

Hipofizer mikroadenomların değerlendirilmesinde dinamik MRG'nin yeri

Erkan Yılmaz, Handan Çakmacı, Can Usal, İlhami Kovanlıkaya

AMAÇ

Hipofizer mikroadenomların tanısında dinamik manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) yerinin değerlendirilmesi ve dinamik, rutin kontrastsız ve rutin kontrastlı tetkiklerin karşılaştırılması.

GEREÇ VE YÖNTEM

Hipofizer hormon düzeyleri yüksek ve hipofizer adenom şüphesi taşıyan 53 hastada rutin kontrastsız, rutin kontrastlı ve dinamik T1-ağırlıklı MRG tetkikleri yapıldı. Tüm görüntüler çift kör metotla iki radyolog tarafından değerlendirildi. Dinamik tetkikte 30 saniye aralıklarla normal hipofiz bez ve adenomdan sinyal intensite ölçümleri yapıldı.

BULGULAR

Dinamik çalışmada 11 makroadenom ve 29 mikroadenom görüldü. Yirmidokuz mikroadenomun 10'u rutin kontrastsız, 12'si rutin kontrastlı T1-ağırlıklı tetkiklerde izlendi. Rutin tetkiklerde görülen tüm mikroadenomlar dinamik çalışmada da saptandı. Mikroadenomlar en iyi dinamik görüntülerin erken fazlarında (60-120. saniyeler) izlendi.

SONUÇ

Dinamik MRG incelemesi hipofizer mikroadenomların gösterilmesinde rutin incelemelerden daha duyarlı bir yöntem olarak bulundu.

Mikroadenomların saptanmasında manyetik rezonans görüntüleme (MRG) en duyarlı yöntem olmasına karşın, değişik merkezlerde farklı MRG protokolleri uygulanmaktadır. Rutin değerlendirmelerde, özellikle adenom şüphesi olan olgularda, çoğunlukla küçük görüntü alanında (FOV) ve ince kesit kalınlığında T1 ağırlıklı spin eko (SE) sekansı kullanılmaktadır. İnceleme koronal ve sagittal düzlemlerde, paramanyetik kontrast madde kullanımı öncesi ve sonrası tekrarlanarak yapılmaktadır. Bazı merkezlerde üç boyutlu (3 B) gradyent eko (GRE) ince kesit görüntüler eklenmektedir (1,2).

Hipofizer mikroadenomların saptanmasında dinamik görüntülemenin rutin incelemelere üstünlüğünün olup olmadığını göstermek, rutin çalışmalar arasında prekontrast ve postkontrast tetkiklerin karşılaştırılması ve sonuçta en uygun protokolün belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem

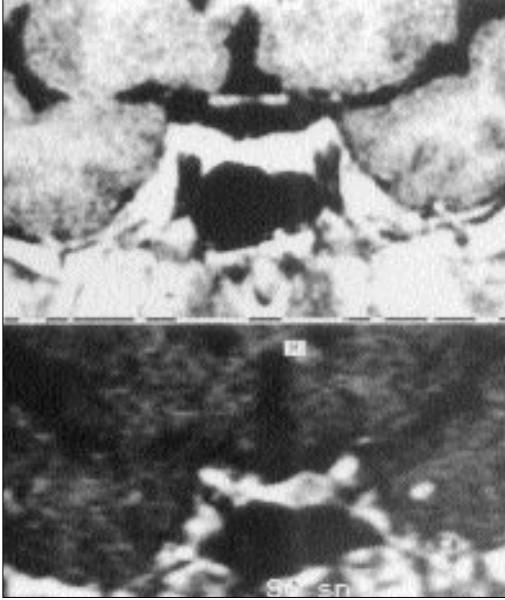
Hormon kan biyokimyasında değişikliğe sebep olabilecek hipofizer patolojiler dışındaki nedenlerin ekarte edildiği, hipofizer hormon kan biyokimyası patolojik düzeylerde yüksek 46 kadın, 7 erkek olmak üzere adenom şüphesi bulunan 53 olguya hipofizer MRG (1T, Siemens Magnetom 42 SP cihazında lineer polarize kafa sarmalı kullanılarak) tetkikleri yapıldı. Olguların 43'ünde prolaktin, 4'ünde adrenokortikotrop hormon (ACTH) ve 6'ında growth hormon (GH) kan hormon düzeyleri normal değerlerin üzerindedir.

Tüm olgulardan önce koronal ve sagittal düzlemlerde T1 ağırlıklı SE rutin görüntüler (TR: 480 msn, TE: 14 msn, FOV: 23 cm, NEX: 3, Matrix: 256 x 256, kesit kalınlığı 3 mm), ardından yaklaşık 10 cc (0.1 mmol/kg) paramanyetik kontrast maddenin bolus tarzında İV enjeksiyonu ile 30 s aralıklarla koronal planda SE dinamik görüntüler (TR: 200 ms, TE: 15 ms, FOV: 25 cm, NEX: 1, Matrix: 128 x 256, kesit kalınlığı 3 mm) elde edildi. Dinamik çalışma, rutin çalışma ile aynı düzeylerden geçen en az 3 kesitin 7 defa tekrarlanmasıyla yapıldı. Son olarak rutin tetkik postkontrast olarak, koronal ve sagittal düzlemlerde aynı tetkik parametreleri ile yinelendi.

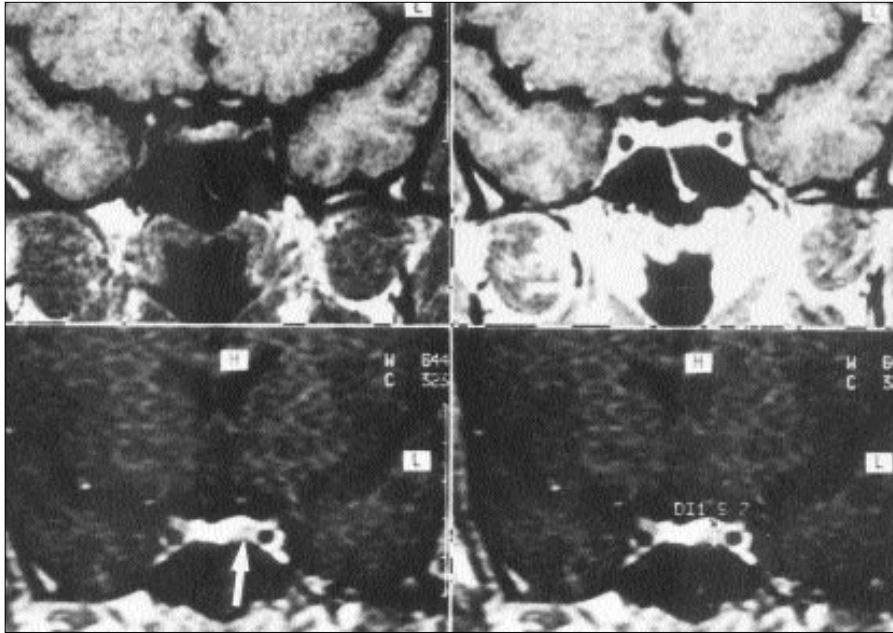
Rutin (prekontrast ve postkontrast) ve dinamik görüntüler iki radyolog tarafından ayrı ayrı değerlendirildi. Değerlendirmelerde hipofiz boyutları, diyafragma sella, hipofizer stalk ve adenom varlığına bakıldı. Sadece bir radyolog tarafından şüpheli adenom olarak belirtilen olgularda, adenom yok kabul edildi. Mikroadenom izlenen ardışık dinamik görüntülerde, bez ve adenomdaki sinyal intensiteleri ayrı ayrı ölçülerek

E. Yılmaz (E), H. Çakmacı, C. Usal, İ. Kovanlıkaya
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, 35340 İzmir

Gelişi: 26.06.2000 / Kabulü: 24.04.2001



Resim 1. Kontrastlı rutin tetkikte izlenmeyen, dinamik çalışmada erken görüntülerde (90. sn) hipofiz bezi sol lateralinde mikroadenom.



Resim 2. Kontrastsız ve kontrastlı rutin tetkiklerde izlenmeyen (üst sıra), dinamik çalışmada hipofiz bezi sol lateralinde hipointens(ok) görünümde mikroadenom (alt sıra). Operasyon sonrası tanı prospektivite.

intensite-zaman grafiği yapıldı (Grafik 1). Rutin ve dinamik tetkiklerin her ikisinde de mikroadenom izlenen olgularda, adenom ve hipofiz bezi arasındaki kontrast rezolüyonları, adenom ve bez arasındaki intensite farkının sfenoid sinüs içindeki havanın intensitesine (gürültü) bölünmesi ile hesaplandı. Kontrast rezolüsyon değerlerinin zamana göre değişimi grafik olarak gösterildi (Grafik 2).

Bulgular

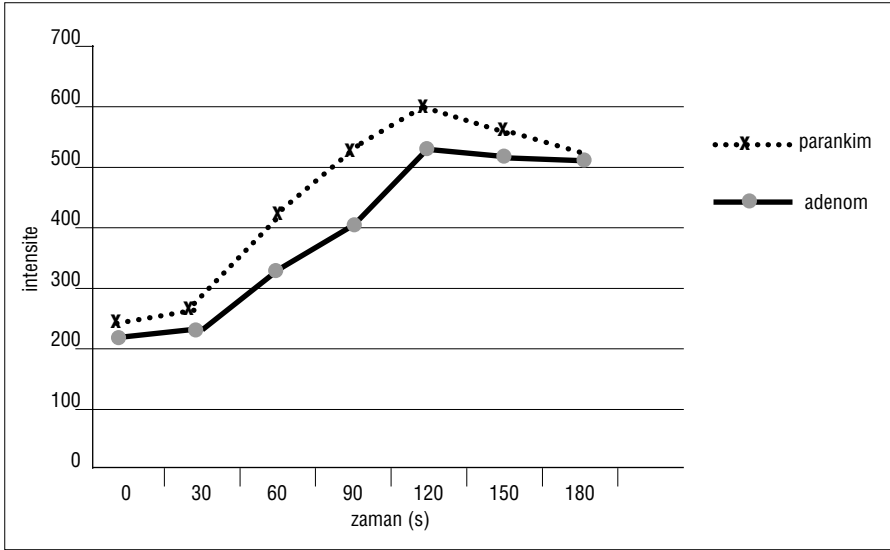
Hipofizer hormon plazma değerleri yüksek olmasına karşın 13 olguda (%24.5) rutin ya da dinamik tetkikte adenom ile uyumlu lezyon saptanmadı. Bunların arasındaki 1 olguda hipofiz bezinde lokal bombelik, 2 olguda difüz konveksite şeklinde indirekt adenom şüphesi vardı. Onbir olguda (%20.7) görülen makroadenomların tümü hem rutin hem dinamik çalışmada rahatlıkla saptandı. Makroadenomlu 2 olguda kavernoöz sinüs invazyonu,

2 olguda optik kiyazma basısı vardı. Dinamik görüntülerde izlenen 29 (%54.7) mikroadenom olgusunun 8'inde mikroadenomlar tüm tetkiklerde görülebilirken, 15'i prekontrast ya da postkontrast tetkiklerde gösterilemedi (Resim 1-6). Oysa rutin tetkiklerde gösterilen tüm adenomlar dinamik tetkikle kolaylıkla saptandı (Tablo 1).

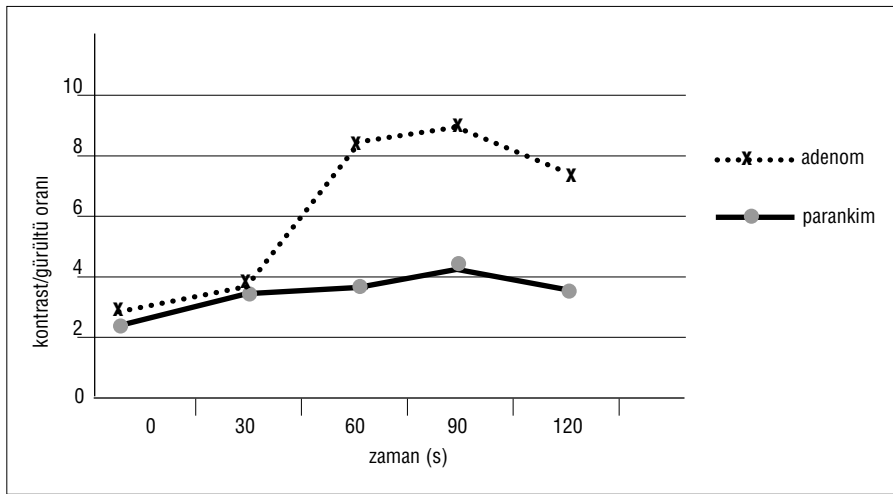
Hem dinamik hem rutin olarak izlenen 8 mikroadenomda, adenom ile normal bez arasında sinyal intensite farklarının sistemdeki gürültüye oranlanmasıyla, iki doku arasındaki kontrast farklılıkları ortaya konuldu (Grafik II). Kontrast farklılıkları dinamik ve rutin tetkiklerde karşılaştırıldığında dinamik çalışmada ortalama 9.2 kontrast farklılık değerine karşın, rutin çalışmada bu değer 4.4 idi. Böylece dinamik çalışmalar adenomun saptanmasında daha duyarlı bulundu. Adenom ve normal bez kontrast farklılıkları rutin görüntülerde düşük olup, adenomlar gözden kaçabilmekteydi.

Dinamik tetkikle gösterilen 29 mikroadenom ve komşu normal hipofiz bezinden, 30 s aralıklarla yapılan intensite ölçümlerinde, normal hipofiz bezinde maksimum ortalama sinyal artışı 60-120 s'ler arasında izlenirken, mikroadenomlarda maksimum ortalama sinyal artışı 90-150 s'ler arasındaydı (Grafik 1). Adenomlar ve normal hipofizer bezin farklı vaskülarizasyonundan kaynaklanan bu görünüm, dinamik erken görüntülerde hiperintens bez içinde hipointens adenomun ayırt edilmesini sağladı.

Çalışmada SE sekansında hipofiz MRG'de; prekontrast rutin, postkontrast rutin ve dinamik görüntülerin duyarlılıkları sırasıyla %39.62, %43.39 ve %75.47 dir. Hipofizer incelemede dinamik MRG rutin incelemelerden daha duyarlı bir yöntem olarak bulundu ($p < 0.0001$). Prekontrast ve postkontrast rutin tetkikler arasında duyarlılık yönünden anlamlı fark izlenmezken, birlikte kullanıldıklarında duyarlılıkları %47.16 olup, etkinlikleri bir miktar artmaktaydı.



Grafik 1. Adenom ve parankimin zamana göre intensite değişimi.



Grafik 2. Adenom ve parankimin zamana göre kontrast/gürültü oranı.

Tartışma

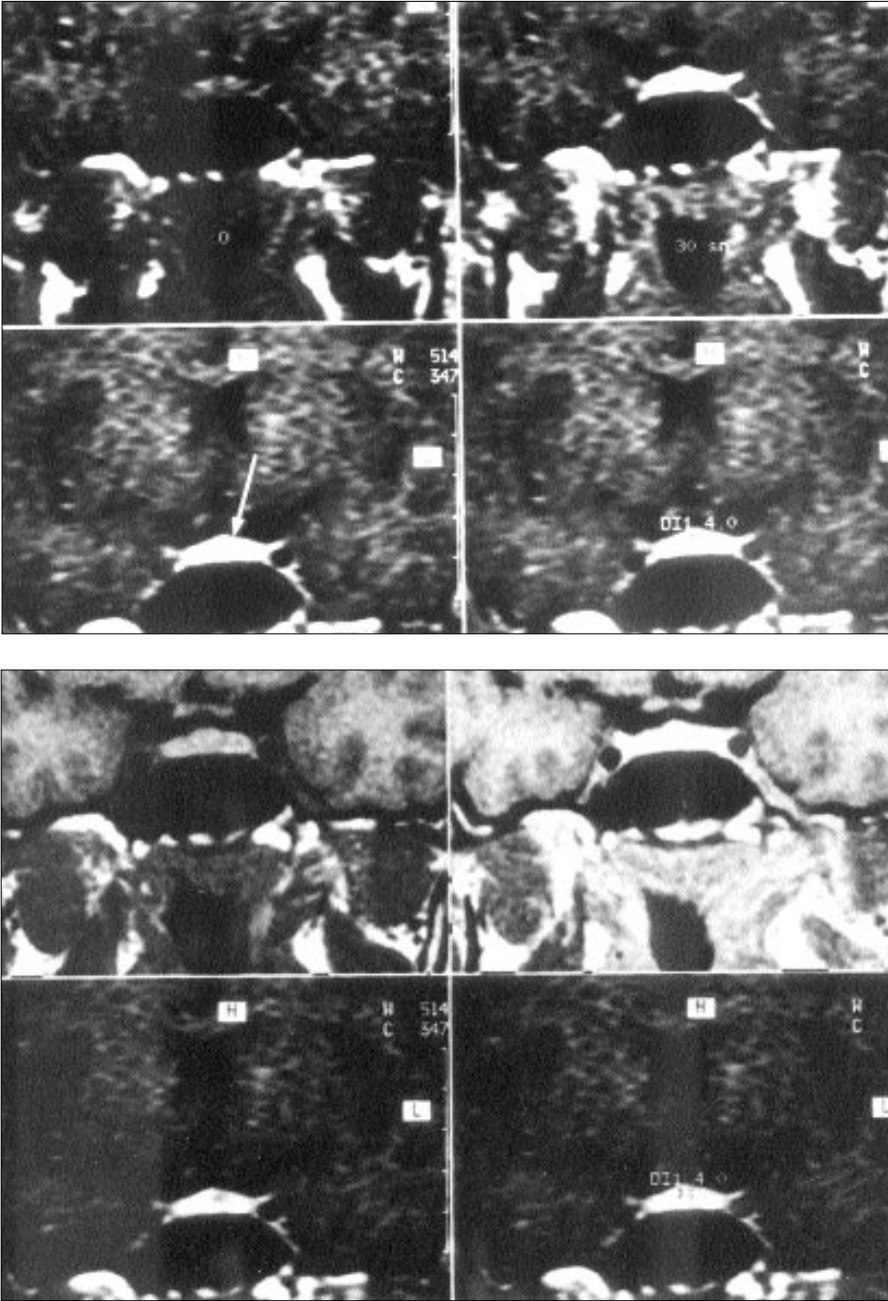
Hipofiz bezinin incelenmesinde MRG yaygın olarak ilk tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Rutin olarak T1 ağırlıklı koronal ve sagittal düzlemlerde ince kesit kalınlığı ile yapılmaktadır. Ayrıca intravenöz kontrast madde enjeksiyonu sonrası aynı düzlemlerde T1 ağırlıklı kontrastlı görüntüler elde

edilmektedir. Dwyer ve arkadaşlarının 26 mikroadenomlu olguda yaptıkları çalışmada rutin sekans MRG duyarlılığı, 2-3 mm'ye kadar olan mikroadenomlarda %65-75 olarak belirtilmiştir (3). Bizim çalışmamızda boyut sınırlaması olmaksızın %47.16'dır. Hipofiz adenomlarının çoğunluğu normal bezle karşılaştırıldığında dü-

şük sinyal intensitesi göstermektedir. Gerek kontrastsız gerekse kontrastlı T1 ağırlıklı SE görüntüleri hipofiz bezi ile adenom arasında yeterli kontrastı her zaman sağlayamamakta, bez içinde adenom ayırt edilememektedir. Çalışmada kontrast madde enjeksiyonu ardından hızlı görüntüler elde ederek normal bez ve adenom arasında kontrastın sağlanması amaçlanmıştır. Otuz saniye aralıklarla dinamik MRG görüntülerinde normal hipofiz dokusu ve adenom arasında farklı sinyal artımı izlenmiştir. Dinamik olarak hipofiz bezinde pik sinyal artımı birinci veya ikinci görüntülerde izlenirken, adenomlarda sinyal artımı yavaş gerçekleşmekte, pik yaptığı görüntüler normal bezden daha sonra izlenmektedir (Grafik 1). Normal bezdeki belirgin sinyal artımı, erken dinamik görüntülerde normal bez içinde adenomun düşük intensite olarak ayırt edilmesini sağlamaktadır. Bunun nedeni adenom ve normal hipofiz parankiminin vaskülarizasyon farklılığıdır. Parankim indirekt yoldan, kan beyin bariyerinin bulunmadığı, kapillerlerin oluşturduğu portal sistemden kanlanırken, adenom direkt arteriyel yolla kanlanmaktadır (4-6). Ancak adenomdaki kan akımı yavaş olup, dinamik kontrastlı çalışmada erken fazlarda adenom ile parankim arasında kontrast farkı oluşmaktadır (7). Adenom ile parankim arasındaki kontrast farkının erken görüntülerde ortaya çıkması, ilerleyen görüntülerde bu kontrastın azalması ya da kaybolması hızlı görüntüleme yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmiştir. Öyleyse "gradyent eko (GRE) sekanslar neden uygulanmadı?" sorusu akla gelebilir. GRE sekansı kullanılmasını sınırlayan sella taban ve sfenoidal septumdan kaynaklanan MRG suseptibilite artefaktıdır. Bu artefakt hipofiz bezine komşu sellar taban ve sfenoidal septumun keşiştiği alanda en belirgin olarak izlenmektedir (8). Ayrıca kavernöz sinüslerde arteriyel vasküler yapılarla akıma bağlı hareket artefaktları da görüntü kalitesini düşürmektedir (9-11). Yirmisekiz olguluk bir çalışmada paramanyetik kontrast madde kullanımı sonrası FLASH görüntüler

Tablo 1. Çalışmada tespit edilen adenomların dağılımı

Yüksek hipofizer hormon		Rutin kontrastsız	Rutin kontrastlı	Dinamik
Prolaktin (n:32)	Mikroadenom	8	8	8
	Mikroadenom	9	11	24
GH (n:5)	Makroadenom	2	2	2
	Mikroadenom	1	1	3
ACTH (n:3)	Makroadenom	1	1	1
	Mikroadenom	0	0	2



Resim 3. A. Dinamik çalışmada 30 sn aralıklarla ardışık görüntülerde 60. sn de hipofiz bezi santralinde mikroadenom (ok). **B.** Aynı olguda kontrastsız ve kontrastlı rutin tetkiklerde sadece hipofiz bezinde konveksite (üst sıra), dinamik erken görüntüde hipointens olarak mikroadenom izleniyor (alt sıra).

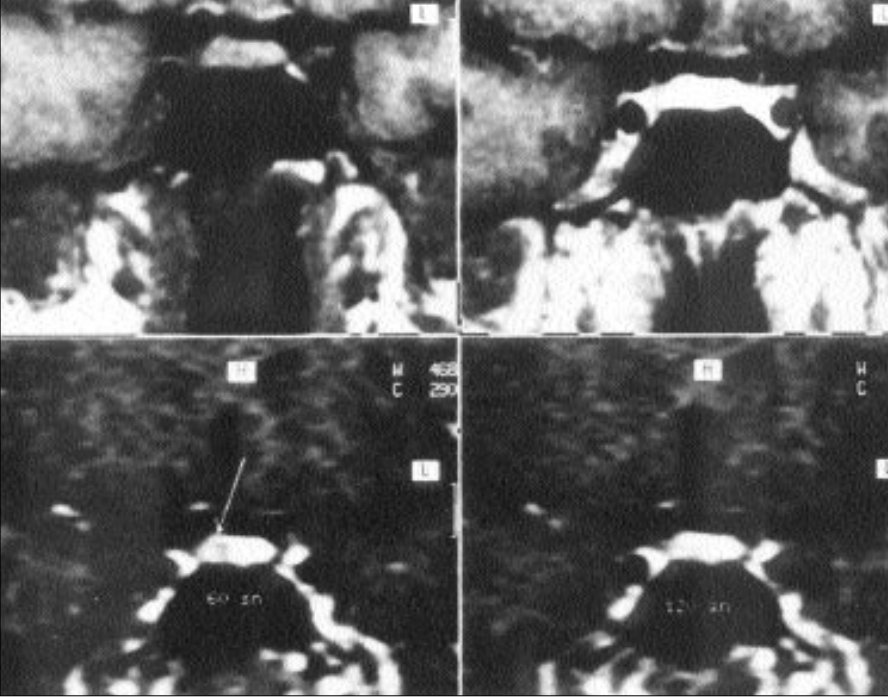
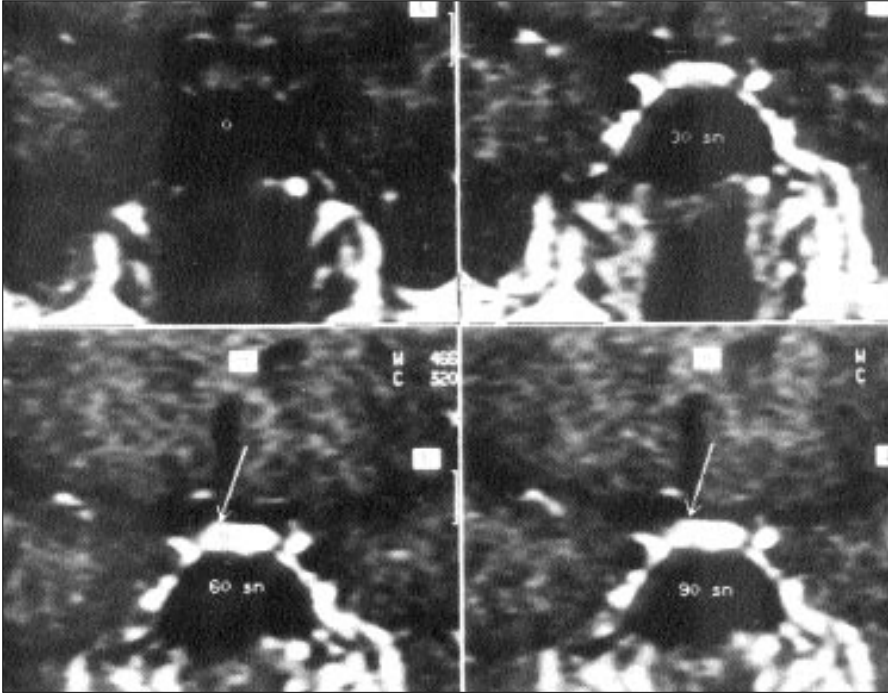
SE prekontrast tetkik ile karşılaştırılmıştır. FLASH görüntülerin SE prekontrast tetkike üstün olmadığı, hatta bir miktar daha az duyarlı olduğu bildirilmektedir (12). Çalışmamızda 30 s aralıklarla görüntüler elde edilmiştir. Bugün SE sekansı varyantları kullanılarak daha kısa aralıklarda görüntüler elde olunabilir. Bunun için dinamik keyhole hızlı SE sekansları kullanılabilir. Hızlı, dinamik, düşük spasyal frekanslı bilgiler elde etmek

için k alanının santral %25'lik kesimini örneklemeye yönelik, tekrarlayan ekolar kullanılır. Dinamik görüntüler k alanının dış kısmını dolduran yüksek spasyal frekanslı bilgiler ile kombine edilir. Böylece hızlı ve rezolüsyonu yüksek görüntüler meydana gelir (13,14).

Rutin tetkikte şüpheli olarak tespit edilen, beze göre minimal hipointens görünümünün, dinamik tetkikle ortaya konulmasına çalışılmıştır. Chong ve

A arkadaşlarının yaptığı çalışmada 52 normal, 14 adenom şüpheli olguya rutin MRG yapılmıştır. Olguların 20'sinde bez içinde şüpheli hipointensitelere rastlanmıştır. Non-spesifik olarak tanımlanan asemptomatik lezyonların hipofizer kist, fokal iskemiler, voksel arası heterojenite ve MRG sistemindeki gürültüye bağlı olabilecekleri belirtilmektedir (15,16). Bu tip psödoadenomların ortak özellikleri, küçük boyutta (5mm'den küçük) ve sinyal intensite farklılıklarının normal bez ile karşılaştırıldığında az olduğu belirtilmektedir. Gerçekten de adenom olarak yanlış pozitif sonuç verebilecek bu hipointensitelerin dinamik çalışma ile ortaya konması gerekmektedir. Dinamik çalışmada lezyon ile normal bez arasında sinyal intensite farklılıkları çok belirgindir. Bizim olgularımızda 2 adet sadece kontrastsız T1 ağırlıklı koronal kesitlerde bir radyolog tarafından şüpheli rapor edilen hipointensite dinamik tetkikte izlenmemektedir. Bir olguda önceki rutin MRG'lerde adenom olarak rapor edilen, dinamik çalışmada sinyal artışı göstermeyen anterior-posterior lob arasında rastlan-tısal kist izlenmiştir.

B Çalışmada 53 olgunun sadece 14'ü (%26) cerrahi sonrası histopatolojik tanı almıştır. Kuşkusuz bunun en büyük nedeni olguların büyük çoğunluğunun hiperprolaktinemi kan biyokimyasına sahip olgular olması ve bunların öncelikle medikal olarak tedavi edilmesidir (4,17). Ondört olgunun 8'i mikroadenom, 6'sı makroadenomdu. Tüm olgular dinamik çalışmada gösterilebildi. Mikroadenomların 5'i prolaktin, 2'si GH, 1'i ACTH salgılayan adenomlar olup, 6'sı sadece dinamik incelemede gösterildi. Colombo ve arkadaşlarının rutin MRG ile yaptıkları çalışmada cerrahi korelasyonlu 26 mikroadenomlu olguda, yalancı-pozitif değerler %10 olarak bulunmuştur (18). Çalışmamız, hem rutin, hem de duyarlılığı belirgin üstün olan, dinamik olarak yapıldığından ve bazı olguların histopatolojik tanıların bulunmasından dolayı yanlış-pozitif değerlerin %5-7 dolaylarında olduğunu düşündürmektedir (19-21).



Resim 4. A. Sırasıyla 0, 30, 60 ve 90. sn lerde dinamik görüntüler. Erken görüntüde (60. sn) hipofiz bezi sağ lateralde mikroadenom (ok). **B.** Aynı olguda mikroadenomun izlenmediği kontrastsız ve kontrastlı rutin (üst sıra) ve adenomu gösteren (ok) dinamik görüntüler (alt sıra).

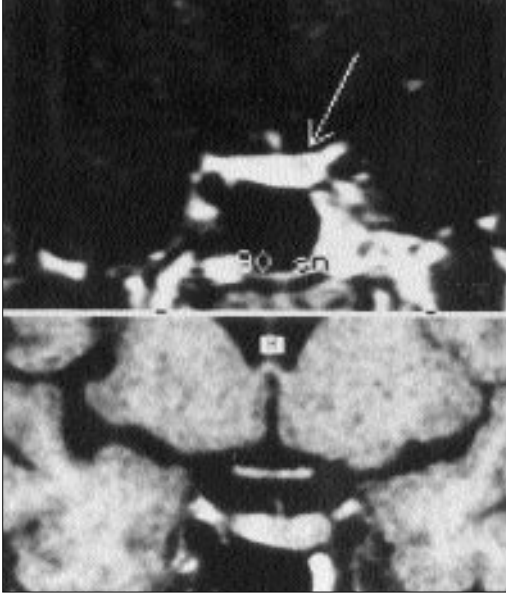
Ekstrahipofizer nedenli hormon değişikliği olabilecek olgular çalışma dışı bırakıldı. Olguların çoğunluğu (%88) hiperprolaktinemi kan biyokimyasına sahipti. Hiperprolaktinemi yaratan ekstrahipofizer nedenler öncelikle gebelik olmak üzere, hipotalamik hastalıklar, ilaç kullanımı, primer

hipotiroidizm, siroz, kronik böbrek yetmezliğidir (22,23). Değerlendirmeler birbirinden habersiz iki radyolog tarafından yapılmıştır. Tek bir radyolog tarafından şüpheli olarak değerlendirilen olgularda adenom yok kabul edilmiştir. Benzeri çalışmalarda da prolaktinomaların tetkikinde ya

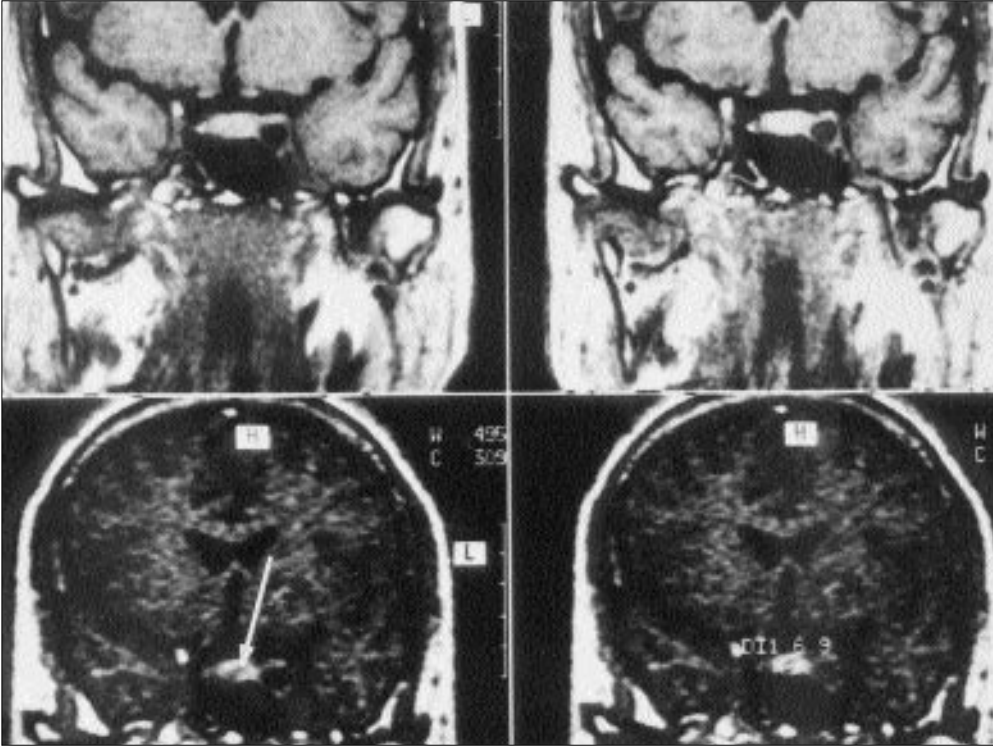
A benzer yol izlenmiş ya da opere edilmiş, ancak kısıtlı sayıda olgu değerlendirilmiştir. Medikal tedaviye yanıt vermeyen olgularda, adenomun operasyon öncesi saptanması önem kazanmaktadır. Transsfenoidal girişimde adenomun lokalizasyonu, özellikle lateralize edilmesi cerrah için önemlidir (24). Bunun dışında medikal tedavideki hastada, adenomun boyutsal takibi önemlidir. Çünkü süpresyon tedavisinin uzun süreli kullanılması sonucunda, olasılıkla vaskülarite değişikliğine bağlı adenomun küçülmesi, hatta kaybolması mümkündür. Tedavinin sonlandırılması için, dinamik MRG ile adenomdaki küçülme hatta kaybolma takip edilmelidir. Kan hormon düzeyi süprese olgularda tek takip şansı MRG'dir (25,26).

B Çalışmada sıklıkla karşımıza çıkan problem erken görüntülerde, özellikle posteriorda ya da bezin anterior-posterior lob bileşiminde beze göre hipointens alanlardır. Bu hipointens alanlar yanlışlıkla adenom olarak rapor edilebilir. Hipofizer bezin farklı vaskülarizasyonundan kaynaklanır ve erken görüntülerde ortaya çıkar. Nedeni posterior lobun erken kanlanması, anterior lobun ise kanlanmasının geç gerçekleşmesidir. Bu zaman farkı posterior lobun önünde, simetrik, daha hipointens alanların izlenmesine neden olur. Adenomdan farklı olarak bu alanlar simetrik, anterior ve posterior lobların kesiştiği lokalizasyondadır. Bir sonraki görüntülerde simetrik olarak hipofiz bez intensitesi ile izointens hale geçer. Asimetrik olarak hipointensite gösteren ve sonraki birkaç görüntüde sebat eden görünümüler adenomu düşündürmelidir (27-29).

Çalışmamızda kontrast madde verilmeden ve verildikten sonra rutin tetkiklerde duyarlılık yönünden belirgin bir fark izlenmemektedir. Doppman ve arkadaşlarının 8 adenom üzerine yaptıkları çalışmada, prekontrast %38, postkontrast %50 gerçek pozitif adenom bildirilmiştir. Dwyer ve arkadaşları cerrahi doğrulanması olan 12 mikroadenomda pre-kontrast çalışmaların üstün olduğunu belirtmektedir. Stadnik ve arkadaşları 28 olguda yapı-



Resim 5. Dinamik görüntülerde erken dönemde (90. sn) hipofiz bezi sol lateralinde mikroadenom (ok) izleniyor (üst sıra). Aynı olgunun rutin kontrastsız tetkikinde sadece hipofiz bezinde solda asimetric volüm artışı görülüyor (alt sıra).



Resim 6. Kontrastsız ve kontrastlı rutin tetkiklerde normal görünümde hipofiz bezi (üst sıra) ve dinamik görüntüde santralde (alt sıra) hipointens olarak izlenen mikroadenom (ok). Cerrahi sonrası tanısı ACTH salgılayan mikroadenom.

lan çalışmada prekontrast duyarlılığı %70, postkontrast duyarlılığı %54 bulmuşlardır. Postkontrast tetkikte hipofiz parankim ve mikroadenom arasındaki kontrast farkı kaybolmaktadır. Bu yüzden prekontrast ve postkontrast SE sekansları arasında belirgin bir üstünlük bulunamamıştır. Çalışmamızda rutin incelemelerin duyarlılığı benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında bir miktar düşüktür. Başlıca ne-

deni klinisyenlerin hipofizin incelemesinde ilk sırada bilgisayarlı tomografi (BT) tercih etmeleridir. BT' de tespit edilen, özellikle makroadenomlar başka bir görüntüleme modalitesine ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır. Olgularımızda makroadenomların sayısal azlığı bu düşüncüyü desteklemektedir. Dinamik çalışma, kavernoöz sinüs içindeki yapıların neden olduğu parsiyel volüm artefaktlarından dolayı

sagittal düzlemde yapılmamıştır.

Hipofiz adenomlarına yönelik MRG'de önce kontrast madde kullanılmadan T1 ağırlıklı koronal ve sagittal SE sekansı ile başlanması, adenom izlenmediği ya da şüpheli durumlarda dinamik kontrastlı çalışmanın eklenmesi gerektiği düşüncesindedir.

THE ROLE OF DYNAMIC MR IMAGING IN THE EVALUATION OF PITUITARY MICROADENOMAS

PURPOSE: To evaluate the role of dynamic magnetic resonance (MR) imaging in the diagnosis of pituitary microadenomas and to compare dynamic, conventional unenhanced and conventional contrast enhanced images.

MATERIALS AND METHODS: Conventional unenhanced, conventional contrast enhanced and dynamic T1-weighted images were obtained in 53 patients whom had abnormal plasma pituitary hormone levels and suspicion of pituitary adenoma. Two radiologists evaluated all MR images independently. Additionally, signal intensity measurements in both normal pituitary gland and adenoma were performed at intervals of 30 seconds in the dynamic technique.

RESULTS: The dynamic study revealed 11 macroadenomas and 29 microadenomas. In total 29 microadenomas and 10 microadenomas were detected in conventional unenhanced and 12 microadenomas were detected in conventional contrast enhanced T1-weighted images. All microadenomas identified with conventional MR images were also identified with the dynamic study. Microadenomas were best visualized at earlier phases (60-120 seconds) of dynamic images.

CONCLUSION: We have found that the dynamic MR imaging is a more sensitive technique than conventional MR imaging in the diagnosis of pituitary microadenomas.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2001; 7:158-164

tive study of healthy volunteers and patients with microadenomas. AJNR 1994; 15:675-679.

16. Cano A, Martinez M, Benito P, et al. Analysis of indirect signs of microprolactinoma at MR imaging. Eur J Radiol 1999; 157-164.
17. Davis PC, Hoffman JC, Spencer T, Tindall GT. MR imaging of pituitary adenoma: CT, clinical, and surgical correlation. AJR 1987; 148:797-802.
18. Colombo N, Loli P, Vignati F, Scialfa G. MR of corticotropin-secreting pituitary microadenomas. AJNR 1994; 15:1591-1595.
19. Pojunas KW, Daniels DL, William AL, Haughton VM. MR Imaging of prolactin-secreting microadenomas. AJNR 1986; 7: 209-213.
20. Newton DR, Dillon WP, Norman D, Newton TH. Gd-DTPA-enhanced MR imaging of pituitary adenomas. AJNR 1989; 10:949-954.
21. Parent D, Brown B, Smith EE. Incidental pituitary adenomas: a retrospective study. Surgery 1982; 92:880-883.
22. Wolpert SM, Molitch ME, Goldman JA, Wood JB. Size, shape and appearance of the normal female pituitary gland. AJNR 1984; 5:263-267.
23. Wiener SN, Rzeszotarski MS, Droege RT, Pearlstein AE, Shafron M. Measurement of pituitary gland height with MR imaging. AJNR 1985; 6:717-722.
24. Dina TS, Feaster SH, Laws ER, Davis DO. MR of the pituitary gland postsurgery: serial MR studies following transsphenoidal resection. AJNR 1993; 14:763-769.
25. Weissbuch SS. Explanation and implications of MR signal changes within pituitary adenomas after Bromocriptine therapy. AJNR 1986; 7:214-216.
26. FitzPatrick M, Tartaglino LM, Hollander MD, et al. Imaging of sellar and parasellar pathology. Radiol Clin North Am 1999; 37:101-121.
27. Sakamoto Y, Takahashi M, Korogi Y, Bus-saka H, Ushio Y. Normal and abnormal pituitary glands: Gadopentetate Dimeglumine-enhanced MR imaging. Radiology 1991; 178:441-445.
28. Davis PC, Hoffman JC, Malko JA, Tindall G. Gadolinium-DTPA and MR imaging of pituitary adenoma: a preliminary report. AJNR 1987; 8:817-823.
29. Caruso RD, Rosenbaum AE, Sherry RG, et al. Pituitary gland: variable signal intensities on MRI. Clin Imaging 1998; 22:327-332.

Kaynaklar

1. Kulkarni MV, Lee KF, McArdle CB, Joel WY. 1.5-T MR Imaging of pituitary microadenomas. AJNR 1988; 9:5-11.
2. Miki Y, Matsuo M, Nishizawa S, Kuroda Y. Pituitary adenomas and normal pituitary tissue: enhancement patterns on gadopentetate-enhanced MR imaging. Radiology 1990; 177:35-38.
3. Dwyer AJ, Frank JA, Doppman JL, Oldfield EH, Hickey AM. Pituitary adenomas in patients with cushing disease: initial experience with Gd-DTPA-enhanced MR imaging. Radiology 1987; 163:421-426.
4. Thorner MO, Vance ML, Horvath E, Kovacs K. In: Wilson JD, Foster DW, eds. Williams Textbook of Endocrinology. 8 th ed. Philadelphia: W.B. Saunders. 1992; 221-294.
5. Tien RD. Sequence of enhancement of various portions of the pituitary gland on gadolinium-enhanced MR images: correlation with regional blood supply. AJR 1992; 158:651-654.
6. Gorzyca W, Hardy J. Arterial supply of the human anterior pituitary gland. Neurosurgery 1987; 20:369-378.
7. Yuh WTC, Fisher DJ, Nguyen HD, Tali ET. Sequential MR enhancement pattern in normal pituitary gland and in pituitary adenoma. AJNR 1994; 15:101-108.
8. Grossman CB. Magnetic resonance imaging and computed tomography of the head and spine. 2nd ed. Baltimore:Williams Wilkins, 1996; 10-55.
9. Elster AD. Sellar susceptibility artifacts: theory and implications. AJNR 1993; 14: 129-136.
10. Carlier PG, Fawzy KM, Gilson V, Leroux GB, Lesur G, Ries M. Three-dimensional Turbo FLASH MR imaging of the pituitary gland. Radiology 1991; 181: 91.
11. Carlier PG, Fawzy KM, Gilson V, Leroux GB, Lesur G, Ries M. Three-dimensional Turbo FLASH MR imaging of the pituitary gland. Radiology 1991; 181: 91.
12. Czervionke, LF, Daniels DL, Wehrli FW et al. Magnetic susceptibility artifacts in gradient-recalled echo MR imaging. AJNR 1988; 9:1149-1155.
13. Kucharczyk W, Bishop JE, Plewers DB, Keller MA. Detection of pituitary microadenomas: comparison of dynamic keyhole fast spin-echo, unenhanced, and conventional contrast-enhanced MR imaging. AJR 1994; 163:671-679.
14. Finelli DA, Kaufmann B. Varied microcirculation of pituitary adenomas at rapid, dynamic, contrast-enhanced MR imaging. Radiology 1993; 189:205-210.
15. Chong BW, Kucharczyk W, Singer W, George S. Pituitary gland MR: a comparative study of healthy volunteers and patients with microadenomas. AJNR 1994; 15:675-679.