

# 正常腦의 NMR 影像 —CT 影像과의 比較—

中央大學校 附屬病院 放射線科

金 健 中

## Nuclear Magnetic Resonance Images of Normal Brain - Comparison of CT and NMR Image -

Keon Chung Kim

Dept. of Radiology, Chung Ang University Hospital

### I. 서 론

NMR 의 기본원리와 영상처리, 영상화 기법, 장치의 설치계획에 관한 金等<sup>1)</sup>의 논문과 같이 走査方法에 따라 영상 자체가 의미하는 정보도 달라진다. NMR 영상시스템은 과학기술원에서 개발하여 임상적 평가를 위한 시험가동중에 있으므로 이에 대비할 가치가 충분히 있다고 사료되어 NMR 영상과 CT 영상을 비교하여 정리하였다.

이 논문은 영국 Hammersmith 병원의 Bydder 등<sup>2)</sup>이 140 명의 환자와 정상성인 10 명의 지원자에게 CT와 NMR scan 을 병행 실시하여 정상과 비정상 (병변) 부에 따라 분류하였던 것중 정상인 腦의 영상비교만을 인용한 것이다.

NMR 영상의 장점은 1) 灰白質과 白質間 對照도가 높고, 2) bone artifact 가 없어졌으며, 3) Transverse, coronal, sagittal 영상을 동시에 제공할 수 있을 뿐 아니라, 4) 連續 pulse 를 자유롭게 변경할 수 있으며, 5) 병리학적 변화성을 탐지하면서 6) 방사선 피폭에서 해방되었다는 것이다. 그러나 臂의 明細度 저하, 空間解像能의 감소, 조영제에 의한 대조도증강이 어렵고 검사비용이 비싼 단점도 있다. 미래의 NMR 영상은 T<sub>1</sub> 과 T<sub>2</sub> 의 조직특성 표준화, 혈류의 측정의 정확한 평가와 조영제 개발에 초점이 모아질 것으로 생각된다.

### II. 비교방법과 대상

10 명의 正常人 지원자 (평균연령 = 49 세) 를 走査하여 白質, 灰白質과 腦脊髓液의 T<sub>1</sub> 값을 얻었으며 頭部의 횡단층상에서 尾狀核 (caudad nucleus) 도 측정하였다. 소아는 5, 7, 9 세의 正常小兒를 走査하였다. (非正常的의 경우 남자 78 명, 여자 62 명으로서 총 140 명을 시험 走査하였으나 이 논문에서는 간략히 사진과 함께 註釋을 하였으나 자세한 설명은 생략하였다).

사용한 NMR 영상 시스템은 Thorn-TMI 에서 제작한 장치를 하였으며 飽和恢復 (Saturation Recovery, 이하 SR 로 함), 反轉恢復 (Inversion Recovery, 이하 IR 로 함), 스핀反響 (Spin Echo, 이하 SE 로 함) 으로 나누어 연속 pulse 를 변경하면서 sagittal, coronal, transverse 영상을 얻어 CT 와 비교하였다.<sup>3,4,5)</sup> (표 1).

일반적으로 시행한 走査方法은 기준선 Reid's line 의 平行방향으로 하였으며 後頭窩 (posterior fossa) 의 검사에서는 기준선에 대하여 -10° ~ -15° 로 走査하였다. 1 인당 얻은 斷片像은 필요한 정보량에 따라 차이는 있지만 16 회를 초과하지 않았으며 평균 10 ~ 12 斷片像을 얻었다.

CT 와의 영상을 비교하기 위하여 CT 走査는 Siemens Somatom (2) 全身用 장치를 120 KVP, 230 mAs,

표 1. NMR 影像處理

영상처리 방법	pulse 지속시간 (msec)	$\tau^*$ (msec)	표현 영상
포화회복 ( $90^\circ - \tau$ )			
SR 1000	1000		수소밀도
SR 300	300		수소밀도와 혈류
SR 150	150		-
SR 75	75		-
반전회복 ( $180^\circ - \tau - 90^\circ - \tau$ )			
IR 1400/400	1400	400	수소밀도, $T_1$
IR 2400/800	2400	800	-
IR 1200/200	1200	200	-
스핀반향 ( $90^\circ - \tau - 180^\circ - \tau -$ 반향 - $\tau$ )			
SE 1400/20	1040	20	수소밀도, $T_2$
SE 1080/40	1080	40	-
SE 1160/80	1160	80	-

\* RF pulse 와 pulse 사이의 시간 간격

走査期間 10秒, 斷片두께 8mm 로 선택하였으며 Meglumine diatrizoate 조영제 30~100 cc 를 注射하여 造影增強像도 얻어 비교하였다.

견하였다.

#### IV. 正常人的 NMR 영상

##### 1) 포화회복 (SR) 영상

SR 영상에서는 수소밀도가 높은 조직은 흰색, 수소밀도가 낮은 조직은 검정색으로 표시하기 때문에 색의 밝기는 수소밀도를 의미하는 것이다. 따라서 皮下脂肪 또는 腦와 같이 수소밀도가 높은 조직은 흰색, 두개골의 outer, inner table 과 같이 수소밀도가 낮은 조직은 검정색으로 나타나지만 SR 영상에서 灰白質(gray matter) 와 白質(white matter)은 CT 영상과 마찬가지로 식별이 어렵다(그림 1).

腦脊髓液(CSF)은 수소밀도가 높아 흰색으로 표시되어야 마땅하지만 반대로 검정색으로 나타난다. 그 이유는 CSF의 弛緩時間이 약 1500 msec 로서 상당히 길기 때문에 CSF의 磁化가 완전히 회복하기전, 즉 1000 msec 후에 다음  $90^\circ$  pulse가 주어져 磁化백터가 감소되어 signal이 약해져 검게 나타나는 것이다.<sup>4)</sup>

혈액은 수소밀도가 높기 때문에 흰색으로 표시된다. 그러나 pulse 지속시간을 SR<sub>300</sub>, SR<sub>150</sub>, SR<sub>75</sub>로 감소시키게 되면 斷片(slice)내에 流入되는 혈류특성이 강조된다. 따라서 SR 영상은  $T_1$ 이 상당히 긴 부위나 액체의 존재 여부를 측정하는데 적당하며 IR 영상과 상호 비교 관찰하면 이 영상으로 조직의  $T_1$  값을

#### III. 결과 (기술적인 측면)

NMR 走査 결과 여러형태의 artifact 와 만나게 되었는데 영상의 중심부에 圓形 artifact 가 흑색으로 나타났으며 가끔 영상의 주변부에 線形 artifact 도 나타났다. 走査시 간헐적으로 영상의 좌측부분에 灰白質과 白質간의 대조도감소를 발견하였는데 이 artifact 는 磁場기울기 코일중 하나에서 결함을 발견하였다.

走査하는 동안 발생하는 환자의 微動은 영상의 blurring 을 초래하지만 많이 움직이게 되면 정보의 값이 떨어지거나 전혀 없게된다. 曲線形, 波形과 띠形狀의 artifact 는 初期 NMR 장치에서 빈발하였지만 Z-자장기울기를 추가한 결과 走査時 影像化 斷片外에 존재하는 조직의 영향이 감소되어 없어지기는 하였으나 上層으로 갈수록 자장의 불균등성이 증가하여 각 畫素의 값이 감소하였다. 그러나 SE 영상은 IR 영상보다 자장변화에 민감하지 못한것을 확인하였다.

斷片外에 위치할 수 있는 작은 金屬(안전핀, bra 의 고리等)이 존재할 경우 흑 또는 백색의 U字形 artifact 가 발생하였는데 斷片內에 금속집게, ventricular shunt 管이 있을 때에도 비슷한 artifact 가 발생하였다. 이외 noise, mottle, streaking 도 종종 발

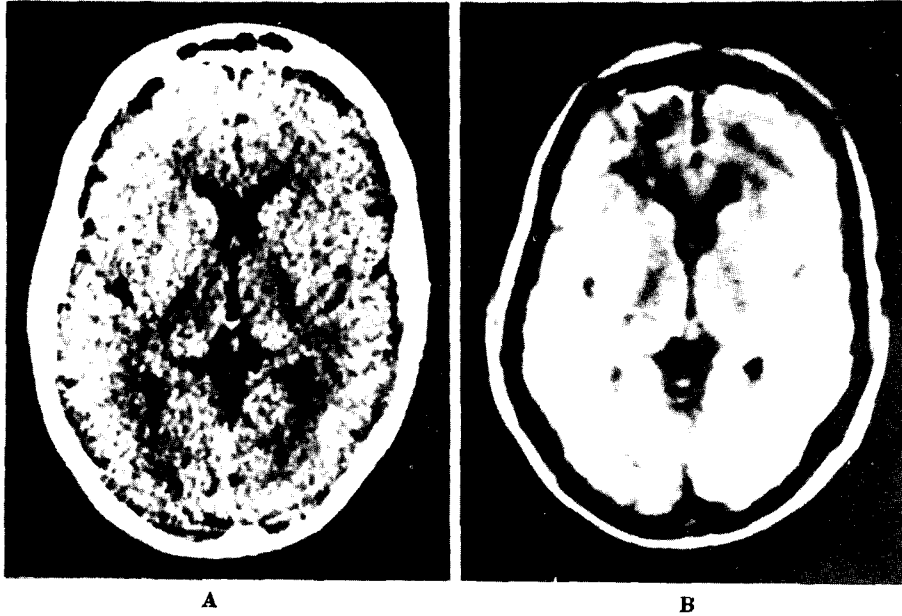


그림 1. 정상성인 腦의 腦室部位의 CT(A)와 SR<sub>1000</sub> 走査影像(49세 남자)의 비교

산출하는데 매우 유익하게 이용할 수 있다.<sup>5)</sup>

## 2) 반전회복(IR)영상

포화회복 영상과는 달리 1400 msec (pulse 지속시간) / 400 (pulse 주기시간, msec)의 반전회복영상은 회백질과 백질의 대조도가 월등하여 3 종류의 조직(회백질, 백질, CSF)을 구분하여 표시할 수 있다.<sup>6)</sup> 즉 백질은 short T<sub>1</sub>이므로 腦의 중심부에서 皮質下部에 걸쳐 흰색으로 나타내고 회백질은 long T<sub>1</sub>으로서 CSF와 백질에 둘러싸여 회색을 띄며 CSF는 very long T<sub>1</sub> 값을 지니고 있는 까닭에 검정색으로 나타난다(그림 2 A). 표 2는 IR-1400/400 영상에 나타나는 조직의 色調를 구분한 것이고 표 3은 정상 성인 10 명을 走査하여 얻은 뇌조직의 T<sub>1</sub> 값을 숫자로 정리한 것으로서 참고하기 바란다.

표 2. 조직의 색조(gray scale)

gray scal 준위	조 직
흰 색	皮下脂肪과 骨髓, 白質
회 색	灰白質과 筋肉
검 정 색	血管, 空氣, 皮質性骨, CSF

IR 영상은 CT 영상과 흡사한 점이 많이 있지만 대조도가 높은 회백질과 백질사이의 signal 이 낮은 皮

質性骨은 큰 차이점을 보인다. 다시 말해서 CT 는 두 가지의 조직(뇌와 CSF)을 구분하여 나타낼수 있는데 비하여 NMR 영상은 3 종류의 조직(회백질, 백질, CSF)을 識別할 수 있으므로 전체 영상의 적절한 대조도와 輝度를 얻기 위하여 window 준위와 폭을 선택하는데 많은 어려움이 따르게 된다. 즉 어떤 특정 부위를 display 하기 위하여 적절한 色調幅과 準位를 선택하여도 주위조직의 선예도가 적당하지 않을 경우가 있다.

표 3. 정상조직의 T<sub>1</sub> 값 (IR 1400/400)

조직 또는 액체		T <sub>1</sub> 값 (msec)
白 質	大鉗子 (forceps major)	240 ~ 350
	小鉗子 (forceps minor)	220 ~ 350
灰白質	尾狀核 (caudate nucleus)	440 ~ 590
	렌즈核 (lenticular nucleus)	380 ~ 480
	視 床 (thalamus)	340 ~ 410
	島皮質 (Insular cortex)	480 ~ 600
	大腦皮質 (cerebral cortex)	440 ~ 610
腦脊髓液 (CSF)		900~2000*

\* 上限值

CT에서의 不均等 容積 平均效果 (partial volume effect)는 주로 腦와 骨界面 또는 腦와 CSF 界面에

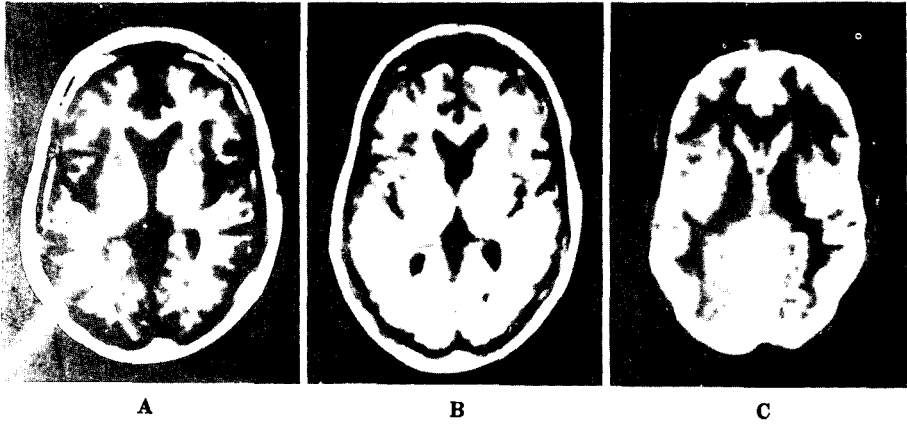


그림 2. 정상성인의 뇌실부 주사영상 (49세 남자). A. IR 2400/400 走査 (회백질과 백질의 대조도가 높다), B. IR 2400/800 走査 (대조도가 약간 감소), C. IR 1200/200 走査 (IR 1400/400 走査影像의 反對)

서 발생하듯이 IR 영상에서도 회백질과 백질의 계면에서 불균등 용적평균효과가 발생한다. 특히 회백질의 大腦溝 (cerebral sulci)에서 발생하는 불균등용적평균효과는 백질내에 long T<sub>1</sub> 부분이 있는 것 같이 보이기도 하며 胄에 의한 불균등 용적 평균효과는 斷片像에 나타난 腦를 黑色化시키기도 하지만 회백질과 백질의 대조도에는 큰 영향을 미치지 못한다. 단편영상 전체 중 CSF는 상대적으로 작은 면적을 차지하기 때문에 腦幹 (brain stem)에서 불균등 용적 평균효과가 발생하면 腦橋髓質連結部 (pontomedullary junction)는 上部髓質 (upper medulla)의 옆으로 검정曲線으로 보일수도 있고 腦橋中腦連結部 (pontomesencephalic junction)는 腦幹 (brain stem)의 한쪽으로 얇은 직선형 띠 모양으로 나타날 수 있다.

좌측 頭頂後頭部 또는 우측 前頭部의 확장으로 인한 비대칭적 半球現象 (hemisphere asymmetries) 들은 CT에서도 잘 표현되지만 NMR에서는 회백질과 백질의 대조도가 높기 때문에 皮質과 外皮膜을 선명하게 식별할 수가 있어 半球의 평행방향으로 전체적으로 약간 확장되어 CT에서 비대칭적인 식별이 불가능한 것도 구별이 가능하다.<sup>7)</sup>

CT의 大槽造影術 (cisternography)에서 腦幹주위의 해부학적 구조를 볼 수 있는 것과 같이<sup>8)</sup> NMR에서도 가능함은 물론 腦幹내 赤核 (red nucleus), 黑質 (substantia nigra), 腦橋 (pontine) 와 中腦核 (mesencephalic nuclei)의 灰白質까지도 구분가능하며 小腦 (cerebellum)와 後頭皮質 (occipital cortex) 사이의 경계면 역시 小腦回 (cerebella folia)와 後頭溝 (occi-

pital sulci)가 큰 차이를 나타내므로 잘 구분할 수가 있는 것이다.<sup>8)</sup>

IR 1400/400은 일반 진단 목적에 상용되는 영상 처리법이지만 특별한 경우 IR 1400/800과 IR 1200/200으로 변경 이용할 수도 있다. IR 2400/800영상은 상용하고 있는 IR 1400/400 영상보다 회백질과 백질간의 대조도는 상당히 감소하지만 회백질과 CSF의 차이를 잘 나타낼수가 있어 惡性腫瘍 (malignant tumor)과 腦水腫 (cerebral edema)과 같이 log T<sub>1</sub>값을 지닌 부위간의 차이를 강조하는데 이용한다 (그림 2B).

IR 1200/200 영상 (그림 2C)에서는 백질이 회색으로, 회백질은 흰색으로 역시 CSF는 흰색으로 나타나 IR 1400/400 (그림 2A) 영상과는 반대로 표시되지만 頭蓋骨의 外板과 內板은 수소밀도가 낮기 때문에 두 영상 모두에서 동일하게 검정색으로 표시된다. 이와 같이 반전회복 영상은 pulse 지속시간과 반복시간을 변경함으로써 대조도와 색조가 다른 영상을 얻게 된다. 만일 pulse 반복시간 즉 pulse 와 pulse 시간 간격이 斷片에 포함되는 조직의 평균 T<sub>1</sub>값보다 길게 되면 平均縱磁化가 처음의 180° pulse를 준후 pulse 반복시간내에 거의 평형상태로 회복하는 탓으로 斷片내에 포함되는 조직들의 총 시그널은 ⊖에서 ⊕로 커지게 되는 것이다 (그림 3). 그러나 pulse 반복시간 (τ)를 조직의 평균 T<sub>1</sub>값보다 짧게 한다면 平均縱磁化는 일부분만 회복되면서 시그널은 ⊖가 되기도 한다. 바꿔말해서 斷片을 선택한 후 총 시그널 중에서 ⊕, ⊖中點의 임계값은 0이 되는 것이다. 이 임계

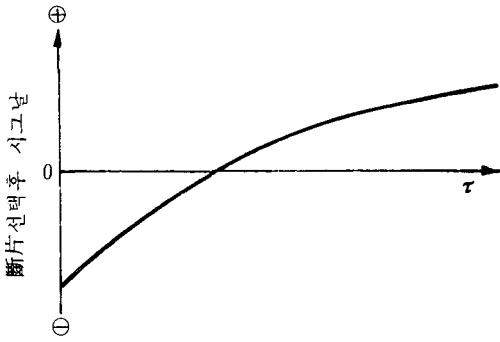


그림 3. IR 영상처리법에서 단편선택후  $\tau$ 에 따른 총 시그널의 변화

값은 斷片에 포함되어 있는 조직에 따라 달라지게 마련이지만 이와같이 영상재구성 처리 방법에 따라 임계값 이하의  $\tau$ 를 준 영상과 이상의  $\tau$ 를 준 영상과는 반대의 영상이 발생하게 되는 것이다. IR 1200/200 영상은 수소밀도가 낮으면서  $\log T_1$  인 조직을 구분하는데 많이 도움이 되며 (IR 1400/400 영상에서는 모두 검게 나타나 식별이 불가능하다).  $\log T_1$ 의 조직은 흰색으로, 수소밀도가 낮은 부위는 검게 보여 확실한 구분을 할 수 있는 것이다. 한편 IR 1400/400 영상에 **artefact**가 나타났을 때 이를 검사하는데도 이용하면 좋은 성과를 얻을 수가 있다.  $T_1$  영상인 SR, IR 영상에서 백질과 회백질의 불균등

용적 평균효과를 시험하여 본 결과 大腦皮質 (cerebral cortex)은 복잡하게 주름이 잡힌 모양을 하고 있을 뿐 아니라 두께도 5 mm 이하이기 때문에 斷片두께를 12 mm로 선택하였을 경우 회백질의 검출이 어렵게 되는데 이러한 현상은 백질과 CSF 사이에서도 동일하게 발생한다.

### 3) 스핀반향 (SE) 영상

그림 4는 SE 1040/20, SE 1080/40, SE 1160/80 영상인데 pulse 반복시간 ( $\tau$ )를 증가시킬수록 시그널 강도가 낮아지기 때문에 SE 영상은 noise가 많아진다 그림에서 보듯이  $\tau$ 를 20 msec로 하였을 때 백질과 회백의 대조도가 낮아졌지만 80 msec로 증가시키면 대조도가 높아지는 것을 알 수 있다. SR 또는 IR 영상은  $T_1$  영상인데 반하여 SE 영상은  $T_2$  영상으로서 short  $T_2$ 의 조직은 검정색으로, long  $T_2$ 의 조직은 흰색으로 나타난다 (IR 1400/400 영상은 long  $T_1$ 의 조직은 반대로 검은색으로 표시된다). 그림 4C에서 보듯이 회백질보다 short  $T_1$ 값을 갖는 백질은 회게 나타나는 것을 알 수 있다.

SE 1040/20 과 SE 1080/40 영상내에서 CSF가 腦보다 검게 표시되지만 SE 1160/80 영상에서는 이와는 반대로 밝게 표현된다. 그 까닭을 설명하여 보면 CSF와 腦는 數值的으로 거의 동일한 양자밀도를 지니고 있고 평형상태에서 縱磁化成分이 비슷하지만 CSF의  $T_1$ 은 백질 또는 회백질보다 월등히 길기때문

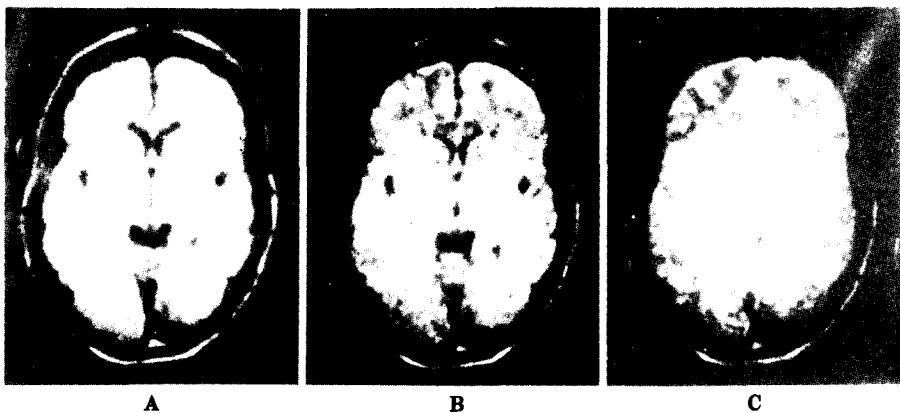


그림 4. 정상성인 腦의 腦室部位의 SE 영상

A. SF1040/20 영상, B. SE 1080/40, C. SE 1160/80 영상 (SE 영상에서  $\tau$ 를 20 msec (A)에서 80 msec (C)로 증가시키면 백질·회백질의 대조도는 증가하지만 그만큼 noise가 늘어난다)

에 CSF는 평형상태로의 縱磁化 회복이 뇌보다 훨씬 늦다. 이와 같이 CSF의 縱磁化가 뇌보다 낮은 상태에서  $90^\circ$  pulse를 부여하게 된다. CSF의  $T_2$ 가 뇌의  $T_2$ 보다 상당히 길기는 하지만 CSF의 橫磁化는 뇌보다 월등하게 서서히 감쇄한다(그림 5). 스핀방향 영상내 어떤 하나의 pixel이 갖는 값은 반향시간에서의 횡자화 성분과 비례하는 까닭으로 이 작으면 CSF의 pixel 값은 뇌보다 크지만  $\tau$ 를 증가시키면 그 양상은 반대로 되기 때문에 영상의 色調도 逆이 되는 것이다.

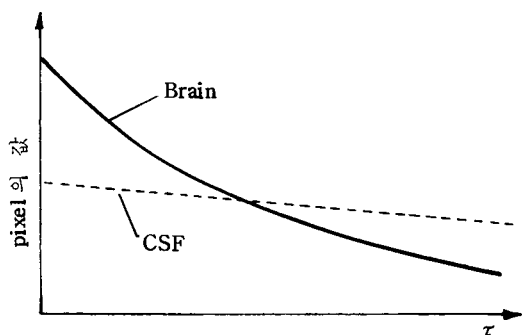


그림 5. SE 영상처리법을 이용하였을 때의 뇌와 CSF의 pixel 값의 변화

$\tau$ 를 길게 한 SE 영상은 急性 또는 腦水腫(cerebral edema)과 같은 場所占有性病變의 진단에 이용하면 좋은 결과를 얻을 수가 있다. 그림 6은 반전회복(IR), 포화회복(SR)과 스핀반향(SE)의 영상인 그림 1, 2, 4를 한데 묶어 비교하기 쉽게 배열한 것이다.

#### 4) sagittal 과 coronal 영상

그림 7은 IR 1400/400 영상 처리법에 의한 sagittal 과 coronal 走査影象이다. 회백질, 백질의 대조도는 transverse 走査에서와 동일하게 나타나지만 noise가 약간 증가된다. sagittal 走査는 주로 腦幹(brain stem)을 비롯한 大腦鎌주위를 관찰하고자 할 때 이용하여 深在性病變의 해부학적 상관관계를 보고자 할 때에는 coronal scan을 통상 이용한다.

그림 8은 5세와 9세의 소아를 IR 1400/400 영상 처리법으로 走査한 영상으로서 소아의 경우 기울기 자장 (gradient field)을 증가시켜 고해상도의 영상을 얻을 수 있다. 髓鞘形成(myelination)이 成人보다는 소아의 경우 훨씬 작지만 고해상도의 영상을 얻은 결과 9세 소아가 5세 소아보다 큰 것을 알 수 있다.

### V. NMR 病變影象

병변 영상의 관독은 방사선 전문의가 행하는 것이므로 자세한 내용은 생략하고 각 질환에 따른 NMR 영상과 CT 영상의 비교도 만들 나열하였으니 참고하기 바란다(약간의 설명을 부가 하였다).

### VI. NMR 징후와 영상해독

연구 결과를 근거로 하여 NMR 징후와 영상 해독에 관한 試案을 정리하였다(표 4), IR 1400/400 走査는 short  $T_1$ (백질), long  $T_1$ (회백질), very long  $T_1$ (CSF)로 구분하여 초점을 맞추었고 이때 묘사되는 병변도 구분하였다(표 5). 각 병변의  $T_1$  값의 변

표 4. 기본적인 NMR 징후

走査方法	초점을 이루는 징후
반전회복(IR) 주사	$T_1$ 의 변화 백질 - 회백질 대조도 저하 백질( $T_1$ )내 광범성 또는 다병소성 증가 회백질( $T_1$ )내 광범성 또는 다병소성 증가 백질, 회백질 또는 양측의 無營養發育不全 또는 파괴 腫瘍效果과 變位(mass effect) 水頭症(hydrocephalus)
스핀반향(SE) 주사	$T_2$ 의 증가 수소밀도의 증가
포화회복(SR) 주사	$T_1$ 의 과도증가 혈류효과

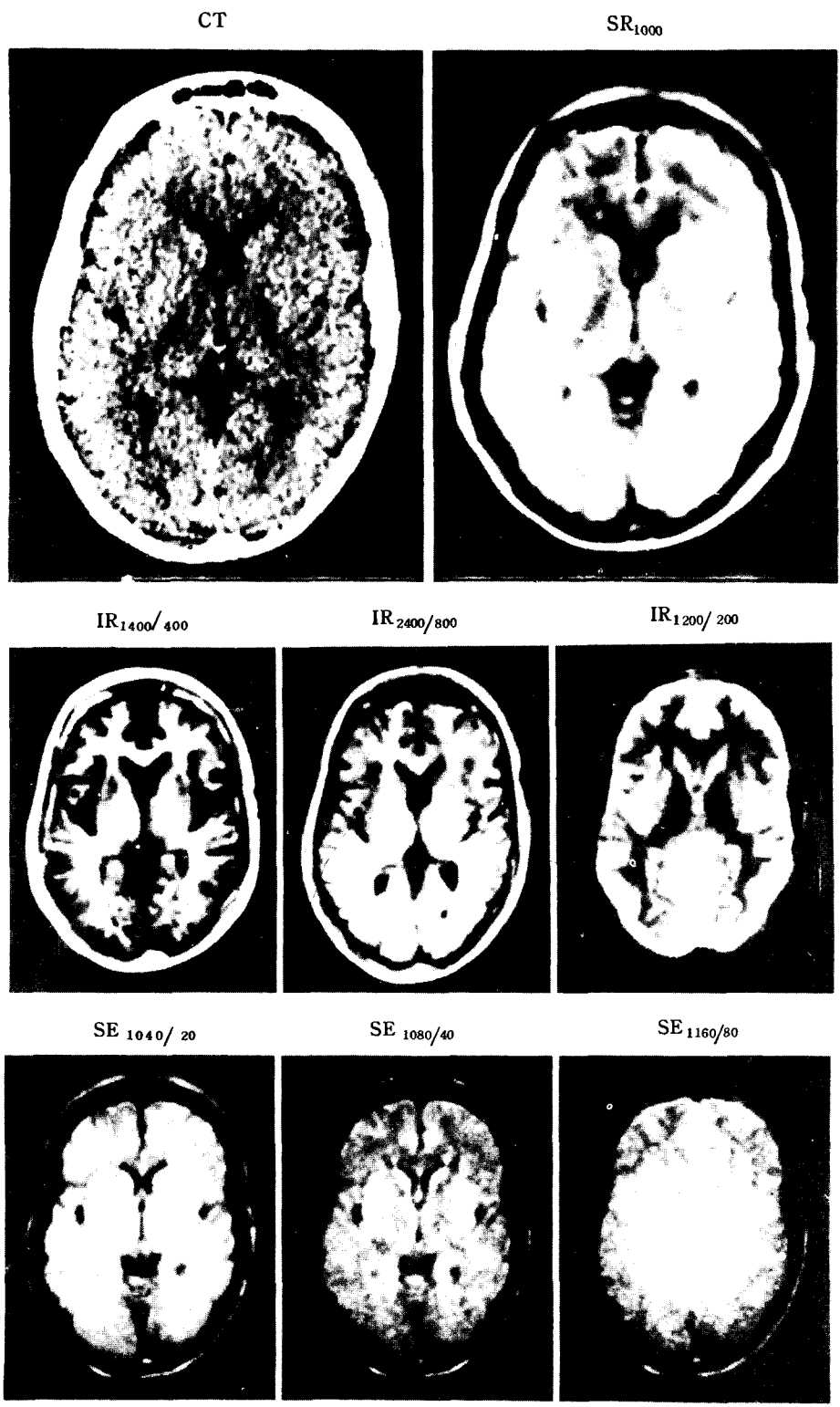
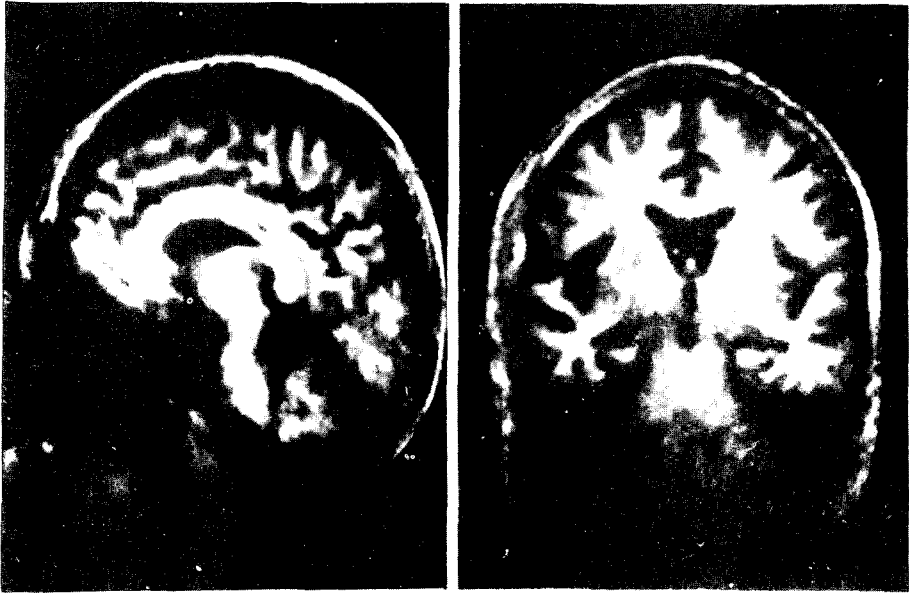


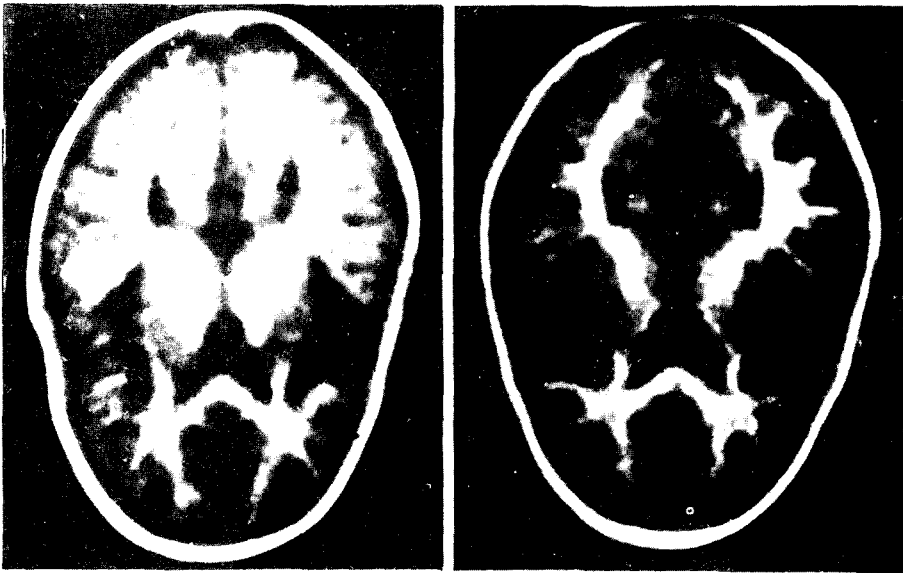
그림 6. 동일 환자, 동일부위의 영상처리법에 따른 영상변화도



A

B

그림 7. IR<sub>1400/400</sub> 영상처리를 이용한 정상성인 sagittal (A), coronal (B) 영상



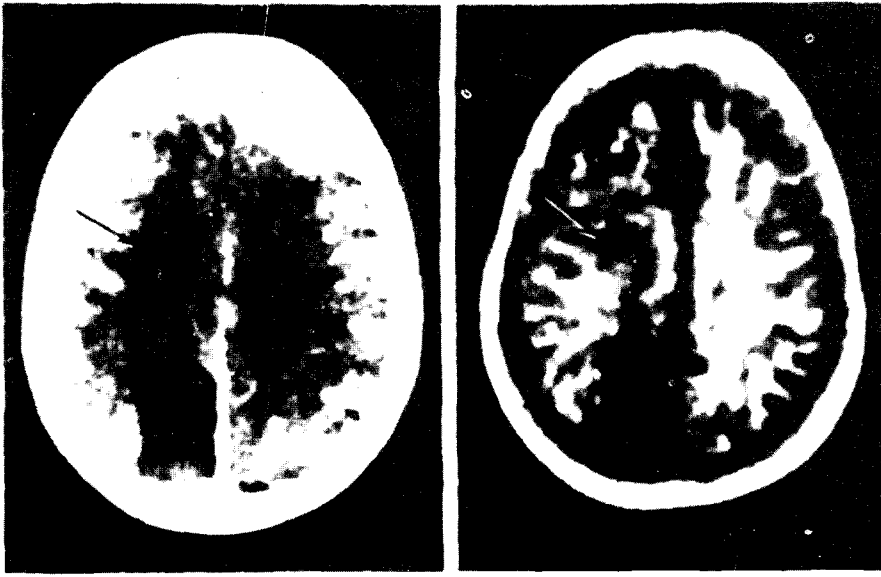
A

B

그림 8. 5세 (A) 와 9세 소아 (B) 정상뇌의 IR<sub>1400/400</sub> 走査影像

A보다 B가 백질의 대조도가 증가하였지만 성인보다는 작은 것을 관찰할 수 있다.





A

B

그림 9. 急性硬塞 (acute infarction) A. 조영증강 CT 영상, B. IR<sub>1400/400</sub> 영상 (後頭部の 硬塞이 양쪽 영상에서 잘 나타나고 있으나 左半球내 백질-회백질 대조도 저하가 NMR 영상에 보인다)

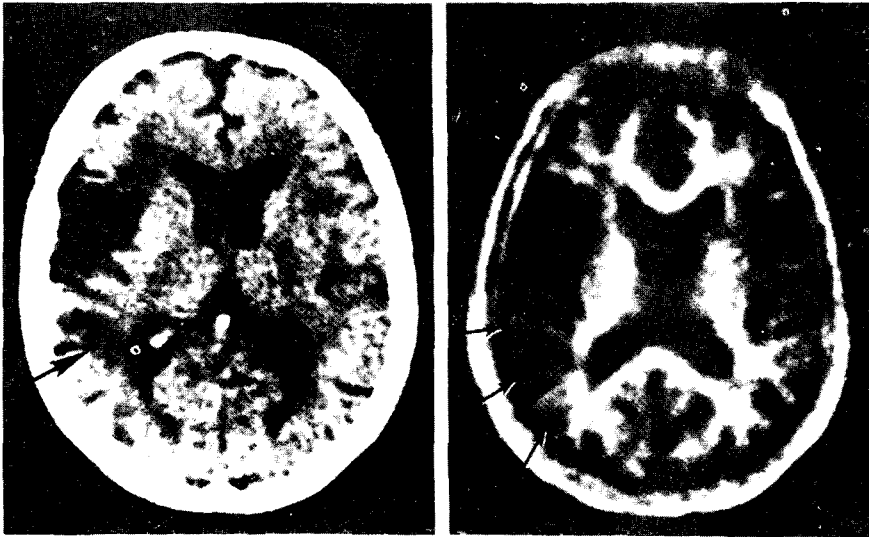


A

B

C

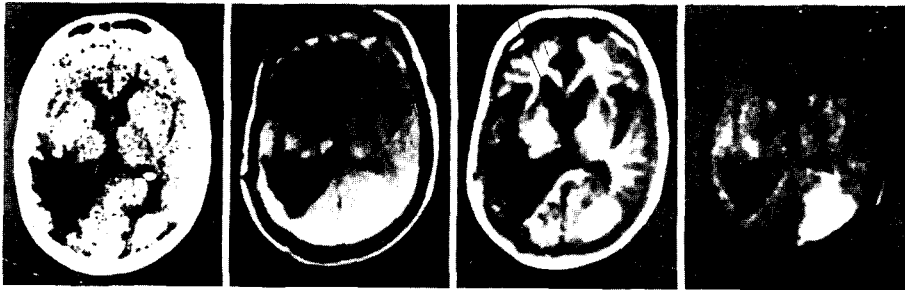
그림 10. 急性硬塞 (acute infarction)의 CT 영상 (A), IR<sub>1400/400</sub> 영상 (B), SE<sub>1080/40</sub> 영상 (C), NMR의 走査法이 같더라도 連續 pulse의 변경으로 영상도 변화한다



A

B

그림 11. 慢性硬塞 (chronic infarction) A) CT 영상, B) IR<sub>1400/400</sub> (대부분의 경색증은 T<sub>1</sub>값이 길게 나타난다)



A

B

C

D

그림 12. 腦質內出血 (intracerebral hemorrhage). A. CT. B. SR<sub>1000</sub>. C. IR<sub>1400/400</sub>. D. SE<sub>1080/40</sub> (出血部와 浮腫이 우측에 보이며 좌측에 囊腫이 보인다)

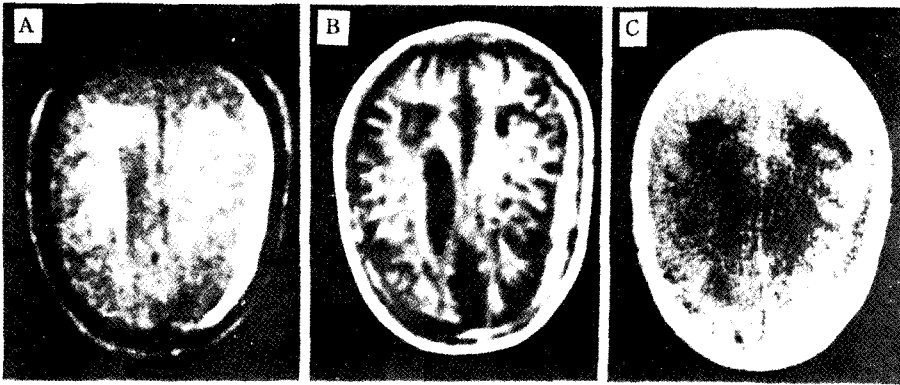


그림 13. 硬膜下出血 (subdural hemorrhage) A. CT, B. IR<sub>1400/400</sub>, C. SE<sub>1080/40</sub>  
(뇌손상, 뇌출혈, 腫塊效果가 NMR 에서 선명히 나타난다)

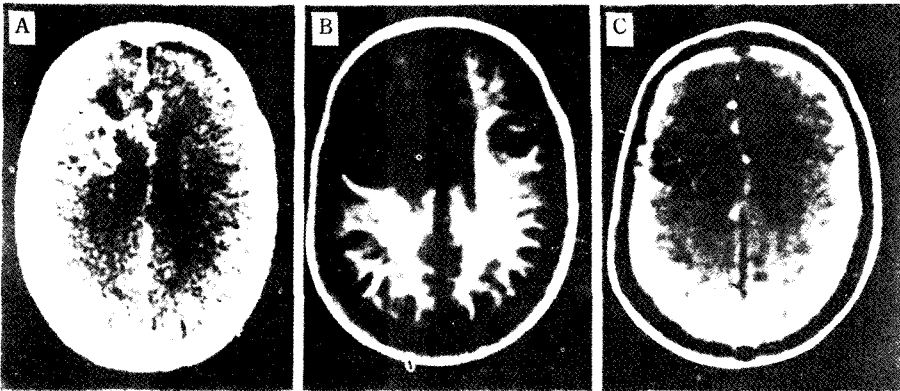


그림 14. 動靜脈畸形 (Arteriovenous malformation) A. 조영증강 CT, B. IR<sub>1400/400</sub>  
C. SR<sub>300</sub> (IR<sub>1400/400</sub> 의 경우 동정맥기형부가 T<sub>1</sub> 값이 길게 나타나며 SR<sub>300</sub> 에서는 斷片내로 진입하는 혈관을 볼 수 있으며 양쪽 영상에서 병변부가 백질-회백질 계조도 저하가 나타났다)

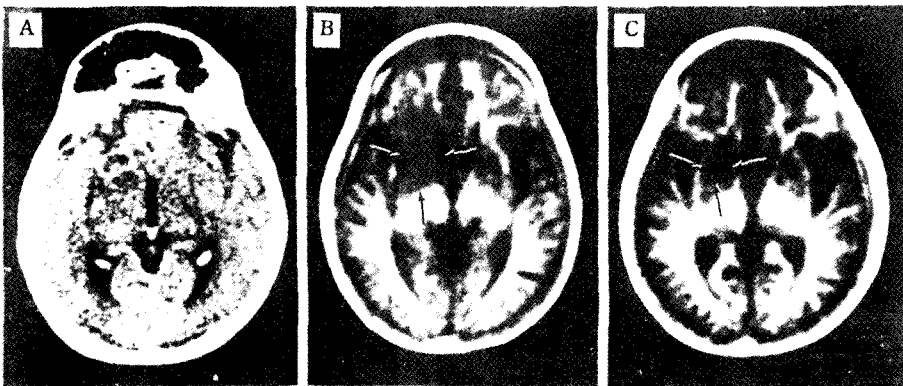
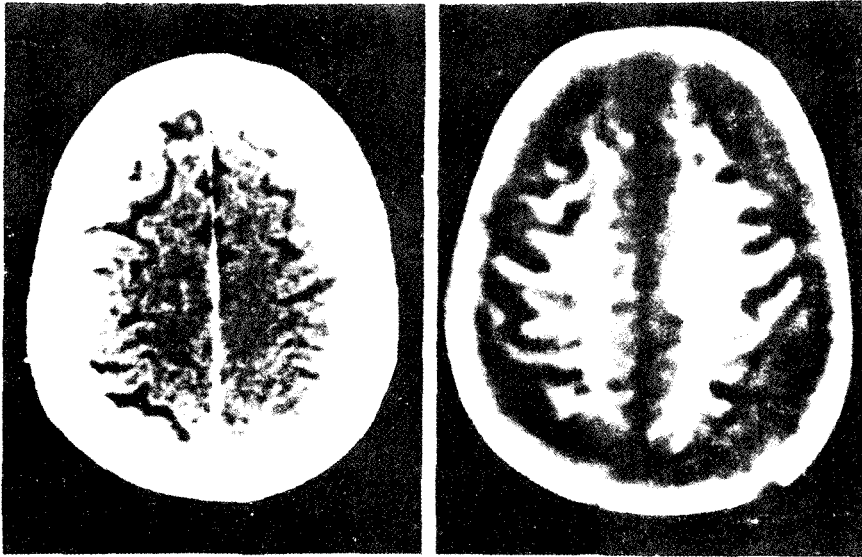


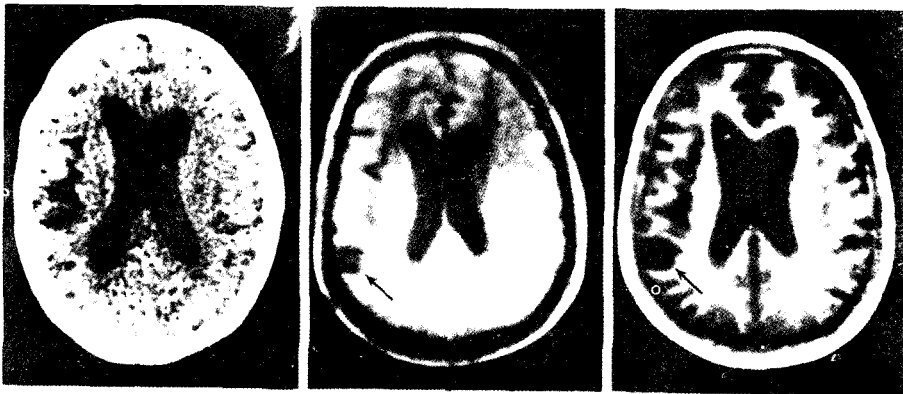
그림 15. 結核性膿瘍 (tuberculous abscess) A. 조영증강 CT, B. IR<sub>1400/400</sub>, C. IR<sub>1400/400</sub> 의 7 개월후의 追跡走査 (결핵성농양부가 long T<sub>1</sub>으로 나타나며 종괴가 뚜렷히 보일뿐 아니라 chemotherapy 후 추적주사시 치료경과를 알수 있다)



A

B

그림 16. 수술후의 硬膜下蓄膿 (subdural empyema) A. 조영증강 CT, B. IR<sub>1400/400</sub> (CT 영상에서는 우측으로 腦溝압박이 나타났으나 원인불명이었으나 NMR에서 잔존하는 액을 잘 나타낸다)



A

B

C

그림 17. 神經梅毒 (neurosyphilis) A. CT, B. SR<sub>1000</sub>, C. IR<sub>1400/400</sub> 前葉의 내측과 좌측의 鳥皮負쪽 회백질 대조도 저하가 나타났으며 側頭部에 硬塞이 보인다 (화살표)

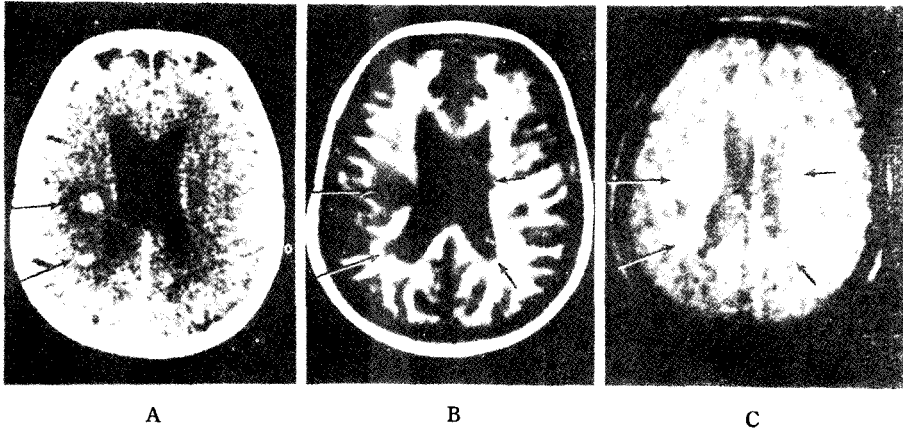


그림 18. 多發性 硬化症 (multiple sclerosis) A. 조영증강 CT, B. IR<sub>1400/400</sub>, C. SE<sub>1080/40</sub>  
 (조영증강 CT와 NMR 모두에서 병변부(큰화살표)가 나타나지만 작은 병변(작은 화살표)은 NMR에서만 보이고 있다)

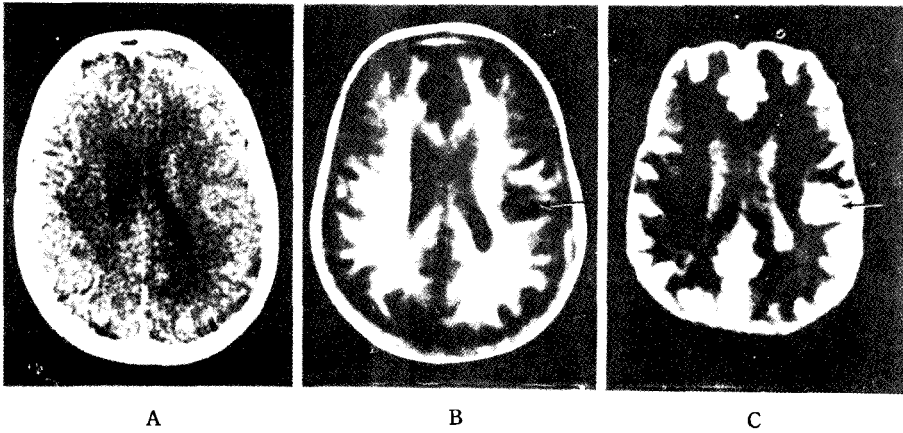
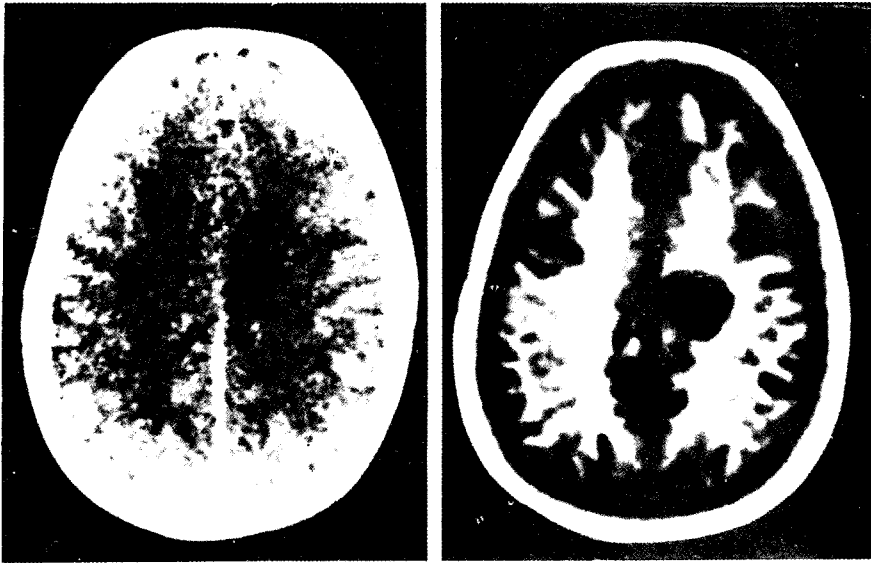
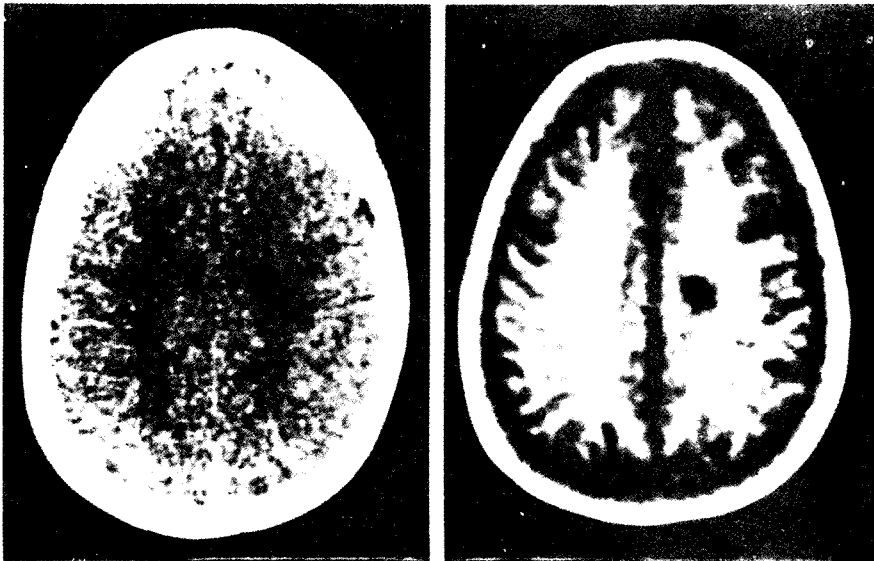


그림 19. 空間占有病巢 (space-occupying lesion) A. CT, B. IR<sub>1400/400</sub>, C. IR<sub>1200/200</sub>  
 (CT 영상에서 側腦室의 變位난을 관찰할 수 있지만 IR 走査의 경우 long T<sub>1</sub>부 (화살표)에 의한 것으로 나타났다)



A

B



C

D

그림 20. 急性 多發性 硬化症 (acute multiple sclerosis) A. 1 차 조영증강 CT, B. IR<sub>1400/400</sub>  
 (CT 영상 (A)에서는 X-선감약이 낮은 부위가 약간 보이지만 NMR (B)에서는 병변부위가 확실히 나타난다) C. 치료후 2차의 CT, D. IR<sub>1400/400</sub>. (NMR (B와 D)에서는 병변부의 크기가 다른것을 확실하게 관측할 수 있다)

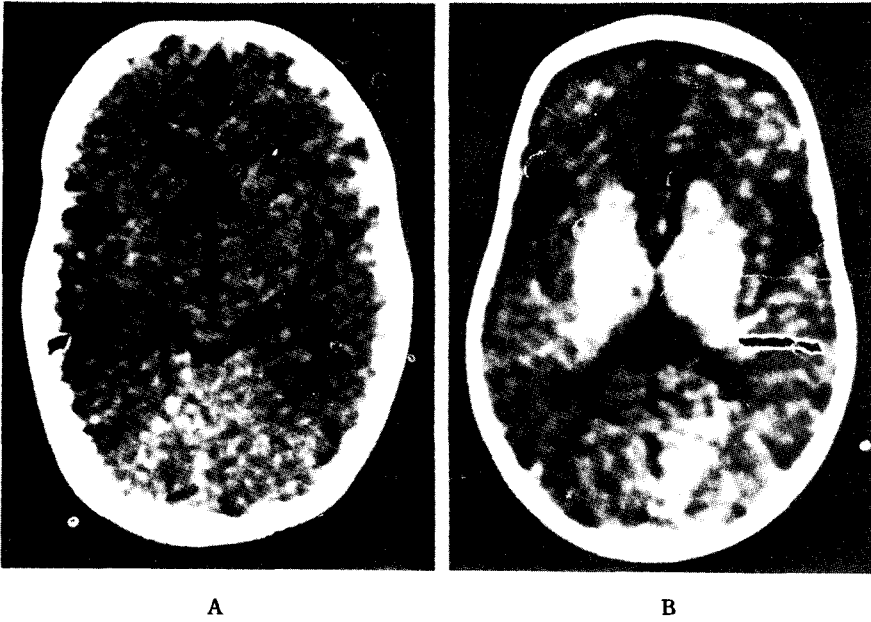


그림 21. 생후 7 주의 幼兒의 CT (A)와 NMR (NMR 영상에서만 백질을 뇌의 중앙부에서 관측할 수 있다)

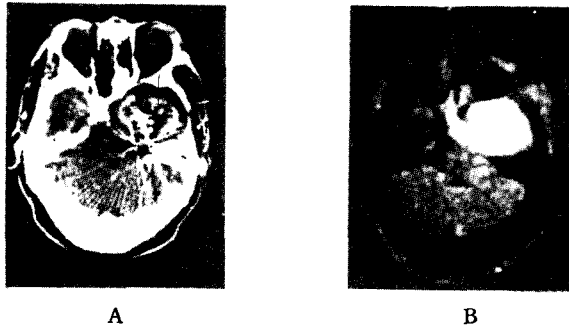


그림 22. A. CT, B. NMR (CT에서는 斷片内に 위치한 금속에 의한 artifact로 인하여 병변부를 확인하기 어려우나 NMR은 금속의 영향을 받지 않아 확실한 정보를 제공할 수 있다)

표 5. T<sub>1</sub> 변화에 따른 病因

T <sub>1</sub> 의 길이	原 因
short (백질)	出血(急性), 血塊
long (회백질)	梗塞, 出血(慢性), 動靜脈 畸形, 膿瘍, 脫髓疾患, 浮腫, 腫瘍
very long (CSF)	囊腫, 硬膜下水腫

표 6. T<sub>2</sub> 변화에 따른 病因

硬 塞
出 血
脫髓疾患
腦浮腫
腫瘍

표 7. 포화회복 (SR) 走査시의 변화

변 化	원 인
수소밀도의 증가 (뇌의 상대적증가)	出血, 急性硬塞, 浮腫, 腫瘍
long 또는 very long T <sub>1</sub>	慢性硬塞, 腫瘍, 硬膜下水腫, 囊腫

화는 不特定の이었기 때문에 병리학적으로 구분하는데 다른 인자들도 고찰할 필요성이 있었다. SE走査는 T<sub>2</sub> 증가에 초점을 두었으며 묘사할 수 있는 여러 종류의 병리적 현상을 표 6에 분류하였으나 이들 역시 SR 走査를 시행할 경우 약간의 변동성이 있었다 (표 7).

腦浮腫 (cerebral edema), 硬塞 (infarction), 損傷 (trauma)과 sturge-weber 疾患의 경우 백질-회백질 대조도 저하가 발생하며 백질내 T<sub>1</sub>의 廣範性 또는 多病巢性증가는 多發性 硬化症과 Binswanger病으로, 회백질내 T<sub>1</sub>의 광범성 또는 다병소성 증가인때는 Huntington 無 病과 wilson 病으로 볼 수 있다.

腫塊效果 (mass effect) 또는 종괴의 變位는 CT와 비슷하게 묘사되지만 백질-회백질의 계면의 변화가 해부학적 변위가 기준이 되고 後頭窩내 腦幹과 小腦의 계면을 볼 수 있다는 것은 가치있는 것이다. 또한 sagittal, coronal 영상을 동시에 관측할 수 있으므로 종괴변위측정의 정확성을 기할 수 있다.

水頭症 역시 CT와 비슷하게 나타나며 뇌실 주위 浮腫을 제외하고는 SE 走査를 시행하면 월등한 영상을 얻을 수 있다.

## VII. NMR의 상대적인 장점

CT와 기타 영상시스템과 상대적인 NMR영상의 특징을 기술한다.

NMR 영상은 백질-회백질 대조도가 높다는 점은 기본적으로 중요한 것이다. 제 3 또는 제 4세대의 CT장치의 향상으로도 백질-회백질의 대조도를 증가시킬수 있지만 NMR의 대조도 준위는 視覺的인 면에서는 CT와 동일하지만 NMR은 腫瘍의 반응효과에 의하여 표현 된다는 점에서 크게 다르다고 할 수 있다. 또한 影像化된 斷片내에 소량의 뼈가 있다고 가정할때 불균등 용적 평균 효과로 인하여 CT영상은 뇌척수액과 뇌의 경계면이 불명료해지는 것이 특징이지만 NMR은 bone artifact가 없으므로 뼈에 의한 불균등 용적 평균효과의 영향을 받지 않는다는 것을 의미한다.

연속 pulse의 다변성도 NMR의 특징중의 하나다. IR 1400/400 走査方法이 일반적인 것이지만 T<sub>1</sub>이 긴 부위를 관찰할때는 IR 2400/800으로, 수소밀도가 낮은 부위중 T<sub>1</sub>값이 긴 부위를 구별하고자 할 때는 IR 1200/200으로 변경시킬 수가 있다. SE走査를 시행하면 이러한 차이를 더욱 다양화 할 수 있으며 SR 走査影像으로는 血流測定이 가능하다.

sagittal, coronal 영상을 동시에 얻는것도 NMR의 장점으로서 횡단증상으로 식별이 어려운 椎間圓板 脫出症, 腦脊髓疾患, 大腦鎌을 기준으로 한 해부학적 표현은 sagittal 영상을 동시에 얻으므로 인하여 정확한 많은 정보를 제공하게 된다.

NMR은 다양한 병리학적 변화에 높은 반응성을 가지고 있다. 脫髓의 白質은 T<sub>1</sub> 값이 증가하는데 이것이 脫髓性疾患만을 검출하는데만은 중요한 것이 아니지만 탈수성 질환의 병리학적 전개를 여러형태로 관측할 수 있는데 주요한 정보를 제공한다. 즉 出血의 경우 浮腫, 感染, 惡性腫瘍, 變質性變化등의 식별이 가능하다. SE의 경우 腦水腫변화에 아주 예민하다.

NMR이 危害성이 없다는 점은 小兒의 검사에도 무리없이 적용할 수 있을 뿐 아니라 반복되는 추적검사



도 부담없이 실시할 수 있는 장점이 있다.<sup>9,10)</sup>

NMR 영상은 骨明細度가 낮은것이 특징이다. 그렇지만 骨의 석회화 되지 않은 부위는 NMR 도 잘 표현될 수 있지만 그 외 어떠한 질환에 동반되는 骨의變化를 관찰하려면 다른 영상시스템을 이용하여야 한다. 또한 NMR의 공간해상능이 낮기 때문에 明細性이 요구되는 작은 動脈瘤의 경우에도 혈관 조영술을 추가 시행하여 보완해야한다. 마찬가지로 腦下垂體窩도 고해상능의 CT를 이용하는 편이 월등하다. 혈액과 뇌의 계면을 명확하게 하기 위하여 CT에서 요오드화합물의 조영제를 주사하여 대조도 증강을 시도하고 있는데 NMR 역시 molecular oxygen, ferric chloride, manganese 등과 같은 常磁性體를 이용하여 스핀-래티스 이완시간을 증강시킨다. 앞으로 NMR을 위한 조영제의 개발과 적절한 조영제의 출현이 예상된다.

NMR 장치의 가격은 CT와 비슷하거나 높은 편이다. 현 단계에서 NMR은 한 斷片당 走査時間이 4.2분으로서 상당히 늦지만 동시에 여러 斷片을 제공할 수 있는 장치가 개발되었으나 더욱 발전상태에 있으므로 큰 어려움은 없으리라 생각된다.

NMR은 위해성이 없고 髓膨出現像을 묘사하는 능력이 있기 때문에 소아의 뇌성숙을 평가하는데 이용할 수 있지만 장시간 후에 발생할 수도 있는 위해의 가능성을 염두에 두고 조심성 있게 검사 의뢰를 해야 할 것이다. 소아에서 빈발하는 白質異營養症과 X-선 감약이 낮은 병변의 경우 NMR을 이용할 수 있다는것은 매우 가치가 있는 것이다. 浮腫變化에 대한 SE 走査의 감도는 상당히 예민하여 CT에서 제한되었던 無酸素性 貧血에 의한 腦損傷의 평가에 도움이 된다.

결과적으로 CT는 NMR의 출현에 크나큰 자극제 구실을 하였다. 상기와 같이 광역의 질환을 표현하는 NMR의 특징을 CT와 직접 斷片대 斷片으로 비교 하는 것보다는 질환대 질환으로 구별하여 각각의 특징과 적절한 응용을 평가 하는것이 옳을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 金健中, 朴璟鎭: 核磁氣 共鳴시스템, 大韓放射線士協會誌, 第15卷, 第1號, 1983: 205-238
2. Bydder GM, et al: Clinical NMR Imaging of the Brain: 140 cases, AJNR, September/October 1982; 459-480
3. Doyle FH, Gore JC, Pennock JM: Imaging of the brain by nuclear magnetic resonance, Lancet, 1981; 2: 53-57
4. Young IR, Burl M, Clarke GJ: Magnetic resonance properties of hydrogen: imaging the posterior fossa, AJR, 1981: 895-901
5. Doyle FH, Pennock JM, Banks LM: Nuclear magnetic resonance(NMR) imaging of the liver, AJR, 1982; 138: 193-200
6. Young IR, Bailes DR, Collins AG, Gilderdale DJ: Image options in NMR. In: Witcofski RL, Karstaedt N, Partain CL, eds. NMR imaging. Winston-Salem: Bowman Gray School of Medicine, 1982; 93-100
7. Le May M, Kido DK: Asymmetries of the cerebral hemisphere on computed tomograms, J Comput Assist Tomogr, 2, 1978; 476-471
8. Steele JR, Hoffman JC: Brainstem evaluation with CT cisternography, AJR, 1981; 136: 287-292
9. Budinger TF: Nuclear magnetic resonance (NMR) in vivo studies, Known threshold for health effects, J Comput Assist Tomogr, 1981; 5: 800-811
10. Saunders RD: The biological hazards of NMR In: Witcofski RL, Karstaedt N, Partain CL, des. Wiston-Salem: Bowman Gray School of Medicine, 1982: 65-71