

Normal ekstraoküler kasların MRG'de kontrast yoğunluğunun sayısal analizi

Hakkı Muammer Karakaş, Nuri Tasalı, Nermin Tunçbilek, Ercüment Ünlü, Bilge Çakır

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, normal ekstraoküler kasların manyetik rezonans görüntülemesinde kontrast yoğunluğunun sayısal olarak analiz edilmesi ve tanımlanan kasların kontrast yoğunluğunun saptanmasında temporal kas intensitelerinin referans olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Nörolojik ve radyolojik incelemeler sonucu normal olarak değerlendirilmiş bulunan 10 hastanın normal orbitalarının kontrastsız ve kontrastlı yağ baskılamalı T1-ağırlıklı magnetik rezonans görüntüleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Bu hastalara ait toplam 80 ekstraoküler kasın (medial rektus, lateral rektus, süperior oblik ve süperior rektus kasları) prekontrast ve postkontrast sinyal intensiteleri ölçülmüş ve aynı bireylere ait ipsilateral temporal kasların prekontrast ve postkontrast sinyal intensiteleri ile istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

BULGULAR

Kontrastsız kesitlerde, ekstraoküler kaslar temporal kaslara göre daha yüksek sinyal intensitesinde izlenmiştir ($p<0.001$). Paramanyetik kontrast madde verildikten sonra ekstraoküler kasların tümünde (ortalama $\%112.4 \pm 40.7$ kontrast artışı) temporal kaslara (ortalama $\%45.2 \pm 21.2$ kontrast artışı) göre anlamlı olarak daha yoğun kontrast tutulumu izlenmiştir ($p<0.001$). Ekstraoküler kaslar bireysel olarak değerlendirildiğinde lateral rektusun diğer kaslara göre kontrast öncesi ve sonrası görüntülerde daha düşük sinyal intensitesine sahip olduğu saptanmıştır ($p<0.005$).

SONUÇ

Normal ekstraoküler kaslar manyetik rezonans görüntülemesinde belirgin paramanyetik kontrastlanma göstermektedir. Temporal kaslar da, ekstraoküler kaslar kadar belirgin olmamakla birlikte, kontrastlanmaktadır. Bu bulgu ekstraoküler kasların kontrastlanmasını saptamada temporal kasların referans olarak kullanılmaması gerektiğini düşündürmektedir.

H. M. Karakaş (E), N. Tasalı, N. Tunçbilek, E. Ünlü, B. Çakır
Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodagnostik Anabilim Dalı, 22030 Edirne

ESMRMB '00, 17th Annual Meeting of the European Society for Magnetic Resonance in Medicine and Biology, Paris, 14-17 Eylül 2000'de poster bildirisi olarak sunulmuştur.

Gelişi: 19.04.2000 / Kabulü: 20.03.2001

Ekstraoküler kaslar, tiroid oftalmopatisi başta olmak üzere, inflamatuvar, vasküler, neoplastik, infeksiyöz, nöromusküler ve metobolik hastalıklarda tutulum göstermektedir (1,2). Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yukarıda sıralanan orbital patolojilerin değerlendirilmesinde öncelikli olarak kullanılan görüntüleme yöntemleridir. Orbita MRG'si orbita apeksi ve çevresindeki lezyonlar ile inflamatuvar psödötümör ve neoplazm ayırımının klinik bulgularla yapılamadığı olguların ayırıcı tanısında BT'ye üstünlük göstermektedir (3). İyonizan radyasyonun olmaması ve multiplanar görüntülerin hasta manipülasyonuna gerek kalmaksızın elde edilebilmesi, MRG'nin BT'ye göre diğer belirgin avantajlarını oluşturmaktadır.

Ekstraoküler kaslar tiroid oftalmopatisinde, myozitlerde, neoplazilerde ve travmalarda paramanyetik kontrastlanma göstermekte ve yüksek sinyal intensitesinde izlenmektedir (1,4-5). Konu ile ilgili az sayıdaki literatürde ve rutin uygulamada, ekstraoküler kontrastlanmanın yoğunluğu komşu temporal kaslarla yapılan görsel karşılaştırma sonucu belirlenmektedir (6). Diğer taraftan normal ekstraoküler kasların kontrastlanması oldukça tartışmalı bir konu olup, literatürde bu konunun sayısal olarak analiz edildiği bir çalışma bulunmamaktadır (1,6,7).

Bu çalışmanın amacı, normal ekstraoküler kasların MRG'de kontrastlanmasını sayısal olarak analiz etmek ve tanımlanan kasların kontrast yoğunluğunun saptanmasında temporal kasların kontrastlanmasının referans olarak kullanılıp kullanılmayacağını araştırmaktır.

Gereç ve yöntem

Bu çalışmada, yaşları 16 ile 61 arasında değişen (ortalaması 37.6 ± 15), 4'ü erkek, 6'sı kadın 10 bireyin orbita MRG'si retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamındaki bireyler, başağrısı yakınması nedeniyle MR incelemesi yapılmak üzere refere edilen, nörolojik ve radyolojik incelemeler sonucunda normal tanısı alan hastalardan oluşmaktadır. Oftalmolojik yakınma ve presbiyopi dışında refraksiyon bozukluğu bulunmayan hastalara, rutin kontrastlı kranyal MRG öncesinde orbita MRG'si yapılmıştır. MRG'de 1.0 T süperiletken magnet ve standart kuadratur kafa sargısı kullanılmıştır. T1-ağırlıklı (TR/TE/NEX=364/15/1) yağ baskılamalı koronal MRG kesitleri 192×256 matriks, 173×230 FOV, 5 mm kesit kalınlığı ve 1.2 mm kesit arası boşluğu ile elde edilmiştir. Veri toplama 1 dakika 13 sn'de gerçekleşmiştir. Kontrastlı MRG kesitleri 0.2 ml/kg gadopentetate dimeglumine (Magnevist, Schering, Almanya) verilmesi sonrasında, kont-



Resim 1. Orbitanın T1-ağırlıklı **A.** kontrastsız ve **B.** kontrastlı koronal görüntülerinde maksiller sinüsten kaynaklanan ve inferior rektusun değerlendirilmesini engelleyen manyetik inhomojenite artefaktı dikkati çekmektedir.

rastsız T1-ağırlıklı inceleme ile eş parametreler kullanılarak elde edilmiştir.

Orbital tabanda maksiller sinüsten kaynaklanan manyetik inhomojenite

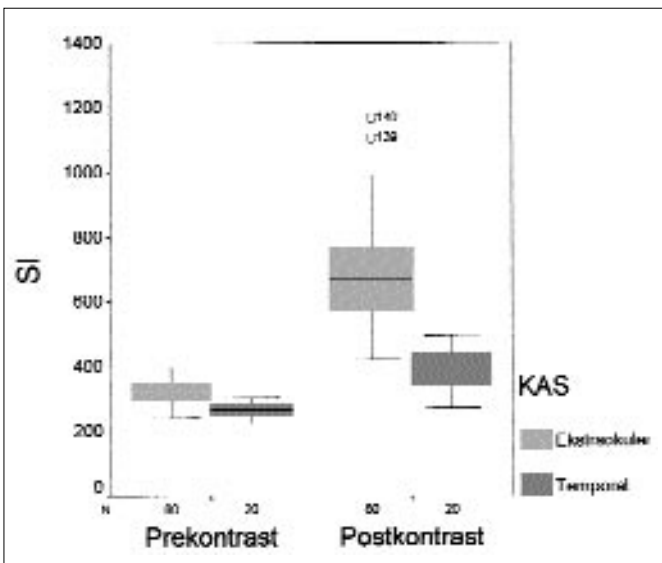
artefaktı saptandığından inferior rektus ve inferior oblik kasları çalışma kapsamından çıkartılmıştır (Resim 1A, 1B). Böylelikle toplam 80 ekstra-

oküler kas (10 bireyin her iki orbitasına ait medial rektus, lateral rektus, süperior oblik ve süperior rektus kasları) aynı bireylere ait 20 temporal kasla birlikte analiz edilmiştir.

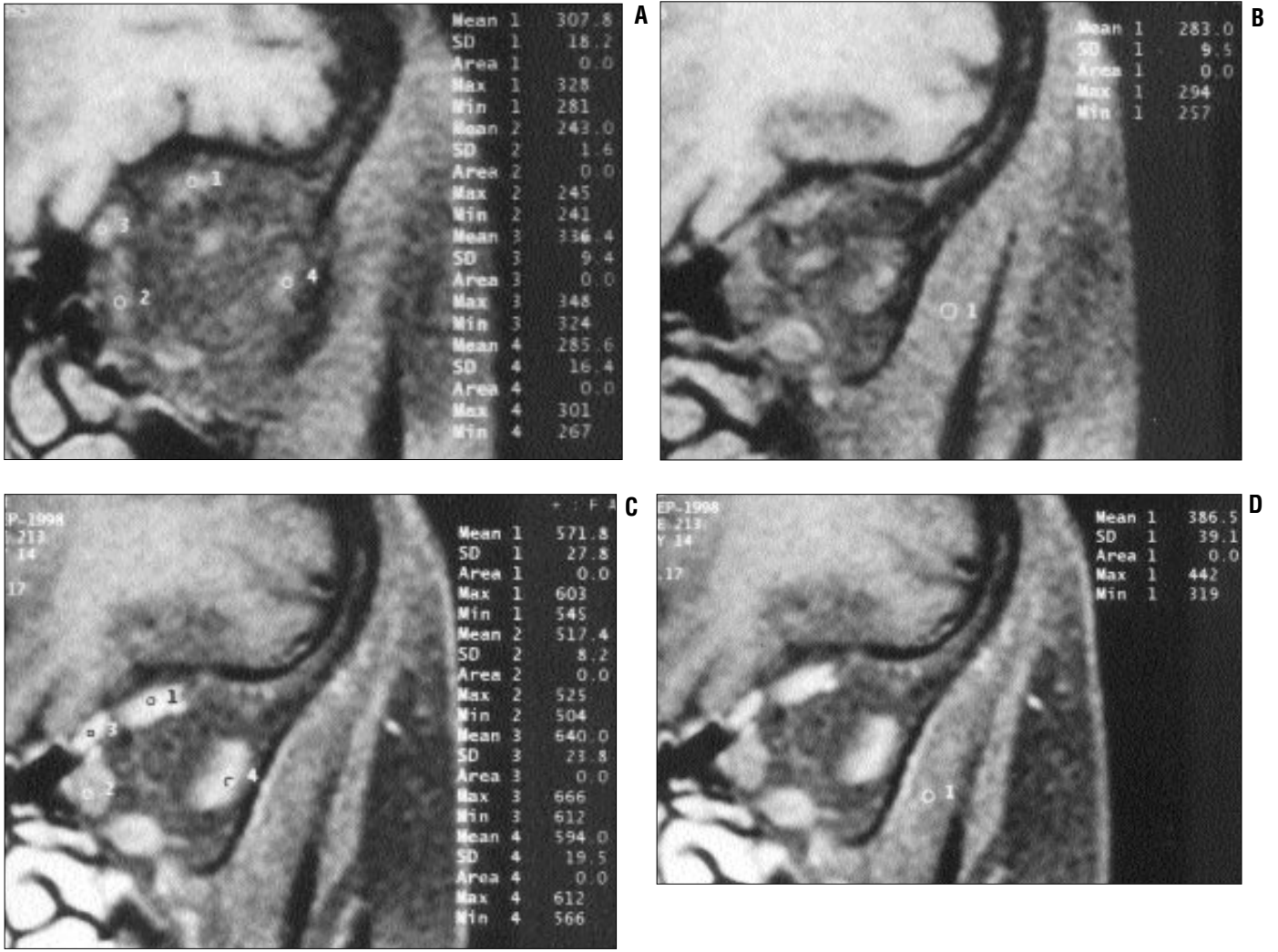
Orbitanın ekstraoküler kaslarının kontrastlanması 1 mm çapında eş boyutlu sirküler ilgi alanlarının (ROI), retrobulbar bölge anterior kesiminden geçen kesitte, kasların santral kesimlerine yerleştirilmesi ile değerlendirilmiştir (Resim 2A, 2C). Tanımlanan kesitte ekstraoküler kaslar en kalın transvers çapa sahip olup, kas tendonları kesit anteriorunda kalmaktadır. Ekstraoküler kasların kontrastsız ve kontrastlı T1 ağırlıklı görüntüleri incelenmiş ve kontrastlanma yüzdesi $[(SI \text{ postkontrast} - SI \text{ prekontrast} / SI \text{ prekontrast}) \times 100]$ formülü ile hesaplanmıştır. Karşılaştırma için kullanılan temporal kasların değerlendirilmesinde, ekstraoküler kasların değerlendirildiği kesitin kendisi veya posteriorunda kesit kullanılmıştır (Resim 2B, 2D). Tanımlanan kesitte, 1 mm çapında sirküler ROI'ler, temporal kas santral kesimlerine, glob ile eş transvers düzlemde olacak şekilde yerleştirilmiştir. Temporal kasların kontrastlanma yüzdesi $[(SI \text{ postkontrast} - SI \text{ prekontrast} / SI \text{ prekontrast}) \times 100]$ formülü ile hesaplanmıştır.

Bulgular

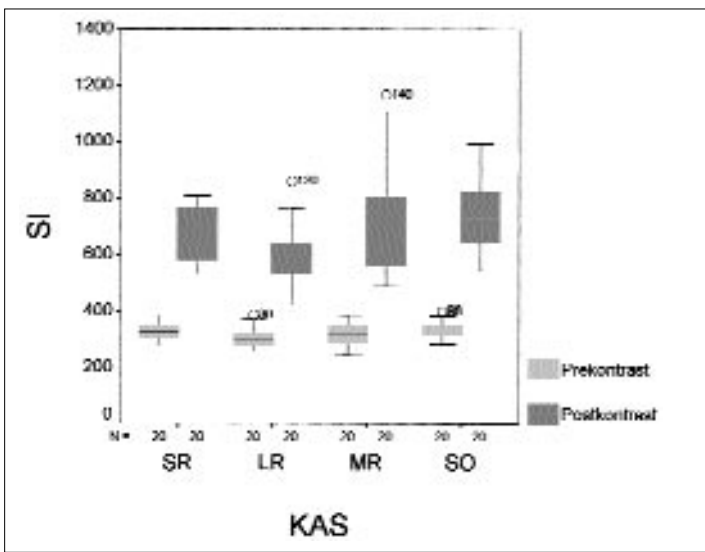
Kontrast öncesi ekstraoküler kasların SI'si ortalama 321.7 ± 35.4 , temporal kasların SI'si ortalama 267.7 ± 23.2 olarak ölçülmüştür. Bireysel örtüşmeler bulunmakla birlikte, ekstraoküler ve temporal kasların sinyal intensiteleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunmaktadır (Student T testi, $p < 0.001$) (Resim 2A, 2B). Kontrast madde enjeksiyonu sonrası ekstraoküler kasların SI'si ortalama 679.9 ± 140 , temporal kasların ortalama SI'si ortalama 389.7 ± 62.8 olarak ölçülmüştür (Resim 2C, 2D). Bu değerlere göre ekstraoküler kaslar ortalama $\%112.4 \pm 40.7$, temporal kaslar ise ortalama $\%45.2 \pm 21.2$ postkontrast SI değişimi göstermektedir (Tablo 1, Grafik 1). Ekstraoküler kasların kontrast sonrası sinyal



Grafik 1. Ekstraoküler ve temporal kaslardaki pre ve postkontrast sinyal intensitelerine ait kutu diyagramı (SI: sinyal intensitesi).



Resim 2. A. Ekstraoküler kasların kontrastsız yağ baskılamalı T1-ağırlıklı koronal görüntüsü. Her ne kadar sınırları hafifçe silikleşse de, ekstraoküler kaslar komşuluklarındaki baskılanmış yağ dokusu içerisinde açıkça ayırtılmaktadır. **B.** Temporal kasın değerlendirildiği komşu kesit. Bu olguda temporal kas ekstraoküler kaslara göre daha düşük sinyal intensitesinde izlenmekle birlikte, bu durum çalışma kapsamındaki her olgu için geçerli olmamıştır. **C.** Kontrastlı yağ baskılamalı T1-ağırlıklı görüntüde ekstraoküler kaslar belirgin kontrastlanma göstermektedir. **D.** Temporal kasda, ekstraoküler kaslara göre daha az olmakla birlikte, belirgin bir kontrastlanma dikkati çekmektedir.



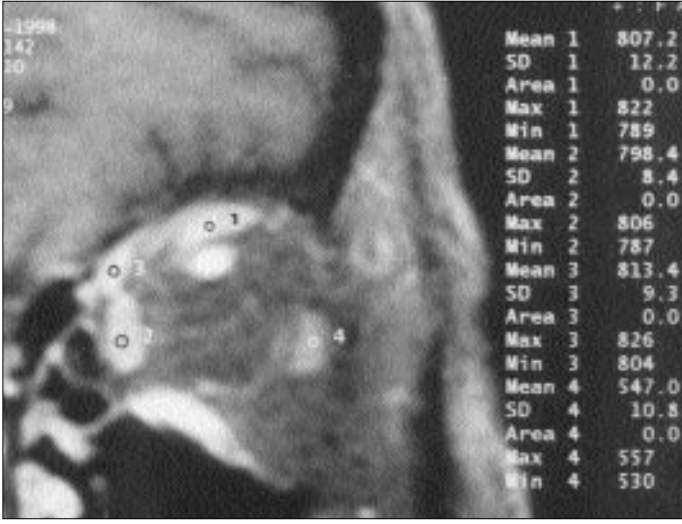
Grafik 2. Bireysel ekstraoküler kas gruplarındaki pre ve postkontrast sinyal intensitelerine ait kutu diyagramı (SI: sinyal intensitesi; SR: süperior rektus; LR: lateral rektus; MR: medial rektus; SO: süperior oblik).

intensite değişimi temporal kasların ortalama sinyal intensite değişimi ile karşılaştırıldığında anlamlı olarak daha yüksektir (Student T testi, $p < 0.001$).

Ekstraoküler kaslar bireysel olarak değerlendirildiğinde, lateral rektus, süperior oblik başta olmak üzere diğer kaslara göre kontrast öncesi ve sonrası görüntülerde anlamlı olarak daha düşük sinyal intensitesine sahiptir (Student T testi, $p < 0.005$) (Resim 3, Grafik 2).

Tartışma

Bu çalışma normal ekstraoküler kasların belirgin olarak kontrastlandığını doğrulamaktadır. Her ne kadar



Resim 3. Birçok denekte lateral rektus kası diğer ekstraoküler kaslara göre daha düşük kontrastlanma göstermekte, bu kasın sinyal intensitesi komşu temporal kasın sinyal intensitesine yaklaşmaktadır.

Jackson ve arkadaşları T1-ağırlıklı görüntülerde bu kasların kontrastlanma göstermediğini bildirmişse de, yazarlar belirtilen çalışmada sayısal analiz yapmamıştır (7). Amano ve arkadaşları çalışmalarında aynı kesitteki temporal kaslar ile karşılaştırıldığında ekstraoküler kasların kesin bir kontrastlanma gösterdiğini bulmuştur (6). Yukarıda atıfta bulunulan her iki çalışmanın eksik kalan noktası, çalışmada kullanılan kontrastsız yağ baskılamalı T1-ağırlıklı görüntülerde ekstraoküler kasların sınırlarının net olarak ayırde-dilememesi nedeniyle sayısal analiz yapılmamış olmasıdır. Bu çalışmada

ekstraoküler kasların kontrastlanması sayısal olarak değerlendirilmiştir. Bu kaslar, ortalama 112 ± 40 sinyal artışı gösterecek şekilde, incelenen tüm bireylerde kontrastlanma göstermektedir. Her ne kadar Amano ve arkadaşları temporal kasların yaklaşık yarısının paramanyetik kontrast madde sonrası kontrastlanmadığını bildirmişse de, bizim bulgularımız tüm deneklerde, daha az belirgin olmakla birlikte (ortalama 45 ± 21) kesin bir temporal kontrastlanmanın varlığını göstermiştir (6). Her iki kas grubunun kontrastlanma değerleri arasındaki bireysel örtüşmeler nedeniyle, ekstra-

oküler kasların kontrastlanmasının değerlendirilmesinde temporal kasların referans olarak kullanılması güçleşmektedir.

Ekstraoküler kasların kontrastlanma nedeni bilinmemektedir. Woodlief, bu kaslarda kapiller demetlerinin varlığını ortaya koymuştur (8). Bu bulgu kaslara yönelik zengin kan akımı ile uyum göstermektedir. Amano ve arkadaşlarının bulguları da ekstraoküler kaslara yüksek kan akımı olduğu sonucunu çıkartmakta, bu çıkarım araştırmacılarca hızlı ve sık kas kontraksiyonlarının kan akımını artırdığı şeklinde yorumlanmaktadır (6). Kontrast öncesi ve sonrası sinyal intensitelerinin ekstraoküler kaslarda temporal kaslara göre anlamlı olarak yüksek bulunması bu hipotezi desteklemektedir.

Sonuç olarak, normal ekstraoküler kaslar kontrastlı T1-ağırlıklı görüntülerde belirgin kontrastlanma göstermektedir. Temporal kaslar da, ekstraoküler kaslar kadar olmamakla birlikte, tüm deneklerde kontrastlanmaktadır. Bu bulgu ekstraoküler kasların kontrastlanmasını saptamada temporal kasların referans olarak kullanılmaması gerektiğini düşündürmektedir.

Tablo 1. Ekstraoküler ve temporal kaslarda [%] postkontrast sinyal intensite değişimi

Hasta			Ekstraoküler kaslar								Temporal kaslar	
No	Yaş	Cins	RSR	LSR	RLR	LLR	RMR	LMR	RSO	LSO	R	L
1	51	F	108	98	145	131	158	109	133	92	58	75
2	25	F	122	97	101	87	82	162	128	146	67	57
3	32	M	95	41	75	33	45	61	113	64	23	10
4	38	F	130	125	87	72	144	158	141	123	49	49
5	21	F	147	131	145	63	140	183	163	123	46	70
6	51	M	105	174	101	110	113	170	97	187	63	46
7	31	F	100	99	74	102	102	128	95	112	24	31
8	16	M	78	61	68	25	87	66	43	55	18	17
9	50	F	87	86	132	108	86	113	94	90	29	37
10	61	M	108	147	136	176	229	205	160	177	78	69

RSR: sağ süperior rektus kası; LSR: sol süperior rektus kası; RLR: sağ lateral rektus kası; LLR: sol lateral rektus kası; RMR: sağ medial rektus kası; LMR: sol medial rektus kası; RSO: sağ süperior oblik kası; LSO: sol süperior rektus kası.

QUANTITATIVE ANALYSIS OF MR CONTRAST ENHANCEMENT OF THE NORMAL EXTRAOCULAR MUSCLES

PURPOSE: To evaluate quantitatively the magnetic resonance contrast enhancement of normal extraocular muscles of the orbit, and to evaluate the use of the signal intensities of temporal muscles as a reference for extraocular muscle enhancement.

MATERIALS AND METHODS: Noncontrast and contrast enhanced fat-suppressed T1-weighted magnetic resonance images of the normal orbits were retrospectively evaluated in 10 patients in whom neurological and radiological assessments were found to be normal. Pre- and postcontrast signal intensities of a total of 80 extraocular muscles (medial, lateral, superior recti, and superior oblique muscles) of these patients were measured and compared statistically with pre- and postcontrast signal intensities of ipsilateral temporal muscles of the same subjects.

RESULTS: Before contrast administration, the extraocular muscles were visualized significantly higher in signal intensity than the temporal muscles ($p<0.001$). After administration of paramagnetic contrast agent, all extraocular muscles were significantly more enhanced (average: $112.4 \pm 40.7\%$ enhancement) than the temporal muscles (average: $45.2 \pm 21.2\%$ enhancement) ($p<0.001$). Regarding the individual extraocular muscles, lateral recti had the lowest signal intensity when compared to the others, both in pre and post-contrast images ($p<0.005$).

CONCLUSION: Normal extraocular muscles show prominent enhancement on contrast-enhanced magnetic resonance images. Temporal muscles, although not as prominent as the former, also enhances in all subjects. These findings indicate that the enhancement of extraocular muscles should not be compared with the temporal muscles not with the latter.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2001; 7:341-345

Kaynaklar

1. Lacey B, Chang W, Rootman J. Nonthyroid causes of extraocular muscle disease. *Surv Ophthalmol* 1999; 44:187-213.
2. Honsten N, Bornfeld N. Extraocular muscles. In: *Imaging of the globe and orbit*. New York: Thieme 1998; 133-155.
3. Atlas SW, Zimmerman RA, and Bilaniuk LT. The orbit. In: Lee SH, Rao KCVG, eds. *Cranial computed tomography and MRI*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1987; 988-1028.
4. Weber AL, Romo LV, Sabates NR. Pseudotumor of the orbit: clinical, pathologic and radiologic evaluation. *Radiol Clin North Am* 1999; 37:151-168.
5. Atlas SW, Grossman RI, Guerry D, et al. Orbit: initial experience with surface coil spin-echo MR imaging at 1.5 T. *Radiology* 1987; 164: 501-509, 1987.
6. Amano Y, Amano M, Kumazaki T. Normal contrast enhancement of extraocular muscles: fat-suppressed MR findings. *AJNR* 1997; 18:161-164.
7. Jackson A, Kwartz J, Noble JL, Reagan MJ. Case report: multiple myeloma presenting as bilateral orbital masses: CT and MR appearances. *Br J Radiol* 1993; 66:266-268.
8. Woodlief NF. Initial observations on the ocular microcirculation in man: I. The anterior segment and extraocular muscles. *Arch Ophthalmol* 1980; 98:1268-1272.