



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg.
2015; 29 (1): 41 - 46
<http://www.fusabil.org>

Selami SERHATLIOĞLU
Esra KAZGAN BAYKUŞ

Fırat Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Radyoloji Anabilim Dalı
Elazığ, Türkiye

Diyabetik Nefropatide Difüzyon MR Bulguları

Amaç: Diyabetes Mellitus, dünya nüfusunun yaklaşık %1-2'sini etkileyen ve yüksek kan şekeri ortak özelliğine sahip pek çok bozukluğu ifade eden bir hastalıktır. En ciddi komplikasyonlarından biri son dönem böbrek yetersizliğinin ve diyabetik olgularda morbidite ve mortalitenin en önemli nedeni olan diyabetik nefropatidir. Bu çalışmanın amacı, diyabetik nefropatili hastalarda difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (DA-MRG) tekniği kullanılarak böbreklerde görünür difüzyon katsayısı (ADC = Apparent Diffusion Coefficient) değerlerini saptamaktır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya alınan diyabetik nefropatili 50 olgu ve kontrol grubunu oluşturan 50 sağlıklı gönüllüden, renal difüzyon ağırlıklı eko-planar (EPI) görüntüler elde edilerek böbreklerin b100, b600 ve b1000 değerleriyle ADC ölçümleri gerçekleştirildi.

Bulgular: Diyabetik nefropatili olgularda bilateral böbreklerin ortalama; b100, b600 ve b1000 ADC değerleri değerleri sırasıyla; $3.33 \pm 0.35 \times 10^{-3}$, $2.39 \pm 0.37 \times 10^{-3}$, $1.97 \pm 0.20 \times 10^{-3}$ sn/mm² bulunurken, kontrol grubundaki sağlıklı gönüllülerin normal böbreklerinde ortalama ADC değerleri ise; b100, b600 ve b1000 değerleri için sırasıyla $3.42 \pm 0.26 \times 10^{-3}$, $2.76 \pm 0.32 \times 10^{-3}$, $2.18 \pm 0.21 \times 10^{-3}$ sn /mm² bulundu. Diyabetik nefropatili hastalarda renal ADC değerleri b600 (P= 0.001) ve b1000 (P= 0.001) açısından normal böbreklere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu saptandı.

Sonuç: Sonuç olarak DAMRG'nin diyabetes mellitusta diyabetik nefropatinin tanı ve takibinde yardımcı bir görüntüleme tekniği olarak kullanılabileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Difüzyon manyetik rezonans görüntüleme, diyabetik nefropati, ADC, eko-planar görüntüleme, böbrek

Diffusion MR Findings in Diabetic Nephropathy

Objective: Diabetes Mellitus affects 1-2% of World population and denotes many disorders which share hyperglycemia in common. One of the most serious complications of Diabetes Mellitus is Diabetic Nephropathy which is the most substantial cause of end-stage renal failure, and morbidity and also mortality in diabetic patients. The aim of this study is to determine the values of Apparent Diffusion Coefficient (ADC) with using diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) technique in Diabetic Nephropathy diagnosed patients.

Material and Methods: ADC measurement were performed with kidneys b100, b600, and b1000 values which obtained from renal diffusion weighted echo planar (epi) images of 50 diabetic nephropathy patients and 50 healthy volunteers control group.

Results: Average b100, b600, and b1000 ADC values were found as, $3.33 \pm 0.35 \times 10^{-3}$, $3.33 \pm 0.35 \times 10^{-3}$, $2.39 \pm 0.37 \times 10^{-3}$, $1.97 \pm 0.20 \times 10^{-3}$ sec/mm² for bilateral kidneys in diabetic nephropathy cases, and $3.42 \pm 0.26 \times 10^{-3}$, $2.76 \pm 0.32 \times 10^{-3}$, $2.18 \pm 0.21 \times 10^{-3}$ sec /mm² for healthy kidneys in control group, respectively. Renal ADC values in terms of b600 (P= 0.001) and b1000 (P= 0.001) were found statistically significantly lower in diabetic nephropathy patients than normal kidneys.

Conclusion: As a result; DW-MRI was considered to be used as an imaging technique in order to help diagnosis and follow-up of diabetic nephropathy in diabetes mellitus patients.

Key Words: Diffusion magnetic resonance imaging, diabetic nephropathy, ADC, echo-planar imaging, kidney

Geliş Tarihi : 26.01.2015
Kabul Tarihi : 05.04.2015

Yazışma Adresi Correspondence

Selami SERHATLIOĞLU
Fırat Üniversitesi,
Tıp Fakültesi,
Radyoloji Anabilim Dalı,
Elazığ-TÜRKİYE

sserhatlioglu@firat.edu.tr

Giriş

Diyabetes mellitus (DM), sık karşılaşılan endokrin metabolik bozukluklardan biri olup gelişmiş ülkelerde %5–10 oranında görülmektedir. Yüksek kan şekeri ortak özelliğine sahiptir, birçok komplikasyona neden olabilir. Bu komplikasyonların en önemlilerinden biri olan diyabetik nefropati (DN) son dönem böbrek yetersizliğine (SDBY) yol açar. Bu da DM hastalarında morbidite ve mortalitenin en önemli nedenidir (1).

Difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (DAMRG), son yıllarda çeşitli araştırmalara konu olan birçok patoloji hakkında değerli bilgiler veren radyolojik bir yöntemdir. Noninvaziv bir inceleme olup böbrek fonksiyonları hakkında bilgiler verebilir. Kapiller düzeydeki perfüzyon ve difüzyonu in vivo ölçebilen yöntem hem sağlıklı bireylere hem de hastalarda kolaylıkla uygulanabilmekte ve böbrek fonksiyonlarındaki bozulmanın derecesini ortaya koyabilmektedir (2 - 6).

Renal fonksiyon, güvenilir olarak kabul edilen nükleer tıp teknikleriyle de değerlendirilebilir. Ancak bu teknik iyonizan radyasyon içerir ve çözünürlüğü düşüktür. Yine bu nükleere tıp yöntemleri ile glomerüler filtrasyon hızı ve efektif plazma renal akımı değerlendirilebilirken böbrek difüzyonu ve perfüzyonu değerlendirilemez (7).

Görünür difüzyon katsayısı (ADC), DAMRG'den hesaplanan kantitatif bir parametredir ve ekstrasellüler-ekstravasküler alandaki su difüzyonu ile kapiller perfüzyonun kombine etkisini göstermektedir. Single-shot ekoplanar görüntü tekniklerinin ilerlemesiyle abdominal organların difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (8, 9).

Diyabetik nefropati sıklığı diyabet süresi uzadıkça artar. Diyabet süresi 20–40 yıl olan tip1 olgularda %30–40, 20 yıllık tip 2 diyabetlilerde %50 oranında DN gelişir. Proteinüri başladıktan sonraki 8–10 yıl içerisinde SDBY ortaya çıkar. Son dönem böbrek yetersizliğinin sosyal ve ekonomik etkileri göz önüne alınınca SDBY'nin en sık nedeni olan DN'yi önleyici tanı ve tedaviler önem kazanmaktadır (10).

Bu çalışma; diyabetik hastalarda renal ADC değerlerinin diyabete bağlı renal hasardaki değişiminin hesaplanması ve diyabetten etkilenen böbrek fonksiyonları hakkında bilgi verip vermediğinin araştırılması amacı ile yapılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Hastanemizde diyabetik nefropati tanısı olan 50 olgu ile 50 sağlıklı gönüllü çalışma kapsamına alındı. Çalışmaya dâhil edilen tüm olgular yapılacak işlem hakkında sözlü ve yazılı olarak bilgilendirilerek izinleri alındı. Çalışma Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu tarafından onaylandı. Görüntüleme öncesinde herhangi bir hazırlık yapılmadı. Çalışmaya dâhil edilen olgular iki gruba ayrıldı.

Grup 1: Diyabetik nefropati tanısı alan henüz diyalize girmeyen ve majör renal hastalığı olmayan 26–85 yaşları arasındaki 22 si erkek, 28 i kadın toplam 50 olgu (n:50).

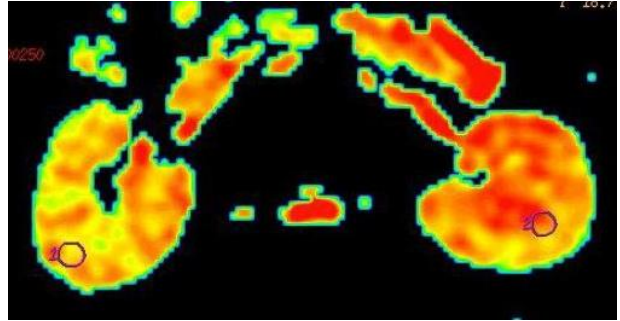
Grup 2: 26 –75 yaşları arasında; 23 ü erkek, 27 si kadın toplam 50 sağlıklı bireyden oluşan kontrol grubu (n:50).

Toplam 50 diyabetik nefropatili olgunun ve 50 sağlıklı kontrol grubu gönüllüsünün bilateral böbrek parankimlerinin üst, orta ve alt pollerinden olmak üzere üçer ölçüm yapıldı ve her böbreğin "ADC" değerleri yüksek (b=1000), ortalama (b=600) ve düşük (b=100) b gradyent değerleri kaydedildi. Ayrıca her olgu için de her iki böbreğin "ADC" değerlerinin ortalamaları hesaplandı.

Manyetik Rezonans Görüntüleme: Çalışmaya katılmayı kabul eden diyabetes mellituslu ve kontrol grubunu oluşturan sağlıklı gönüllülerin renal difüzyon MR incelemeleri Fırat Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı MR ünitesinde 1.5T GE Signa Hispeed Excite MR sistemi (General Electric, Milwaukee, WI) ile yapıldı. İncelemeler, her biri 30 saniye olmak üzere toplam 1,5 dakikada tamamlandı.

Her olgudan sırasıyla yüksek (b=1000), ortalama (b=600) ve düşük (b=100) b gradyent değerleriyle toplam 3 adet aksiyal difüzyon ağırlıklı eko-planar görüntü (EPI) alındı. Görüntülerde Matris: 128x128, NEX: 1, FOV: 30, kesit kalınlığı: 5 mm, kesitler arası boşluk: 0, difüzyon yönü: Tüm yönler, TR: 8000, TE: Minimum parametreleri kullanıldı.

Görüntülerin Analizi: Elde edilen difüzyon ağırlıklı görüntüler MR sisteminin çalışma istasyonunda işlendikten sonra her iki böbreğin renkli ADC haritaları çıkarıldı. ADC değerleri her böbrek parankiminden mm²/sn olarak ölçüldü. ADC değerleri böbrek orta kısım parankimindeki üç noktadan dairesel inceleme alanı (ROI=region of interest) ile ölçülüp bunların ortalaması esas değer olarak kabul edildi. Hesaplamalar, üç farklı b değeri için ayrı ayrı olacak biçimde her iki böbrek parankiminden literatürde kabul gördüğü gibi geniş ROI belirteci kullanılarak korteks ve medullayı içerecek şekilde yapıldı (Şekil 1).



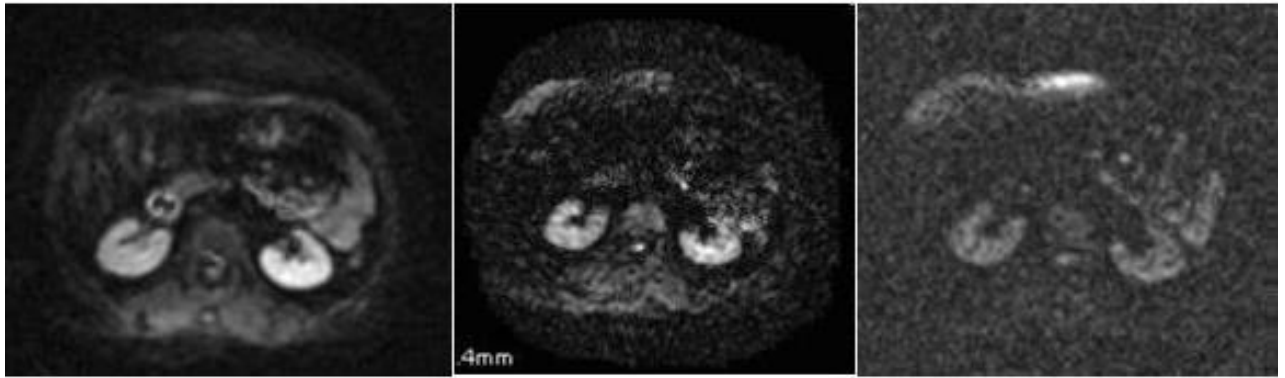
Şekil 1. Diyabetik nefropatide renal parankimden ölçüm yaparken seçilen bölgeler

İstatistiksel Analiz: Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesi "SPSS 12.0 for Windows" paket programı ile yapıldı. Olguların renal ADC değerleri ortalama ± standart sapma olarak verildi. Çalışma ve kontrol grubunun parankimal ADC değerlerinin kıyaslanmasında "independent samples t test" kullanıldı. Diyabetik nefropatili hastalarla gönüllülerin ADC ölçümleri arasındaki olası ilişki "Pearson korelasyon analizi" yöntemi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık için P değeri 0.05'in altında ise anlamlı kabul edildi.

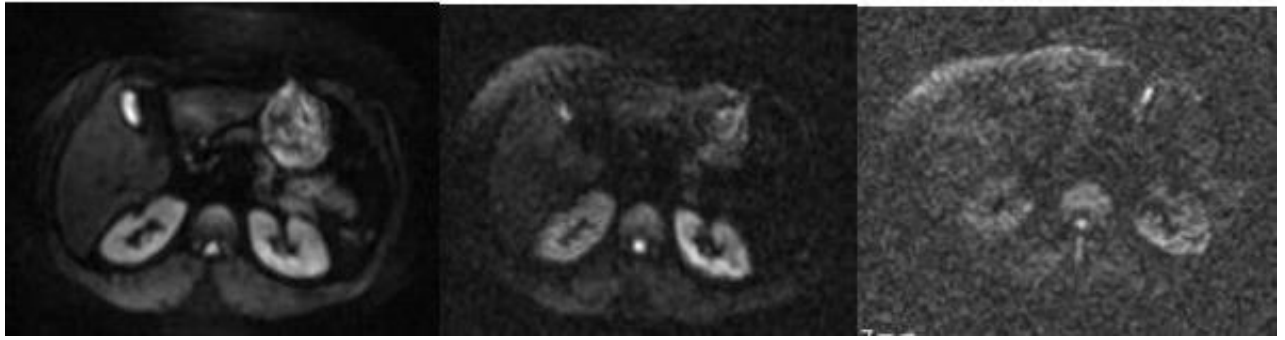
Bulgular

Grup 1; Diyabetik nefropatili 50 olgu, grup 2; tamamen sağlıklı 50 gönüllüden oluşmaktaydı. Çalışma ve kontrol grupları biyokimyasal parametreler açısından karşılaştırıldığında açlık glukozu, glikolize hemoglobin (HbA1c), üre ve kreatinin değerleri istatistiksel olarak anlamlı olarak Grup1'de daha yüksek bulundu (Tablo 1).

Hem diyabetik nefropatili olgularda hem de kontrol grubu olguların böbreklerinde, b değerinde artış oldukça difüzyon ağırlıklı görüntülerde böbrek sinyallerinde belirgin düşüş izlendi (Şekil 2a, b).



Şekil 2a. Kontrol grubuna ait olgularda böbreklerin difüzyon ağırlıklı görüntüleri. Kesitler baştan itibaren düşük, ortalama ve yüksek b değerleriyle alınmıştır.



Şekil 2b. Çalışma grubuna ait diyabetik nefropatili olgularda böbreklerin difüzyon ağırlıklı görüntüleri. Kesitler baştan itibaren düşük, ortalama ve yüksek b değerleriyle alınmıştır.

Tablo 1. Çalışma ve kontrol grubunun biyokimyasal özellikleri

| | Grup I (n:50) | Grup I (n:50) | P değeri |
|-------------------|---------------|---------------|----------|
| Glukoz (mg/dL) | 254.22±152.71 | 78.36±10.81 | 0.001 |
| Hb A1 c (%) | 10.63±2.12 | 5.32±0.62 | 0.001 |
| Üre (mg/dL) | 23.62±8.93 | 20.02±4.60 | 0.013 |
| Kreatinin (mg/dL) | 1.10±0.41 | 0.68±0.13 | 0.001 |

(Ortalama ± standart sapma. İstatistiksel anlamlılık P<0.05). (n: olgu sayısı)

Tablo 2. Sağlıklı kontrol grubunda renal ADC değerleri

| | b100 | b600 | b1000 |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sağ böbrek ortalama | 3.43±0.31x10 ⁻³ | 2.74±0.38x10 ⁻³ | 2.16±0.25x10 ⁻³ |
| Sol böbrek ortalama | 3.44±0.28x10 ⁻³ | 2.77±0.37x10 ⁻³ | 2.21±0.21x10 ⁻³ |
| Bilateral böbrek ortalama | 3.42±0.26x10 ⁻³ | 2.76±0.32x10 ⁻³ | 2.18±0.21x10 ⁻³ |

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir ve birimi mm²/sn'dir.

Tablo 3. Diyabetik nefropatili olgularda renal ADC değerleri

| | b100 | b600 | b1000 |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sağ böbrek ortalama | 3.32±0.40x10 ⁻³ | 2.48±0.42x10 ⁻³ | 1.95±0.22x10 ⁻³ |
| Sol böbrek ortalama | 3.34±0.38x10 ⁻³ | 2.51±0.42x10 ⁻³ | 1.99±0.23x10 ⁻³ |
| Bilateral böbrek ortalama | 3.33±0.35x10 ⁻³ | 2.49±0.37x10 ⁻³ | 1.97±0.20x10 ⁻³ |

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir ve birimi mm²/sn'dir.

Tablo 4. Tip I ve Tip II diyabetik nefropatili olgularda renal ADC değerleri

| | | b100 | b600 | b1000 |
|------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Tip I DM (n=12) | Sağ böbrek ortalama | 3.38±0.49x10 ⁻³ | 2.56±0.42x10 ⁻³ | 1.98±0.20x10 ⁻³ |
| | Sol böbrek ortalama | 3.37±0.49x10 ⁻³ | 2.50±0.29x10 ⁻³ | 2.01±0.22x10 ⁻³ |
| | Bilateral böbrek ortalama | 3.37±0.45x10 ⁻³ | 2.53±0.23x10 ⁻³ | 1.99±0.17x10 ⁻³ |
| Tip II DM (n=38) | Sağ böbrek ortalama | 3.30±0.38x10 ⁻³ | 2.45±0.42x10 ⁻³ | 1.94±0.22x10 ⁻³ |
| | Sol böbrek ortalama | 3.33±0.34x10 ⁻³ | 2.52±0.46x10 ⁻³ | 1.98±0.23x10 ⁻³ |
| | Bilateral böbrek ortalama | 3.31±0.31x10 ⁻³ | 2.48±0.40x10 ⁻³ | 1.96±0.20x10 ⁻³ |

Değerler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir ve birimi mm²/sn'dir.

Kontrol grubunu oluşturan sağlıklı gönüllülerde elde edilen sağ böbrek ortalama ADC değerleri, sol böbrek ortalama ADC değerleri ve bilateral böbreklerde ortalama ADC değerleri b100, b600 ve b1000 değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 2).

Diyabetik nefropatili olgularda elde edilen sağ böbrek ortalama ADC değerleri, sol böbrek ortalama ADC değerleri ve bilateral böbreklerde ortalama ADC değerleri b100, b600 ve b1000 değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 3).

Diyabetik nefropati grubunda b600, b1000 için ADC değerleri sağ böbrek (p=0.002, p=0.001), sol böbrek (p=0.002, p=0.001) ve ortalama böbrek (p=0.001, p=0.001) kontrol grubu ADC değerlerine göre istatistiksel olarak anlamlı olarak düşük bulundu. Diyabetik nefropati grubunda ortalama b100 için ADC değerleri sağ böbrek (p=0.150), sol böbrek (p=0.121) ve ortalama böbrek (p=0.128) sağlıklı kontrol grubu ADC değerine göre düşük bulunmakla beraber istatistiksel olarak anlamlı değildi. Diyabetik nefropatili olgular ve sağlıklı gönüllülerde sağ böbrek, sol böbrek ve bilateral böbreklerde ortalama b100, b600, b1000 için ADC değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 2-3).

Diyabetik nefropatili olgular ortalama sağ ve sol böbrek ADC değerleri açısından karşılaştırıldığında; sağ böbrek/sol böbrek b100 (p=0,755), sağ böbrek/sol böbrek b600 (p=0,537) ve sağ böbrek/sol böbrek b1000 (p=0,238) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Sağlıklı gönüllülerdeki ortalama sağ ve sol böbrek ADC değerleri açısından karşılaştırıldığında; sağ böbrek/sol böbrek b100 (p=0,739), sağ böbrek/sol böbrek b600 (p=0,567) ve sağ böbrek/sol böbrek b1000 (p=0,114) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

Tip 1 ve tip 2 diyabetik nefropatili olgular b100, b600 ve b1000 için ADC değerleri açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Tip 1 ve tip 2 diyabetik nefropatili olgularda sağ böbrek, sol böbrek ve ortalama böbrek b100, b600 ve b1000 için ADC değerleri tabloda verilmiştir (Tablo 4).

Diyabetik nefropati grubunda açlık glukozu ile bilateral ortalama böbrek ADC değerlerinden b100 (p=0.023), b600 (p=0.001), b1000 (p=0.001) arasında negatif korelasyon, HbA1c ile bilateral ortalama böbrek

ADC değerlerinden b600 (p=0.001), b1000 (p=0.001) arasında negatif korelasyon ve kreatinin ile bilateral ortalama böbrek ADC değerlerinden b600 (p=0.001), b1000 (p=0.001) arasında negatif korelasyon tespit edildi.

Tartışma

Diyabetes mellitus hiperglisemi ile karakterize bir metabolizma bozukluğudur. Dünya nüfusunun yaklaşık %1-2'sini etkileyen ve prevalansı giderek artan sık karşılaşılan endokrin metabolik hastalıklarından biridir. Yaklaşık % 97'si Tip 2 DM'dir (11).

Diyabetes mellitusta asıl sorun uzun sürede oluşan kronik mikrovasküler ve makrovasküler komplikasyonlarıdır. Diyabetin vasküler komplikasyonları bütün dünyada en önemli morbidite ve mortalite nedeni olmayı sürdürmektedir. Bu komplikasyonlardan biri de hem Tip 1 hem de Tip 2 DM' da gelişebilen diyabetik nefropatidir. Diyabetik nefropati diyabetik olgularda morbidite ve mortalitenin en önemli nedeni olup artan sayıda hastanın son dönem böbrek yetmezliğine yakalanmasına yol açan çok önemli bir sağlık sorunudur. Diyabetik nefropati diyabetin geç bir bulgusu gibi görünmekle birlikte, DN'den önce fizyolojik, patolojik ve klinik belirtiler olur (1, 12).

Daha hızlı ve güçlü MR cihazlarının kullanıma girmesi ile birlikte abdomende difüzyon ağırlıklı görüntüleme uygulamaları daha yaygın olarak yapılmaya başlanmıştır. Ekoplanar görüntüleme tekniğinin geliştirilmesi ile ultra hızlı görüntüleme mümkün olmuş ve sadece bir nefes tutmayla difüzyon ağırlıklı MR incelemeleri gerçekleştirilebilmektedir. Batın difüzyonla ilgili yapılan çalışmaların çoğunluğu single shot (ssEPI) tekniğiyle saniyeden daha düşük bir zaman biriminde görüntü alır ve böylece fizyolojik hareketlerden etkilenmemiş olur. Ekoplanar görüntüleme tekniğine nefes tutulmasının da eklenmesiyle solunum artefaktları ortadan kaldırılabilen ve batında ADC ölçümleri yapılabilmektedir (13 - 17).

Daha önce yayımlanmış çalışmalar, nefes tutmalı difüzyon MR görüntüleri ile yapılmışken, Thoeny ve arkadaşlarının yaptığı çalışma solunum esnasında gerçekleştirilmiş ve belirgin hareket artefaktı izlenmemiştir (7). Bizim çalışmamızda da solunum

artefaktlarının minimize edilebilmesi amacıyla nefes tutmalı difüzyon ağırlıklı görüntüler alındı.

Böbreklerin DAMRG ile değerlendirildiği çalışmalarda, medulla ve renal korteksten ayrı ayrı ölçümler yapılmıştır. Cova ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada çalışmamızda olduğu gibi korteks ve medullada ayrı ayrı ADC değerleri bulmayı denememişler, region of interest (ROI) belirtecini yaklaşık olarak kortikomeduller bileşke seviyesine yerleştirmişlerdir. Çünkü ROI' yi renal korteksin ve medullanın üzerinde ayrı ayrı ayarlamak zordur. Bu zorluk Fukuda ve arkadaşları tarafından da belirtilmiştir. Fukuda böbreklerin merkezinin perfüzyondan en az etkilendiğini belirtmiş ve değerlendirilmenin bu bölgeden yapılmasını önermiştir (3, 18). Biz de çalışmamızda kortikomeduller bileşkeyi içerecek şekilde geniş ROI belirteci kullandık.

Noninvaziv bir yöntem olan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme teknikleri ile glomerüler filtrasyon, tübüler konsantrasyon ve transit renal kan volümü ve perfüzyon, difüzyon ve oksijenasyon değerlendirilebilmektedir. Ayrıca akut ve kronik böbrek yetmezliğinde ve renal arter darlığı olan hastalarda parankimi değerlendirmede kullanışlı bir tekniktir. Difüzyon ağırlıklı görüntülemenin önemi fonksiyonel değişimler, böbrek enfeksiyonu, hidronefroz, pyonefroz ve tümör gibi çeşitli patolojik durumlarda da ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmalarda akut böbrek yetmezliği, kronik böbrek yetmezliği ve renal arter stenozu olan hastaların böbreklerinin ADC değerlerini normal böbreklerin ADC değerlerine kıyasla anlamlı ölçüde düşük bulunmuştur (19 - 21).

Kronik renal yetmezliği olan hastalarda yapılan bir çalışmada normal böbreklere kıyasla ADC değerleri hem korteks hem de medullada anlamlı olarak düşük bulunmuştur (22).

Yıldırım ve ark. (23) renal arter stenozu olan hastaların renal ADC değerlerini sağlıklı böbreklerin ADC değerlerine kıyasla anlamlı ölçüde düşük bulmuşlardır.

Chan ve ark. (9) renal pelviste saptanan ADC değerinin pyonefrotik böbrekte hidronefrotik böbreğe göre daha düşük bulmuşlardır.

Hipertansif hastalarla yapılan bir çalışmada ise renal ADC değerlerinde normal böbreklere kıyasla anlamlı fark bulunmamıştır (24).

Ries ve ark. (25) 17 diyabetik ve 16 sağlıklı fareler üzerinde diyabetin böbrek "ADC" değerleri ile ilişkisini araştırmışlardır. Böbrek ADC değerleri olarak 0, 130, 260, 390 sn/mm² kullandıkları çalışmalarında denekleri ödematöz yaralanma olan diyabetik böbrek, atrofik hücrelerin dominant olduğu diyabetik böbrek ve nekrozun dominant olduğu diyabetik böbrek şeklinde gruplandırmışlar. Korteks, dış medullanın dış ve iç bandı, iç medulla olarak ayırdıkları tüm renal kompartımanlarda kontrol grubuna göre "ADC" değerlerinde anlamlı farklılık bulamamışlardır. Ancak, ödematöz tipte hücresel yaralanmada, dış medulla dış bandından elde olunan "ADC" değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı olarak

düşük bulmuşlardır.

Bu çalışmada diyabetik nefropatili hastalarda b600, b1000 için ADC değerleri sağ böbrek (p=0.002, p=0.001), sol böbrek (p=0.002, p=0.001) ve ortalama böbrek (p=0.001, p=0.001) sağlıklı kontrol grubu ADC değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Diyabetik nefropati grubunda ortalama b100 için ADC değerleri sağ böbrek (p=0.150), sol böbrek (p=0.121) ve ortalama böbrek (p=0.128) sağlıklı kontrol grubu ADC değerine göre düşük olmakla beraber istatistiksel olarak anlamlı değildi. Yani diyabetik nefropati grubunda orta ve yüksek renal ADC değerlerinde anlamlı düşüş saptandı.

Kronik böbrek yetmezliğinde nefron kaybına bağlı olarak su hareketliliğindeki azalmaya, renal arter stenozunda ise renal iskemi ve korteks perfüzyonundaki azalmaya ve intraselüler ödeme bağlı renal parankimal ADC değerlerinin azaldığı düşünülmektedir. Çalışmamızda tespit ettiğimiz renal ADC değerlerindeki düşüşün diyabetik nefropati grubunda gelişen difüz glomeruloskleroza, sekonder ekstraselüler ekstraselüler bölgedeki suyun serbest difüzyonu kısıtlanmasına ve renal iskemiye bağlı olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda grupların kendi içinde sağ ve sol böbrekleri karşılaştırıldığında ortalama ADC değerleri arasında anlamlı fark saptanmadı. Grup 1'deki tip 1 ve tip 2 diyabetik nefropatili hastalar b100, b600 ve b1000 ADC değerleri açısından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Bu iki bulgumuz her ne kadar tip1 DM ve tip 2 DM hastalarında diyabetik nefropati gelişim mekanizmaları aynı olmasa da gelişen nefropatide böbreklerin ikisinin de etkilendiğini ve bunun DAMRG'da değişikliklere yol açtığını göstermektedir.

Son dönem böbrek yetersizliğinin en sık nedeni olan diyabetik nefropatide asıl amaç diyabetes mellitus tanısıyla takip edilen hastalarda diyabetik nefropati gelişme ihtimali olan hastaların belirlenebilmesi ve erken dönemde diyabetik nefropatinin varlığının gösterilebilmesidir. Diyabetik hastalarda DN gelişimi açısından mikroalbuminüri ve üriner protein atılımının ölçülmesi riske sahip hastaların belirlenmesinde yardımcıdır. Ancak mikroalbuminüri seviyelerinin düşük olması glomerüler bozukluğun olmadığı anlamına gelmez. Tekrarlanan böbrek biyopsileri nefropatinin erken evrelerini belirlemek için kullanışlı bir yol değildir ve bazı histolojik değişiklikler DN'yi önceden haber vermediğinden yanlış yönlendirmelere neden olabilir. Renal fonksiyonlar genellikle güvenilir olarak kabul edilen nükleer tıp teknikleriyle değerlendirilebilir ancak bu yöntem iyonizan radyasyon içerir ve çözünürlüğü düşüktür ve renal korteks ve medulla ayrımı yapılamaz. Bu teknikle glomerüler filtrasyon hızı ve efektif plazma renal akımı değerlendirilebilirken böbrek difüzyonu ve perfüzyonu değerlendirilemez.

Görünür difüzyon katsayısı değer ölçümleriyle birlikte difüzyon MRG bir fonksiyonel görüntüleme yöntemi olarak tanı ve ayırıcı tanıda önemli katkılar sağlayabilir. Kontrast madde kullanımına gerek olmaması,

uygulamanın kolay olması ve görüntülerin saniyeler içinde elde edilebilmesi önemli avantajlardır. Dokudaki su difüzyonu değerlerinin ADC haritaları üzerinden direkt olarak ölçülüp matematiksel olarak ortaya konabilmesi diğer fonksiyonel görüntüleme yöntemlerine kıyasla büyük bir üstünlüktür. Diyabetes mellitus tanısıyla takip edilen hastalarda DAMRG ile çalışmamızda tespit ettiğimiz orta ve yüksek renal ADC değerlerindeki düşüşün saptanması, erken dönemde henüz mikroalbuminüri gelişmeden diyabetik nefropatinin araştırılmasında yardımcı olabilir veya bu tür olguların

daha yakından takip edilmesinde yol gösterici olabilir. Ancak DAMRG'nin diyabetik nefropatideki olası rolünün ortaya konulabilmesi için geniş serilerle yapılmış ve standardize edilmiş böbrek ADC değerlerine ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; iyonizan radyasyon içermeyen ve hızlı bir yöntem olan renal difüzyon ağırlıklı MR görüntüleme, önemimizdeki yıllarda diyabetik olgulardaki renal hasarı erken dönemde belirlemede ve evrelemede yardımcı bir yöntem olabilir.

Kaynaklar

- Giunti S, Barit D, Cooper ME. Mechanisms of diabetic nephropathy: role of hypertension. *Hypertension* 2006; 48: 519-526.
- Cova M, Squillaci E, Stacul F, et al. Diffusion-weighted MRI in the evaluation of renal lesions: Preliminary results. *BJR* 2004; 77: 851-857.
- Chandarana H, Lee VS. Renal functional MRI: Are we ready for clinical application? *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192: 1550-1557.
- Huang AJ, Lee VS, Rusinek H. Functional renal MR imaging. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2004; 12: 469-486.
- Huang AJ, Lee VS, Rusinek H. MR imaging of renal function. *Radiol Clin North Am* 2003; 41: 1001-1017.
- Thoeny HC, De Keyzer F, Oyen RH, Peeters RR. Diffusion wighted MR imaging of kidneys in healthy volunteers and patients with parenchymal diseases: Initial experience. *Radiology* 2005; 235: 911-917.
- Russell CD, Dubovsky EV. Measurement of renal function with radionuclides. *J Nucl Med* 1989; 30: 2053-2057.
- Warach S, Chien D, Li W, Ronthal M, Edelman RR. Fastmagnetic resonance diffusion-weighted imaging of acute human stroke. *Neurology* 1992; 42: 1717-1723.
- Chan JH, Tsui EYK, Luk SH, et al. MR diffusion-weighted imaging of kidney: Differentiation between hydronephrosis and pyonephrosis. *Journal of Clinical Imaging* 2001; 25: 110-113.
- Hostetner TH. Early renal function in diabetes and risk factors for development of diabetic nephropathy. In: Jacobson HR, Striker GE, Klahr S (Editors). *The Principles and Practice of Nephrology*. 1st edition, Philadelphia: BCC Decker, 1991: 460-470.
- Amos AF, McVarty DJ, Zimmot P. The rising global burden of diabetes and its complications: Estimates and projections to the year 2010. *Diabetic Med* 1997; 14: 7-55.
- Forsblom CM, Groop PH, Ekstrand A, et al. Predictors of progression from normoalbuminuria to microalbuminuria in NIDDM. *Diabetes Care* 1998; 21: 1932-1938.
- Namimoto T, Yamashita Y, Sumi S. Focal liver masses: Characterization with diffusion-weighted echo-planar MR imaging. *Radiology* 1997; 204: 739-744.
- Yang D, Ye Q, Williams DS, Hitchens TK, Ho C. Normal and transplanted rat kidneys: Diffusion MR imaging at 7 T. *Radiology* 2004; 231: 702-709.
- Siegel CL, Aisen AM, Ellis JH, Londy F, Chenevert TL. Feasibility of MR diffusion studies in the kidney. *J Magn Reson Imaging* 1995; 5: 617-620.
- Turner R, Le Bihan D, Maier J. Echoplanar imaging of intravoxel incoherent motion. *Radiology* 1990; 177: 407-414.
- Chow LC, Bammer R, Moseley ME, Sommer FG. Single breath-hold diffusion-weighted imaging of the abdomen. *J Magn Reson Imaging* 2003; 18: 377-382.
- Fukuda Y, Ohashi I, Hanafusa K. Anisotropic diffusion in kidney: Apparent diffusion coefficient measurements for clinical use. *J Magn Reson Imaging* 2000; 11: 156-160.
- Namimoto T, Yamashita Y, Mitsuzaki K, et al. Measurement of the apparent diffusion coefficient in diffuse renal disease by diffusion-weighted echo-planar MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1999; 9: 832-837.
- Xu Y, Wang X, Jiang X. Relationship between the renal apparent diffusion coefficient and glomerular filtration rate: Preliminary experience. *J Magn Reson Imaging* 2007; 26: 678-681.
- Müller MF, Prasad PV, Bimmler D, Kaiser A, Edelman RR. Functional imaging of the kidney by means of measurement of the apparent diffusion coefficient. *Radiology* 1994; 193: 711-715.
- Poyraz KA. Kronik Böbrek Yetersizlikli Hastalarda Difüzyon Ağırlıklı Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Ölçülen Renal ADC Değerlerinin Normal Böbreklerle Kıyaslanması. Uzmanlık Tezi, Elazığ: Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik Bölümü, 2005.
- Yıldırım E, Kırbas I, Teksam M, et al. Diffusion-weighted MR imaging of kidneys in renal artery stenosis. *Eur J Radiol* 2008; 65: 148-153.
- Yıldırım E, Güllü H, Çaliskan M, et al. Effect of hypertension on apparent coefficient values of kidneys. *Diagn Interv Radiol* 2008; 14: 9-13.
- Ries M, Basseau F, Tyndal B, et al. Renal diffusion and BOLD MRI in experimental diabetic nephropathy. Blood oxygen level-dependent. *J Magn Reson Imaging* 2003; 17: 104-113.