

저자장 영구자석 자기공명영상 장치하의 두개내 종양의 영상소견

대구 파티마병원 진단방사선과

김희진 · 임선경 · 권대익 · 김병영 · 이종길

— Abstract —

MR Appearances of Intracranial Tumors with a Low Tesla (0.064 T) Permanent MR System

Hee Jin Kim, M.D., Sun Kyung Lim, M.D., Dae Ik Kwon, M.D.,
Byung Young Kim, M.D., Jong Gil Lee, M.D.

Department of Radiology, Fatima Hospital, Tae Gu

In this report we describe twenty-two cases of intracranial tumors studied with an MR imager operating at a field strength of 0.064 T for evaluation of the clinical utility of low tesla MRI.

The confirmed diagnoses were meningioma(9 cases), astrocytoma(4 cases), glioblastoma multiforme(1 case), craniopharyngioma(2 cases), intracranial metastasis(1 case), pituitary microadenoma(1 case), hemangioblastoma (1 case), and trigeminal neurilemmoma(1 case). Meningiomas appeared as well-marginated, homogeneous signal intensity masses(67%) in most cases. Most meningiomas showed iso-signal intensity(78%) on T1-weighted images, and high signal intensity on T2-weighted images. After Gd-DTPA enhancement, diffuse homogeneous contrast enhancement(75%) was well seen.

The multiple hemorrhagic foci within the glioblastoma multiforme were identified, which showed high signal intensity on T1-weighted images and low signal intensity on T2-weighted images(intracellular methemoglobin), or high signal intensity on both T1 and T2-weighted images(extracellular methemoglobin).

One case of cerebellar hemangioblastoma was a well-defined cystic mass with contrast enhanced mural nodule but no identification of characteristic signal void vessels.

The remaining tumors showed low signal intensity on T1-weighted images, and high signal intensity on T2-weighted images. Gd-DTPA enhancement was helpful in separating the lesion from the surrounding edema or normal tissue, but had limited diagnostic value in characterizing the nature of the mass.

The advantages of low tesla MRI are as follows: on requirement of cooling water or electricity, open design, shorter T1 relaxation time compared with high tesla unit that increases the difference of T1-relaxation time between tissues, ease of installation, and cost effectiveness.

In conclusion, the low tesla MRI is useful for the detection and evaluation of the brain tumors.

Index Words: Brain, Neoplasms 10.363, 10.3651

Brain, MR studies 10.1214

Low tesla MRI

서 론

세계적으로 MRI center의 약 반수정도에서 중자장 혹은 저자장 자기공명 영상 장치를 보유하고 있는 것으로 알려져 있다. 중자장 혹은 저자장 영상 장치의 고자장 영상 장치에 대한 이점으로는 보다 나은 조직대조, 감소된 motion & chemical artifacts, 비교적 낮은 고주파 이용, 저렴한 설치 비용 및 운영경비 등을 들수 있다(1-4). 일반적으로 0.15T 이하의 자장의 세기를 가진 자기공명 영상장치를(이하 MRI) 저자장 MRI로 간주한다(2). 국내외적으로 고자장 영상 장치를 이용한 중추신경계 종양에 대한 MRI 소견이 많이 보고 되어있다(5-9). 저자들은 저자장(0.064T) MRI를 이용해서 두개내 종양에 대한 MRI소견을 분석하고, 임상적인 유용성에 대하여 알아 보고자 한다.

대상 및 방법

1990년 4월부터 1992년 4월까지 약 2년간 대구 파티마 병원 진단방사선과에서 두부 MRI를 실시하고 수술후 병리조직학적으로 확진된 수막종 9예, 성상세포종 4예, 다형성 신경교아종 1예, 두개내 두중 2예, 핍지교종 1예, 수아세포종 1예, 두개내 전이암 1예, 뇌하수체 미세선종 1예, 혈관아세포종 1예, 제5뇌신경 신경섬유초종 1예 등 22예의 환자를 대상으로 MRI소견을 후향적으로 분석하였다.

MRI는 0.064T 영구자석 영상장치(Access MRI, Toshiba America, San Francisco, USA)로 surface coil을 사용하여 스핀 에코방법으로 영상을 얻었으며 반복시간(TR) 200msec, 에코시간(TE) 30-105 msec의 T2강조영상 및 양자밀도 강조영상과 TR/TE=68msec/24msec, flip angle 45°~60°의 T1강조영상을 얻었다.

Field of view는 270×280mm, matrix number는 256×256개로 하였으며, 절편 두께는 3.5-4.5mm, 절편 간격은 1-2mm로 하였다.

대상환자 22명 모두에서 T1, T2 강조영상을 얻었다. 전례에서 횡단면과 시상면 영상을 얻었고 필요에 따라 관상면 영상을 얻었다.

18예에서 Gadolinium-DTPA에 의한 조영증강 영상을 시행했다(Magnevist, Schering, Germany, 0.05-0.1mmol/kg, 정맥주사).

두개내 종양의 신호강도, 특히 고형부위, 낭성부위, 출혈부위, 섬유화, 석회화 및 동반된 부종등에 대한 저자장 MRI 소견을 분석하고 이미 잘 알려진 고자장 MRI 소견과 비교하였다.

신호강도는 회백질 및 뇌 척수액과 비교하여 높거나, 같거나, 낮음으로 구분하였다.

부종은 종양의 크기와 비교하여 정도(<50%), 중등도(50~100%), 및 고도 (>100%)로 구분하였다.

결 과

대상 환자의 자기공명영상 소견은 Table 1,2에 나타내었다.

9예의 수막종의 발생위치는 4예에서 터어키안 상부, 4예에서 대뇌 공룡부, 1예에서 소뇌교각에서 발생 하였다. 대부분에서 종양의 경계는 뚜렷하였고, 2예에서는 불분명하였다. 6예에서는 종양내 신호강도는 균질하였고, 3예에서는 불균질한 신호강도를 보였다.

T1WI상에서 종양의 신호강도는 일반적으로 회백질과 동등하거나 약간 높은 신호강도를 보였지만(Fig. 1), 예외적으로 2예에서는 회백질과 동등하거나 약간 낮은 신호강도를 보였다. 종양에 동반된 부종은 5예에서 관찰되었는데, 1예에서 경도의 부종을, 3예에서 중등도의 부종을 보였으며, 고도의 부종은 1예에서 관찰되었다.

T2WI상에서는 일반적으로 회백질보다 높은 신호강도를 보였고, 3예에서는 회백질과 동등한 신호강도를 보였다. Gd-DTPA로 조영증강을 시행한 8예 중 6예에서 균질한 조영증강을 나타냈고, 2예에서는 불균질한 조영증강을 보였다(Table 3). 그의 종양에 동반된 출혈, 낭성변화, 혹은 석회화 등의 소견은 보이지 않았다.

성상세포종은 4예였는데 그중 1예에서 다발성으로 발생하였다. 대부분에서 종양의 경계는 불분명하였고, 종양내의 신호강도도 불균질하였다. T1WI상에서 회백질에 비해서 저신호강도를 보였고, T2WI상에서는 동등 혹은 고신호강도를 보였다. 종양주위 부종은 3예에서 관찰되었는데, 2예에서 경도의 부종을, 1예에서 중등도의 부종을 보였다. Gd-DTPA 조영증강을 시행한 4예 중 3예에서 조영증강을 보였는데, 조영증강은 환상형, 결절형, 균질형 등으로 다양한 형태를 보였다. 1예의 다형성 신경교아종은 종양의 경계가 불분명하였고, 불균질한 신호강도를 보였으며, 종양주위에 중등도의 부종을 볼 수 있었다. T1WI상에서 종양은 회백질에 비해서 저신호강도를 보였고, 종양내에 다발성으로 고신호강도의 출혈부위를 볼 수

Table 1. MR Signal Intensity of 22 Tumors.

Histology	T1WI	Proton	T2WI
Meningioma(9)	↑ (2)	↑ (5)	↑ (5)
	→ (2)	→ (1)	→ (1)
	↓ (1)	→+↑ (2)	→+↑ (1)
	→+↑ (2)	→+↓ (2)	→+↓ (2)
	→+↓ (2)		
Astrocytoma(4)	↓ (3)	↑ (2)	↑ (2)
	→+↓ (1)	→+↑ (1)	→ (1)
		→+↓ (1)	→+↑ (1)
Glioblastoma multiforme(1)	↓+↑ (1)		
	↑+↓ (1)		
	↑+↓ (1)		
Medulloblastoma(1)	→+↓ (1)	↑ (1)	↑ (1)
Craniopharyngioma (2)	→ (1)	↑ (1)	↑ (1)
	→+↓ (1)	→+↑ (1)	→+↑ (1)
Intracranial metastasis(1)	→ (1)	↑ (1)	↑ (1)
Pituitary microadenoma(1)	↓ (1)	→ (1)	↑ (1)
Oligodendroglioma(1)	↓ (1)	↑ (1)	↑ (1)
Hemangioblastoma(1)	↓+↑ (1)	→+↑ (1)	→+↑ (1)
Trigeminal neurilemmoma(1)	↓ (1)	→+↑ (1)	→+↑ (1)

Note: ↓ = hypointensity → = isointensity ↑ = hyperintensity →+↓ = iso and hypointensity
 →+↑ = iso and hyperintensity (): number

Table 2. MR Findings of 22 Tumors.

Histology	Homogeneity		Definition of margin		Edema			Cyst or necrosis	Hemorrhage
	homogeneous	heterogeneous	good	poor	(+)	(++)	(+++)		
Meningioma(9)	5	4	6	3	1	3	1		
Astrocytoma(4)	0	4		4	2	1			
Glioblastoma multiforme(1)	0	1		1		1		1	
Medulloblastoma(1)	1	0		1					
Craniopharyngioma(2)	2	0	2					2	
Intracranial metastasis(1)	0	1		1					
Pituitary microadenoma(1)	1	0	1						
Oligodendroglioma(1)	0	1		1					
Hemangioblastoma(1)	1	0	1					1	
Trigeminal neurilemmoma(1)	0	1	1						

(): number

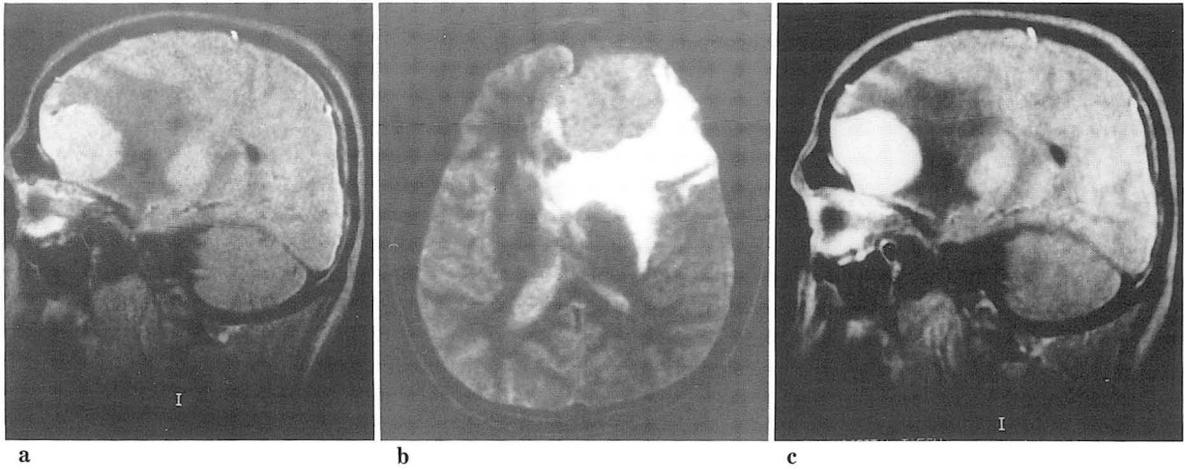


Fig. 1. A 37-year-old male with meningioma.

- a. Sagittal T1-weighted image(SE 68/24) shows a large, well-defined, slightly high signal intensity, and homogeneous tumor on the left frontal convexity surrounded by marked irregular low signal intensity edema.
- b. On axial T2-weighted image(SE 2000/105), the tumor shows homogeneous and slightly high signal intensity with surrounding high signal edema.
- c. Sagittal T1-weighted image with Gd-DTPA enhancement shows diffuse homogeneous enhancement of the tumor with non-enhancing surrounding edema.

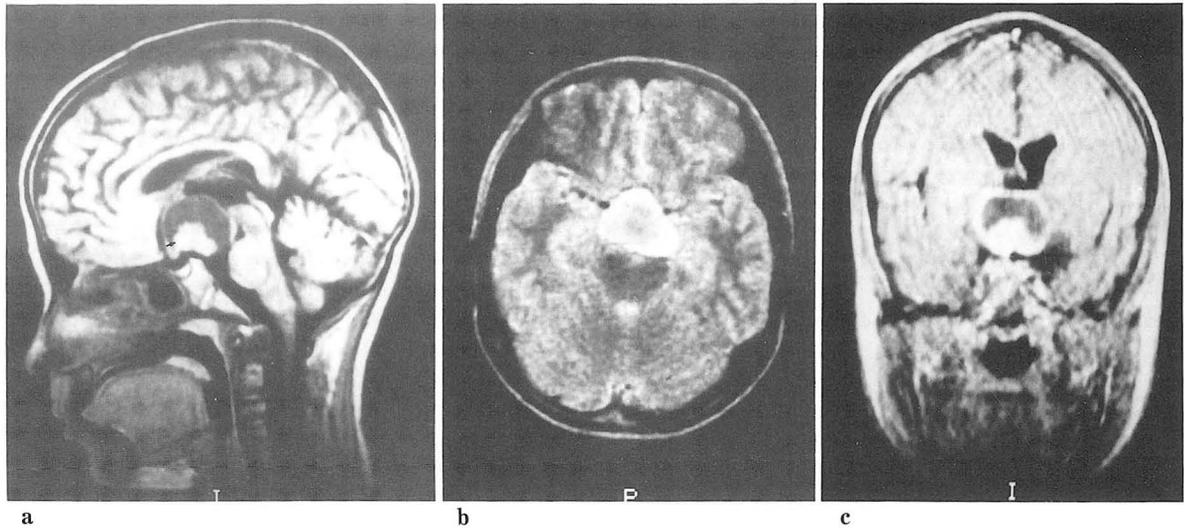


Fig. 2. A 12-year-old male with cystic craniopharyngioma.

- a. Sagittal T1WI(SE 68/24) shows well-defined, cystic mass in the suprasellar region with isointense solid component inferiorly(arrow)
- b. On axial T2WI(SE 2000/105), the cystic portion shows marked high signal intensity. Note iso-signal intensity of the solid portion.
- c. Coronal T1WI with Gd-DTPA enhancement shows marked contrast enhancement along the solid portion and tumor wall.

있었다. T2WI상에서는 고신호강도를 보였고, 출혈부위는 중앙부위는 저신호강도(intracellular methemoglobin)로, 주변부는 고신호강도(Extracellular methemoglobin)로 나타났다.

2예의 두개인두종은 정상조직과의 경계는 뚜렷하였고, 1예에서는 양성부위가 종양의 대부분을 차지하고 양성벽에 mural nodule을 발견할 수 있었다. 1예에서는 고형부위가 대부분을 차지하며 일부분의 양성부위를 관찰할 수 있었으며, 2예 모두에서 석회화나 중앙주위 부종은 관찰되지 않았다. T1WI상에서 고형부위는 회백질과 동등

신호강도를, 양성부위는 뇌척수액과 같은 저신호강도를 보였다. T2WI상에서는 고형부위는 동등신호강도로, 양성부위는 고신호강도로 관찰되었다. Gd-DTPA 조영증강상에서는 양성벽과 고형부위에서 조영증강이 관찰되었다(Fig. 2). 핍지교종, 수아세포종, 그리고 폐암으로 부터의 두개내 전이암, 각각 1예는 경계가 불분명 하였으며 T1WI상에서 불균질하고 회백질보다 약간 낮거나 동등신호강도를 보였으며, T2WI상에서는 높은 신호강도를 보였다. 그리고 Gd-DTPA 조영증강을 실시한 수아세포종에서는 불균질한 조영증강을 보였다.

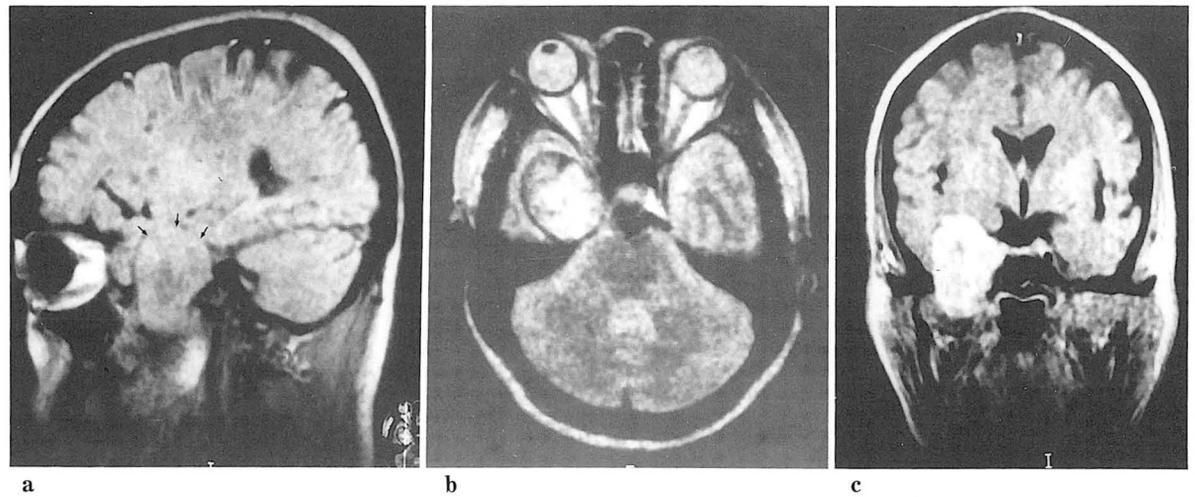


Fig. 3. A 51-year-old female with trigeminal neurilemmoma.
 a. Sagittal T1WI(SE 68/24) shows large, relatively-well defined, iso- and low signal intensity mass in the right middle cerebral fossa.(arrow)
 b. On axial T2WI(SE 2000/105), the mass shows iso- and high signal intensity. The margin of the mass is better delineated on T2WI.
 c. Coronal T1WI with Gd-DTPA enhancement shows diffuse inhomogeneous contrast enhancement.

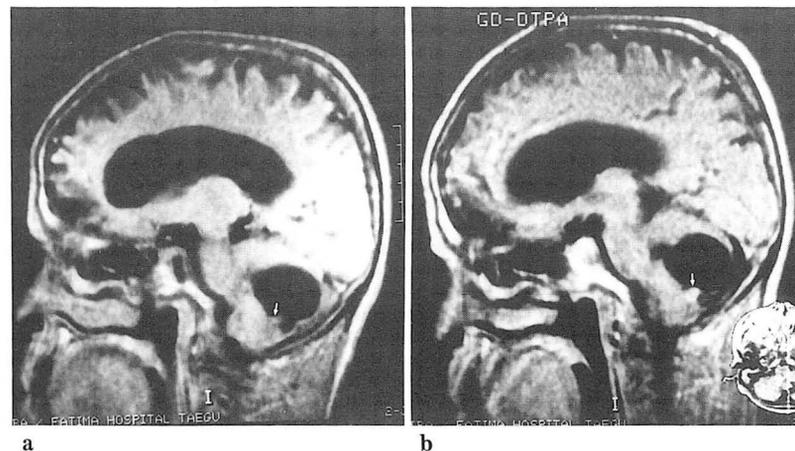


Fig. 4. A 51-year-old male with cystic hemangioblastoma.
 a. Sagittal T1WI(SE 68/24) shows a well-defined cystic mass in the left cerebellar hemisphere with small isosignal mural nodule in the inferior portion of the mass (arrow).
 b. Sagittal T1WI with Gd-DTPA enhancement shows contrast enhancement of the small mural nodule(arrow).

각각 1예의 뇌하수체 미세선종과 제5뇌신경 신경섬유 초종의 예에서도 T1WI상에서는 회백질보다 낮은 신호강도를, T2WI상에서는 높은 신호강도를 보였으며, Gd-DTPA조영증강상에서는 불균질한 조영증강을 보였다 (Fig. 3).

왼쪽 소뇌에서 발생한 1예의 혈관아세포종은 남성부위 가 대부분을 차지하는 종양으로 조영증강이 되는 작은 mural nodule이 관찰되었다(Fig. 4).

이상에서와 같이 수막종을 제외한 대부분의 종양에서 T1WI상에서 회백질보다 낮은 신호강도를 T2WI상에서는 높은 신호강도를 보였다.

Gd-DTPA 조영증강을 실시한 18예중 17예에서 다양한 형태의 조영증강을 보였으며, 16예에서 종양조직과 정상조직 혹은 부종과의 감별이 T2WI보다 더 용이하였다 (Table 3).

고 찰

여러 저자들이 고자장 MRI에서의 종양조직의 특성을 규명하고자 시도해 왔으나, MRI의 신호강도와 조직특성 사시에 특징지어질 만한 소견은 없다고 보고하고 있다 (10-12). 저자들의 저자장MRI에서도 각종양의 조직형태를 규명할만한 특징적인 신호강도 소견은 발견할 수 없었다. 대부분의 례에서 T1WI상에서는 동등 혹은 저신호강도를 보였고, T2WI상에서는 동등 혹은 고신호강도를 보였다.

Schörner 등(13)이 보고한 바와 같이, 저자들의 저자장 MRI에서도 대부분의 례(n=16)에서 Gd-DTPA 조

영증강상에서의 종양조직과 정상조직 그리고 종양조직과 종양주위 부종과의 감별이 T2WI보다 용이하였다. 그러나 각 종양은 다양한 형태의 조영증강을 보였으며 일부를 제외한 대부분의 종양에서 조직학적 성상을 감별하는데는 한계가 있었다. 수막종은 두개강내 측외종양중 가장 흔한 종양으로 알려져 있다.

일반적으로 초전도형 고자장 자기공명영상 하에서 수막종은 대부분에서 균질한 밀도를 보이며, T1WI상에서는 주위의 뇌회백질과 동등한 신호강도를 보이며, Proton 및 T2WI상에서는 동등 또는 고신호강도를 보이며, Gd-DTPA 조영증강상에서는 일반적으로 균질한 조영증강을 보이는 것으로 알려져 있다(14-18). 저자들의 경우, 9예의 수막종중 6예(67%)에서 균질한 밀도를 보였고, T1WI상 7예(78%)에서 뇌회백질과 동등 신호강도를, 그리고 Gd-DTPA 조영증강상에서는 8예중 6예(75%)에서 균질한 조영증강을 관찰할 수 있었다.

Lee등(19)은 혈관아세포종의 MRI에서의 특징적인 소견을 소뇌의 낭성병변에 mural nodule을 가진 종양으로 종양내 혹은 주위에 signal void의 혈관이 보일때 진단적 가치가 높다고 기술하였다. 저자들의 경우 1예의 혈관아세포종은 소뇌에서 발생하였으며 낭성병변에 조영증강이 잘되는 작은 mural nodule을 볼 수 있었지만 뚜렷한 종양주위 혈관은 볼 수 없었다.

저자장 하에서 연조직의 T1치는 상당히 짧으며, 감소된 radiofrequency(RF) power deposition, 그리고 chemical shift artifact, motion 및 flow artifact가 감소되는 것으로 알려져 있다. 초전도형 MRI에 비해 보다 나은 자장의 균질성(field homogeneity) 덕택으로 일반적으로 알려진 저자장 magnet의 낮은 신호대 잡음

Table 3. MR with Gd-DTPA Enhancement. (n=18)

Histology	No. of case	Pattern of enhancement
Meningioma	8	homogeneous(6) irregular & heterogeneous(2)
Astrocytoma	4	ring enhancement(1), nodular enhancement(1) homogeneous(1), negative(1)
Medulloblastoma	1	heterogeneous enhancement
Craniopharyngioma	2	homogeneous(1) cyst wall & mural nodule enhancement(1)
Pituitary microadenoma	1	heterogeneous
Hemangioblastoma	1	enhanced mural nodule
Trigeminal neurilemmoma	1	heterogeneous

() : number

비(signal-to-noise ratio)를 상당히 극복할 수 있다고 한다. 저자장하에서 연조직의 짧은 T1치는 비교적 짧은 반복시간(500-1000msec)에서 상당한 정도의 조직대조를, 중등도의 반복시간(1000-1500msec)에서는 우수한 조직대조를 갖게 해준다. 이러한 저자장 MRI의 임상적 잇점은 보다 향상된 조직대조를 보여주며, open design과 quiet operation 덕분에 excellent patient acceptance를 가능케 한다. 반면 단점으로는 낮은 신호대 잡음 비로 인한 보다 낮은 해상력 혹은 같은 해상력을 유지하기 위한 보다 긴 영상시간을 들 수 있다. 경제적 잇점으로는 저렴한 설치 및 운영 비용, 보다 좁은 설치공간, 그리고 cryogen 사용이 필요치 않다는 점이다(1-4).

결론적으로, 저자장 MRI는 고자장 MRI와 비교해서 앞에서 언급한바와 같은 여러가지의 장단점들이 있지만, MRI고유의 장점들, 즉 다른 영상진단장치에 비해서 높은 해상력 및 보다 뛰어난 조직 대조도, 그리고 다면영상을 얻을 수 있다는 장점등으로 인하여 두개내 종양의 진단에 유용할 것으로 생각되어진다.

참 고 문 헌

1. Raimo ES, Jorma TS, Arto S. Low field (0.02T) MRI of the brain. JCAT 1985; (9):237-241
2. William O. Low field strength magnetic scanners. JCAT 1985; 9(6):1153-1154
3. Robert AZ, Larissa TB, Herber t IG. et al. Cerebral NMR imaging:Early results with a 0.12 T resistive system. AJNR 1984; 5:1-7
4. Ruedi FT. Ultralow-field MRI of the liver. In:Joseph TF, David DS, eds Liver imaging. Boston: Andover, 1990; 58-63
5. Brant-Zawadzki M, Badami JP, Mills CM. et al. Primary intracranial tumor imaging:a comparison of magnetic resonance and CT. Radiology 1984; 150:435-440
6. Bradley WG, Waluch V, Yardley RA. et al. Comparison of CT and MR in 400 patients with suspected disease of the brain and cervical cord. Radiology 1984; 152:695-702
7. Bydder GM, Steiner RE, Young IR. et al. Clinical NMR imaging of the brain: 140 cases. AJNR 1982; 3:459-480
8. Lee BC, Kneeland JB, Cahill PT. MR recognition of supratentorial tumors. AJNR 1985; 6:

871-878

9. 유은주, 장기현, 한문희. 측내 뇌종양의 자기공명영상 소견 : 전산화단층촬영과의 비교 연구. 대한방사선의학회지 1990 ; 26 : 886-894
10. Rinck PA, Meindl S, Higer HP. et al. Brain tumors: detection and typing by use of CMPPG sequences and in vivo T2 measurements. Radiology 1985; 157:103-106
11. Komiyama M, Yagura H, Baba M. et al. MR imaging:possibility of tissue characterization of brain tumors suing T1 and T2 values. AJNR 1987; 8:65-70
12. Just M, Thelen M. Tissue characterization with T1, T2 and proton density values:Results in 160 patients with brain tumors. Radiology 1988; 69: 779-785
13. Schörner W, Laniado M, Kornmesser W, Felix R. Comparison of multi echo and contrast-enhanced MR scans: Image contrast and delineation of intracranial tumors. Neuroradiology 1989; 31:140-147
14. Shigeki A, Yasushi S, Tohru M, Hisaya T. Contrast-enhanced MR images in patients with meningioma: Importance of enhancement of the dura adjacent to the tumor. AJNR 1990; 11: 935-938
15. Schörner W, Schubeus P, Henkes H. et al. Intracranial meningiomas: Comparison of plain and contrast-enhanced examination in CT and MRI. Neuroradiology 1990; 32:12-18
16. Schubeus P, Schörner W, Rottacker C, Sander B. Intracranial meningiomas: How frequent are indicative findings in CT and MRI?. Neuroradiology 1990; 32:467-473
17. Philippe D, Guy W, Martin L. et al. Intracranial meningiomas: Correlation between MR imaging and histology in fifty patients. JCAT 1991; 15(1): 45-51
18. 도영수, 박길선, 김성진, 한문희, 장기현. 두개강내 수막종과 신경초종의 자기공명영상 소견의 비교 고찰. 대한방사선의학회지 1990 ; 26 : 1131-1137
19. Lee SR, Joao S, Alexander SM. et al. Posterior fossa hemangioblastomas: MR imaging. Radiology 1989; 171:463-468