli hastasında biyopsi ile gösterilmiş fibrozis skorları ile elastografik skor arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermişlerdir (19). Kahn ve ark. 112 böbrek nakil hastasını biyopsi bulgularına göre üç gruba ayırmıştır: Grup A: biyopsi gerekli olmayan grup, Grup B: Banff Grade 1, Grup C: Banff Grade 2 ve 3. Grup A ve C arasında elastisite skorları arasında anlamlı fark varken, Grup A ile B ve B ile C arasında fark saptanmamıştır (20). Ancak literatürde bunun aksini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Grenier ve ark. 43 böbrek nakil hastasında yaptıkları çalışmada elastisite skoru ile fibrozis arasında ilişki bulamamışlardır (21). Yang ve ark. 115 renal transplant hastasına post op 1.ayda elastografi ölçümü yapmış ve elastografi skorları ile gelişebilecek akut rejeksiyonlar arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonunda akut rejeksiyon gelişen grupta bazal fibrozis skorlarının daha yüksek olduğu görülmüş ve renal transplant hastalarında elastografi skorlarının akut rejeksiyonu predikte edebileceği yorumunu yapmışlardır (22). Böbrek nakil hastalarında yapılan elastografi çalışmaları Tablo II'de gösterilmiştir. Sonuç olarak

çalışmaların çoğunda nakil hastalarında elastografi skoru ile biyopsi ile gösterilmiş renal fibrozis arasında anlamlı ilişki bulunduğundan bu hastalarda biyopsi yapmadan ilaç değişikliği (örneğin kalsinörin inhibitöründen mammalian target of rapamycin (mTOR) inhibitörlerine geçiş) yapma ve kronik allograft gelişiminin değerlendirilmesi konusunda elastografi yardımcı olabilir gibi görünmektedir. Ancak ileri çalışmaların gerekli olduğu kesindir.

Böbrek Kitlelerinin Değerlendirilmesinde Elastografi

Elastografinin özellikle memedeki kitlelerin natürü hakkında değerli bilgiler vermesinden sonra böbrekteki kitlelerin değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmıştır ancak sınırlı sayıdadır. Keskin ve ark. 65 hastada elastografi ile böbrekteki anjiomyolipom ve renal hücreli karsinom ayırımına gitmişler ve iki grup arasında elastisite skorlarının anlamlı farklı olduğunu ve her iki grupta da skorun lezyonun boyutu ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir (23). Göya ve ark. 55 hastalık çalışmalarında benign ve malign lezyonlar arasında anlamlı elastisite farkı bulmuşlardır (24). Aksine Guo ve ark. nın çalışmasında 27 hastada berrak hücreli karsinoma ile anjiomyolipom arasında elastisite skorları benzer bulunmuştur (25). Tablo III'de elastografinin böbrek kitlelerinin değerlendirmesinde kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiş olup, böbrek kitlelerinin

Tablo II: Böbrek nakli hastalarında yapılmış olan elastografi çalışmaları.

Yazar	Yıl	Hasta ve kontrol grubu sayısı	Yöntem	Bulgu
Nakao ve ark.	2014	27 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
Lukenda ve ark.	2014	23 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
Sommerer ve ark.	2012	164 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
Arndt ve ark.	2010	20 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
Grenier ve ark.	2012	43 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki yok
Orlacchio ve ark.	2014	50 hasta	Serbest el tekniği	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
He ve ark.	2014	50 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki
Stock ve ark.	2010	18 hasta	Shear wave elastografi	Elastografi skoru ile fibrozis arasında ilişki

Tablo III: Renal kitleli hastalarda yapılmış olan elastografi çalışmaları.

Yazar	Yıl	Malign/Benign hasta sayısı	Yöntem	Bulgu
Keskin ve ark.	2015	41/24	Serbest el tekniği	Malign-benign lezyonların elastisite skorları anlamlı farklı
Guo ve ark.	2014	11/16	Shear wave elastografi	Malign-benign lezyonların elastisite skorları benzer
Göya ve ark.	2014	39/16	Shear wave elastografi	Malign-benign lezyonların elastisite skorları anlamlı farklı
Onur ve ark.	2015	42/29	Serbest el tekniği	Malign-benign lezyonların elastisite skorları anlamlı farklı
Tan ve ark.	2013	19/28	Serbest el tekniği	Malign-benign lezyonların elastisite skorları anlamlı farklı

değerlendirmesinde elastisite skorunun güvenilirliği konusunda ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; böbrek elastografisi son yıllarda kullanıma giren ve şu ana kadar yapılan çalışmalarda kronik böbrek yetmezliği, diyabetik nefropati ve böbrek nakli hastalarında fibrozisi belirlemesi bakımından böbrekte kitlesi olan hastalarda ise kitlenin natürü hakkında bilgi vermesi açısından yararlı olabileceği öngörüsü oluşturan bir tekniktir. Şu ana kadar yapılmış olan çalışmalardan çıkan sonuçlar neticesinde renal fibrozis miktarını belirlemede invaziv bir yöntem olan biyopsinin yerine geçip geçemeyeceği konusunda daha geniş serili ve prospektif randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Retrieved December 03-2015, from http://www.kdigo.org/clinical_practice_guidelines/pdf/CKD/KDIGO_2012_CKD_GL.pdf
2. Takashi T, Wang F, Quarles CC: Clinical assessment and management of chronic kidney disease across its stages. Chronic Renal Disease (1st ed). Amsterdam: Elsevier, 2014;1:43-54
3. Takahashi T, Wang F, Quarles CC: Current MRI techniques for the assessment of renal disease. Curr Opin Nephrol Hypertens 2015;24:217-223
4. Correas JM, Anglicheau D, Gennisson JL, Tanter M: Renal elastography. Nephrol Ther 2016;12:S25-34
5. Inci MF, Kalayci TO, Tan S, Karasu S, Albayrak E, Cakir V, Ocal I, Ozkan F: Diagnostic value of strain elastography for differentiation between renal cell carcinoma and transitional cell carcinoma of kidney. Abdom Radiol (NY) 2016;41:1152-1159
6. Sarvazyan AP, Rudenko OV, Swanson SD, Fowlkes JB, Emelianov SY: Shear wave elasticity imaging: A new ultrasonic technology of medical diagnostics. Ultrasound Med Biol 1998;24:1419-1435
7. Bercoff J, Tanter M, Fink M: Supersonic shear imaging: A new technique for soft tissue elasticity mapping. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control 2004;51:396-409
8. Ozkan F, Yavuz YC, Inci MF, Altunoluk B, Ozcan N, Yuksel M, Sayarlioglu H, Dogan E: Interobserver variability of ultrasound elastography in transplant kidneys: Correlations with clinical-Doppler parameters. Ultrasound Med Biol 2013;39:4-9
9. Grenier N, Gennisson JL, Cornelis F, Le Bras Y, Couzi L: Renal ultrasound elastography. Diagn Interv Imaging 2013;94:545-550
10. Correas JM, Pol S: New developments in ultrasound imaging for chronic liver diseases: From anatomic imaging to structural and functional imaging]. Presse Med 2012;41:153-168
11. Jeon S, Lee G, Lee SK, Kim H, Yu D, Choi J: Ultrasonographic elastography of the liver, spleen, kidneys, and prostate in clinically nor-mal beagle dogs. Vet Radiol Ultrasound 2015;56:425-431
12. Stoian D, Timar B, Craina M, Bernad E, Petre I, Craciunescu M: Qualitative strain elastography - strain ratio evaluation - an important tool in breast cancer diagnostic. Med Ultrason 2016;18:195-200
13. Menzilioglu MS, Duymus M, Avcu S: Sonographic elastography of the thyroid gland. Pol J Radiol 2016;81:152-156
14. Paluch Ł, Nawrocka-Laskus E, Wiecek J, Mruk B, Frel M, Walecki J: Use of ultrasound elastography in the assessment of the musculoskeletal system. Pol J Radiol 2016;81:240-246
15. Samir AE, Allegretti AS, Zhu Q, Dhyani M, Anvari A, Sullivan DA, Trotter CA, Dougherty S, Williams WW, Babitt JL, Wenger J, Thadhani RI, Lin HY: Shear wave elastography in chronic kidney disease: A pilot experience in native kidneys. BMC Nephrol 2015;16:119
16. Goya C, Kilinc F, Hamidi C, Yavuz A, Yildirim Y, Cetincakmak MG, Hattapoglu S: Acoustic radiation force impulse imaging for evaluation of renal parenchyma elasticity in diabetic nephropathy. AJR Am J Roentgenol 2015;204:324-329
17. Hu Q, Wang XY, He HG, Wei HM, Kang LK, Qin GC: Acoustic radiation force impulse imaging for non-invasive assessment of renal histopathology in chronic kidney disease. PLoS One 2014;9:e115051
18. Nakao T, Ushigome H, Nakamura T, Harada S, Koshino K, Suzuki T, Ito T, Nobori S, Yoshimura N: Evaluation of renal allograft fibrosis by transient elastography (Fibro Scan). Transplant Proc 2015;47:640-643
19. Lukenda V, Mikolasevic I, Racki S, Jelic I, Stimac D, Orlic L: Transient elastography: A new noninvasive diagnostic tool for assessment of chronic allograft nephropathy. Int Urol Nephrol 2014;46:1435-1440
20. Kahn J, Slowinski T, Thomas A, Filimonow S, Fischer TJ: Ultrason TSI ultrasound elastography for the diagnosis of chronic allograft nephropathy in kidney transplanted patients. J Ultrason 2013;13:253-262
21. Grenier N, Poulain S, Lepreux S, Gennisson JL, Dallaudière B, Lebras Y, Bavu E, Servais A, Meas-Yedid V, Piccoli M, Bachelet T, Tanter M, Merville P, Couzi L: Quantitative elastography of renal transplants using supersonic shear imaging: A pilot study. Eur Radiol 2012;22:2138-2146
22. Yang C, Jin Y, Wu S, Li L, Hu M, Xu M, Rong R, Zhu T, He W: Prediction of renal allograft acute rejection using a novel non-invasive model based on acoustic radiation force impulse. Ultrasound Med Biol 2016;42:2167-2179
23. Keskin S, Güven S, Keskin Z, Özbiner H, Kerimoğlu Ü, Yeşildağ A: Strain elastography in the characterization of renal cell carcinoma and angiomyolipoma. Can Urol Assoc J 2015;9:e67-71
24. Göya C, Daggulli M, Hamidi C, Yavuz A, Hattapoglu S, Cetincakmak MG, Teke M: The role of quantitative measurement by acoustic radiation force impulse imaging in differentiating benign renal lesions from malignant renal tumours. Radiol Med 2015;120:296-303
25. Guo LH, Liu BJ, Xu HX, Liu C, Sun LP, Zhang YF, Xu JM, Wu J, Xu XH: Acoustic radiation force impulse elastography in differentiating renal solid masses: A preliminary experience. Int J Clin Exp Pathol 2014;7:7469-7476