

## Multi-echo 法による SE 画像の定量的解析の試み

—正常ヒト眼窩・眼球内組織における検討—(図5, 表1)

能勢 晴美\* ・本村 幸子\* ・坪井 一穂\*\*  
 能勢 忠男\*\*\* ・本間 一弘\*\*\*\*

\*筑波大学臨床医学系眼科  
 \*\*筑波大学附属病院眼科  
 \*\*\*筑波大学臨床医学系脳神経外科  
 \*\*\*\*工業技術院機械技術研究所

Quantitative Analysis of Multiple Spin Echo  
MRI of Normal Human Orbit

Harumi Nose\*, Sachiko Honmura\*, Kazuho Tsuboi\*\*

Tadao Nose\*\*\* and Kazuhiro Honma\*\*\*\*

\*Department of Ophthalmology, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

\*\*Department of Ophthalmology, University Hospital, University of Tsukuba

\*\*\*Department of Neurological Surgery, Institute of Clinical Medicine, University of Tsukuba

\*\*\*\*Mechanical Engineering Laboratory, Agency of Industrial Service and Technology

## 要 約

MRI の解読をより簡便にするためにその定量的な解析法を試みた。SE, multi-echo 法にて撮像した正常眼窩部の MRI において各エコータイム (Te) 毎に水晶体、硝子体、視神経、外眼筋の画面上の明るさを計測し、同時に計測した眼窩脂肪組織の明るさとの比を求めてその Te における相対輝度とし、各組織毎に相対輝度の Te による変化を模式化して検討した。その結果各組織の相対輝度には再現性があること、そしてまたその相対輝度の推移の様式の違いから組織の鑑別が可能であることがわかり、SE 像の解析を行う上で本法は有用であることが考えられた。(日眼 92:1859-1863, 1988)

キーワード：磁気共鳴画像, SE, multi-echo 法, T2強調画像, 定量的解析, 相対輝度

## Abstract

In MRI, because of a lack of the absolute gray scale, it is impossible to compare image intensity. We introduced a new method to analyze multiple spin echo MRIs. The intensity was measured in intra-orbital organs, i.e., lens, vitreous, optic nerve, extra-ocular muscles, as well as intraorbital fat tissue. Then the relative value of the intensity of each tissue against that of fat tissue was calculated in the same image in multiple spin echo MRIs and these values were plotted against the change of echo time. This pattern was examined in normal intra-orbital organs. Patterns for each organ showed good reproducibility, indicating the reliability of this method for the quantitative diagnosis of intra-orbital lesions. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 92:1859-1863, 1988)

Key words: MRI, Multiple spin echo method, T2 weighted image, Quantitative analysis

別刷請求先：305 茨城県つくば市天王台1-1-1 筑波大学臨床医学系眼科 能勢 晴美  
 (昭和63年7月18日受付, 昭和63年9月5日改訂受理)

Reprint requests to: Harumi Nose, M.D. Dept. of Ophthalmol., Institute of Clinical Med., Univ. of Tsukuba  
 1-1-1 Tennodai, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken 305, Japan

(Received July 18, 1988 and accepted in revised form September 5, 1988)

## I 緒 言

MRIは組織診断の可能性のある新しい画像診断法として近年眼科領域においてもその臨床応用が広く行われつつある。

しかしながら、MRIでは1つ1つの画像のもつ意味の解釈が容易ではないことに加えて、その画像表示の特殊性から撮像条件が異なるとそこに表示される画像も異なってくるため、各像を単純に比較して検討することができないという読影上の欠点がある。

そこで我々は、この欠点を補いMRIの読影をより簡便にするために、multi-echo法を用いたSE画像(T2強調画像)において眼窩内正常組織のT2緩和様式を定量的に解析することを試み、その臨床的有用性について検討を加えたので報告する。

## II 画像解析方法

使用した装置は日立製の常伝導MRI装置G-10で静磁場強度0.15Tである。撮影野は25.6cm、256×256マトリックス(表示は512×512)で、画像再構成は二次元フーリエ変換法であり、空間分解能は2mm以下である。スライス厚は10mmを用いた。

頭蓋内疾患を疑いSE、multi-echo法にて撮像したMRIのうち、眼窩部が描出されてその細部が判読できるものを正常対象例とした。繰り返し時間(Tr)は2,000msecとし、エコータイム(Te)は比較的症例数の多かった40、80、120msec(14例18眼)、および40、120、200msec(10例19眼)のものを選んで計測した。

定量解析に当たっては本装置のROI処理機能を用いて、各々の例において各Te毎に眼窩内脂肪組織、水晶体、硝子体、外眼筋、視神経のMRIの画面上の明るさを計測し、脂肪組織に対する各標的組織の明るさの数値の比を求めてそのTeにおける相対輝度とした。更に各組織における相対輝度のTeによる変化を模式化して検討した。

## III 結 果

図1にはTe=40、80、120msecで撮像した正常眼窩部SE、multi-echo像を、また図2にはTe=40、120、200msecの像の例を示す。これらの像から測定し計算した各組織における相対輝度の平均値ならびに標準偏差値を表1に示す。また、これらの数値をグラフに表わしたものが図3である。

水晶体は120msecまでは脂肪組織に対する輝度をほぼ一定に保って比較的暗い組織として表現される。一方硝子体は時間の経過と共にその明るさが著明に増加し、120msecで脂肪組織のそれとほぼ同じになり、200msecではその2倍近くになる。また外眼筋と視神経は似通った値を示し時間と共に下降する傾向を見せるが、外眼筋がそのまま下降を続けるのに反し、視神経は120msecから再び上昇する傾向を示す。

このように相対輝度の推移は各組織により異なり、図3からも明らかなようにこの解析法により組織の鑑別は可能であると考えられた。

以上の結果から各組織のT2緩和曲線を想定したのが図4である。硝子体が長いT2値を持ち、水晶体のそ



図1 正常眼窩部MRI(1)SE、multi-echo法によるT2強調画像(Tr=2,000msec, Te=40、80、120msec)

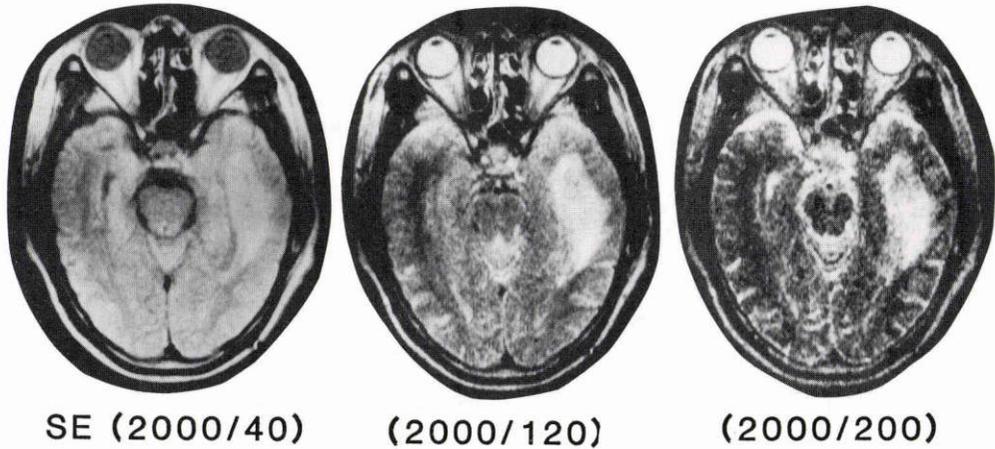


図2 正常眼窩部 MRI (2) (Tr=2,000msec, Te=40, 120, 200msec)

表1 正常眼窩内組織の相対輝度

Te	40 msec	80 msec	120 msec	200 msec
部位				
水晶体	0.43±0.05 (n=29)	0.45±0.08 (n=20)	0.56±0.12 (n=35)	0.90±0.13 (n=11)
硝子体	0.51±0.03 (n=47)	0.74±0.06 (n=28)	1.00±0.10 (n=47)	1.77±0.14 (n=17)
外眼筋	0.76±0.06 (n=41)	0.68±0.08 (n=24)	0.58±0.10 (n=41)	0.47±0.08 (n=14)
視神経	0.79±0.07 (n=42)	0.74±0.07 (n=27)	0.75±0.09 (n=39)	0.95±0.11 (n=13)

これは短いことがよく示されている。

#### IV 考 察

MRIにおいてはX線CTのHaunsfield Unitに相当するものがなく、その画像表示に際しては画面上最もintensityの強い部分がgray scale上最も明るくなるように設定されている。そのため、同一組織であってもその撮像条件により画像でのintensityが異なり、単純に各像を比較できないという読影上の欠点がある。

そこで著者らは、MRIの読影をより簡便化する方法としてその定量的解析を行うことを考えた。

図5にSE法のパルス・シーケンスを示すが、multi-echo法ではこの過程において任意の数点でエコーを捉えて撮像し、異なった緩和過程にあるT2強調画像を得ることができる<sup>2)~4)</sup>。この方法によれば各々の組織間のT2緩和様式の差をよく捉えることができ、延いては身体各組織のT2緩和様式を推察する

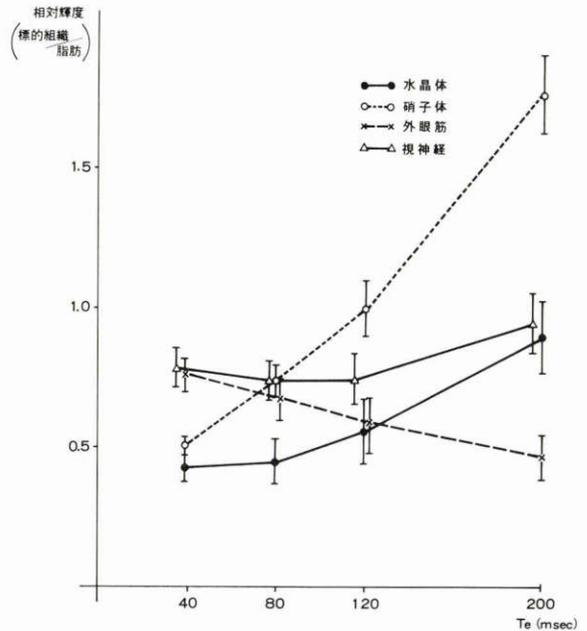


図3 正常眼窩内組織の相対輝度、Teによる変化を示す。

ことによりその組織の性状を診断し得るという利点を有している。

眼窩内はT2緩和時間の短い水晶体からかなり長い硝子体まで小さな組織が混在し、しかも眼窩内で大きな容積を占める脂肪組織が中等度に強い信号を出すために病変の読影が困難であることが多い。そのような場合に種々の条件を変えて撮像することはより多くの情報を得るためにも必要であるが時間がかかりすぎる

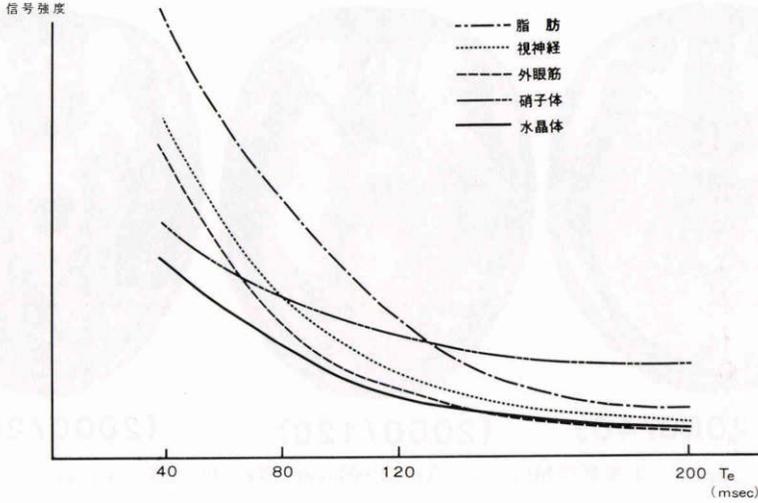


図4 正常眼窩内組織の T2緩和曲線の模式図

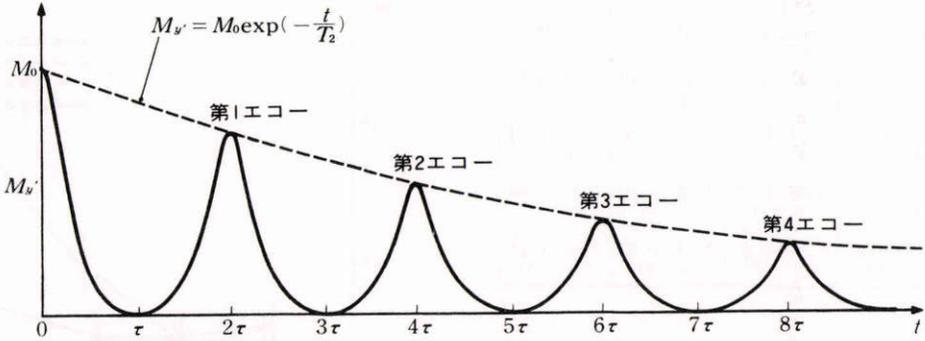


図5 SE法のパルス・シーケンス (真野勇: NMR 診断法—基礎から臨床まで—, 秀潤社, 1984年より引用)

という欠点がある。そこで、multi-echo 法が時間の節約にもなり、定量的解析も行えて便利である。

Multi-echo 法では rephasing 現象が起こることが知られている。これは一種の artifact であるが、Kucharczyk ら<sup>5)</sup>によれば rephasing は血管のような流れ(あるいは動き)のある組織の MRI では起こり得るが静止した流れのない組織ではほとんど見られなかったという。今回は正常例のみを対象としたためこの影響は特に考慮に加えなかった。今後血流量の豊富な腫瘍や血管の異常を伴う病変の定量的解析を試みる場合には改めて考慮する必要があると考える。

今回のような方法で定量的解析を行う場合には相対輝度の基準となるべき組織を定めなければならない。理想的にはある程度の容積を持った純粋な水があればよいが、眼窩内ではこれは望めない。眼窩内において

は脂肪組織の占める割合が大きく、しかも常にかなり強い信号を出しているためこれを基準組織とすることにした。MRI の画像での輝度はその画像内の組織緩和時間に比例しているため脂肪組織に対する各組織の比を算出すればこの値は同じ条件で得られた値と比較することが可能である。

著者の一人能勢(忠)<sup>6)</sup>は、正常者の脳白質および頭蓋内腫瘍組織について髄液を基準とした定量的解析を試み、良好な結果を得ている。すなわち、正常白質においては再現性を認め、脳腫瘍、特に glioma では悪性、良性の間に明らかな差を認め組織診断における有用性が示唆されたとしている。

Te に関しては今回は症例数の多かった 40, 80, 120 msec 及び 40, 120, 200 msec の画像について検討を加えたが、眼窩部の定量的解析に至適な Te ならびに Tr

についての検討は行っていない。画像としては図1、図2にみるようにTeの短い図1の方が優れているように見える。

また図3から外眼筋と視神経との区別は遅いエコータイムにおいてより明確にできるような結果が得られた。これは遅いエコータイムでは図1および図2で見ると像がやや不鮮明になるために視神経のように細い組織の輝度の計測が十分に正確であったとはいえないことに起因すると思われる。表1にみるような遅いエコータイムでは偏差値が大きいことからもうなずけることである。このことから画面上で占める面積の小さな組織(部位)におけるこの解析法の難しさが示唆され、今後の課題と考える。

今後は眼球内・眼窩内病変についても定量的解析を試み、組織診断における有用性につき検討を加えていく予定である。

本論文の要旨は、第10回日本磁気共鳴医学会大会において発表した。

#### 文 献

- 1) 真野 勇：NMR 診断法—基礎から臨床まで—。秀潤社，東京，1984。
- 2) Kneeland JB, Knowles RJ, Cahill PT: Multi-section multi-echo pulse magnetic resonance techniques: Optimization in a clinical setting. *Radiology* 155: 159—162, 1985.
- 3) Feinberg DA, Mills CM, Posin JP, et al: Multiple spin-echo magnetic resonance imaging. *Radiology* 155: 437—442, 1985.
- 4) Kadota T, Harada K, Kozuka T: NMR intensity equation for multiple spin echo method and measurements of relaxation times and spin density. *NMR 医学* 6: 267—273, 1987.
- 5) Kucharczyk W, Brant-Zawadzki M, Lemme-Plaghos L, et al: MR technology: Effect of even-echo rephasing on calculated T2 values and T2 images. *Radiology* 157: 95—101, 1985.
- 6) 樋口 修, 坪井康次, 能勢忠男他: 脳腫瘍の Multiple spin echo MRI による解析—Relative T2 relaxation pattern の導入—。映像情報 (M) 20: 37—41, 1988.