

Servikal radikülopatili hastalarda yüksek çözünürlüklü MR nörografi

C. Zuhale Erdem, L. Oktay Erdem, Ferda Çağavi, Murat Kalaycı, Sadi Gündoğdu

AMAÇ

Klinik ve radyografik olarak servikal radikülopati bulguları olan hastalarda servikal spinal sinirleri yüksek rezolüsyonlu MR nörografi ile direkt görüntülemeyi ve hem nitel hem de nicel yöntemle incelemeyi amaçladık.

GEREÇ VE YÖNTEM

Semptomatik servikal radikülopatili 20 hastaya (25- 48 yaş, ortalama= 32.4 yaş) ve 5 gönüllü asemptomatik olguya (31-43 yaş, ortalama= 34 yaş) MR nörografi uyguladık. Yüzeysel sargı kullanarak uyguladığımız MR nörografi protokolümüz; yüksek çözünürlüklü koronal T1A SE, koronal ve aksiyel planda short tau inversion recovery (STIR) sekanslarından oluştu. Aksiyel plandaki short tau inversion recovery görüntülerinde servikal spinal sinir köklerinin ve kasın sinyal intensitesini çift taraflı ölçerek, sinir/kas sinyal intensite oranı saptandı ve bağımlı örnekler-t testi kullanarak bilateral servikal sinir köklerine ait sinir/kas sinyal intensite oranı karşılaştırıldı.

BULGULAR

Etkilenen servikal spinal sinirlerin distalinde belirgin sinyal intensite artışı gözledik. Hasta grubunda etkilenen servikal spinal sinir/kas sinyal intensitesine oranının simetrisine göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğunu saptadık ($p < 0.05$). Kontrol grubunda ise çift taraflı servikal sinir çap, sinyal intensite ve sinir/kas sinyal intensite oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlemedik ($p > 0.05$).

SONUÇ

Kanımızca yüzeysel sargı kullanarak uyguladığımız MR nörografi yöntemi radiküler semptom ve bulgular ile uyumlu servikal spinal sinir köklerindeki sinyal intensite değişikliklerini görsel ve ölçümsel olarak belirlemeyi sağlayabilmektedir. Bu yöntem servikal radikülopatili hastaların doğru tanı ve tedavisindeki başarıyı artırabilir.

Konvansiyonel MR görüntüleme, BT ve direkt grafi yöntemleri ile servikal vertebralardaki dejeneratif değişiklikler ve servikal disk patolojileri semptomatik hastalarda saptanabilmektedir (1). Ancak konvansiyonel MR görüntüleme ile asemptomatik olgularda da servikal disk patolojileri gösterilebilir (2). En önemli grubu ise, radyolojik incelemelerde birden fazla düzeyde disk lezyonları olan hastalar oluşturmaktadır. Çünkü semptomlara neden olan disk düzeyini belirlemek için, nörolojik muayene ve elektrofizyolojik çalışmalar ile radyolojik bulguların korelasyonu gerekmektedir. Bunun yanı sıra, periferik sinirleri direkt görüntülememizi sağlayan radyolojik yöntemler servikal radikülopatili hastaların doğru tanı ve tedavisindeki başarıyı artırabilir.

Son yıllarda MR nörografideki (MRN) gelişmeler sonucunda periferik sinirlerin yüksek çözünürlüklü görüntülerini elde etmek ve direkt görüntülenmesini sağlamak mümkün olmuştur (3-10). Çalışmamızda semptomatik servikal radikülopatili hastalarda servikal spinal sinirlerin MRN ile direkt görüntülenmesini, servikal spinal sinirlerdeki değişiklikleri, nitel ve nicel yöntemlerle belirlemeyi ve klinik, nörolojik muayene ile korelasyonunu değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve yöntem

Klinik ve radyografik olarak servikal radikülopati bulguları olan ardeşık 20 hastaya (25-48 yaş, ortalama=32.4 yaş) ve 5 gönüllü asemptomatik olguya (31-43 yaş, ortalama=34 yaş) MRN uyguladık. MRN protokolümüz; yüksek çözünürlüklü koronal T1A SE (TR=700 ms, TE=20 ms), koronal ve aksiyel planda short tau inversion recovery (STIR) (TR=2000 ms, TE=10 ms, TI=170 ms, matriks=512x256, NEX=2, FOV=18x18 cm) sekanslarını içermekteydi. Kesit kalınlığı koronal plan için 3 mm, aksiyel plan için 6 mm olarak alındı. C3 ile C8 düzeyleri arasındaki servikal spinal sinirler çift taraflı olarak görüntüldü. Tetkik süresi ortalama 13 dakika idi. STIR görüntüleme protokolüne; arka zemin baskılamasını sağlamak ve MR anjiyografide olduğu gibi hiperintens yapıların üç boyutlu görüntülerini oluşturmak için maksimum yoğunlukta projeksiyon (MIP: maximum intensity projection) algoritması, yağ ve akım baskılaması ekledik. Komşu vasküler yapıların görüntülenmesini engellemek için de saturasyon bandı kullandık. Bütün incelemeler 1.5T MR görüntüleme sisteminde (Philips, Gyroscan Intera, NT) yüzeysel sargı kullanılarak gerçekleştirildi.

Görsel değerlendirmemizi koronal plandaki MRN görüntüleri üzerin-

C. Z. Erdem (✉), L. O. Erdem
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Zonguldak

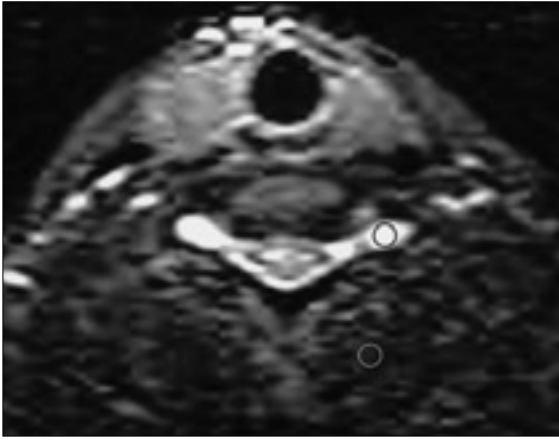
F. Çağavi, M. Kalaycı, S. Gündoğdu
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin Cerrahisi Anabilim Dalı, Zonguldak

23. Ulusal Radyoloji Kongresi'nde (8-11 Ekim 2003, Ankara) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Gelişi: 23.06.2003 / Revizyon İsteği: 14.11.2003 / Kabulü: 23.12.2003



Resim 1. Yüksek çözünürlüklü T1A incelemede normal fasiküler anatomi izlenmektedir.



Resim 2. Aksiyel plandaki STIR incelemede, sinir kökü ve aynı taraf servikal kastan sinyal intensite ölçümü (*) görülmektedir.

de yaptık. Ölçümsel değerlendirme için ise; servikal radikülopatili hasta grubunda; aksiyel plandaki MRN görüntülerinde etkilenen düzeydeki spinal sinir kökün ve aynı tarafta lokalize posterior servikal kaslarda (semispinalis kapitis kası) homojen izlenen alandan kasın sinyal intensitesini ölçerek (Resim 1) sinir/kas sinyal intensite oranını saptadık. Karşı taraf sinir kökü için de benzer ölçümleri yaptık. Asemptomatik gönüllülerde de C3 ile C8 düzeyleri arasındaki servikal spinal sinirlerin sinir/kas sinyal intensite

oranını simetrik olarak saptadık. Bu yöntem Gupta ve ark. (11) ve Dailey ve ark. nın (9) yaptıkları MRN çalışmasındaki nicel değerlendirme yönteminden uyarlanmıştır. Her bir kontrol ve hasta olgusuna ait sinir/kas sinyal intensite oranını kendi içerisinde bağımlı örnekler t-testi (paired samples t test) kullanarak, sağ ve sol tarafa ait oranları karşılaştırdık. Ayrıca, sinir dokusu (kontrol ve hasta grubuna ait) ile kas dokusuna ait sinyal intensite değerlerini de bir örnek t testi (one-sample t test) ile karşılaştırdık,

$p < 0.05$ 'i istatistiksel olarak anlamlı kabul ettik.

Bulgular

Görsel MRN değerlendirmesi

Çalışmaya dahil ettiğimiz hiçbir olguda yüksek çözünürlüklü T1A'da normal fasiküler yapıda bozulma saptamadık (Resim 2). Semptomatik 20 hastamızın 14'ünün (%70) nörolojik muayenesi normal iken 6 (%30) hastamızda nörolojik muayene bulguları patolojikti. Bulgularımızı daha kolay değerlendirebilmek için hastalarımızı nörolojik muayenesi normal olanlar (1. grup) ve patolojik olanlar (2. grup) olmak üzere ikiye ayırdık.

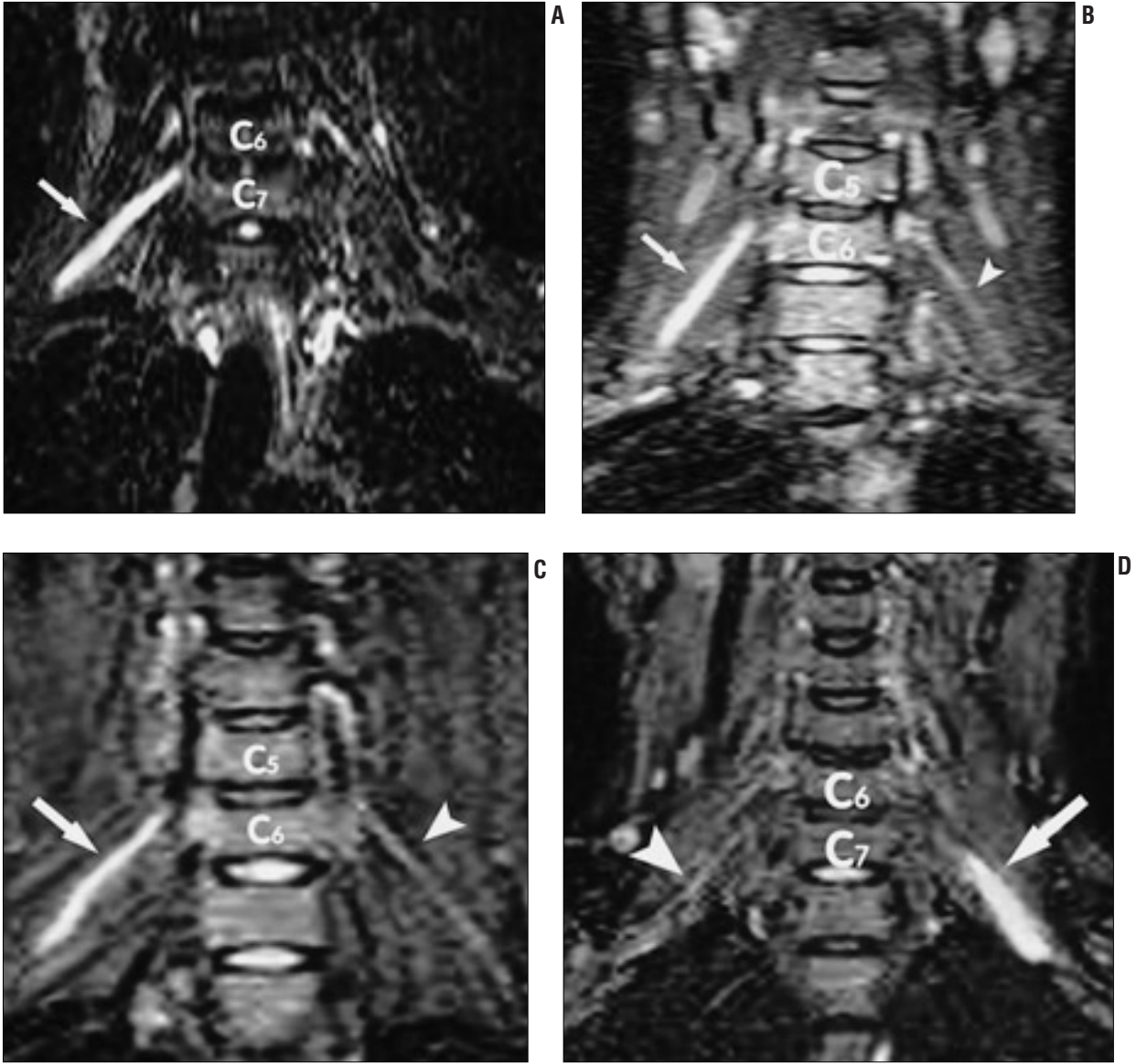
On dört olgudan oluşan 1. grup hastalarımızın 11'inde (%79) MRN incelemesinde şikayetlerinin olduğu tarafta servikal sinir kök veya köklerinde sinyal ve çap artışı saptadık (Resim 3). Bu bulgularımızı klinik korelasyonu ile birlikte Tablo 1'de özetledik. Kalan 3 (%21) hastada MRN bulguları normal idi.

Altı olgudan oluşan 2. grup hastalarımızın MRN incelemesinde nörolojik muayene bulguları ile uyumlu olarak patolojik olduğu saptanan servikal spinal sinir kök veya köklerinde sinyal intensite ve çap artışı saptadık. Bu bulgularımızı Tablo 2'de özetledik. Bu grubun 1 nolu hastasına EMG incelemesi de yapılmıştı ve normal idi. Ancak MRN'de nörolojik muayene ile uyumlu servikal spinal sinir kökünde sinyal ve çap artışı saptadık.

Beş asemptomatik olgudan oluşan kontrol grubumuzda MRN değerlendirmede; servikal spinal sinirleri simetrik olarak benzer çap ve sinyal intensitesinde izledik.

Ölçümsel MRN değerlendirmesi

Hasta ve kontrol grup için karşılaştırmalı, ortalama sinir/kas sinyal intensite oranları ve tüm olgulardan elde edilen ortalama sinir, kas sinyal intensite değerleri Tablo 3'de sunulmaktadır. Sonuçlar değerlendirildiğinde hasta grubunda etkilenen sinir köklerinin sinir/kas sinyal intensite oran ortalaması ile etkilenmeyen sinirlerin



Resim 3. Servikal radikülopatili olgularımıza ait koronal MRN görüntüleri. **A.** Sağ C7 sinir kökünde (*ok*) belirgin sinyal intensite ve çap artışı izlenmektedir. Hastada sağa doğru minimal servikal skolyoz mevcut olduğundan aynı kesitte simetrik olarak sol C7 sinir kökü izlenmiyor. **B.** Sağ C6 sinir kökünde (*ok*) simetriğine göre (*ok başı*) belirgin sinyal intensite ve çap artışı izleniyor. **C.** Sağ C6 sinir kökünde (*ok*) simetriğine göre (*ok başı*) belirgin sinyal intensite ve çap artışı görülüyor. Ayrıca C5 ve C6 vertebralarda sağda lokalize ılımlı sinyal artışı (ödem ve inflamasyon) dikkati çekmektedir. **D.** Sol C7 sinir kökünde (*ok*) simetriğine göre (*ok başı*) belirgin sinyal intensite ve çap artışı dikkati çekmektedir.

oran ortalaması arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Asemptomatik olgularımızda sağ ve sol taraf sinir/kas sinyal intensite oran ortalaması benzerdi ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptamadık ($p = 0.103$). Çalışma olgularımızdan elde ettiğimiz tüm sinir kökü sinyal intensite ölçümleri kas ölçümlerinden istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek idi ($p < 0.001$).

Tartışma

Bilgilerimize göre literatürde servikal diskopatili hasta grubunda yapıl-

mış (üç hasta ve bir kontrol) tek bir MRN uygulaması bildirilmiştir (9). Kanımızca bu makalede, göreceli olarak daha geniş servikal radikülopatili hasta ve kontrol serisinde yapılmış (20 hasta ve 5 kontrol) MRN uygulamasını sunmaktayız.

Servikal disk hastalığının değerlendirilmesinde nörolojik muayeneye yardımcı olması amacıyla rutin olarak kullanılan yöntemler; direkt grafi, BT, myelografi ve konvansiyonel MR yöntemidir. Servikal vertebra ve disklerin dejeneratif hastalığı yaşla birlikte artmaktadır (2, 12, 13). Örneğin 7.

dekaddaki olgularda direkt grafide servikal disk hastalığı bulgusu saptanma oranı hem semptomatik hem de asemptomatik grup için %75'dir (12). Wiesel ve arkadaşlarının asemptomatik olgularda yaptıkları lomber spinal BT çalışmasında olguların %35'inde vertebrada dejeneratif değişiklikler, foraminal stenoz veya disk herniasyonu saptanmıştır (13). Bu bulguların oranı 40 yaş ve üzerinde %50'ye çıkmaktadır. Asemptomatik olgularda yapılan servikal ve lomber spinal MR çalışmalarında ise yaşla birlikte artış gösteren, %19 ile %36 arasında deği-

Tablo 1. Nörolojik muayenesi normal olan 14 hastanın (1. grup), klinik semptomları ve MRN bulguları

Hasta no	Klinik semptomlar	MRN
1	Sol kol ağrısı	Sol C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
2	Sağ kol ağrısı	Sağ C5 sinyal intensitesi ve çap artışı
3	Sağ kol ağrısı	Sağ C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
4	Bilateral kol ve boyun ağrısı	Sol C5 sinyal intensitesi ve çap artışı
5	Sağ kol ve boyun ağrısı	Sağ C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
6	Sol kolda uyuşma	Sol C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
7	Bilateral kol ve boyun ağrısı	Normal
8	Sağ kol ve boyun ağrısı	Sağ C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
9	Sağ kol ve boyun ağrısı	Sağ C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
10	Sağ kol ve boyun ağrısı	Sağ C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
11	Sol kol ağrısı	Sol C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
12	Boyun ağrısı	Sağ C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
13	Boyun ağrısı	Normal
14	Boyun ağrısı	Normal

Tablo 2. Nörolojik muayenesinde patoloji saptanan 6 hastanın (2. grup), klinik semptomları, nörolojik muayene ve MRN bulguları

Hasta no	Klinik semptomlar	Nörolojik muayene	MRN
1	Sol kolda kuvvetsizlik, EMG normal	Sol C6 hipoestezi	Sol C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
2	Sol omuz ağrısı	Sol C6 hipoestezi	Sol C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
3	Sağ kolda kuvvetsizlik	Sağ C6 hipoestezi	Sağ C6 sinyal intensitesi ve çap artışı
4	Sol kolda ağrı, uyuşma	Sol C7 hipoestezi	Sol C7 sinyal intensitesi ve çap artışı
5	Sağ kolda ağrı	Sağ C5 hipoestezi	Sağ C5 sinyal intensitesi ve çap artışı
6	Sağ kolda kuvvetsizlik	Sağ C6 hipoestezi	Sağ C6 sinyal intensitesi ve çap artışı

Tablo 3. Hasta ve kontrol grup için karşılaştırmak, ortalama sinir/kas sinyal intensite oranları ve tüm olgulardan elde edilen ortalama sinir, kas sinyal intensite değerleri

	Ortalama \pm SD	Minimum-maksimum	P değeri
Hasta- tutulan sinir kökü (S/K)	2,5 \pm 1,7	1,2-10,7	< 0,001
Hasta- karşı taraf sinir kökü (S/K)	2,3 \pm 1,3	1-7,5	
Kontrol grup-sağ (S/K)	2,07 \pm 0,6	1,2-3,8	
Kontrol grup-sol (S/K)	2 \pm 0,5	1,2-3	0,103
Sinir kökleri (Sİ)	1773 \pm 352	834-2422	< 0,001
Kas dokusu (Sİ)	822 \pm 289	89- 1389	

p<0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. (Sİ: sinyal intensite değeri, S,K: sinir/kas sinyal intensite oranı).

şen oranlarda yalancı-pozitif sonuçlar bildirilmiştir (2,14). Ayrıca yine asemptomatik olgularda yapılan konvansiyonel myelografi çalışmasında ise %21 olguda servikal bölgede dolmuş defektli saptanmıştır (15). Sonuç olarak konvansiyonel MR, myelografi, BT ve direkt grafi gibi rutin kullanılan yöntemler semptomatik olguların yanlış değerlendirilmesine neden olabilir. Servikal radikülopati tanısı; öykü, fizik muayene, nörofizyolojik çalışmalar ve radyolojik bulgular korele edilerek konulmakta ve tedavisi

planlanmaktadır (9). Bu grup hastalarda nörofizyolojik çalışmaların tanısallık katkısı oldukça sınırlıdır (16). Dailey ve arkadaşlarının da belirttiği gibi (9), biz de nörolojik semptom ve bulgu olan bir olgumuzda, EMG bulguları normal iken, MRN'de radiküler semptom ve bulgular ile uyumlu olarak kökte sinyal intensite ve çap artışı saptadık (Tablo 2). Ancak MRN yönteminin nörofizyolojik çalışmalara üstünlüğünü gösterebilmek için daha geniş serilerde yapılmış çalışmalara gereksinim vardır.

Semptomatik ancak MRN ve nörolojik muayenesi normal olan üç olgumuzun şikayetlerinin kas spazmına da bağlı olabileceğini düşündük.

MRN sinir patolojilerini, anatomisini, kalibresini ve sinyal intensite değişikliklerini tanımlayabilen ve siniri direkt olarak değerlendirmemizi sağlayan doku-özgün bir yöntemdir (9). Bu yöntem ile periferik sinirler (MR-anjiyografide olduğu gibi) MIP eklenerek üç boyutlu izole parlak yapılar olarak görüntülenebilir.

İlk MRN uygulaması Howe ve ark. (5) tarafından 1992 yılında yapılmıştır. MRN; "difüzyon-bazlı" veya "T2-bazlı" olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. "Difüzyon- bazlı MRN" yüksek seçicilik göstermekle birlikte, 4.7 T gibi çok güçlü magnetik alan gücü gerektirdiğinden yaygın olarak uygulanamamıştır (17). "T2-bazlı MRN" standart MR protokolü ve ekipmanı ile uygulandığında düşük sinyal/gürültü oranı ve düşük seçicilik göstermektedir (18). Filler ve ark. (3) yağ ve akım baskılaması ile MIP algoritması ve yüksek çözünürlüklü sarğı kullanarak, ilk yüksek çözünürlüklü "T2-bazlı MRN" görüntülerini elde etmişlerdir. Biz de çalışmamızda yüksek çözünürlüklü "T2-bazlı MRN" yöntemini kullandık. MRN protokolü; anatomik ayrıntıyı belirlemek için alınan yüksek çözünürlüklü T1A ve anormal sinir içi su içeriğini belirlemek amacıyla alınan STIR veya yağ baskılı ağır T2A sekanslardan oluşmaktadır. Biz çalışmamızda yüksek çözünürlüklü T1A ve STIR sekanslarını kullandık. Normal periferik sinir T1A'da düzenli fasiküler anatomi gösterirken STIR imajlarda sinir içi fizyolojik sıvıya bağlı olarak komşu kas yapısına göre hafif hiperintens izlenir. Normal sinir lifleri uniform şekil ve boyut gösterir. Vasküler yapılar ise genellikle daha geniştir, yuvarlak veya tübüler şekil gösterir ve sinyalsiz ve/veya faz kayma artefaktı içerir. Sinir lifleri ile vasküler yapılar arasındaki ayırım her zaman kolaylıkla yapılamamakla birlikte çalışmamızda akım baskılamasında yeterince başarılı olamadığımız iki olgumuzda bu bilgilerden yola çı-

karak sinir yapısı ile vasküler yapı ayırımını sağlayabildik. Pozitif MRN'de ise T1A'da normal fasiküler morfolojide bozulma, kesilme ve STIR'da ise sinyal ve çap artışı saptanır (19). Çalışmamızda travma vakaları olmadığı için T1A'da normal fasiküler morfolojide bozulma saptamadık. Bununla birlikte STIR'da etkilenen servikal spinal sinir köklerinde sinyal ve çap artışı saptadık. Periferik sinirlerdeki sinyal artışının kesin nedeni bilinmemektedir ancak aksoplazmik akımdaki değişikliklere veya artmış sinir içi sıvıdan kaynaklanan ödeme bağlı olduğu düşünülmektedir (3, 20).

Normal periferik sinirler yanısıra, karpal tünel sendromu, alt ekstremitte sinir basısı, ulnar sinir basısı, brakial pleksus zedelenmesi, servikal radikülopati ve nörofibroma, schwannoma, sinir içi kist gibi sinir patolojileri ile ilgili MRN çalışmaları bulunmaktadır (4,8-10). Mevcut çalışmalar MRN'nin periferik sinirlerin fasiküler yapısını başarıyla gösteren, sinir dokusu tümörlerinin uzanımını, sinir içi ve sinir çevresinde yerleşmiş kitlelerin ayırımını sağlayan bir yöntem olduğunu göstermektedir. Ayrıca MRN'nin periferik sinir dejenerasyonu ve rejenerasyonunu gösteren ve fonksiyonel iyileşme ile korele olan noninvazif bir yöntem olduğu da bilinmektedir (21). MRN bu özellikleri sonucunda periferik sinir hastalıklarının tanı ve tedavisini yönlendirmede büyük katkılar sağlamaktadır. Ancak sinir hasarının derecesi ile hiperintens görünüm arasında kesin bir korelasyon saptanamamıştır (22), bu tarz deneysel çalışmalar planlanmalıdır (11).

Gupta ve ark. (11) sıçanlarda yaptıkları deneysel çalışmada siyatik sinire anatomisini değiştirmeyecek şekilde bası uygulamışlar ve üç düzeyde (bası düzeyi, proksimal ve distali) sinir/kas sinyal intensite oranını tespit

etmişlerdir. Araştırmacılar bası alanının proksimalinde normal sinir dokusuna göre sinyal intensite artışında istatistiksel bir farklılık saptamazken, bası alanı (% 39 artış) ve distalinde (%93 artış) sinyal intensitesinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptamışlardır (11). Sinyal intensite artışından iki mekanizma sorumlu tutulmaktadır: basıdan kaynaklanan mekanik etki veya iskemik etki. Eğer esas olarak mekanik etki sorumlu olsa idi, sinyal intensite artışı bası noktasında büyük olurdu. Ancak çalışmamızda da olduğu gibi (Resim 3) sinyal intensite artışının distalde belirgin olması, bu durumdan esas olarak dolaşım bozulmasının sorumlu olduğunu göstermektedir (11).

Çalışmamızda Gupta ve ark. (11) ile benzer şekilde incelenen bütün (normal ve basıya uğrayan) sinir dokusunun sinyal intensite değerlerini, kas dokusuna göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulduk (Tablo 3). Bu da

sinir dokusunun MRN ile kolayca çevre kas dokusundan ayırtedilebileceğini göstermektedir.

MRN özellikle direkt grafi veya rutin MR incelemede bir çok düzeyde diskopatisi olan olgularda; klinik semptomlar tek bir dermatomla sınırlı değilse veya nörfizyolojik çalışmalar ve konvansiyonel görüntüleme yöntemlerinde uyumsuzluk mevcutsa yararlı olabilir. Gelecekte bu yöntemin daha da geliştirilmesi ve yaygın kullanımını ile, MRN; myelografi, nörofizyolojik çalışmalar gibi nörolojik muayeneye yardımcı olarak kullanılan birçok invazif yöntemin yerini alabilir. Bu tekniğin etkinliğini daha iyi değerlendirmek için daha fazla hasta ve kontrol grubu içeren çalışmalara gereksinim vardır. Kanımızca MRN, basıya uğrayan servikal spinal sinirlerin görüntüleme ve ölçümsel değerlendirilmesinde oldukça etkin bir yöntemdir.

HIGH RESOLUTION MR NEUROGRAPHY IN PATIENTS WITH CERVICAL RADICULOPATHY

PURPOSE: To image the cervical spinal nerves directly in patients with clinical and radiographic evidence of cervical radiculopathy via high resolution MR neurography by means of a qualitative and quantitative analysis.

MATERIALS AND METHODS: Twenty symptomatic patients with cervical radiculopathy and five asymptomatic volunteers were examined. A phased-array coil system was used to obtain high-resolution coronal T1-weighted spin echo and coronal/axial short tau inversion recovery (STIR) images of the cervical spine and spinal nerves. On the axial STIR images, nerve/muscle signal intensity ratio of the cervical spinal nerves were measured on both sides and compared with paired samples t test. P values below 0.05 were considered statistically significant (p< 0.05).

RESULTS: A markedly increased signal in the distal portion of the affected spinal nerves was found. Nerve/muscle signal intensity ratio measurements of the affected spinal nerves showed a significantly increased intensity compared with the noninvolved spinal nerves (p< 0.05). In controls, nerve/muscle signal intensity rate was nearly identical on both sides (p> 0.05).

CONCLUSION: Magnetic resonance neurography performed with phased-array coils can detect signal abnormalities within compressed cervical spinal nerves in patients with corresponding radicular symptoms and findings. This technique may be helpful especially in evaluating patients with multi-level disc disease of the cervical spine.

Key words: • cervical radiculopathy • magnetic resonance imaging • quantitative evaluation

Tani Girişim Radyol 2004; 10:14-19

Kaynaklar

1. Bell GR, Ross JS. Diagnosis of nerve root compression. Myelography, computed tomography, and MRI. *Orthop Clin North Am* 1992; 23(3):405-419.
2. Boden SD, McCovin PR, Davis DO, Dina TS, Marc AS, Weisel S. Abnormal magnetic-resonance scans of the cervical spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72(8):1178-1184.
3. Filler AG, Howe FA, Hayes CE, et al. Magnetic resonance neurography. *Lancet* 1993; 13;341(8846):659-661.
4. Filler AG, Kliot M, Howe FA, et al. Application of magnetic resonance neurography in the evaluation of patients with peripheral nerve pathology. *J Neurosurg* 1996; 85(2):299-309.
5. Howe FA, Filler AG, Bell BA, Griffiths JR. Magnetic resonance neurography. *Magn Reson Med* 1992; 28(2):328-338.
6. Howe FA, Saunders DE, Filler AG, McLean MA, Heron C, Brown MM, Griffiths JR. Magnetic resonance neurography of the median nerve. *Br J Radiol* 1994; 67(804):1169-1172.
7. Aagaard BD, Maravilla KR, Kliot M. MR neurography. MR imaging of peripheral nerves. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1998; 6(1):179-194.
8. Dailey AT, Tsuruda JS, Filler AG, Maravilla KR, Goodkin R, Kliot M. Magnetic resonance neurography of peripheral nerve degeneration and regeneration. *Lancet* 1997; 25;350(9086):1221-1222.
9. Dailey AT, Tsuruda JS, Goodkin R, et al. Magnetic resonance neurography for cervical radiculopathy: a preliminary report. *Neurosurgery* 1996; 38(3):488-492.
10. Kuntz C 4th, Blake L, Britz G, et al. Magnetic resonance neurography of peripheral nerve lesions in the lower extremity. *Neurosurgery* 1996; 39(4):750-756.
11. Gupta R, Villablanca PJ, Jones NF. Evaluation of an acute nerve compression injury with magnetic resonance neurography. *J Hand Surg Am* 2001; 26(6):1093-1099.
12. Freidenberg ZB, Miller WT. Degenerative disc disease of the the servical spine. *J Bone Joint Surg Am* 1963; 45:1171-1178.
13. Wiesel SW, Tsourmas N, Feffer HL, Citrin CM, Patronas N. A study of computer-assisted tomography. The incidence of positive CAT scans in an asymptomatic group of patients. *Spine* 1984; 9(6):549-551.
14. Boden SD, Davis DO, Dina TS, Patronas NJ, Wiesel SW. Abnormal magneticresonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects: a prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72(3):403-408.
15. Hitselberger WE, Witten RM. Abnormal myelograms in asymptomatic patients. *J Neurosurg* 1968; 28:204-206.
16. Ashkan K, Johnston P, Moore AJ. A comparison of magnetic resonance imaging and neurophysiological studies in the assessment of cervical radiculopathy. *Br J Neurosurg* 2002; 16(2):146-148.
17. Filler AG, Golden RN, Howe FA, et al. High resolution diffusion gradient imaging for neurography in human subjects. In: *Proceedings of the Society of Magnetic Resonance in Medicine*. Berkeley, CA: Society of Magnetic Resonance in Medicine, 1993; 101.
18. Filler AG, Howe FA, Winn HR, et al. Image neurography on standart-gradient MR imagers. *Radiology* 1992; 185(Suppl): 152.
19. Moore KR, Tsuruda JS, Dailey AT. The value of MR neurography for evaluating extraspinal neuropathic leg pain: a pictorial essay. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22(4):786-794.
20. Maravilla KR, Bowen BC. Imaging of the peripheral nervous system: evaluation of peripheral neuropathy and plexopathy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998; 19 (6):1011-1023.
21. Cudlip SA, Howe FA, Clifton A, Schwartz MS, Bell BA. Magnetic resonance neurography studies of the median nerve before and after carpal tunnel decompression. *J Neurosurg* 2002; 96(6):1046-1051.
22. Britz GW, Haynor DR, Kuntz C, et al. Ulnar nerve entrapment at the elbow: correlation of magnetic resonance imaging, clinical, electrodiagnostic, and intraoperative findings. *Neurosurgery* 1996; 38(3):458-465.