

Menenjiomlarda Difüzyon Ağırlıklı MRG Bulgularının Histopatolojik Sonuçlarla Karşılaştırılması

Zülkif BOZGEYİK^{a1}, Tülin ÖZTÜRK¹, A. Ferda DAĞLI², Metin KAPLAN³, Erkin OĞUR¹

¹Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji, ELAZIĞ

²Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Patoloji, ELAZIĞ

³Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin Cerrahisi, ELAZIĞ

ÖZET

Amaç: Çalışmanın amacı atipik ve tipik menenjiomların ayırımında ve tipik menenjiomların alt tiplerinin ayırımında difüzyon ağırlıklı (DA) manyetik rezonans görüntüleme (MRG)'nin taniya olan katkılarını saptamaktır.

Gereç ve Yöntem: Yaşları 34 ile 77 yaş arasındaki değişen 14 menenjiom olgusu çalışmaya dahil edildi. Rutin MRG sekansları ile menenjiomlar tanımlandı ve b-0, b-1000 faktör değerlerinde DA MRG sekanslar elde edildi. Lezyon içerisinden, lezyon komşuluğundaki normal parankim alanından ve peritümöral ödemden aşkar difüzyon katsayısı (ADC) ölçümleri yapıldı. Student t-testi kullanılarak istatistiksel analiz yapıldı. P<0.05 anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Atipik olgunun ADC değeri 0.27×10^{-3} mm²/saniye olarak bulundu. Bu değer normal parankimden elde edilen ADC değerinden ve tipik menenjiomların ADC değerinden daha düşüktü. Tipik Menenjiomların ortalama ADC değerleri 1.08×10^{-3} mm²/saniye olarak bulundu. Tipik Menenjiomların subtipleri arasında istatistiksel olarak belirgin farklılık saptanmadı. Yine lezyon çevresindeki ödem alanı ile lezyondan ölçülen ADC değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ancak tipik Menenjiomların ADC değeri normal alandan yapılan ADC değerinden yüksek olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı.

Sonuç: Tipik menenjiomlar atipik menenjiomdan daha yüksek ADC değerine sahiptir. DA MRG atipik ve tipik Menenjiomların ayırımında katkıda bulunabilir.

Anahtar Sözcükler: Difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme, manyetik rezonans görüntüleme, menenjiom

ABSTRACT

Diffusion-weighted MRI of Meningiomas: Correlation with Histopathologic Results

Objective: The purpose of this study was to determinate the contribution of diffusion-weighted (DW) magnetic resonance imaging (MRI) to the differentiation of atypical and typical meningiomas and to the determination of histological subtypes of typical meningiomas.

Materials and Methods: Fourteen patients (age range between 37-77) with meningiomas were included to this study. Using routine MRI sequences, meningiomas were diagnosed and DW images were performed using factor of b-0 and b-1000. Apparent diffusion coefficient (ADC) values were measured in the lesion, normal area of parenchyma and peritumoral edema. Student t-test was used for statistical analysis. P<0.05 was considered significant.

Results: ADC value of atypical case was 0.27×10^{-3} mm²/sec. This value was lower than ADC values of typical meningiomas and normal parenchymal area. Mean ADC value of typical cases was 1.08×10^{-3} mm²/sec. The difference between the subtypes of typical meningiomas was insignificant. Also, the difference between ADC values of peritumoral edema and lesions was insignificant. ADC values of typical meningiomas were higher than ADC values of normal area and these values were statistically significant.

Conclusion: Typical meningiomas had higher ADC values than atypical case. DW MRI may be contribute to difference between typical and atypical meningiomas.

Key words: Diffusion Magnetic Resonance Imaging, magnetic resonance imaging, meningioma

Menenjiomlar primer intrakranyal tümörlerin %14 ile %20'sini oluşturur (1). Menenjiomların konvansiyonel manyetik rezonans görüntüleme (MRG) bulguları karakteristiktir ve intraaksiyel beyin tümörlerinden kolay ayrılırlar. Solid olması homojen kontrast tutması, dural kuyruk bulgusu ve ekstraaksiyel yerleşim göstermesi gibi özellikler olguların de görülür. Bununla birlikte kistik görünümleri, sirküler kontrast

tutulumu, intratümöral hemoraji, belirgin peritümöral ödem ve parankim dokularının invazyonu gibi özellikler olguların %15'inde görülebilir (2). Histolojik olarak %7.2'si atipik, %2.4 malign ve geri kalanı benign'dir (tipik). Beyin parankiminin invazyonu tümör rekürrensi için önemli bir işarettir. MRG'de tanı konulana kadar menenjiomların çoğu asemptomatiktir. Atipik menenjiomlar daha agresifdirler ve

^a Yazışma Adresi: Dr. Zülkif BOZGEYİK, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji, ELAZIĞ

* Turkrad 2008'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Tel: +90 424 2333555

Fax: +90 424 2376773

e-mail: bozgeyik4@hotmail.com

rekürrens gösterirler. Mortalite ve morbidite oranları daha yüksektir (3, 4).

Difüzyon ağırlıklı (DA) MRG görüntüleme su moleküllerinin mikroskopik translasyonel (Brownian) hareketlerindeki değişikliklere son derece hassas yeni bir MRG tekniğidir. Akut serebral iskemilerde oldukça duyarlı olduğu gösterilmiştir. DA görüntülerdeki artmış sinyal intensitesi çoğunlukla su moleküllerinin hareketlerindeki kısıtlanmadan kaynaklanmaktadır. Aşık difüzyon katsayısı (ADC) DA görüntülerden hesaplanan kantitatif bir parametredir (5). Günümüzde DA MRG primer beyin tümörlerinin görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazı çalışmalarda ADC değerleri ile tümörün evresi ve tümör selüleritesi arasında korelasyon yapılmıştır (6) ve ADC değerleri kullanılarak DA MRG tümörün tedaviye yanıtını takip etmede kullanılmıştır (7).

Menenjiom gibi ekstraaksiyel tümörlerde DA MRG bulguları literatürde sınırlı olarak bahsedilmiş olup sonuçlar arasında farklılıklar mevcuttur (2,8,9). Bu çalışmadaki amacımız histopatolojik olarak tiplendirilen menenjiomlarda, menenjiom tipleri ile ADC değerleri arasında korelasyon olup olmadığını araştırmaktır. Ayrıca menenjiomlar etrafındaki ödemli alanlar ile lezyon komşuluğundaki normal parankim alanlarından da ADC ölçümleri ile lezyondan hesaplanan ADC değerleri arasında farklılık olup olmadığını istatistiksel yöntemler yardımıyla ortaya koymaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Mayıs 2007 ve Nisan 2008 ayları arasında, yaşları 34 ile 77 arasında değişen, 5'i erkek 9'u kadın 14 olgu alındı. Olguların çoğunda MRG baş ağrısı, migren, geçici iskemik atak ve mental durum değişikliği gibi non spesifik nedenlerle yapılmıştı. Bazı olgular ise menenjiom tanısını almış olan takipli olgulardı. Tüm lezyonların cerrahi sonrası histopatolojik olarak tip tayini ve evrelemesi yapıldı. Tümörlerde evreleme WHO kriterlerine göre yapıldı. Menenjiomların 13'ü benign karakterde bulundu. 1 olgu ise histopatolojik olarak atipik olarak değerlendirildi. Tüm olgulara yapılan işlem hakkında bilgi verilerek rıza formları alındı.

Tüm MRG sekansları yüksek hızlı gradientlere sahip 1.5 T MRG cihazı kullanılarak elde edildi (General Electric, Signa excite high speed scanner, Milwaukee, WI, USA). Sagittal düzlemde T1 ve T2 ağırlıklı sekanslar, aksiyal düzlemde T1 ve FLAIR sekanslar, koronal düzlemde T1 ağırlıklı sekans ile 0.1 mmol/kg gadolinium verilmesini takiben her üç düzlemde T1 ağırlıklı sekanslar tüm olgulara standart olarak uygulandı. T1 ağırlıklı, T2 ağırlıklı ve FLAIR sekanslar için TR/TE değerleri sırasıyla 525/minimum msec, 3750/100 msec 8800/90. FOV: 24x24cm, kesit kalınlığı: 5mm, NEX: 1, ve gap: 1.5mm idi. DA görüntüler single-shot spin echo, echo planar imaging (EPI) sekansı kullanılarak elde edildi. Gradient b faktörü 1000 mm²/saniye idi. DA görüntüler için parametreler TR: 1000ms; TE:minimum; FOV: 24x24cm; NEX: 2; kesit kalınlığı: 5mm idi. DA görüntüleme için inceleme süresi 32 saniye idi.

Tüm DA görüntüler iş istasyonuna gönderildi (Advantage Windows, software version 2.0, GE Medical Systems). Tüm olgularda lezyon içerisine ortalama alanları 90-120mm² olan dairesel "region of interest" (ROI)'ler yerleştirildi. ROI'ların yerleştirme işlemleri ADC haritaları üzerinde yapıldı. ADC haritaları MRG sistemi tarafından otomatik olarak hesaplandı ve milimetrekare/saniye olarak ifade edildi. Ölçümlerde yüksek ADC değeri verme riskinden dolayı lezyon içerisindeki kistik alanlardan kaçınıldı. 6 olguda tümör çevresinde ödem alanı mevcut idi, buralara da ROI'lar yerleş-

tilererek ADC değerleri ölçüldü. Ayrıca lezyon komşuluğundaki normal izlenen parankime de ROI'lar yerleştirilerek ölçümler yapıldı.

Lezyon içinden, tümör çevresinden ve normal parankimden ortalama ADC değerleri hesaplandı. Lezyondan elde edilen ADC değerleri tiplerine göre ayrı ayrı istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Ayrıca tümör çevresinden ve normal alandan elde edilen ADC değerleri ile lezyondan elde edilen ADC değerleriyle istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel yöntem olarak SPSS 15.00 yazılım programı kullanıldı. Analiz için student t-testi kullanılarak ADC değerleri karşılaştırıldı, p<0.05 olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Histopatoloji sonuçlarına göre, 14 menenjiomun 1 tanesi atipik özellikler göstermekteydi. 13 olgu ise tipik (benign) hücresel özellikler göstermekteydi. Tipik olanlardan 6 olgu meningoendotelial tipte, 2 olgu fibröz tipte, 4 olgu transizyonel tipte histopatolojik özellikler göstermekteydi. T2 ağırlıklı imajlarda 3 olgu hiperintens, 3 olgu hipointens ve 8 olgu izointens izlenmekteydi. T1 ağırlıklı imajlarda 3 olgu hipointens izlenirken 11 olguda izointens görünüm dikkati çekmekteydi. DA görüntülerde 6 olgu hiperintens, 5 olgu izointens ve 3 olguda hipointens görünüm dikkati çekti.

Tipik Menenjiomların ortalama ADC değerleri $1.08 \pm 0.21 \times 10^{-3}$ olarak bulundu (Şekil 1). Menengoendotelial tipte olanların ortalama ADC değeri $1.17 \pm 0.23 \times 10^{-3}$, fibröz tipte olanın ADC değeri $1.00 \pm 0.15 \times 10^{-3}$ ve transizyonel tipte olanların ADC değeri $1.01 \pm 0.20 \times 10^{-3}$ ve berrak hücreli olan 1 olgunun ADC değeri $2.0 \pm 0.26 \times 10^{-3}$ olarak bulundu. Tipik Menenjiomların subtipleri arasında istatistiksel olarak belirgin farklılık saptanmadı. Atipik 1 olgumuz olup ADC değeri 0.27×10^{-3} olarak bulundu (Şekil 2). Bu değer normal parankimden elde edilen ADC değerinden ve tipik Menenjiomların ADC değerinden belirgin düşüktü.

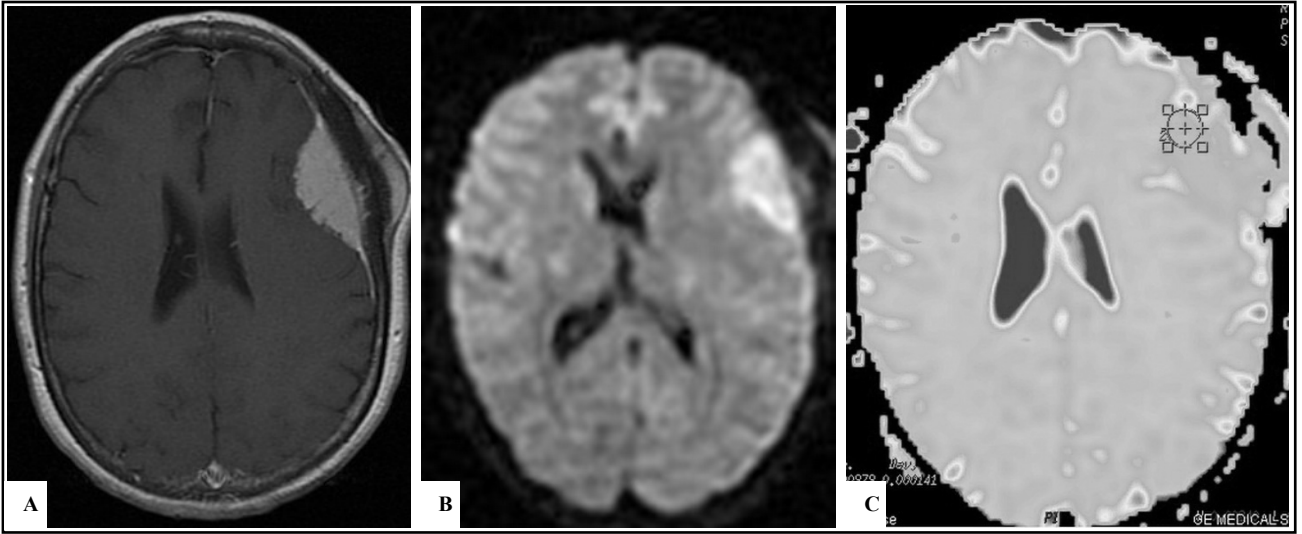
Lezyon çevresinde ödem 6 olguda izlenmekteydi. Ödem alanından yapılan ölçümde ortalama ADC değeri $1.11 \pm 0.36 \times 10^{-3}$ olarak bulundu. Lezyon çevresindeki ödem alanı ile lezyondan ölçülen ADC değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildi. Ayrıca 14 olguda lezyon çevresindeki normal parankim alanının ortalama ADC değeri $0.93 \pm 0.11 \times 10^{-3}$ olarak bulundu. Ancak tipik Menenjiomların ADC değeri normal alandan yapılan ADC değerinden yüksek olup bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı. Tipik olgularda ödemden ölçülen ADC değerleri lezyonların ADC değerleri ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık dikkati çekmedi. Tüm olguların ADC değerleri ile MRG sinyal özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

TARTIŞMA

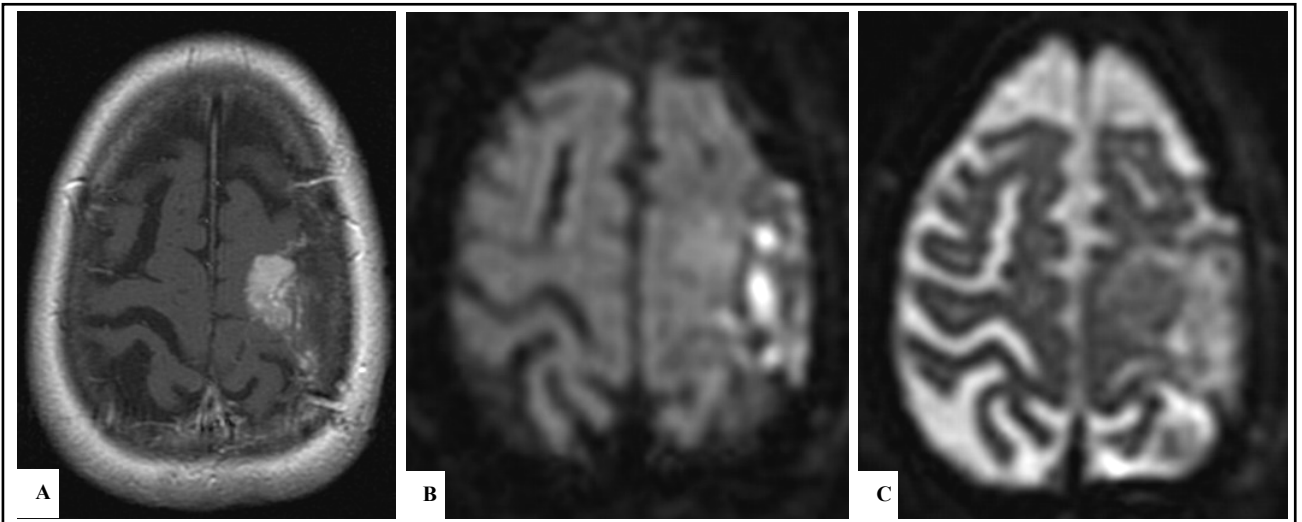
Günümüzde MRG santral sinir sistemi enfeksiyonlarında oluşan patolojilerin gösterilmesinde yüksek çözünüme gücü ve farklı düzlemlerde görüntü oluşturma yeteneği ile bilgisayarlı tomografiden daha yararlı bulunmaktadır. Difüzyon ağırlıklı MRG, perfüzyon MR ve MR spektroskopisi gibi ileri görüntüleme yöntemleri beyin apselerinin ve ensefalitlerin tümörlerden ayırt edilmesinde yararlı olmaktadır (10). Difüzyon ağırlıklı MRG primer beyin tümörlerinin tanısında ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda, beyin tümörlerinin evresi ve selüleritesi ile tümörün ADC değerleri arasında korelasyon olduğu gösterilmiştir. Genellikle yüksek

evreli ya da selüleriteli tümörlerin ADC değerleri normal parankimden düşüktür (11-13). Menenjiomlar erişkinlerdeki intrakranyal tümörlerde, glial tümörler ve metastazdan sonra üçüncü sırada görülürler (14). Tüm intrakranyal tümörlerin %20'sini oluşturur. Rutin MRG bulgularıyla kolaylıkla tanı konulabilir (9,14). Atipik ve malign menenjiomlar daha agresiftir ve daha fazla rekürrens gösterirler (15). Menenjiomlarda tipik ve atipik ayrımının yapılması olgunun cerrahiye planlamasında ve prognozun belirlenmesinde önemlidir (9). Radyocerrahi, daha önceleri klasik cerrahi yöntemle tedavi edilebilen akustik nörinom ve menenjiom özellikle arteriyovenöz

malformasyonlar (AVM) için yeni bir tedavi modalitesidir (16). Peritümoral ödemin nedeni açık değildir. DA MRG'de menenjiomun evresi ile peritümoral ödemin varlığı arasında ilişki olup olmadığı belli değildir (17). Hakyemez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, DA MRG'nin peritümoral ödem bulgularına göre atipik ve tipik menenjiomların ayırımında yardımcı olmadığı ileri sürülmüştür (2). Bizim çalışmamızda da peritümoral dokuların ADC değerleri ile tipik menenjiom ADC değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı.



Şekil 1: Solda konveksitede tipik menenjioma ait görünüm. A. Aksiyal T1 ağırlıklı MRG'de yoğun kontrast tutan, dural tail bulgusu izlenen lezyonda ayrıca komşu kemik yapıda hiperostozis dikkati çekmektedir. B. Difüzyon ağırlıklı aksiyal MRG'de lezyonun hiperintens olduğu izlenmektedir. C. ADC haritasında ROI'nun yerleşimi gösterilmiştir. Lezyonun ADC değeri 0.97×10^{-3} olarak ölçülmüştür.



Şekil 2: Solda verteks düzeyinde atipik menenjioma ait görünüm. A. Aksiyal T1 ağırlıklı MRG'de yoğun kontrast tutan lezyon. B. Difüzyon ağırlıklı MRG'de lezyon içerisinde yer yer hiperintens alanlar dikkati çekmektedir. C. ADC haritasında lezyonun parankime göre hafif hiperintens olduğu dikkati çekmektedir.

Tablo 1: Tüm olguların MRG sinyal özellikleri ve ölçülen ADC değerleri

No	Histopatoloji	Evre	Yerleşim	T2	T1	DA-MRG	ADC (harita)	ADC* (lezyon)	ADC* (ödem)	ADC* (normal)
1	Meningoendotelial	I	Konveksite	İzo	İzo	Hiper	Hipo	0,92	-	1,03
2	Fibröz	I	Oksipital	İzo	İzo	Hiper	Hipo	1,11	1,10	0,97
3	Meningoendotelial	I	Konveksite	İzo	İzo	İzo	Hiper	1,54	-	0,80
4	Transizyonel	I	Parasagital	İzo	İzo	İzo	Hipo	1,05	1,45	1,27
5	Meningoendotelial	I	Oksipital	İzo	İzo	İzo	Hiper	1,20	1,08	0,91
6	Transizyonel	I	Paryatal	Hipo	Hipo	Hipo	Hipo	1,09	-	0,90
7	Meningoendotelial	I	Parasagital	Hipo	Hipo	Hipo	Hiper	1,33	1,26	0,93
8	Transizyonel	I	Frontal	İzo	İzo	Hiper	Hipo	1,18	1,36	1,03
9	Meningoendotelial	I	Konveksite	Hiper	İzo	Hiper	Hipo	0,97	-	0,88
10	Atipik	II	Parasagital	İzo	İzo	Hiper	Hipo	0,27	0,42	0,85
11	Transizyonel	I	Frontal	Hipo	İzo	İzo	Hipo	0,72	-	0,90
12	Meningoendotelial	I	Frontal	Hiper	Hipo	Hiper	Hiper	1,06	-	0,81
13	Fibröz	I	Konveksite	Hiper	İzo	Hipo	Hipo	0,89	-	0,91
14	Berrak hücreli	I	Parasagital	İzo	İzo	İzo	İzo	2,0	-	0,89

* $x 10^{-3} mm^2/saniye$

Tümör selüleritesi ve tümör matrisi gibi tümör histolojisiindeki farklılıklar ADC değerleri arasındaki farklılığa katkıda bulunur (13). Histopatolojik olarak tipik menenjiomlar atipik menenjiomlara benzemez. Atipik Menenjiomlarda hücresellikte ve mitotik aktivitede artış, nekroz, nükleol belirginliği ve nükleus sitoplazma oranında artış gibi özellikler bulunur (18). Bu yüzden artmış selülerite oranı ekstraselüler boşlukta azalmaya neden olur, bu da atipik menenjiomlarda azalmış ADC değerine neden olur (19). Bizim çalışmamızda da 1 atipik olgunun ADC değeri tipik menenjiomların ADC değerlerinden belirgin düşük olarak ölçülmüştü.

WHO sınıflamasına göre atipik menenjiomlar evre II ve anaplastik (malign) olanlar evre III olarak sınıflandırılırlar (9). Bizim çalışmamızda menenjiomların çoğunun histopatolojisi tipik (benign) evre I olarak değerlendirilmiştir. Evre I menenjiomların en yaygın görülen tipleri fibröz veya fibroblastik, transizyonel veya mikst ve meningoendotelialdir. Bunları psammomatöz, anjiomatöz, mikrokistik, sekretuar ve berrak hücreli metaplastik gibi subtipleri izler (20).

Tipik Menenjiomların sinyal intensite özellikleri DA görüntülerde ve ADC haritalarında farklı bildirilmiştir (8). Filippi ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada menenjiomların çoğu DA görüntülerde izo ya da hipointens olarak tanımlanmıştır (9). Hakyemez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise menenjiomların çoğunun DA görüntülerde hiperintens olduğundan bahsedilmiştir. Bizim çalışmamızda ise menenjiomlar DA görüntülerde ağırlıklı olarak izointens ve hiperintens görünümdeydi (2).

Hakyemez ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tipik menenjiomların ADC değerleri normal beyaz cevherden yüksek olarak bulunmuştur. Ayrıca subtipler arasında da en yüksek ADC değerini anjiomatöz tipte buldular (2). Bizim çalışmamızda da tipik menenjiomların ADC değerleri normal beyaz cevherden yüksek çıkmıştır. Ancak tipik menenjiomların subgrupları arasında farklılık izlenmemiştir. Bunlar

arasında meningoendotelial tipteki menenjiomların ADC değerleri diğer subtiplerden yüksek bulunmuştur.

Filippi ve arkadaşları da atipik menenjiomların ADC değerlerini tipik olanlardan daha düşük bulmuşlardır (9). Hakyemez ve arkadaşları ise atipik/malign menenjiomların ADC değerlerini normal beyaz cevher ve tipik menenjiomların ADC değerlerinden daha düşük bulmuşlardır (2). Yamasaki ve arkadaşları ise farklı olarak atipik ve tipik Menenjiomların ADC değerleri arasında farklılık saptamamışlardır (21). Bizim çalışmamızda malign hücreli özellik gösteren olgu yoktu, bir olgu ise atipik olarak tanımlanmıştı. Atipik olgudaki ADC değeri 0.27×10^{-3} olarak bulunmuştu. Yamasaki ve arkadaşları, Hakyemez ve arkadaşları ile Filippi ve arkadaşları ise ADC değerlerini sırasıyla 0.88×10^{-3} , 0.75×10^{-3} ve 0.52×10^{-3} olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızın kısıtlılıkları arasında malign özellik gösteren olgu olmaması ve atipik olgu sayısının 1 tane olması gösterilebilir. Yine alt gruplardaki olgu sayıları da nispeten azdır. Ancak alt gruplar arasındaki ADC değerleri arasında istatistiksel olarak farklılığın bulunmaması bu eksikliği ortadan kaldıracaktır. Daha geniş serilerde bulguların doğrulanmasına ihtiyaç olabileceğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak; Difüzyon ağırlıklı MRG intraaksiyal tümörlerde olduğu gibi ekstraaksiyal yerleşimli menenjiomların tanısında da önemli bir görüntüleme yöntemidir. Genel olarak atipik menenjiomlarda düşük ADC değerleri dikkati çekmektedir. DA MRG tipik ve atipik menenjiomların ayırımında taniya katkı sunmaktadır. Ancak ADC değerlerine göre alt tiplerin ayırımı yapılamamıştır. DA MRG özellikle cerrahi öncesi yapılan planlamada malign/benign ayırımında cerraha yol gösterici olabilir. Ayrıca histopatolojik tip tayini öncesi ölçülen ADC değerlerinin taniya yardımcı olabileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

1. Mahmood A, Caccamo DV, Tomecek FJ, Malik GM. Atypical and malignant meningiomas: a clinicopathological review. *Neurosurgery* 1993; 33: 955-963.
2. Hakyemez B, Yildirim N, Gokalp G, Erdogan C, Parlak M. The contribution of diffusion-weighted MR imaging to distinguishing typical from atypical meningiomas. *Neuroradiology* 2006; 48: 513-520.
3. Verheggen R, Finkenstaedt M, Bockermann V, Markakis E. Atypical and malignant meningiomas: evaluation of different radiological criteria based on CT and MRI. *Acta Neurochir* 1996; 65: 66-69.
4. Carpegiani P, Crisi G, Trevisan C. MRI of intracranial meningiomas: correlation with histology and physical consistency. *Neuroradiology* 1993; 35: 532-536.
5. Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, et al. Separation of diffusion and perfusion in intravoxel incoherent motion MR imaging. *Radiology* 1988; 168: 497-505.
6. Tien RD, Felsberg GJ, Friedman H, Brown M, Mac Fall J. MR imaging of high-grade cerebral gliomas: value of diffusion-weighted echoplanar pulse sequences. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 162: 671-677.
7. Chenevert TL, Mc Keever PE, Ross BD. Monitoring early response of experimental brain tumors to therapy using diffusion magnetic resonance imaging. *Clin Cancer Res* 1997; 3: 1457-1466.
8. Harting I, Hartmann M, Bonsanto MM, Sommer C, Sartor K. Characterization of necrotic meningioma using diffusion MRI, perfusion MRI, and MR spectroscopy: case report and review of the literature. *Neuroradiology* 2004; 46: 189-193.
9. Filippi CG, Edgar MA, Ulug AM, et al. Appearance of meningiomas on diffusion-weighted images: correlating diffusion constants with histopathologic findings. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 65-72.
10. Ada E. Santral Sinir Sistemi Enfeksiyonlarında Görüntüleme Yöntemleri. *Turkiye Klinikleri J Int Med Sci* 2006; 2: 11-18.
11. Els M, Els T, Hoehn-Berlage M, Hossmann KA. Quantitative diffusion MR imaging of cerebral tumor and edema. *Acta Neurochir Suppl* 1994; 60: 344-346.
12. Els T, Eis M, Hoehn-Berlage M, Hossmann KA. Diffusion-weighted MR imaging of experimental brain tumors in rats. *MAGMA* 1995; 3: 13-20.
13. Sugahara T, Korogi Y, Kochi M, et al. Usefulness of diffusion-weighted MRI with echo-planar technique in the evaluation of cellularity in gliomas. *J Magn Reson Imaging* 1999; 9: 53-60.
14. Kleihues P, Cavenee WK. Pathology and genetics of tumours of the nervous system. 1st ed. Lyon: IARC Pres, 2000.
15. Montriwathchai P, Kasantikul V, Taecholam C. Clinicopathological features predicting recurrence of intracranial meningiomas. *J Med Assoc Thai* 1997; 80: 473-478.
16. Kurt G, Emmez H, Öztanır N, Baykaner MK, Çeviker N. Serebral Arteriyovenöz Malformasyonlarda Gamma Knife Radyocerrahisi. *Turkiye Klinikleri J Surg Med Sci* 2006; 2: 93-96.
17. Lobato RD, Alday R, Gomez PA, et al. Brain edema in patients with intracranial meningioma. Correlation between clinical, radiological, and histological factors and the presence and intensity of oedema. *Acta Neurochir* 1996; 138: 485-493.
18. Buetow MP, Buetow PC, Smirniotopoulos JG. Typical, atypical, and misleading features in meningioma. *Radiographics* 1991; 11: 1087-1106.
19. Vorisek I, Hájek M, Tintera J, Nicolay K, Syková E. Water ADC, extracellular space volume, and tortuosity in the rat cortex after traumatic injury. *Magn Reson Med* 2002; 48: 994-1003.
20. Louis DN, Scheithauer BW, Budka H, von Deimling A, Kepes JJ. Meningiomas. In: Kleihues P, Cavenee WK, eds. World Health Organization Classification of Tumours: Pathology and Genetics of Tumours of the Central Nervous System. Lyon: IARC Pres, 2000: 176-184.
21. Yamasaki F, Kurisu K, Satoh K, et al. Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging. *Radiology* 2005; 235: 985-991.

Kabul Tarihi:21.01.2009