

Akut subaraknoid kanamaların FLAIR MRG tekniği ile değerlendirilmesi

Mustafa Öztürk, Nuri Erdoğan, Nevzat Özcan, Mustafa Güleç, Ali Kurtsoy

AMAÇ

Bu çalışmanın amacı akut subaraknoid kanamaların saptanmasında fluid-attenuated inversion-recovery (FLAIR) manyetik rezonans sekansının değerlendirilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Akut subaraknoid kanamalı 14 olguda hızlı FLAIR sekansı uygulandı. FLAIR görüntülerde saptanan subaraknoid kanama görünümü konvansiyonel spin-eko manyetik rezonans görüntüleme ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile karşılaştırıldı.

BULGULAR

Subaraknoid kanamayı tespit etmede T1 ve T2 ağırlıklı görüntülerin duyarlılığı sırasıyla %35 ve %21 olarak bulundu. FLAIR sekansında tüm olgularda subaraknoid kanama yüksek sinyal intensite-sinde gösterildi.

SONUÇ

Bu sonuçlar akut subaraknoid kanamayı tespit etmede FLAIR görüntülerinin konvansiyonel spin-eko görüntülerine üstün olduğunu göstermektedir. Akut subaraknoid kanama tanısında bilgisayarlı tomografi hala tercih edilen görüntüleme yöntemi olmasına rağmen, FLAIR sekansı ile akut SAK güvenilir bir şekilde saptanabilir.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) birçok intrakranyal patolojinin tanısında yüksek duyarlılık ve doğruluk oranına sahip olmasına rağmen akut subaraknoid kanama (SAK)'ların MRG ile tanımlanması önemli bir klinik problemidir. Genel olarak konvansiyonel MRG ile akut SAK'ın saptanmasının zor olduğu kabul edilmektedir (1). Bilgisayarlı tomografi (BT), akut SAK'ın tespitinde önemli bir rol oynamaktadır. Fakat subakut dönemde BT ile SAK tespiti zor olup, bu dönemde MRG'nin daha faydalı olduğu gösterilmiştir (2). Son zamanlarda FLAIR (Fluid-attenuated inversion-recovery) MRG tekniği akut menenjit ve akut SAK'lı olguları görüntülemeye kullanılmaktadır (3). Ayrıca FLAIR tekniğinin multipl skleroz, küçük kortikal infarkt ve metastatik tümörlerdeki yüksek duyarlılığı bildirilmiştir (4).

Bu çalışmadaki amacımız BT'de akut SAK saptanan olgularda hızlı FLAIR MRG tekniğini kullanarak yöntemin SAK tespitindeki duyarlılığını belirlemektir.

Gereç ve yöntem

Çalışma kapsamında akut SAK'lı 14 olgu (10 kadın, 4 erkek) mevcut olup, olguların yaş ortalaması 46.6'dır. Olgular nöbet sonrası ilk 48 saat içerisinde (akut evre) öncelikle kontrastsız kranyal BT ile değerlendirildi. Akut SAK 10 olguda anevrizma rüptürüne, 4 olguda ise travmaya sekonderdi. BT'de hiperdens akut SAK saptanan olgular en geç 24 saat içerisinde MRG ile değerlendirildi. Tetkikler 1.5 T (Philips, Gyroscan ACS-NT) MRG sisteminde gerçekleştirildi. Öncelikle turbo-spin eko sekansında multiplanar T1 ağırlıklı (A) ve T2 A görüntüler alındı. Bunlara ilave aksiyal planda hızlı FLAIR tekniği ile görüntüler elde edildi. FLAIR tekniğinin inceleme parametreleri: TR: 6000 msn, TE: 150 msn, TI: 2000 msn idi. MR görüntülerinin elde edilmesinde intravenöz kontrast madde kullanılmadı. Hızlı FLAIR tekniği ile elde edilen görüntüler kontrastsız BT ve konvansiyonel MRG bulguları ile karşılaştırıldı. Anevrizma saptanan 10 olguda dijital subtraksiyon anjiyografi ile tanılar doğrulandı.

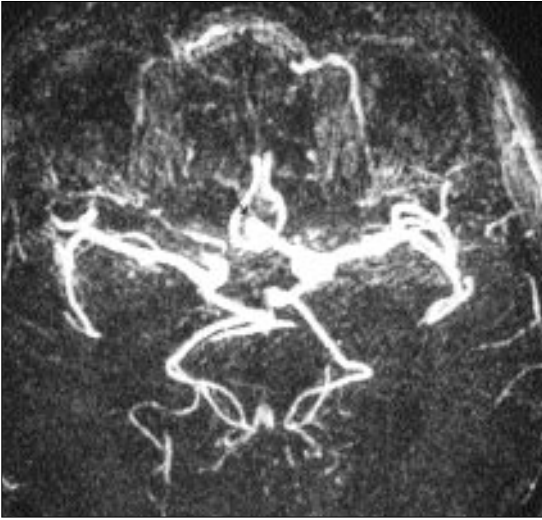
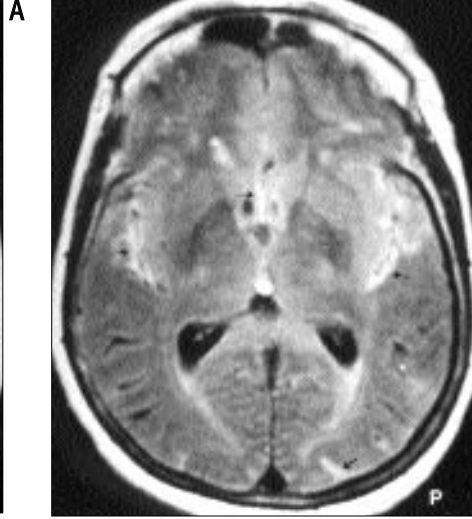
Bulgular

BT bulgularının değerlendirilmesinde; bir olgu hariç tüm olgularda BT'de hiperdens akut SAK görünüm mevcuttu (Resim 1). BT görünümü normal olan olguda baziler arter anevrizma rüptürüne bağlı prepon-

M. Öztürk (E), N. Erdoğan, N. Özcan, M. Güleç
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı,
Kayseri

A. Kurtsoy
Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı,
Kayseri

Gelişi: 26.06.2000 / Kabulü: 09.01.2001



Resim 1. Anterior kominikan arter anevrizma rüptürü (64Y,K). **A.** Kontrastsız kranyal BT görüntüsünde bilateral silvian ve interhemisferik fissürde hiperdens yaygın akut subaraknoid kanama (SAK) görünümü. **B.** FLAIR sekansında elde olunan manyetik rezonans görüntüsünde yaygın SAK hiperintens olarak izlenmekte (*oklar*). **C.** 3D TOF MR anjiyo imajında anevrizmanın görünümü (*ok*).

tin yerleşimli akut SAK MRG ile görüntülendi (Resim 2). Başka bir olguda BT'de anevrizma rüptürüne bağlı supratentoryal yaygın SAK ve intraventriküler kanama görünümü mevcut olup, posterior fossada SAK izlenmemişti. Ancak aynı olgunun MRG incelemesinde BT'ye ilave olarak prepon-tin sistern içerisinde SAK olduğu göz-lendi (Resim 3).

Parankimal spin-eko görüntülerinin değerlendirilmesinde; T1 A sekansa 2 olguda SAK hiperintens olarak iz-lendi. Üç olguda ise bazal sisternleri içerisinde serebral korteks ile izoin-tens SAK görünümü mevcuttu. Diğer 9 olguda ise bazal sisternler ve sere-bral sulkuslar hipointens olup, SAK le-

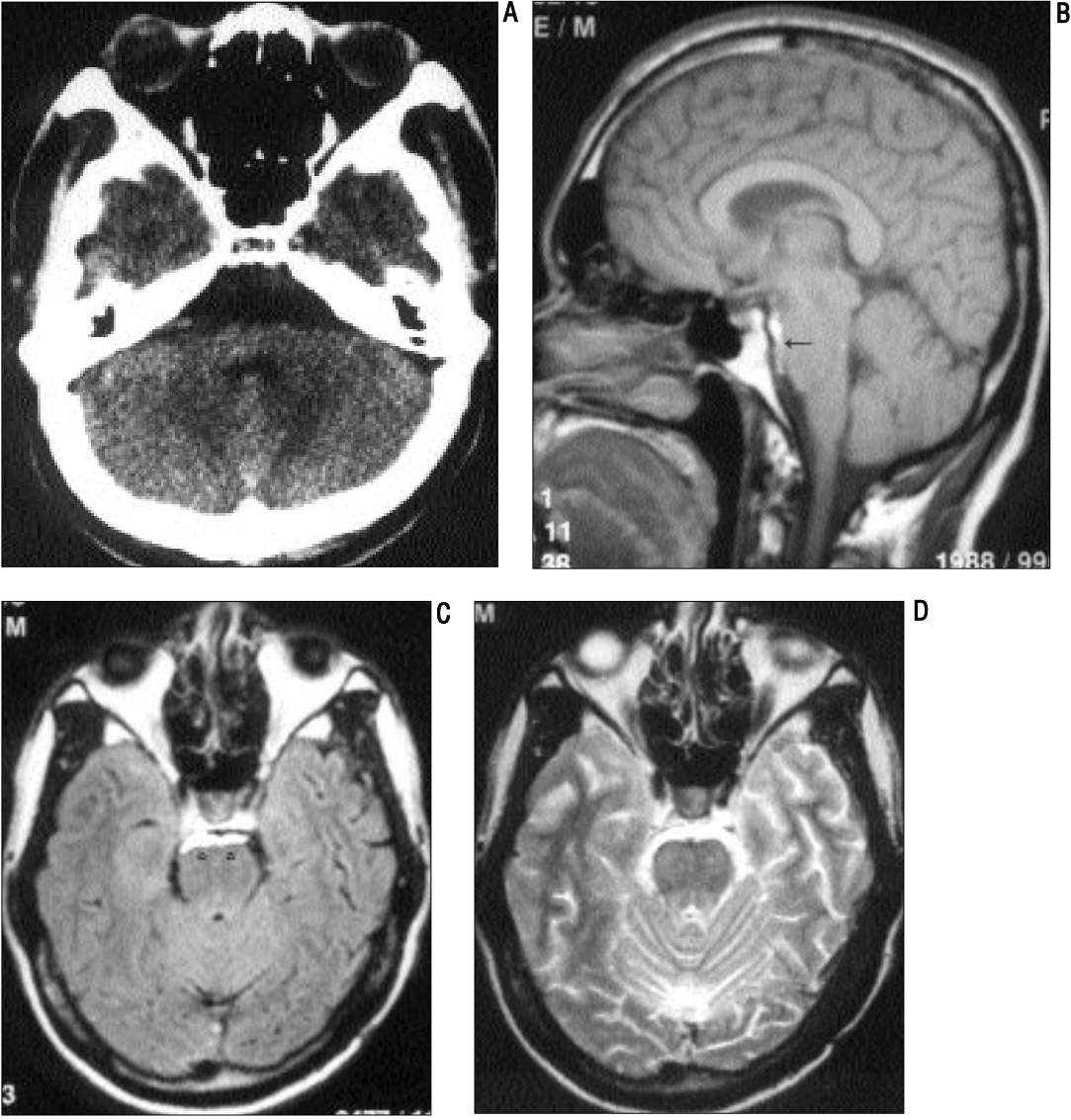
hine patolojik bulgu saptanmadı. T2 A sekansa ise masif SAK'ı bulunan 3 olguda sisternler içerisinde hipointens görünüm dikkati çekti. Diğer 11 olgu-da SAK'ı düşündürebilecek patolojik sinyal değişikliği mevcut değildi. Akut SAK'ı tespit etmede T1A sekan-sın duyarlılığı %35, T2A sekansın du-yarlılığı ise %21 olarak saptandı. FLAIR görüntülerinde ise tüm olgu-larda SAK hiperintens olarak izlendi ve FLAIR'in SAK'ı tespit etmede du-yarlılığı %100 olarak bulundu (Resim 4,5). BT'nin saptayamadığı 2 olguda-ki prepon-tin SAK, FLAIR sekansı ile gösterildi. Ayrıca intraventriküler ka-nama bulunan 2 olguda FLAIR sekan-sında ventrikül içerisinde hiperintens

B görünüm mevcuttu.

Tartışma

FLAIR bir inversion-recovery puls sekansı olup, inversiyon zamanı beyin omurilik sıvısını (BOS) baskılar. Uzun eko zamanının kullanılması ağır T2 görüntüsü oluşturur, fakat T2A gö-rüntülerdeki BOS'un tipik yüksek siny-al intensitesi gözlenmez (3,5). FLA-IR sekansının çok geniş bir santral sin-ir sistemi hastalık grubunda, özelli-kle sulkus veya ventriküllere komşu parankimal lezyonları tespitinde yüksek duyarlılığı bildirilmiştir (4). Akut dö-nemde kan, BOS sinyal intensitesinde minimal değişikliğe neden olduğu için akut SAK'ın MRG ile tanısı zor-dur (1). Son zamanlarda FLAIR gö-rüntüleme akut, subakut ve kronik SAK'ların değerlendirilmesinde kul-lanılmaktadır.

İntrakranyal kanamaların değişik MRG görünümleri hemoglobin yapı-sına ve hemoglobinin çeşitli oksidas-yon ürünlerine bağlıdır. Akut intrapa-rankimal kanamadaki karakteristik T2 kısalması deoksihemoglobine bağlı-dır. Bununla beraber SAK intraparan-kimal kanamadan farklıdır. Çünkü SAK'da kan yüksek oksijen basıncın-da BOS ile karışmıştır. Grossman ve arkadaşlarının in vitro ortamda yap-tıkları bir çalışma BOS'un yüksek ok-sijen basıncı, içerisindeki kanda para-manyetik deoksihemoglobin oluşu-munu kısıtladığını göstermektedir. Diamanyetik oksihemoglobinden pa-ramanyetik deoksihemoglobin oluşu-munun kısıtlanması ve hematokrit dü-zeyinin düşük olmasından dolayı BOS ile karışmış kan, T2A görüntü-lerde hipointens olarak izlenmez (6). Diğer yandan Hayman ve arkadaşları, T2A görüntülerdeki sinyal intensitesin-in primer olarak eritrositlerin hidras-yon durumuna bağlı olduğunu, eritro-sit dehidratasyonunun T2 relaksasyon süresini belirgin olarak kısalttığını, fazla hidrasyon ve lizisin ise T2 relak-sasyon süresini belirgin olarak arttır-dıklarını bildirmişlerdir. Buna bağlı olarak T2A görüntülerde düşük sin-yal intensitesinin izlenmemesinden



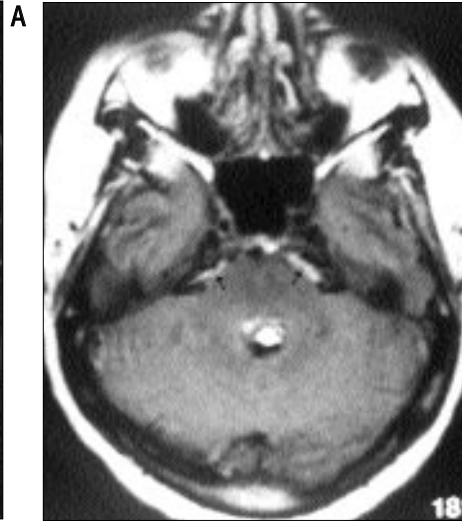
Resim 2. Baziler arter anevrizma ruptürü (31Y, E). **A.** Kontrastsız kranyal BT görüntüsünde posterior fossa normal izlenmektedir. **B.** T1 A. sagittal MRG kesitinde prepontin sistern içerisinde hiperintens SAK izlenmektedir (ok). **C.** FLAIR MRG imajında SAK'ın görünümü (ok başları) **D.** T2-A aksiyal MRG kesitinde prepontin sistern hiperintens olarak izlenmekte ve ayrıca SAK görünümü ayırt edilmemektedir.

düşük hematokrit düzeyi, eritrositlerin fazla hidrasyonu veya lizisi, ve deoksihemoglobin oluşumunun kısıtlanması rol oynamaktadır (7). Masif bir kanama olduğunda akut SAK'larda T2 relaksasyon süresinde belirgin bir kısalma gözlenir. Eritrosit kümelerinin oluşturduğu bu alanların yüksek hematokrit değeri, artmış deoksihemoglobin formasyonu ve eritrosit dehidrasyonu ile T2A görüntülerde hipointens olarak izlenirler ve bu alanlar FLAIR görüntülerde yüksek sinyal intensitesinde izlenmeyebilir. Bununla beraber, SAK'ın sinyal intensitesi her bir lokalizasyondaki eritrosit-BOS karışım oranına bağlı olmak üzere hete-

rojen bir şekilde değişebilir. Yoğun eritrosit kümeleşmesine bağlı belirgin T2 relaksasyon süresi kısalmış alanlar FLAIR görüntülerde yüksek sinyal intensitesinde izlenmemesine rağmen, eritrosit kümelerini çevreleyen BOS ile karışım halindeki alanlar FLAIR görüntülerde yüksek sinyal intensitesinde izlenir. Kronik SAK'larda hemosiderin birikimine bağlı belirgin T2 relaksasyon süresi kalmış alanlar FLAIR görüntülerde yüksek sinyal intensitesinde izlenmeyebilir (5). Çalışmamızda masif SAK'ı bulunan 3 olguda T2A görüntülerde hipointens alanlar mevcut olmasına rağmen, FLAIR görüntülerde

SAK hiperintens olarak izlendi.

Akut SAK'larda kan ile karışmış BOS'un protein düzeyindeki artışa bağlı T1 relaksasyon süresi kısalır. T1 kısalmasına az miktarda oluşmuş methemoglobin de katkıda bulunabilir. Beyin parankimine göre belirgin hiperintens olarak izlenen subakut SAK'lardaki görünümünden ise çok miktarda oluşmuş methemoglobin sorumludur (8). FLAIR sekansında BOS'dan gelen sinyal baskılanmasına rağmen kan ile karışık BOS'un T1 relaksasyon süresi kısaldığı için sinyal intensitesi artacaktır. Böylece akut SAK, BOS'a göre göreceli olarak hiperintens izlenir. Ayrıca akut SAK'ın



Resim 3. Baziler arter anevrizma rüptürü (50Y, K). **A.** Kontrastsız kranyal BT görüntüsünde 4. ventrikül içerisinde hiperdens kanama mevcuttur. **B.** FLAIR MRG kesitinde 4. ventrikül içerisindeki kanamaya ilave olarak prepontin sistern içerisinde hiperintens SAK izlenmektedir (*oklar*). **C.** Sagittal T1A görüntüde 3. ve 4. ventrikül içerisinde kanama ve prepontin sisternde SAK görünümü mevcuttur.

B T2 relaksasyon süresi gri maddeden uzun olup, eğer FLAIR sekansında uzun bir eko zamanı seçilirse akut SAK gri cevhere göre de göreceli olarak hiperintens izlenir (9). Noguchi ve arkadaşları, akut SAK'lı 20 olgudan oluşan bir çalışmada FLAIR sekansını kullanmışlar ve akut SAK'ı tespit için FLAIR sekansının duyarlılığını %100 olarak bulmuşlardır (3). Yine Noguchi ve arkadaşları, subakut ve kronik SAK'lı 14 olgudan oluşan çalışmalarında FLAIR sekansının duyarlılığını %100 olarak bildirmişlerdir (5). Singer ve arkadaşlarının yaptıkları başka bir çalışmada, akut SAK'ı tespit etmede FLAIR sekansının duyarlılığı %100 olarak bulunmuştur (10). Yine bu çalışmaya göre FLAIR sekansının subaraknoid mesafe ve meningeal patolojilerde duyarlılığı %85, özgüllüğü %93 ve doğruluk oranı ise %90 olarak bulunmuştur. FLAIR sekansı, beam-hardening artefakt nedeniyle BT ile göstermenin güç olduğu posterior fossada yerleşmiş SAK'larda değerlidir. Gustafsson ve arkadaşları, intraparaknoid, intraventriküler ve subaraknoid kanamaların çeşitli puls sekansları kullanarak ilk 6 saat içerisindeki MRG görünümünü bir hayvan modeli üzerinde deneysel olarak araştırmışlardır (11). Her hayvanda "susceptibility" ağırlıklı gradyent-eko puls sekansının intraparaknoid hematomları, intraventriküler ve su-

Tablo 1. Olguların dağılımı ve bilgisayarlı tomografi bulguları

Olgu	Yaş	Cins	SAK nedeni	SAK atağı ile BT tetkiki arasındaki süre	BT bulguları (SAK lokalizasyonu)
1	46	K	PKA anevrizması	6 saat	Sol silvian ve suprasellar sistern
2	50	K	AKA anevrizması	10 saat	İnterhemisferik fissür + suprasellar sistern
3	50	E	PKA anevrizması	5 saat	Prepontin+ perimezensefalik sistern
4	0	E	Doğum travması	2 saat	Bilateral temporopariyetal subdural hematom + sulkuslarda SAK
5	50	K	Basiler anevrizma	8 saat	Yaygın SAK+intraventriküler kanama
6	65	K	Travmatik	2 saat	Sol pariyetal SAK
7	70	K	Travmatik	5 saat	Bilateral parasagittal SAK + sefalhematom
8	31	E	Baziler anevrizma	36 saat	Normal
9	30	K	AKA anevrizması	18 saat	Yaygın SAK + intraventriküler kanama
10	8	K	Travmatik	4 saat	Bein ödemi + yaygın SAK
11	65	E	OSA anevrizması	12 saat	Sol silvian sistern
12	64	K	AKA anevrizması	8 saat	Yaygın SAK görünümü
13	57	K	AKA	6 saat	Yaygın SAK görünümü
14	64	K	AKA anevrizması	4 saat	Yaygın SAK görünümü

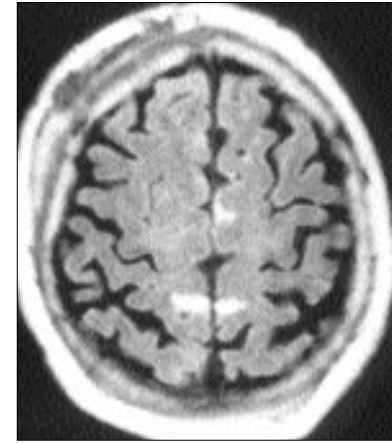
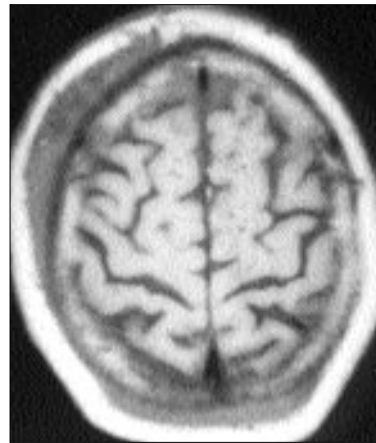
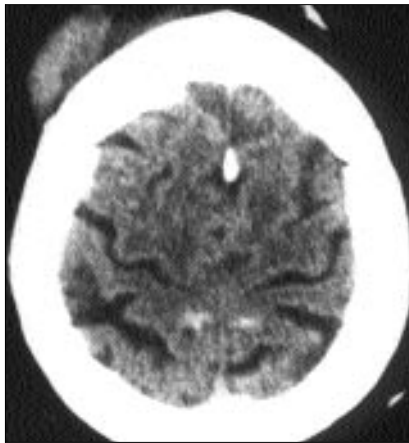
Kısaltmalar: SAK: Subaraknoid kanama; AKA: Anterior komünikan arter; PKA: Posterior komünikan arter; OSA: Orta serebral arter; BT: Bilgisayarlı tomografi



Resim 4. Posterior kominikan arter anevrizma ruptürü (46Y, K). **A.** Kontrastsız kranyal BT görüntüsünde sol kavernöz sinüs lokalizasyonunda hiperdens asimetrik görünüm (*açık ok*) izlenmektedir. **B.** FLAIR MRG kesitinde sol sylvian fissürde ve sol perimezensefalik sistern içerisinde belirgin SAK görünümü (*oklar*) mevcuttur.

B baraknoid boşluktaki kanı keskin sınırlı ve güçlü hipointensite şeklinde gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmada spin-eko (proton, T1A ve T2A) ve hızlı FLAIR sekanslarının kanamayı beyin dokusu ile izointens olarak gösterdiği, sonuçta ise “susceptibility” ağırlıklı gradyent-eko sekansının hiperakut intraparaknoidal kanama, subaraknoid ve intraventriküler kanamalara oldukça duyarlı olduğu bildirilmiştir.

FLAIR görüntülerde BOS’un sinyal intensitesinin protein konsantrasyonu ile değiştiği gösterilmiştir (12). Buna bağlı olarak FLAIR görüntülerdeki BOS’un hiperintens görünümü SAK’dan başka diğer patolojilerde de gözlemlenebilir. Örneğin ciddi pürülan



Resim 5. Travmatik SAK (70Y, K). **A.** Kontrastsız kranyal BT görüntüsünde bilateral serebral sulkuslar içerisinde parasagittal hiperdens akut SAK görünümü mevcuttur. Ayrıca sağ frontalde sefalhematom izleniyor. **B.** T1A aksiyal görüntüde SAK izlenmiyor. **C.** FLAIR MRG kesitinde SAK hiperintens olarak izlenmektedir.

Tablo 2. Olguların MRG bulguları

Olgu	Sak atağı ile MRG tetkiki arasındaki süre	T1 ağırlıklı görüntüler	T2 ağırlıklı görüntüler	FLAIR görüntüler
1	40 saat	Korteks ile İzointens	Hipointens	Hiperintens
2	46 saat	Korteks ile İzointens	Hipointens	Hiperintens
3	30 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
4	10 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
5	36 saat	Hiperintens	Hipointens	Hiperintens
6	24 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
7	15 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
8	48 saat	Hiperintens	Hiperintens	Hiperintens
9	24 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
10	30 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
11	24 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
12	28 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens
13	20 saat	Korteks ile izointens	Hiperintens	Hiperintens
14	24 saat	Hipointens	Hiperintens	Hiperintens

Kısaltmalar: SAK: Subaraknoid kanama; MRG: Manyetik rezonans görüntüleme; FLAIR: Fluid attenuated inversion recovery

menenjit, granülomatoz menenjit, araknoidit, meningeal metastaz veya pimer bir beyin tümörünün BOS yayılımı gibi durumlar FLAIR görüntülerde BOS sinyal intensitesini artırabilir. Ruptüre dermoid veya yağlı kontrast maddelerin birikimi yağın kısa T1 değerine bağlı olarak FLAIR görüntülerde SAK'a benzer görünüm oluşturabilir. Bu klinik durumlar klinik bilgi veya kontrastlı MRG ve selektif yağ baskılama teknikleri ile SAK'dan ayırt edilmelidir (5). FLAIR sekansında BOS hiperintensitesine neden olabilecek artefaktlar vardır. Özellikle yüksek akım hızına sahip BOS'un kesit planına girmesiyle oluşan "inflow" etkisi, hayalet artefakta neden olarak ventriküler sistem ve basıl sistemler içerisinde hiperintens görünüm oluşturabilir (4). Venöz sinüs trombozuna bağlı kan akımındaki staz, BOS proteinini artırarak FLAIR görüntülerde yüksek sinyal intensitesine neden olabilir (13).

Sonuç olarak, FLAIR sekansı akut SAK'ın saptanmasında oldukça duyarlı bir tekniktir. Fakat ayırıcı tanıda

BOS proteinini artıracak diğer patolojik durumlar gözönünde bulundurulmalıdır.

ACUTE SUBARACHNOID HEMORRHAGE: EVALUATION WITH FLUID-ATTENUATED INVERSION RECOVERY (FLAIR) MR IMAGING

PURPOSE: The purpose of this study was to evaluate fluid-attenuated inversion-recovery (FLAIR) magnetic resonance imaging in detection of acute subarachnoid hemorrhage.

MATERIALS AND METHODS: A fast FLAIR sequence was performed in 14 patients with acute subarachnoid hemorrhage. The detection rate of acute subarachnoid hemorrhage on FLAIR images were compared with conventional spin-echo MR and computed tomographic images.

RESULTS: The detection rate of subarachnoid hemorrhage on T1-weighted spin echo and T2-weighted fast spin echo images was 35% and 21%, respectively. Subarachnoid hemorrhages could be clearly demonstrated as areas of high signal intensity on FLAIR sequences in all patients.

CONCLUSION: These results suggest that FLAIR images are superior to conventional MR images in patients with acute subarachnoid hemorrhage. Although computed tomography is still the modality of choice for diagnosing acute subarachnoid hemorrhage at present, subarachnoid hemorrhage may also be reliably detected with FLAIR sequence.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2001; 7:3-8

Kaynaklar

1. Bradley WG, Schmidt PG. Effect of methemoglobin formation on the MR appearance of subarachnoid hemorrhage. *Radiology* 1985; 156:99-103.
2. Satoh S, Kadoya S. Magnetic resonance imaging of subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* 1988; 30:361-366.
3. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion-recovery pulse sequence. *Radiology* 1995; 196: 773-777.
4. Coene BD, Hajnal JV, Gatehouse P, et al. MR of the brain using fluid-attenuated inversion-recovery (FLAIR) pulse sequences. *AJNR* 1992; 13:1555-1564.
5. Noguchi K, Ogawa T, Seto H, et al. Subacute and chronic subarachnoid hemorrhage: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging. *Radiology* 1997; 203:257-262.
6. Grossman RI, Gomori JM, Goldberg HI, et al. MR imaging of hemorrhage conditions of the head and neck. *RadioGraphics* 1988; 8:441-454.
7. Hayman LA, Tuber KH, Ford JJ, et al. Mechanisms of MR signal alteration by acute intracerebral blood: old concepts and new theories. *AJNR* 1991; 12:899-907.
8. Bradley WG. MR appearance of hemorrhage in the brain. *Radiology* 1993; 189: 15-26.
9. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. MR of acute subarachnoid hemorrhage: a preliminary report of fluid-attenuated inversion-recovery pulse sequences. *AJNR* 1994; 15:1940-1943.
10. Singer MB, Atlas SW, Drayer BP. Subarachnoid space disease: diagnosis with fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging and comparison with gadolinium-enhanced spin-echo MR imaging. *Radiology* 1998; 208:417-422.
11. Gustafsson O, Rossitti S, Ericsson A, Ratininko R. MR imaging of experimentally induced intracranial hemorrhage in rabbits during the first 6 hours. *Acta Radiol* 1999; 40:360-368.
12. Melhem E, Jara H, Eustace S. Fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging: identification of protein concentration thresholds for CSF hyperintensity. *AJR* 1997; 169:859-862.
13. Bozzao A, Bastianello S, Bozzao L. Superior sagittal sinus thrombosis with high-signal-intensity CSF mimicking subarachnoid hemorrhage on MR FLAIR images. *AJR* 1997; 169:1183-1184.