

안와병변의 진단에 있어서 STIR 영상과 Spin Echo 영상의 비교연구

울산대학교 의과대학 진단방사선과학교실

최수나미·이 호 규·서 대 철

- Abstract -

Comparative Study of STIR Image with SE Image in Diagnosis of the Orbital Disease

Soo Na Mi Choi, M.D., Ho Kyu Lee, M.D., Dae Chul Suh, M.D.

Department of Diagnostic Radiology, Asan Medical Center University of Ulsan College of Medicine

To evaluate the efficacy of STIR(short tau inversion recovery) image in the diagnosis of orbital diseases, we compared the STIR images with conventional SE(spin-echo) images in 17 patients. The fat signal was reliably nulled at inversion time of approximately 160-170 msec in all cases.

We analyzed all the cases in the aspects of the detection of lesion and the lesion-to-back ground contrast retrospectively.

Regarding lesion, the detection rates of STIR, T1 and T2-weighted images were 89, 88 and 83% respectively.

In the aspect of lesion-to-background contrast, the contrast ratios of STIR and T1, T2-weighted image were 87% and 64, 56%, respectively.

In conclusion, STIR images were similar to T1-and T2-weighted images in the detection of lesion, but superior in the aspect of lesion-to-background contrast.

So the STIR images may be a useful adjunct to conventional SE images for the diagnosis of orbital disease.

Index Words: Orbit, MRI 228.1214

Orbit, hemangioma 228.382

Orbit, benign others 228.369

서 론

안와내의 주요기관들 사이는 지방조직으로 채워져 있어 spin echo 기법으로는 T1강조영상에서의 지방의 고신호 강도 및 지방과 물의 경계면에서 나타나는 chemical shift artifact로 인해 안와내 병변진단에 상당한 어려움을 주어왔기 때문에 지방의 신호를 없애기 위한 여러방법들이 개발되어 왔고 STIR 기법(short tau inversion recovery)은 그중 하나이다. STIR는 Inversion Time

(TI)을 짧게하여 조직간의 영점(null point) 즉 신호가 0이 되기까지 걸리는 시간에 맞춘 후 곧바로 90° pulse를 가함으로써 원하는 조직의 신호를(여기서는 지방조직) 선택적으로 저하시켜 병변의 대조도를 높이는 기술의 하나이다. 이러한 STIR 기법의 특징때문에 안와내의 염증, 신생물, 외상을 비롯한 모든 종류의 병변의 진단에 있어서의 유용성이 잘 알려져 있으나 시행하는데 있어서 일부 제한점들로 인하여 널리 시행되지는 못하고 있다. 저자들은 본원에서 시행한 18예의 안와질환의 MRI에서 STIR영상과 SE영상을 비교분석하고 그 효용도를 알아

보았다.

대상 및 방법

1989-1992년까지 안과적 혹은 다른 신경학적 증상으로 안와의 MRI를 시행한 환자중 STIR영상을 얻었던 총 17명의 환자를 대상으로 하였다. 성별분포는 여자 9명, 남자 8명, 연령분포는 3개월부터 60세(평균 29세)였다. 자기공명영상기기는 1.5T Signa system(General Electrics, U.S.A.) 기종을 사용하였고 STIR영상의 경우 반복시간(이하 TR) 1500-2000msec, 에코시간(이하 TE) 20-30msec, 반전시간(이하 TI) 160-170msec로 하였고, spin echo 방법은 T1 강조영상에서 TR 600-700msec, TE 20-25msec로 하여 Gd-DTPA에 의한 조영증강 전후영상을 모두 얻었으며 T2강조영상에서 TR 2500msec, TE 80msec로 하여 영상을 얻었다. 환자에 따라 축상면상 혹은 축상면상 및 관상면상을 얻었으나 동일한 비교를 위해 축상면상만을 분석 대상으로 하였고 SE영상과 STIR영상 각각에서 시야(FOV)는 16-20 cm, 절편 두께(thickness)는 3-6mm, 절편 간격은 1-3 mm로 각각 다양하였으며 matrix 크기 역시 SE, STIR 영상의 구분없이 256×192 혹은 256×128 이었다. 여기 횡수(number of excitation)는 각각 1회 혹은 2회였다. 18예의 병변안중 2예에서 외과적으로 진단되었으며 이 중 1예는 우안적출술 후(enucleation) 망막배아종(retinoblastoma)으로 확진되었고 다른 1예는 수술소견상 우안의 내직근(medial rectus muscle)이 우안내벽에 유착되어 있었던 경우였다. 나머지 16예는 임상증상 및 방사선학적 소견으로 진단하였고 혈관종(hemangioma) 4안, 가성종양(pseudotumor) 2안, 시신경교종(optic nerve glioma) 2안, 시신경염(neuritis) 1안, 증식성 일차 초자체 잔류(persistent hypertrophic primary vitreous) 1안, 경막 동정맥 기형(dural arteriovenous malformation) 1안, 수막종(meningioma) 1안, Coat 씨병 1안, 미상(unknown) 3안이었고 17명중 1명만 양안의 병변이었고 그외에는 모두 단일안 병변 환자였다.

MR 영상의 분석은 병변을 안구부, 후구부 및 시신경부로 나누어 STIR 및 SE영상 각각에서의 발견율(detection)을 비교하고 다음으로 병변과 병변주위조직 간의 대조도(lesion-to-background contrast)를 1, 2, 3등급(grade)으로 나누어 각부위에서의 평균값을 비교하였다. 안구부는 spin-echo 기법으로는 fat과 water에 의한 chemical shift artifact의 영향을 받을 수 있으므로

STIR technique이 장점이 있는지를 알아보기 위하여 구분하여 비교하였다. 발견율은 육안적으로 병변을 발견할 수 있는지를 결정한 후 총 병변에 대한 각 sequence에 있어서의 병변이 발견되었던 레를 %로 표시하였고, 등급은 대조도가 아주 낮아 병소를 찾아낼 수 없었거나 구별이 어려웠던 경우를 Grade 1(low), 주위 조직과 신호강도의 현저한 대조를 보여 용이하게 구분할 수 있었던 경우를 Grade 3(high)으로 하였고 Grade 2는 Grade 1과 Grade 3의 중간등급으로 판정하였다.

결 과

총 18안와병변은 위치별로, 안구부 병변 3안 후구부 병변 10안 시신경부 병변 5안이었다.

안구부 병변에서의 병변의 발견율은 T1강조영상에서 67%, T2강조영상에서 100%, 및 STIR영상에서 67%였다(Table 1). 총 3예중 Coat's disease 1예에서 저신호강도를 보이는 작은 병소가 후방막부에서 돌출되어 있어 고신호강도의 초자체와 대조되는 T2강조영상에서만 확인할 수 있었으며, 나머지는 각각 망막배아종과 증식성 일차 초자체 잔류의 레로서 병변의 크기가 크거나 경계가 분명하여 세 sequence에서 모두 쉽게 발견한 수 있었다(Fig. 1).

시신경을 제외한 후구부 병변 경우 대부분이 혈관종, 가성종양으로서 병소의 크기가 크고 명확하면서 주변 지방조직이 현저한 고신호를 보이는 T1강조영상에서 저신호강도를, 지방이 저신호 및 암신호(dark signal)를 보이는 T2강조영상과 STIR영상에서는 현저한 고신호강도를 나타내어(Fig. 2) 10예에서의 발견율은 동일하게 높아 세 sequence에서 90%였다(Table 1).

이중 병소를 발견할 수 없었던 예로는 T2강조영상 및 STIR영상에서는 좌안구의 후측 경계를 따라 환형선상의

Table 1. Detection of Lesion.

| | T1WI | T2WI | STIR |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Ocular(n=3) | 2 | 3 | 2 |
| Retrobulbar(n=10) | 9 | 9 | 9 |
| Optic nerve(n=5) | 5 | 3 | 5 |
| Total (nm=18) | 16 *(89%) | 15 *(83%) | 16 *(89%) |

* detection ratio = $\frac{\text{total number}}{18}$

18

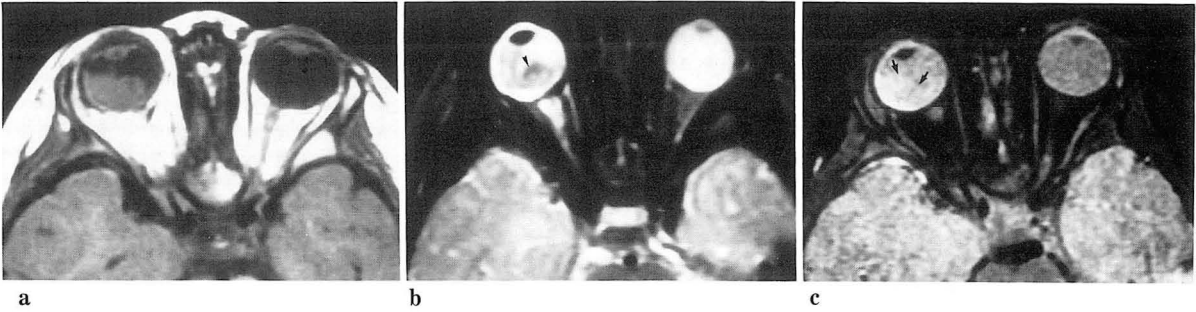


Fig. 1. 18-month old female with retinoblastoma of right eyeball.a. T1-weighted image(600/20) showed right intraocular mass.
b. T2-weighted image (2500/80) revealed retrobulbar tumor extension along the optic nerve. Note intratumoral calcification(arrowhead).
c. STIR image(1500/20/170) showed only a faintly increased signal intensity of the mass in right eyeball (arrows).
Contrast between the tumor and the viterous was inferior to SE image(a,b).



Fig. 2. 9-year old male with hemangioma.
a. T1-weighted image(600/20) showed a retrobulbar mass just behind the left eyeball.
b. T2-weighted image(2500/80) showed hyperintense mass.
c. STIR (1500/20/170) reveale more conspicuous and hyperintense mass than that of T2WI (b).

고신호 병변이 보였으나 T1강조영상에서 후구부 지방의 고신호와 겹쳐 구별이 안되었던 경우와 다른 한례에서 우안 내직근이 주위 조직과 심한유착이 있었던 경우로 T1강조영상에서는 안와 내측으로 불균질한 저신호강도를 보이는 병소가 지방의 고신호강도와 대조되어 잘 보였으나 T2강조영상과 STIR영상에서는 병변 및 주위 지방과 근육조직이 모두 비슷한 정도의 동등 내지는 저신호강도를 보여 구분이 명확하지 않았다.

시신경부 병변 5예에서, T1강조영상과 STIR영상에서 발견을 100%였고 T2강조영상에서는 60%로였다(Table 1)(Fig. 3). T2강조영상에서 병변을 발견하지 못하였던 예는시신경염으로생각하는환자에서, T1강조영상및 STIR 영상에서 좌측 시신경의 전반적인 비후와 신호강도의 증가가 관찰되었으나 T2강조영상에서는 주위지방 및 근육조

Table 2. Grade of Lesion to-background Contrast

| | T1WI | T2WI | STIR |
|-------------|-----------|----------|-----------|
| Ocular | 2 | 2.3 | 2 |
| Retrobulbar | 1.8 | 1.7 | 2.8 |
| Optic nerve | 2 | 1 | 3 |
| Total | 5.8*(64%) | 5 *(56%) | 7.8*(87%) |

Grade 1=low, Grade 2=intermediate, Grade 3=high

* contrast ratio = $\frac{\text{total number}}{9}$

직과 비슷한 정도의 중등신호강도를 보여 병소가 확실히 구분되지 않았었던 경우와 우측에 인공안구를 삽입한 다른 1예에서 신경절단면의 국소적 비후 및 신호증강이 역



Fig. 3. T1-weighted image(700/25) showed fusiform enlargement of the bilateral optic nerve(asterisk). Periorbital CSF space was hypointense.

b. T2-weighted image(2500/80) revealed good differentiation between nerve and periorbital CSF space.

c. STIR image(1700/20/60) revealed excellent suppression of orbital fat which increases contrast between optic nerve lesion and surrounding fat.

However, periorbital CSF space was not well differentiated from optic nerve itself.

시 T2강조영상에서 병변과 주위 지방의 비교적 동등한 신호로 인해 잘 구분되지 않았던 경우이다.

대조도(lesion-to-background contrast)에 있어서는 억제된 지방신호와 비교하여 대부분의 병변이 현저한 고신호로 나타나는 STIR영상이 SE영상보다 우수하였으며 특히 후구부와 시신경부에서 각각 평균 Grade 2.8, Grade 3으로 높았다(Table 2)(Fig. 1-3).

안구부 병변에서는 STIR영상에서 초자체와 병변이 모두 고신호로 보여 SE영상보다 우수한 점은 없었다.

고 찰

안와(orbit)에 사용하는 지방신호 억제 기법에는 short tau inversion recovery(STIR), Frequency-Selective Presaturation(Chem, Sat), Dixon and Chopper기법, hybrid 기법 등으로 다양한데 이중 STIR는 가장 보편적으로 사용되는 방법이다(1, 3, 6-8).

STIR기법의 특징은 초기에 180° RF pulse를 가함으로써 원하는 조직의 신호를 선택적으로 없애는 것으로 180° RF pulse를 처음에 가하여 시간에 따른 수직축 방향의 자화(longitudinal magnetization 이하 Mz)를 모두 양의방향 $+Z$ 에서 음의방향 $-Z$ 으로 바꾼 후 RF pulse를 끊으면 Mz이 평형상태(equilibrium state)로 도달하기 위해 다시 양의 방향으로 회복되다가 방향이 $-Z$ 에서 $+Z$ 으로 바뀌면서 그 값이 0이 되는데 이때를 영점(null point)이라고 한다. 이때 다시 90° pulse를 가하여 Mz를 모두 수평축 방향의 자화(Mxy)로 바꾸어 고식적 SE영상과 동일한 방법으로 신호를 얻게되면 원하는 조직은

Mz이 0이므로 신호가 없어지고 이완정도가 지방과 다른 그 외의 조직은 신호를 얻을 수 있게 된다. 그러므로 반전시간(TI, for the time of inversion)을 원하는 조직의 영점(null point)에 맞추어야 하며 이때 영점은 T1값의 약 69%에 해당하고 자기장의 세기에도 영향을 받는다. 지방조직의 T1은 아주 짧기 때문에(1.5T 자장에서 약 250msec) 지방의 null point는 1.5T 자장에서 약 172, 5msec(250×0.69)이고 실제로 저자들의 사례에서도 TI를 160-170msec로 하여 지방의 신호를 효과적으로 억제할 수 있었다(1, 4, 5, 8-10).

안구 후구부의 대부분은 지방조직이므로 물을 함유하고 있는 안와내의 다른 조직과 T1 및 T2 이완시간에 유의한 차이가 있어 반전시간 T1를 이와 같이 조절하여 지방신호를 억제했을때 다른 조직은 비교적 고신호를 보이게 되므로 대조도를 높일 수 있게 된다. 저자들의 사례에서도 STIR영상에서 지방을 제외한 안와내의 대부분의 병변이 현저한 고신호를 나타냄을 확인할 수 있었다. 그리고 특히 시신경부 병변의 경우 STIR영상에서 발견을 및 대조도가 현저히 높았다는 점은 이 부위에서의 STIR영상의 유용성을 강조했던 Barkhof, Johnson(2,7) 등의 보고와 일치하였다. 그러나 STIR영상의 제약성에 대해 Atlas(1) 등이 관찰한 것과 동일하게 시신경질환의 경우 시신경과 시신경초와의 구분은 T2강조영상에서 STIR영상보다 훨씬 우수하였다(Fig. 3).

본 연구결과로 대조도에 있어서 STIR영상이 우수하나 STIR영상과 비교하여 병변의 발견율의 향상은 없었다. 또한 Tien(10)등이 안와병변에서 STIR영상의 의의에 대해 보고한 것처럼 지방억제 영상만으로는 지방이 포함된 병변의 경우 놓칠 수 있고 T1강조영상을 얻음으로써

T1 단축을 보이는 단백질함유액(proteinaceous fluid)이나 메트헤모글로빈(methemoglobin)등을 더욱 확실히 확인할 수 있고, 조영검사를 병행하여 병변에 대한 정보를 더욱 정확히 얻을 수 있는 장점이 있으므로 STIR영상은 SE영상에 보조적으로 시행하는 것이 좋을 것으로 보인다.

본 연구의 몇가지 제약으로는 절편의 두께가 sequence에 따라 일정하지 않았던 점, 전례에서 공통으로 시행한 축상면만을 비교대상으로 하였기 때문에 시상면 및 관상면상에서의 비교가 제외된 점, Gd-DTPA 조영증강 후 SE영상과의 비교가 없었던 점 및 3 sequence간의 대조도 분석에 있어서 객관적 비교의 미흡 등을 들 수 있다.

Wehrli, Atlas등은 STIR영상을 얻을 때 비교적 긴 TE를 사용하면 대부분의 병변에서 T1 및 T2 이완시간이 길므로 이론적으로는 병변의 신호가 더욱 증가하게 되며 대조도의 상승효과를 얻어 병변을 보다 쉽게 발견할 수 있을 것이라고 하였는데(9, 1), 저자들의 사례에서는 TE를 20msec로 고정하여 이와같은 사실을 확인할 수는 없었으나 차후 검사에 적용해 볼 수 있을 것으로 생각된다. STIR 기법은 실시하기 간편하고 다른 지방억제기법보다 불균질한 자장에 의한 영향을 덜 받는다는 이점이 있으나(10), TR이 1800-2000msec 정도로 길면서 추가로 TI를 설정해야 하기 때문에 영상을 얻는데 시간이 오래 걸리고 분해과정의 혈종(resolving hematoma)처럼 지방과 비슷한 정도의 T1을 가진 조직의 신호가 같이 억제된다는 점 등의 단점이 있고(13) 특히 안와의 시신경 병변의 진단에 있어서 중요한 조영증강 영상을 얻을 수 없다는 제약이 있다. 따라서 최근에는 조영증강을 검할 수 있는 Chem Sat 또는 Chopper 기법등을 많이 사용한다(12). 그러나 STIR영상은 대조도의 증가효과 외에도 상용 SE영상에서 나타나는 chemical shift artifact를 없앴으로써 시신경, 근육 등의 보다 정확한 해부학적 경계를 알 수 있게 해주는 이점이 있으므로 상용 SE영상에 추가로 실시함으로써 저자들의 사례에서와 같이 안와, 특히 후구부 및 시신경 병변의 진단에 있어서 효용성이 클 것으로 생각된다(7, 14-16).

결론적으로 STIR영상은 병변의 발견(detection)에 있어서는 상용 SE영상과 그 효용도가 비슷하지만 대조도(lesion-to-background)에 있어서 훨씬 우수하기 때문에 STIR 영상을 추가로 시행함으로써 안와병변의 진단을 보다 효율적으로 할 수 있을 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. Atlas SW, Grossman RI, Hackney DB, Goldberg HI, Bilaniuk LT, Zimmerman RA. STIR MR imaging of the orbit. *AJR* 1988;151:1025-1030
2. Dwyer AJ, Frank JA, Sank VJ, Renig JW, Hickey AM, Doppman JL. Short-TI inversion-recovery pulse sequence: Analysis and initial experience in cancer imaging. *Radiology* 1988;168:827-836
3. Smith FW, Parker HS, Forester J, Redpath TW. MR imaging of the orbit and eye using inversion recovery sequence. *Radiology* 1985;161:235
4. Johnson G, Muller DH, MacManus D, et al. STIR sequence in NMR imaging of the optic nerve. *Neuroradiology* 1987;29:238-245
5. Bydder GM, Young IR. MR imaging: Clinical use of the inversion recovery sequence. *J Comput Assist Tomogr.* 1985;8:585-587
6. Flekenstein JL, Archer BT, Barker BA, Vaughan JT, Parkey RW, Preshock RM. Fast Short-Tau Inversion-Recovery MR Imaging. *Radiology* 1991;179:499-504
7. Curry TS, Dowdey JE, Murry JR RC. Christensen's Physics of Diagnostic Radiology 4th ed. Pennsylvania: Lea & Febiger 1990;493-496
8. Wehli FO, MacFall JR. MR imaging: Clinical use of the inversion recovery sequence. *J Computer Assist Tomogr.* 1985;157:573
9. Tien RD. Fat-suppression MR imaging in neuroradiology: Techniques and clinical application. *AJR* 1992;158:369-379
10. Barkhof B, Scheltens RH, Valk J, Waalewiz C, Litehaag BMJ, Polman CH. MR assesment of optic neuritis in a case of neuromyelitis optica using Gadolinium-"enhanced" STIR imaging. *Neuroradiology* 1991;33:70-71
11. Tien RD, Chu PK, Hesselink JR, Szumowski J. Intra and paraorbital lesions: Value of fat-suppression MR imaging with paramagnetic contrast enhancement. *AJNR* 1991;12:245-253
12. Barakos JA, Dillin WP, Chew WM. Orbit, skull base, and pharynx: Contrast enhanced fat suppression MR imaging. *Radiology* 1991;179:191-198

13. Dalley RW, Maravilla KR, Cohen W. Optimization of MR imaging for extracranial head and neck lesions: Comparison of multiple pulse sequence and gadolinium(abstr). Radiology 1989; 173(p):251
14. Mitchell DG, Vinitiski S, Rifkin MD, et al. Sampling band width and fat suppression: Effects on long TR/TE MR imaging of the abdomen and pelvis at 1.5T. AJR 1989;153:419-425
15. Simon J, Szumowski J, Totterman S, et al. Fat-suppression MR imaging of the orbit. AJNR 1988;9:961-968
16. Daniels DL, Kneeland JB, Shimakawa A. MR imaging of the optic nerve sheath: Correcting the chemical shift misregistration effect. AJNR 1986;7:249-253