

# Akut subaraknoid kanamada farklı MRG sekanslarının BT ile karşılaştırılarak etkinliğinin saptanması

Oğuzhan Oğuz, Işıl Saatci, Kader Karlı-Oğuz, Saruhan Çekirge

## AMAÇ

Bu çalışmanın amacı farklı MRG sekanslarının akut subaraknoid kanama tanısında duyarlılığını değerlendirmek ve BT ile karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Akut subaraknoid kanamalı 17 hastada transvers T1 ağırlıklı (T1A); proton dansitesi (PDA) ve T2 ağırlıklı (T2A) spin eko (SE), turbo spin eko (TSE) ve GRASE (gradyent ve spin eko); transvers ve koronal fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) sekansları ve transvers bilgisayarlı tomografi (BT) kesitleri alınarak en duyarlı yöntem araştırılmıştır.

## BULGULAR

Sırasıyla transvers FLAIR, PDA GRASE, koronal FLAIR, PDA TSE teknikleri BT'den daha duyarlı bulundu. PDA SE, T1A teknikleri ise BT'den daha az duyarlı idi. T2A sekansların ikinci ekolarının duyarlılığı istatistiksel olarak değerli bulunmadı.

## SONUÇ

Akut SAK tanısında FLAIR MRG sekansı en duyarlı görüntüleme yöntemidir. Serebral MRG tetkiki yapılan ve SAK şüphesi olan hastalarda rutin T1 ve T2 ağırlıklı sekanslara eklenmesi yararlı olacaktır.

Spontan subaraknoid kanama (SAK) en sık serebral anevrizma rüptürüne sekonder oluşan, mortalite ve morbiditesi çok yüksek acil bir durumdur (1). SAK'ta erken dönemde yapılan medikal, endovasküler ve cerrahi tedavi ile günümüzde mortalite ve morbidite önemli ölçüde azaltılabilmektedir (2-5). Bu nedenle erken tanı büyük önem taşımaktadır.

SAK tanısı 1980'lere kadar lomber ponksiyonla (LP) alınan beyin omurilik sıvısı incelenerek konuluyordu. SAK tanısında altın standart olan LP, hem uygulaması görüntüleme yöntemlerine göre zor, hem de invazif bir yöntemdir. Ayrıca SAK'ta LP sonrası nörolojik komplikasyonlar ve tekrar kanama riskinde artış bildirilmiştir (6). Günümüzde LP'nin yerini büyük ölçüde daha hızlı, uygulanması kolay ve non-invazif bir tetkik olan bilgisayarlı tomografi (BT) almıştır. Ancak akut dönemde BT yanlış negatif sonuç verebilmektedir (7). Subakut ve kronik dönemlerde BT'nin duyarlılığı daha da düşmektedir (8).

BT'ye göre daha yeni, gelişmiş ve yumuşak doku rezolüsyonu çok yüksek bir teknik olan manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) duyarlılık ve özgüllüğü hemen her durumda BT'den daha fazladır. Ancak genellikle akut intrakranyal kanama ve intrakranyal kalsifikasyonlar istisna olarak bilinir (9).

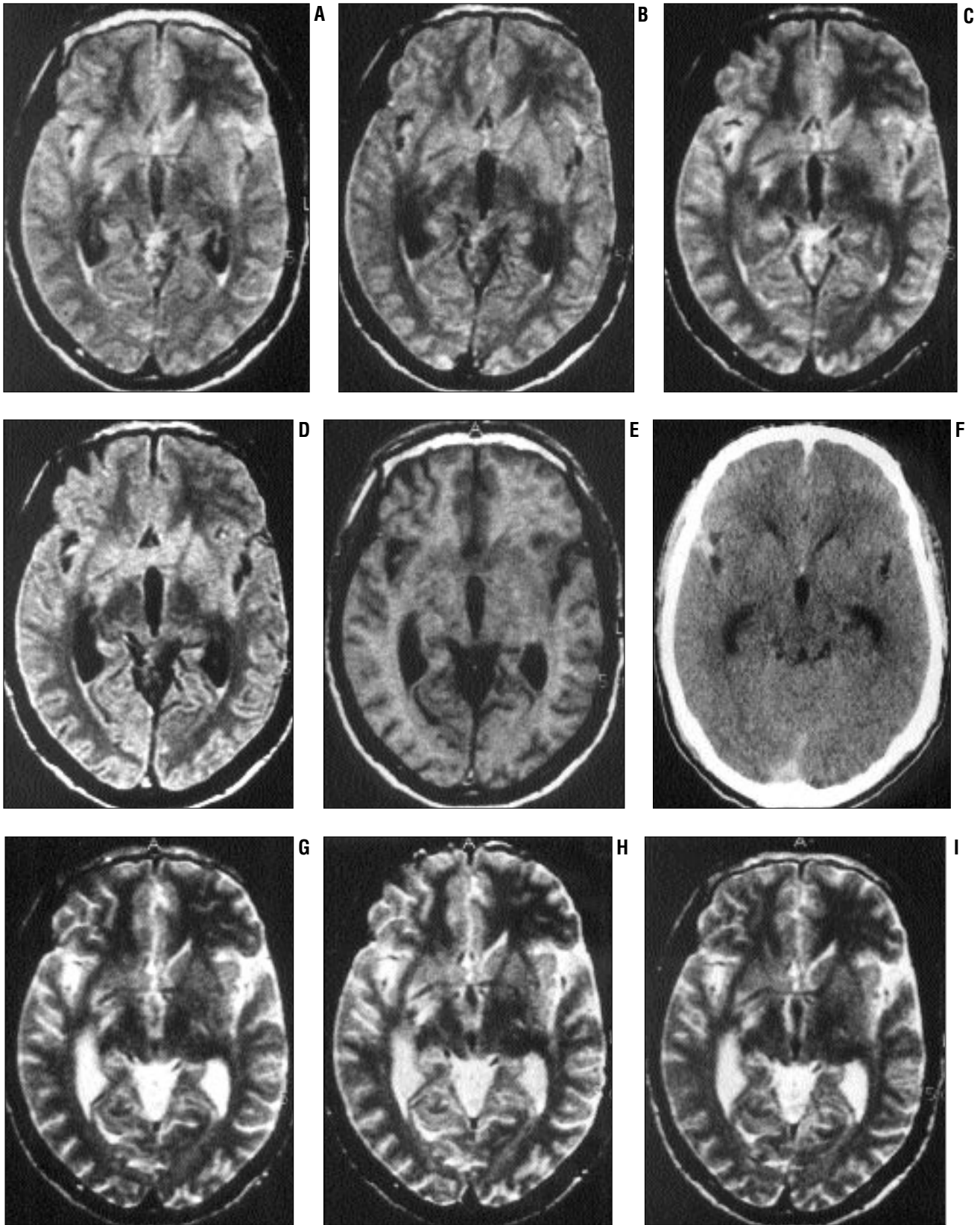
Son yıllarda bazı çalışmalarda çeşitli MRG tekniklerinin akut SAK tanısında BT kadar, hatta BT'den daha duyarlı bulunduğu rapor edilmiştir (10-14). Bu çalışmada akut spontan SAK tanısında BT ve farklı MRG sekansları kullanılarak en duyarlı yöntemin bulunması amaçlanmıştır. Çalışmada yer alan MRG sekansları belirlenirken son zamanlardaki araştırmalarda duyarlı bulunan sekanslar ve genelde beyin MRG incelemesinde sık kullanılan sekanslar olan FLAIR (fluid attenuated inversion recovery); spin eko (SE) T1A, SE çift eko T2A, turbo spin eko (TSE) çift eko T2A ve daha önce SAK'ta duyarlılığı ile ilgili yayın bulunmayan bir sekans olan GRASE (gradyent ve spin eko) seçilmiştir.

## Gereç ve yöntem

Bu çalışma akut dönemdeki spontan subaraknoid kanamalı hastalarda yapıldı. Hastanemiz Radyoloji Anabilim Dalı'na serebral anjiyografi için sevk edilmiş akut dönemdeki (iktus başlangıcından sonra ilk 72 saat), genel durumu tetkiki tolere edebilecek düzeyde olan (Hunt and Hess evre 1-2) SAK'lı hastalar çalışma kapsamına alındı. Çalışmaya alınan hastaların daha önce benzeri yakınmaları olmamasına dikkat edilerek, kronik ve subakut komponenti olan kanamalar ekarte edildi.

O. Oğuz, I. Saatci (E), K. Karlı-Oğuz, S. Çekirge  
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, 06100 Ankara

Gelişi: 20.02.2001 / Kabulü: 13.11.2001



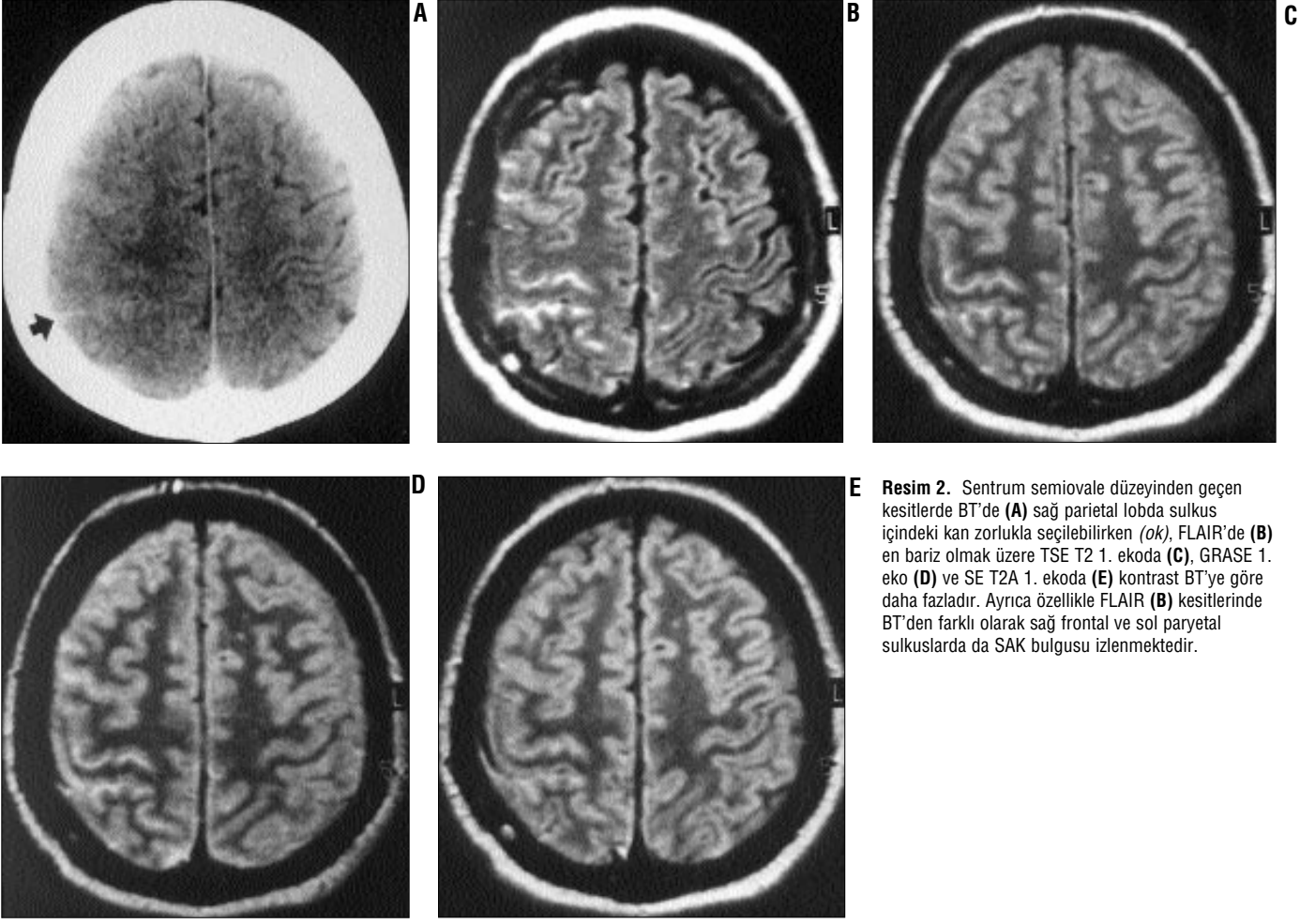
**Resim 1.** Sylvian fissürler düzeyinden geçen kesitlerde FLAIR (A), TSE 1. eko (B) ve GRASE 1. ekoda (C) her iki Sylvian fissürde SAK görülmekte iken retrospektif bakıldığında SE T2 1.ekoda (D) minimal hiperintensite, T1A'da (E) SAK seçilememektedir. BT'de (F) sadece sağ Sylvian fissürde kan görülmektedir. GRASE (G), SE (H), TSE (I) T2A 2. eko görüntülerde BOS içinde kanamaya ait intensite farkı izlenmemektedir.

Çalışma grubu 9'u erkek, 8'i kadın; yaşları 34 ile 73 arasında değişen (ortalama 49 yaş) toplam 17 hastadan

oluşturdu. Hastaların tümünde SAK tanısı BT ile konmuştu. BT negatif olup LP ile SAK tanısı alan hasta başvuru-

su olmadığından çalışmada böyle bir gruba yer verilemedi.

Hastalara anjiyografiden önce ara-



**Resim 2.** Sentrum semiovale düzeyinden geçen kesitlerde BT'de (A) sağ parietal lobda sulkus içindeki kan zorlukla seçilebilirken (ok), FLAIR'de (B) en bariz olmak üzere TSE T2 1. ekoda (C), GRASE 1. eko (D) ve SE T2A 1. ekoda (E) kontrast BT'ye göre daha fazladır. Ayrıca özellikle FLAIR (B) kesitlerinde BT'den farklı olarak sağ frontal ve sol parietal sulkuslarda da SAK bulgusu izlenmektedir.

larındaki zaman farkı 1 saati geçmemek üzere MRG ve BT tetkikleri yapıldı. BT tetkikinin kontrastsız olabilmesi için bu tetkikler anjiyografiden önce yapıldı. Bu üç tetkik ardarda yapılarak, hastanın minimum mobilizasyonuna dikkat edildi. Çalışma temel olarak anevrizma saptanmasına yönelik yapılmadığından anjiyografiden sonra hastanın fazla mobilizasyonunun getireceği risklerden dolayı (kasık hematomu, ajitasyon, hipertansiyon, tekrar kanama vs.) tekrar kontrastlı BT tetkiki yapılmadı.

BT tetkiki AV-E1 (Philips, Hollanda) cihazıyla, kontrastsız olarak, posterior fossada 5 mm, daha yukarıda 10 mm kalınlığında transvers kesitlerle yapıldı.

MRG tetkiki 0,5 T, Gyroscan T5-NT (Philips, Hollanda) cihazıyla üçü çift ekolu toplam 6 ayrı sekans olarak elde olundu. Transvers düzlemdeki 5 sekans anterior ve posterior komissür-

lerden geçen hatta paralel; koronal plan ise beyin sapına paralel olarak ayarlandı. Elde edilen sekanslar ve parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Her hasta için 9'u MRG, 1'i BT olmak üzere 10 film; toplam 170 film bir nöroradyolog ve kıdemli bir radyoloji asistanı tarafından değerlendirildi. Bütün filmler hastaya ait bilgiler kapatıldıktan sonra randomize edildi. Değerlendirme 'kör' olarak her iki de-

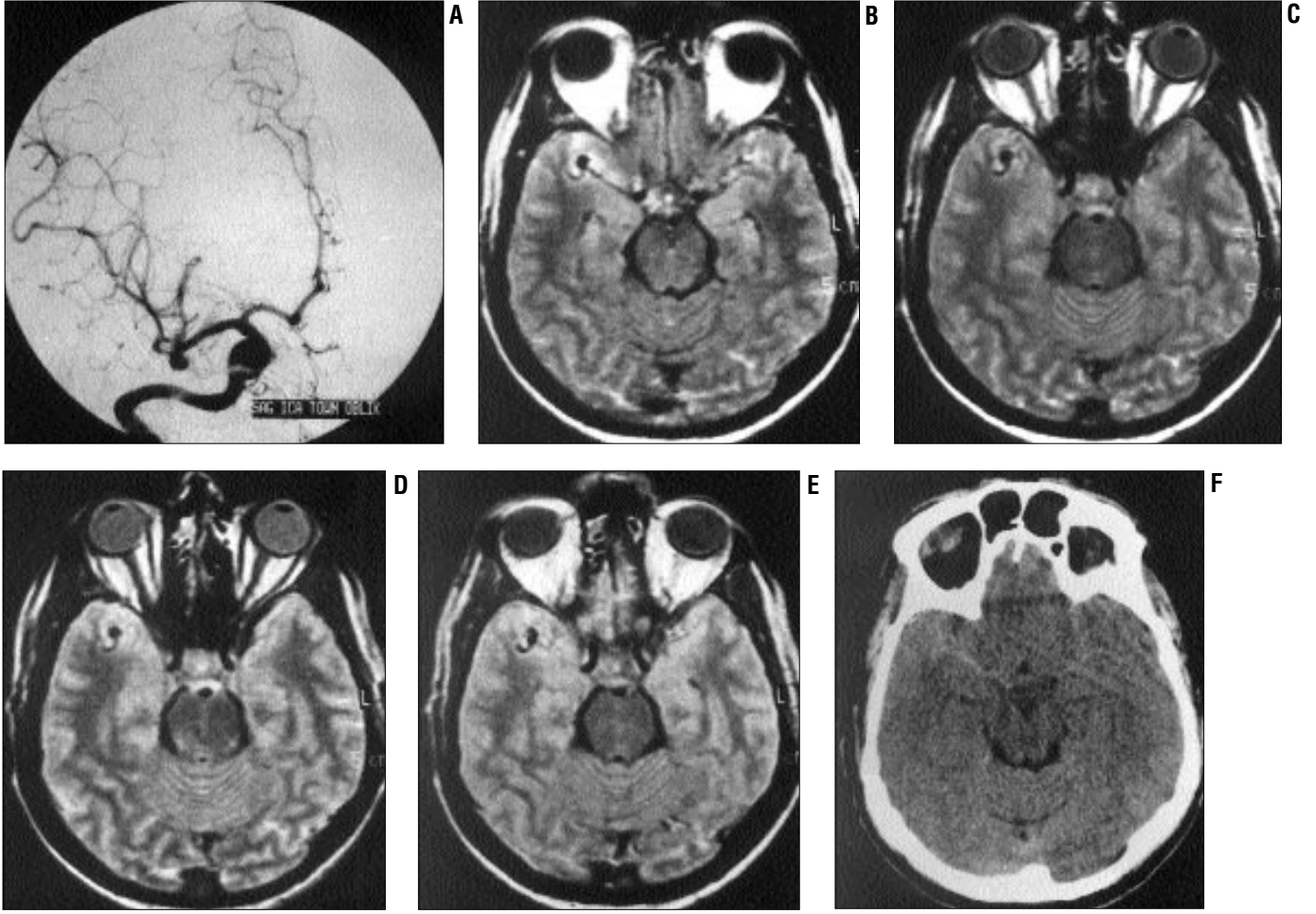
ğerlendirici tarafından önce ayrı, daha sonra ortak görüşlerine göre birlikte yapıldı. Tekniklerin etkinliğine yönelik istatistiki çalışmada ise ortak değerlendirme sonuçları esas alındı.

Beyin sapı çevresi, suprasellar sistem, interhemisferik fissür, sağ ve sol Sylvian fissür, ventrikül içi ve parankim olmak üzere 8 ayrı lokalizasyonda kanama, varsa anevrizma lokalizasyonu belirtildi. Lezyonların tanısal

**Tablo 1.** MRG sekanslarının parametreleri

MRG sekansları	TR (ms)	TE (ms)	TI (ms)	FOV (mm)	MT	NSA	TF	EF	KK/G (mm)	Süre (dk)
T1 SE	500	25	-	240	256	1	-	-	5/0.5	1.51
T2 SE çift eko	2500	20,90	-	240	256	2	-	-	5/0.5	6.03
T2 TSE çift eko	3000	25,100	-	240	256	3	6	-	5/0.5	3.39
GRASE çift eko	2400	46,115	-	240	256	4	6	3	5/0.5	4.19
FLAIR	5000	100	1900	240	256	3	18	-	5/0.5	3.30

E: eko, TR: time of repetition, TE: time of echo, TI: time of inversion, FOV: field of view, MT: matris, NSA: number of signal acquisition, TF: turbo faktör, EF: EPI (echo planar imaging) faktör, KK/G: kesit kalınlığı/ gap (kesitler arası boşluk)



**Resim 3.** Anjiyografide (A) sağ orta serebral arterde izlenen 8 mm çaplı sakküler anevrizmaya bağlı Sylvian fissürde, suprasellar sisternde ve oksipital sulkuslarda olan SAK en iyi FLAIR (B) sekansında görülmektedir. FLAIR (B), TSE 1. eko (C), GRASE 1.eko (D), SE 1. eko (E) MRG kesitlerinde kolaylıkla görülebilen anevrizma BT'de (F) görülememektedir. Ayrıca tüm MRG kesitlerinde (B-E) izlenen bilateral oksipital sulkuslardaki SAK, BT'de (F) görülememektedir.

kesinliği şu sisteme göre puanlandı:

0: Kanama veya anevrizma bulgusu yok

1: Şüpheli

2: Bulgu var

3: Kesin ve kaçıramayacak kadar bariz bulgu

Kullanılan tekniklerin kanama varlığını belirlemedeki etkinliğini altın standart verileriyle istatistiki olarak karşılaştırabilmek için 0 ve 1 puanlı değerlendirmeler (-), 2 ve 3 puanlı olanlar (+) kabul edildi.

Yapılan 'kör' değerlendirmeden sonra her hastaya ait 10 film ve ayrıca anjiyografiler birlikte tekrar değerlendirildi. Bu değerlendirmedeki kesin bulgulara göre daha önce belirtilen 8 lokalizasyon için kanama varlığı veya yokluğu, anevrizma varlığı, sayısı, lokalizasyonu ve boyutları belirlenerek

'altın standart' kabul edildi. Altın standart belirlenirken bir lokalizasyonda en az iki filmde kanama bulgusu saptandığı takdirde o lokalizasyon için kanama (+) kabul edildi. İstatistiki yöntemlerle BT ve 9 (çift ekoluların her biri ayrı olarak) MRG yönteminin ayrı ayrı SAK tanısı koymadaki değeri, ayrıca anevrizmayı görüntülemeindeki değeri ve bu yöntemlerin görüntüleme özellikleri araştırıldı. İstatistik yöntemi olarak Kappa istatistiği kullanıldı, p değeri 0,05 ve altında ise veriler anlamlı kabul edildi.

### Bulgular

Hastaların yaşları, SAK ile tetkikler arası geçen süre ve altın standarta göre kanama lokalizasyonlarına ait bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

İntraparankimal kanama dışındaki 7

lokalizasyon için yapılan tüm değerlendirmeler lokalizasyon ayırtma- den gözönüne alındığında transvers FLAIR, duyarlılığı ve Kappa istatistiğine göre altın standarda uyumu en yüksek teknik olarak bulundu. Onu izleyen sırasıyla GRASE 1. eko, koronal FLAIR, T2 TSE 1. ekonun duyarlılık ve altın standarda uyumları BT'den daha yüksekti. T2 SE 1. eko ve T1'in duyarlılık ve uyumları BT'den daha düşük bulundu. FLAIR dışındaki 3 T2 ağırlıklı tekniğin altın standarda uyumları (GRASE, SE ve TSE 2. ekoların) SAK'ı belirlemede anlamlı bulunmadı (Tablo 3) (Resim 1-3).

Kullanılan 10 ayrı tekniğin kanama varlığını belirlemedeki etkinliği her lokalizasyon için ayrıca istatistiki olarak değerlendirildi. BOS içine kana-

**Tablo 2.** Hastalara ve kanama lokalizasyonlarına ait bilgiler

Hasta no	Cinsiyet	Yaş	SAK yaşı (saat)	Kanama lokalizasyonu							
				İnterhemisferik fissür	Sağ Sylvian fissür	Sol Sylvian fissür	Beyin sapı çevresi	Suprasellar sistem	Sulkuslar	Ventrikül içi	Parankim içi
1	E	73	69	+	+	+	+	+	+	+	-
2	E	50	70	+	+	+	+	+	+	+	+
3	K	49	57	+	+	+	+	+	+	-	+
4	K	40	18	+	+	+	+	+	+	-	+
5	K	42	66	+	+	+	+	+	+	-	-
6	K	66	65	+	+	+	+	+	+	+	-
7	K	40	62	+	+	+	+	+	+	+	-
8	E	60	11	-	-	-	+	+	-	+	-
9	E	38	58	-	+	+	+	+	+	-	-
10	E	53	15	+	+	+	+	+	+	+	-
11	E	40	16	+	-	+	-	-	+	-	-
12	E	48	60	+	-	-	-	-	+	+	+
13	K	66	39	+	+	+	+	+	+	+	-
14	K	34	21	+	+	+	+	+	+	+	-
15	E	35	52	+	+	+	+	+	+	+	-
16	K	46	28	+	+	+	+	+	+	-	+
17	E	55	68	+	+	+	+	+	+	+	-

\* Gereç ve Yöntem'de tanımlanan altın standartlara göre SAK ve anevrizma bulguları verilmiştir

mayı temsil eden, beyin parankimi dışındaki 7 lokalizasyonun hepsinde altın standarda istatistiki olarak anlamlı uyum gösteren tek sekans transvers FLAIR idi. GRASE 1. eko dışındaki bütün tekniklerin seçiciliği %100 bulunurken, GRASE 1. eko ile yapılan değerlendirmelerde 2 kez yanlış (+) mevcuttu.

İnterhemisferik fissürde, Sylvian fissürlerde, hemisferik sulkuslarda ve ventriküllerde en duyarlı teknik FLAIR sekansları iken (Resim 2B,3B), beyin sapı çevresinde FLAIR altın standarda uyum göstermekle birlikte duyarlılığı TSE 1. eko ve GRASE 1. ekonun ardından gelmekte idi. Suprasellar sistemde ise GRASE 1. ekonun ardından en yüksek duyarlılığa sahip ikinci teknikti. Suprasellar sistemde en yüksek duyarlılık ve altın standarda uyum oranı gösteren teknikler sırasıyla GRASE 1. eko ve transvers FLAIR idi.

Sulkuslarda transvers FLAIR-koronal FLAIR ve ardından TSE 1. eko en yüksek duyarlılık ve uyum gösteren tekniklerdi (Resim 2).

Parankim içi kanama tanısında ise altın standarda göre istatistiki olarak

anlamlı uyum gösteren tek teknik BT idi (%80 duyarlı).

İki araştırmacının yaptığı ayrı değerlendirmelerde tüm sekanslar için "değerlendirenler arası istatistiki uyum" incelendiğinde en yüksek uyum yüzdesi transvers FLAIR'de izlenmiş olup, onu koronal FLAIR ve TSE 1. eko izlemiştir.

Bu çalışmada kullanılan MRG sekansları varsa anevrizmayı ve lokalizasyonunu belirlemeye yönelik planlanmamıştır. Ancak anevrizma varlığı ve lokalizasyonu da değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre hastaların se-

rebral anjiyografileri altın standart alındığında, GRASE 2. eko ve transvers FLAIR birbirine eşit ve en duyarlı yöntemler idi (%43). BT'nin duyarlılığı 0 iken, tüm MRG teknikleri BT'den daha duyarlı bulundu (Resim 3). Tüm MRG tekniklerinin anjiyografiye göre uyumu istatistiki olarak anlamlı çıktı.

Çalışmada kullanılan toplam 170 filminden 23 tanesi (22 MRG, 1 BT) hareket artefaktlı idi. Bu filmlerden hiçbirinde yanlış (+) karar verilmemişti, yanlış (-) kararlar mevcuttu. Bu yanlış (-) kararların hepsi doğru (+) olduğu

**Tablo 3.** Genel değerlendirmede tekniklerin SAK'ı belirlemede etkinliği

	Duyarlılık	Seçicilik	Uyum	p
FLAIR trans	%84	%100	%62.6	<0.001
GRASE 1.eko	%80	%89.5	%50.2	<0.001
FLAIR kor	%75	%100	%48.5	<0.001
TSE 1.eko	%73	%100	%46.3	<0.001
BT	%53	%100	%26.5	<0.001
SE 1.eko	%38	%100	%16.4	0.001
T1	%21	%100	%7.8	0.028
SE 2.eko	%4	%100	-	>0.05
GRASE 2.eko	%4	%100	-	>0.05
TSE 2.eko	%1	%100	-	>0.05

durumda bile SAK'a en duyarlı sekanslar olan FLAIR transvers ve GRASE'nin konumu değişmiyordu.

Karşılaştırılan sekansların doğru (+) tanıları incelendiğinde SAK varlığını 3 puanla yani mutlak kesinlikle belirtme oranlarına bakıldığında en fazla gerçek + "3" puan transvers FLAIR'de görülmüştür. FLAIR'i (koronal ve transvers), sırasıyla GRASE 1. eko ve BT izlemekte idi (Tablo 4).

## Tartışma

BT'deki hiperdansenin azaldığı veya kaybolduğu subakut dönemde SAK tanısında MRG'nin daha duyarlı olduğu kabul edilirken (15), akut SAK'ta MRG'nin duyarlılığını araştıran ilk çalışmalar BT'yi daha üstün bulmuştur (16). Akut SAK'ın MRG ile saptanmasının güçlüğü pıhtılaşmamış taze kanın BOS sinyal özelliğinde önemli bir değişiklik yapmamasına bağlanmıştı (17,18). Bazı araştırmacılar bunu paramanyetik özellikteki deoksihemoglobinin BOS'taki yüksek oksijen basıncına bağlı olarak SAK'ta düşük oranda oluşmasına bağlamışlardır (19). Bazıları da deoksihemoglobinin suda çözünmüş formunun paramanyetik özellik göstermemesine bağlı olarak beklenen sinyal değişikliklerinin oluşmadığını savunmuştur (16). Ayrıca subaraknoid boşluğun dar bir aralık olması nedeniyle oluşan kısmi hacim etkisi ve BOS pulsasyonunun neden olduğu faz kayması katkıda bulunan diğer faktörler olarak görülmüştür (10,17).

DeLaPaz ve arkadaşları 1984'te ilk olarak BT ile doğrulanmış bir akut SAK olgusunda TSE T2 ağırlıklı görüntülerde SAK'ın hiperintens görüldüğünü yayınlamışlardır (20).

Chakeres ve arkadaşları 1986'da görüntülemeye yönelik olmayan permanent magnetli bir manyetik rezonans cihazıyla yaptıkları in vitro deneyde değişik oranlarda kan-BOS karışımlarında, Hounsfield değerlerini, T1 ve T2 relaksasyon zamanlarını inceleyerek, manyetik rezonansın değişimleri BT'ye göre daha iyi ayırdettiğini rapor etmişler, bu sonuçtan yola çıkarak MRG'nin SAK tanısında

**Tablo 4.** Karşılaştırılan tekniklerde tanısal kesinliğe göre kullanılan puanların dağılımı ve altın standartla karşılaştırmaları

Teknik	Kör değerlendirilmede puanlama	Altın standarda göre	
		Kanama yok	Kanama var
FLAIR transvers	0	25	5
	1	6	15
	2	0	23
	3	0	62
GRASE1	0	20	5
	1	8	19
	2	2	47
	3	1	34
TSE1	0	25	6
	1	6	26
	2	0	52
	3	0	21
BT	0	30	30
	1	1	18
	2	0	26
	3	0	31
SE1	0	28	22
	1	3	44
	2	0	33
	3	0	6
T1	0	29	63
	1	2	20
	2	0	12
	3	0	10
FLAIR koronal	0	25	11
	1	4	18
	2	1	37
	3	1	39
TSE2	0	29	86
	1	1	17
	2	1	2
GRASE2	0	27	83
	1	2	17
	2	2	4
	3	0	1
SE2	0	28	80
	1	2	20
	2	1	3
	3	0	2

FLAIR: fluid attenuated inversion recovery, GRASE: gradyent ve spin eko, TSE: turbo spin eko  
BT: bilgisayar tomografi, SE: spin eko

BT'den daha duyarlı olabileceği hipotezini savunmuşlardır (21). İzleyen yıllarda çeşitli gruplar yaptıkları araştırmalarda akut SAK tanısında MRG'nin en az BT kadar duyarlı bulunduğunu bildirmişlerdir (12-14). Bu çalışmalarda değerlendirmeler kör yapılmamıştı, seçilen hastaların tümünün LP ile doğrulanmış SAK'ları yoktu ve yayınlarda verilen görüntüler bazı yazarlar tarafından yeterli bulunmamıştı (22).

Ogawa ve arkadaşları 1993'te akut SAK tanısında MRG'nin (0,5T) BT'den daha duyarlı olduğunu bildiren ilk 'kör' çalışmayı yayınlamışlardır (10).

Akut SAK'ta MRG'yi yeterli olarak savunan ilk çalışmalarda en uygun yöntem olarak görülen SE T2 ağırlıklı görüntülerdeki BOS hiperintensitesi (Resim 1H) hemorajik BOS'ta normal BOS'a göre T1'de belirgin, T2'de orta derecede olan kısalmaya bağlan-

mıştır (12,14). T2 ağırlıklı serilerde BOS'a göre T2 relaksasyon zamanı kısalmasına karşın kanama alanlarının hiperintens görülmesi, SAK'ta T1 relaksasyon zamanının T2'den daha bariz kısalmasına ve kullanılan orta ağırlıkta T2 sekanslarının taşıdıkları T1 ağırlığına bağlanmıştır (10). Hemorajik BOS'taki T1 relaksasyon zamanının kısalmasının serbest su protonları-protein bağlanma etkileri sonucunda gerçekleştiği düşünülmüştür (23).

Buraya kadar adı geçen çalışmalarda spin eko (SE) puls sekansları kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda da T1 ve T2 ağırlıklı iki spin eko sekans yer almaktadır. Yukarıda belirtilen çalışmalardan (10,12-14) farklı olarak SE T2 ağırlıklı sekansların proton dansitesi ağırlıklı ve T2 ağırlıklı görüntüleri BT'den daha duyarlı bulundu (Tablo 3, Resim 1). Bununla birlikte SE T2'nin 1. ekosu 17 hastadan 16'sında SAK kanama varlığını göstermede yeterli oldu. Kanama yayılımını göstermede SE sekansı FLAIR, GRASE, TSE ve BT'den daha yeterince kaldı. Çalışmamızda önceki çalışmalar gibi T1A MRG görüntüleri T2A ve BT'den daha duyarlı bulundu (Tablo 3, Resim 1).

SE T2A sekanslara göre daha kısa süren (Tablo 1) turbo spin eko (TSE) sekanslar hemen her merkezde zaman avantajından dolayı SE T2'nin yerini almıştır. Bizim çalışmamızda PDA TSE (1. eko) SAK varlığını göstermede SE, BT, T1 ve tüm 2. ekolardan daha duyarlı bulundu (Tablo 3). Manyetik duyarlılıktan (susceptibility) kaynaklanan artefaktlar SE'ye göre daha azdır (24). Bu nedenle intraserebral kanamalarda TSE sekanslar, paramanyetik hemoglobin ürünlerine SE sekanslardan daha duyarlıdır. Zaman avantajı ile TSE sekanslarda NSA, SE sekanslardan daha yüksek tutulabilir. Çalışmamızda kullanılan TSE T2 sekans NSA 3 idi. SE'de ise 2 idi (Tablo 1); bu da TSE'nin SAK tanısındaki duyarlılığına katkıda bulunmuş olabilir. SAK'ta MRG sinyal özellikleri, intraserebral kanamadan farklı olarak, paramanyetik maddelerin T2 relaksasyon zamanını belirgin

kısaltıcı etkilerine çok bağlı değildir. Buna bağlı olarak manyetik duyarlılık (magnetic susceptibility) özellikleri SE serilere göre daha zayıf olan TSE sekansın SE'ya göre dezavantajlı olmaması anlaşılabilir. TSE tekniğinde manyetik duyarlılığın az olmasının, kemiğe yakın subaraknoid aralıkta artefaktları azaltarak, SAK'ta bir avantaj oluşturabileceği düşünülebilir.

Akut SAK tanısında MRG'nin değerini gösteren belki en dikkat çekici çalışma Noguchi ve arkadaşlarının 1995'te yayınladıkları BT ve FLAIR sekansını karşılaştırdıkları çalışmadır (11). Bu çalışmada akut SAK'lı 20 hasta 0,5 T ile incelenmiş; FLAIR sekansı kullanıldığında MRG'nin akut SAK tanısında BT kadar etkili olduğu, subaraknoid boşlukta hemoraji yayılımını ve posterior fossadaki hemorajileri daha iyi gösterdiği bildirilmiş ve FLAIR sekansı akut SAK tanısında yararlı bir teknik olarak tanıtılmıştır (11).

Bizim çalışmamızda da FLAIR duyarlılığı ve altın standarda uyumu en yüksek teknik olarak bulundu (Tablo 3). FLAIR tüm SAK lokalizasyonlarında altın standarda göre istatistik olarak anlamlı uyum gösteren tek sekanstı. FLAIR görüntülerinde SAK hiperintensitesi diğer sekanslara göre daha bariz izleniyordu (Resim 1-3). Buna bağlı olarak iki değerlendiren arasındaki en yüksek istatistik uyum da FLAIR'de izlendi.

FLAIR sekansı BOS'tan gelen sinyali baskıladığından hemorajinin T1 zamanını kısaltmasına (10) bağlı olarak SAK'ta sinyal baskılanmamaktadır. T2 zamanı korteksin T2 zamanından daha uzun olduğu için de, akut SAK uzun TE seçildiğinde kortekse göre hiperintens görünmektedir (11). FLAIR görüntülerde BOS intensitesinin protein konsantrasyonu ile arttığı gösterilmiştir (25).

Singer ve arkadaşları yaptıkları çift kör çalışmada SAK'ın da dahil olduğu inflamatuvar, neoplastik ve hemorajik leptomeningeal ve subaraknoid boşluk hastalıklarında FLAIR'in kontrastlı T1 ağırlıklı sekansdan daha duyarlı olduğunu göstermişlerdir. Bu ça-

lışmada yer alan 6 SAK hastasında FLAIR'in BT'den daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir (26). Bu çalışmada araştırmacılar subaraknoid boşluğun kanama dışında inflamatuvar, neoplastik hastalıklarda da hiperintens görüldüğünü, yani FLAIR'in SAK'taki görüntü özelliklerinin spesifik olmadığını, ancak SAK kliniğinin spesifik tanıya yardımcı olacağını bildirmişlerdir (26).

GRASE gradyent eko ve turbo spin eko tekniklerinin birleştirildiği ve her ikisinin avantajlarını kullanan hibrid bir sekansdır. GRASE görüntülemeye gradyent eko görüntülemedeki manyetik inhomojenite kaynaklı görüntü distorsiyonları ve S/N (sinyal/gürültü oranı) kaybı uygulanan 180° yeniden odaklayıcı puls dizisiyle ortadan kaldırılmış olur (27). T2\* etkileri de TSE'ye göre belirginleştiğinden kan ürünlerine duyarlılığı daha fazladır (28). Çeşitli çalışmalarda GRASE, TSE ve SE T2 ile karşılaştırılmış, beyin parankiminin hiperintens lezyonlarında TSE ve SE'den daha az duyarlı bulunurken, paramanyetik maddelere duyarlılığından dolayı kanamalı beyin lezyonlarında ve kısa tetkik süresi nedeniyle uzun süre hareketsiz durmayan hastalarda yararlı olacağı bildirilmiştir (24,29). Bildiğimiz kadarıyla literatürde SAK'ta GRASE sekansının incelendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızda GRASE'nin 1. ekosu, transvers FLAIR dışında diğer tüm sekanslara ve BT'ye üstün bulundu (Tablo 3, Resim 1). Bu, GRASE'deki gradyent eko komponentinin sağladığı paramanyetik etkilere karşı duyarlılık artışına bağlanabilir.

Bu çalışmada benzeri çalışmalardan farklı olarak incelenen tekniklerin her birinin etkinliği farklı lokalizasyonlarda değerlendirildi. Böylece inceleme tekniklerinin farklı lokalizasyonlarda farklı olabilecek duyarlılık ve seçiciliklerinin ortaya çıkarılması amaçlandı. Tüm lokalizasyonlarda daha duyarlı olan FLAIR beyin sapı çevresinde daha düşük duyarlılık ve altın standarda göre daha düşük bir uyum yüzdesi gösterdi. Bu, FLAIR'de BOS

akımının neden olduğu artefaktlara bağlı olabilir (11). Beyin sapı çevresinde TSE en yüksek duyarlılık gösteren sekansı.

Bu çalışmada BT parankim içi kanamada MRG'den daha duyarlı bulunmuştur. Akut intraserebral kanamada MRG'nin üstün olduğunu belirten çalışmalar vardır (30). Bizim çalışmamızda MRG'nin duyarsız bulunması rutin MRG incelemesi ve değerlendirme en az iki farklı düzlemde ve en az iki ayrı sekansla yapılırken bu çalışmada her bir sekansın ayrı değerlendirilmesi nedeniyle olabilir. Akut dönemde çevredeki ödem, hemorajinin ayrı olarak seçilmesini güçleştirmektedir. Paramanyetik etkilere bağlı oluşan T2 relaksasyon zamanı kısalması intraparakimal kanamada magnet gücüyle artmaktadır. Çalışmamızda kullanılan 0,5 T cihaz intraparakimal kanamalarda daha güçlü magnetlere karşı yetersiz kalmış olabilir. Subaraknoid aralıkta ise paramanyetik kan ürünlerinin görüntülenmeye katkısının az olduğu düşünüldüğünden (17,18,21) yüksek magnet gücünün çok avantajı olmayacağı tahmin edilebilir.

Bu çalışma anevrizma varlığı ve lokalizasyonunu görüntülemeye yönelik yapılmamakla beraber, incelenen tekniklerin bu konudaki etkinlikleri de incelenmiştir. Anjiyografiler altın standart kabul edilerek yapılan istatistikî değerlendirmede MRG sekansları arasında altın standarda en yüksek uyumu FLAIR transvers ve GRASE 2. eko gösterdi. BT tetkiki kontrastsız yapıldığından duyarsız çıkması şaşırıcı değildir (Resim 3). Rutin beyin MRG incelemesinde FLAIR ve SE T2'yi karşılaştıran bir çalışmada FLAIR'in genelde daha duyarlı olduğu, ancak kanamamış anevrizmalarda çevre hipointens BOS nedeniyle FLAIR'in SE T2'ye göre daha duyarsız olduğu belirtilmiştir (31). SAK'ta çevre BOS'ta izlenen hiperintensite nedeniyle FLAIR görüntülerinde anevrizma izlenebilmektedir (Resim3). Çalış-

mamızın sonuçlarına göre SAK şüphesi olan hastalarda MRG incelemesinde FLAIR veya GRASE tekniklerinin bulunması anevrizmanın lokalizasyonunu göstererek anjiyografi öncesinde önemli bilgiler verebilecektir.

Prospektif olarak yapılması, farklı tekniklerin 'kör' ve iki ayrı kişi tarafından değerlendirilmesi, sadece belli bir zaman aralığındaki (akut) kanamaların çalışmaya alınması, kanamanın sadece saptanması değil, tekniklerin her lokalizasyon için duyarlılığının araştırılması çalışmamızın kuvvetli dayanaklarının olmasını sağlamaktadır. Diğer yandan değerlendirmenin görsel olarak yapılması, kantitatif ölçümlere dayanmaması çalışma sonuçlarının objektivitesi ile ilgili olarak soru işareti yaratabilir. Ancak subaraknoid aralığın hatasız, kısmi hacim etkisinden bağımsız olarak kantitatif ölçümleri yapmaya imkan vermeyecek kadar dar olması nedeniyle bu çalışmada SAK alanlarında, normal BOS ve beyin parankimi ile karşılaştırmalı relaksasyon süresi, sinyal/gürültü (S/N) oranı, intensite ölçümü yapmak mümkün değildir.

Bu çalışmanın sonuçlarına göre incelenen yöntemler arasında FLAIR sekansı akut SAK tanısında en duyarlı görüntüleme tekniğidir. Ayrıca değerlendiriciler arasındaki farklılık da diğer sekanslardan daha az olmaktadır. Bu, FLAIR bulgularının daha objektif olduğunu ve kolay saptanabilirliğini göstermektedir. Bizim çalışmamız ve daha önceki bazı çalışmalar MRG'nin akut SAK tanısında daha duyarlı olduğunu göstermekle beraber, BT bir süre daha akut SAK'ta ilk tanı aracı olmaya devam edecektir. Çünkü BT daha yaygın ve daha kolay ulaşılabilir bir tekniktir, tetkik süresi kısadır. Ayrıca SAK'lı hastaların önemli bir kısmının ajitasyon nedeniyle uzun süre hareketsiz duramamaları MRG tetkiki için engel oluşturmaktadır. Zamanla MRG'deki gelişmeler inceleme süresini daha da azaltarak BT'nin süre avantajını yok edebilir.

SAK şüphesi olan hastalarda BT (-) çıktığında MRG tanıyı doğrulayabilmektedir. SAK'ın gözden kaçırılmaması için FLAIR sekansının mutlaka rutin T1 ve T2 ağırlıklı sekanslara eklenmesi uygun olacaktır.

#### THE EFFECTIVENESS OF DIFFERENT MRI SEQUENCES IN COMPARISON WITH CT IN THE DIAGNOSIS OF ACUTE SUBARACHNOID HEMORRHAGE

**PURPOSE:** The aim of our study was to find the most sensitive MR imaging technique and to compare this with CT in the diagnosis of acute subarachnoid hemorrhage (SAH).

**MATERIALS AND METHODS:** MR imaging including transverse T1-weighted spin-echo (SE); double echo T2-weighted SE, T2-weighted turbo spin-echo (TSE), T2 weighted gradient and spin-echo (GRASE) with proton density weighted first echoes; fast fluid attenuated inversion recovery (FLAIR) in transverse and coronal planes and a non-enhanced CT examination were performed in 17 patients with acute SAH. Images were evaluated in a blind fashion by two radiologists separately and then together in consensus. The presence of SAH was evaluated in 8 different localisations.

**RESULTS:** Transverse FLAIR, PDW GRASE, coronal FLAIR, PDW TSE images were found to be more sensitive than CT, respectively. PDW SE and T1W sequences were less sensitive than CT. The second echo of the GRASE, TSE, SE sequences did not provide statistically significant results.

**CONCLUSION:** FLAIR MR imaging is a more sensitive technique than CT in the diagnosis of acute SAH. This technique can be used in the diagnosis of acute SAH and should be included in the MR imaging examinations of the patients who have a possible acute SAH.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2002; 8:10-18



## Kaynaklar

1. Bonita R, Thomson S. Subarachnoid hemorrhage: epidemiology, diagnosis, management, and outcome. *Stroke* 1985; 16:591-594.
2. Adams HP, Kassel NF, Torner JC, et al. Early management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a report of the Cooperative Aneurysm Study. *J Neurosurg* 1981; 54:141-142.
3. Auer LM, Brandt L, Ebeling U, et al. Nimodipine and early aneurysm operation in good condition SAH patients. *Acta Neurochir (Wien)* 1986; 82:7-13.
4. Ohman J, Heiskanen O. Timing of operation for ruptured supratentorial aneurysms: a prospective randomized study. *J Neurosurg* 1989; 70:55-60.
5. Leber KA, Klein GE, Trummer M, et al. Intracranial aneurysms: a review of endovascular and surgical treatment in 248 patients. *Minim Invasive Neurosurg* 1998; 41:81-85.
6. Duffy GP. Lumbar puncture in spontaneous subarachnoid hemorrhage. *BMJ* 1982; 285:1163-1164.
7. Sames TA, Storow AB, Finkelstein JA, et al. Sensitivity of new-generation computed tomography in subarachnoid hemorrhage. *Acad Emerg Med* 1996; 3:16-20.
8. Van Gijn J, van Dongen KJ. The time course of aneurysmal haemorrhage on computed tomograms. *Neuroradiology* 1982; 23:153-156.
9. Go JL, Zee CS. Unique CT imaging advantages: hemorrhage and calcification. *Neuroimaging Clin North Am* 1998; 8:541-558.
10. Ogawa T, Inugami A, Shimosegawa E, et al. Subarachnoid hemorrhage: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1993; 186:345-351.
11. Noguchi K, Ogawa T, Inugami A, et al. Acute subarachnoid hemorrhage: MR imaging with fluid-attenuated inversion recovery pulse sequences. *Radiology* 1995; 196:773-777.
12. Jenkins A, Hadley DM, Teasdale GM, et al. Magnetic resonance imaging of acute subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 1988; 68:731-736.
13. Satoh S, Kadoya S. Magnetic resonance imaging of subarachnoid hemorrhage. *Neuroradiology* 1988; 30:361-366.
14. Matsumura K, Matsuda M, Handa J, et al. Magnetic resonance imaging of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: comparison with computed tomography scan. *Surg Neurol* 1990; 34:71-78.
15. Zimmerman RD, Heier LA, Snow RB, et al. Acute intracranial hemorrhage: intensity changes on sequential MR scans at 0.5T. *Am J Neuroradiol* 1988; 9:47-57.
16. Hackney DB, Lesnick JE, Zimmerman RA, Grossman RI, et al. MR identification of bleeding site in subarachnoid hemorrhage with multiple intracranial aneurysms. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10:878-880.
17. Atlas SW. MR imaging is highly sensitive for acute subarachnoid hemorrhage ...not! *Radiology* 1993; 186:319-322.
18. Bradley WG Jr, Schmidt PG. Effect of methemoglobin formation on the MR appearance of subarachnoid hemorrhage. *Radiology* 1985; 156:99-103.
19. Gomori JM, Grossman RI, Yu-IP C, Asakura T. NMR relaxation times of blood: dependence on field strength, oxidation state and cell integrity. *J Comput Assist Tomogr* 1987; 11:684-690.
20. DeLaPaz RL, New PFJ, Buonanno FS, et al. NMR imaging of intracranial hemorrhage. *J Comput Assist Tomogr* 1984; 8:599-607.
21. Chakeres DW, Bryan RN. Acute subarachnoid hemorrhage: in vitro comparison of magnetic resonance and computed tomography. *Am J Neuroradiol* 1986; 7:223-228.
22. Bydler GM, Steiner RE, Young IR, et al. Clinical NMR imaging of brain: 140 cases. *Am J Roentgenol* 1982; 139:215-236.
23. Spickler E, Lufkin R, Teresi L, et al. MR imaging of acute subarachnoid hemorrhage. *Comput Med Imaging Graph* 1990; 14:66-67.
24. Patel MR, Klufas RA, Shapiro AW. MR imaging of diseases of the brain: comparison of GRASE and conventional spin-echo T2-weighted pulse sequences. *Am J Roentgenol* 1995; 165:963-966.
25. Melhem E, Jara H, Eustace S. Fluid attenuated inversion recovery MR imaging: identification of protein concentration thresholds for CSF hyperintensity. *Am J Roentgenol* 1997; 169:859-862.
26. 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-Blinded reader study. *Radiology* 1998; 208:417-422.
27. Feinberg DA, Oshio K. GRASE (Gradient- and Spin-Echo) MR imaging: A new fast clinical imaging technique. *Radiology* 1991; 181:597-602.
28. Brown MA, Semelka RC. MR Imaging abbreviations, definitions, and descriptions: A review. *Radiology* 1999; 213:647-662.
29. W, Ba-Ssalamah A, Prokesch R, Mallek R, Heimberger K, Hittmair K. Imaging of the brain using the fast-spin-echo and gradient-spin-echo techniques. *Eur Radiol* 1998; 8:409-415.
30. Gomori JM, Grossman RI, Goldberg HI, Zimmerman RA, Bilaniuk LT. Intracranial hematomas: Imaging by high field MR. *Radiology* 1985; 157:87-93.
31. Araika Y, Ashikaga R, Fujii K, et al. MR fluid attenuated inversion recovery imaging as routine brain T2-weighted imaging. *Eur J Radiol* 1999; 32:136.