

Title	Proton MR Spectroscopy (MRS) の定量評価の試み-各代謝物の緩和時間と水信号を内部標準として定量化した代謝物の濃度について-
Author(s)	原田, 雅史; 三好, 弘一; 田内, 美紀 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(8), p. 597-599
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16853
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

Proton MR Spectroscopy (MRS) の定量評価の試み

—各代謝物の緩和時間と水信号を内部標準として
定量化した代謝物の濃度について—原田 雅史¹⁾ 三好 弘一²⁾
田内 美紀¹⁾ 大塚 秀樹¹⁾ 西谷 弘¹⁾

1) 徳島大学医学部放射線医学教室 2) 徳島大学医療短期大学部診療放射線技術学科

**A Trial for Quantification of Proton
MR Spectroscopy : Relaxation Times of Each
Metabolite and Concentration Using
Water Signal as an Internal Standard**Masafumi Harada¹⁾, Hirokazu Miyoshi²⁾,
Miki Tanouchi¹⁾, Hideki Otsuka¹⁾
and Hiromu Nishitani¹⁾

We conducted quantification of proton MR spectroscopy (¹H-MRS) using water signal as an internal standard. The ¹H-MR spectrum was measured with and without water suppression pulses. For calculation of relaxation times, measurement conditions of the PRESS sequence were as follows : TR = 1500, 3000, 5000 ms, TE = 135, 270 ms. The T1 relaxation and T2 relaxation of each metabolite were calculated by fitting to the curve of the equation of the spin echo sequence. The signal intensities of each metabolite were corrected using relaxation times and such corrected intensities were used for the quantitative calculation. The concentration of each metabolite was obtained from ratios of the corrected intensities of water and metabolites. The value of each concentration was coincident with that reported in the previous literature. We considered that this quantification using water signal as an internal standard would be very useful when the proton-weighted image does not show remarkable change.

Research Code No. : 209.2

Key words : ¹H-MRS, Relaxation time,
Quantification, Spin echo

Received Dec. 16, 1994 ; revision accepted Mar. 22, 1995

- 1) Department of Radiology, School of Medicine,
University of Tokushima
2) Department of Radiological Technology, School of
Medical Science, University of Tokushima

はじめに

MRSの定量化は、外部標準を用いる方法と、内部標準を利用する方法が考えられるが、臨床機での外部標準法は、コイルの感度の変化および磁場やRF pulseの不均一性のために、精度が問題となる。¹H-MRSの場合、抑制しない水のpeakを内部標準として利用できる可能性があり、Frahmら¹⁾が報告したCreatine/Phosphocreatineのpeakを標準とする方法よりも有用性は高いと考えた。また、水の濃度は生体内では、ほぼ一定であり、病態による水濃度の変化は緩和時間の変化よりはるかに小さいことがすでに知られている。水peakを内部標準として定量化を試みた報告はすでにChristiansenらが²⁾STEAM (Stimulated echo acquisition mode) 法による検討を行っている²⁾。今回われわれは、新たにSpin echoを取得するPRESS (Point-resolved spectroscopy) 法に応じた定量化を試みた。PRESS法は、STEAM法に比べ、信号強度は2倍あり、S/N比が高い利点がある。

理論と方法

- ¹H-MRSの測定：装置はMagnetom H-15SP (Siemens, 1.5 Tesla) でC-P (circular polarized) 型head coilを用いた。PRESS法を用い、水信号の取得にはChess pulseを除く以外、送受信感度も含め測定条件は、すべて代謝物測定と同様である。緩和時間計算のために、繰り返し時間(TR)およびエコー時間(TE)は、以下のように4種類の組み合わせで測定した(TR, TE) = (1500ms, 270ms), (3000ms, 270ms), (5000ms, 270ms), (1500ms, 135ms)。代謝物測定の際の積算は128回で、水の測定には12回の積算を行い、信号取得領域は、Fig.1に示すように一辺2.5cm大の立方体であり、側脳室は含まない領域である。データ処理は2048pointsのZero-fillingを行った上、Fourier変換を行い、Gauss関数でカーブフィットを行った上、各peakの面積を測定した。測定対象者は20から22歳の正常ボランティア5名であり、MRS測定前にT2強調像およびproton密度強調像にて異常がないことを確認している。
- 緩和時間の測定：Spin echoによるT1時間と信号強度に

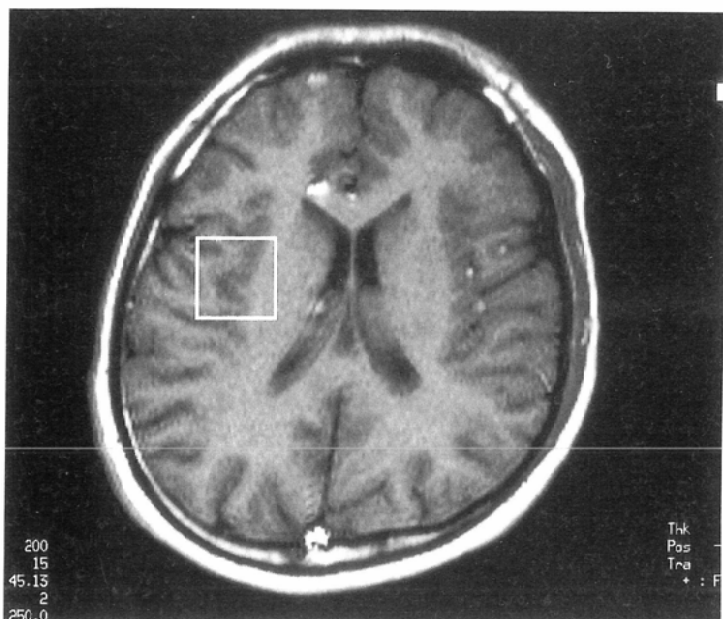
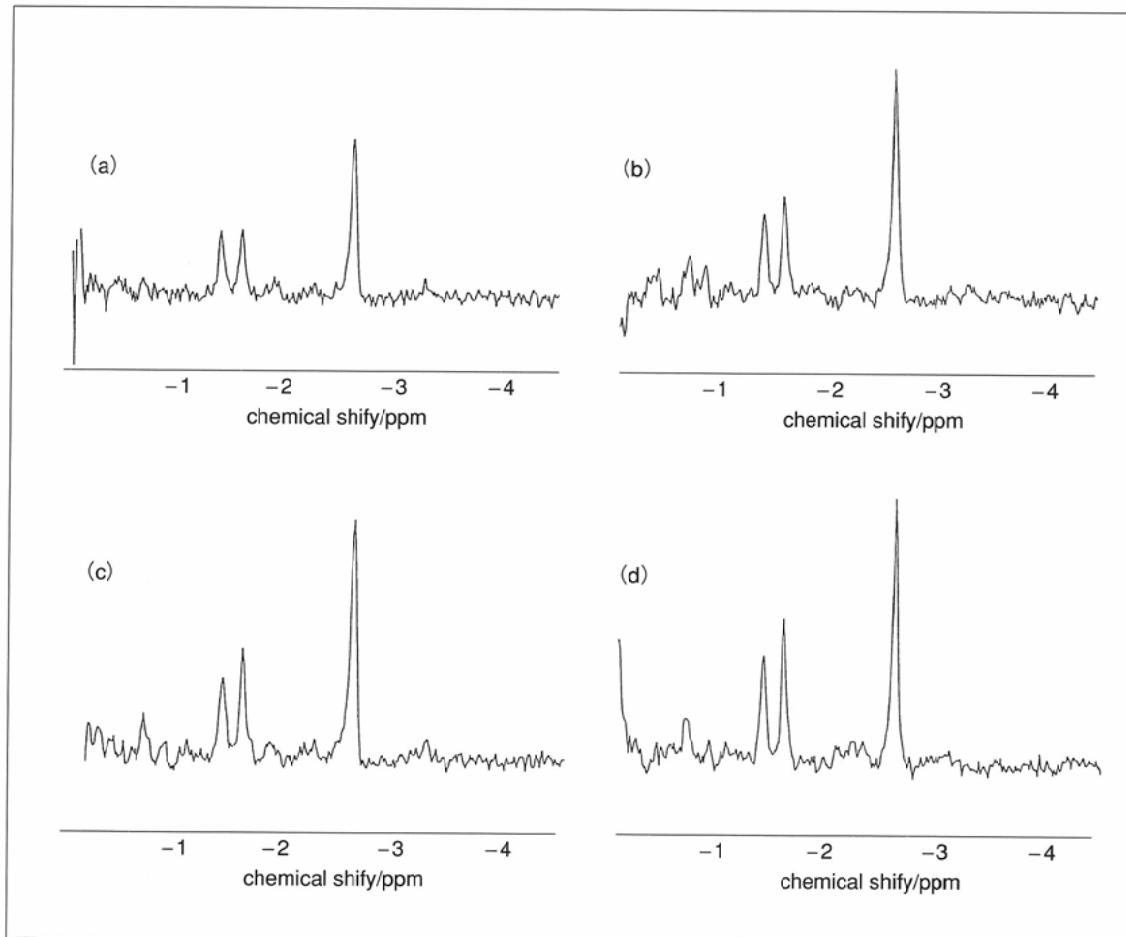
Fig.1 Localization for measurement of ¹H-MRS

Table Relaxation Time and Concentration of Metabolites ; The result of Christiansen et al. was referred to compare with our calculated result.

	T1 value mean±SD (ms)	T2 value mean±SD (ms)	Concentration of our data mean±SD (mM)	Concentration of Reference (2) mean±SD (mM)
NAA	1530±69	321±71	10.9±2.0	11.6±1.3
Cr	1671±230	213±30	7.3±1.3	7.6±1.4
Cho	968±177	254±37	1.4±0.4	1.7±0.5

Fig.2 Spectra of different measurement parameters ;
 (a) TR = 1500, TE = 270,
 (b) TR = 3000, TE = 270,
 (c) TR = 5000, TE = 270,
 (d) TR = 1500, TE = 135

については以下のような関係にある。

$$M_s = M_\infty \{1 + \exp(TR/T1) - 2 \times \exp[-(TR - t)/T1]\}$$

T2時間と信号強度の間には以下のような関係が成り立つ。

$$N_s = N_0 \times [\exp(-2t/T2)]$$

M_s , N_s : 測定された信号強度, M_∞ : $TR = \infty$ における信号強度, N_0 : $TE = 0$ における信号強度, $2t = TE$ を意味する。

TR, TEの異なるデータをプロットし, 上記の式にてカーブフィッティングを行い, T1, T2時間を算出した。

3. 濃度の算出: 1H -MRSで認められるpeakは主として, N-acetyl-aspartate (NAA), Creatine and Phosphocreatine (Cr), Choline含有物質(Cho)の3つである。NAAとCrのpeakに寄与する原子は, $-CH_3$ 基の3つの水素原子であり, Choは $-N-(CH_3)_3$ の9個の水素原子である。一方水は H_2O の2個の水素原子であるから, 代謝物の濃度は水を基準にして, 以下のように表すことができる。

$$C_{NAA} = (2/3) \times C_{H_2O} \times (S_{NAA}/S_{H_2O})$$

$$C_{Cr} = (2/3) \times C_{H_2O} \times (S_{Cr}/S_{H_2O})$$

$$C_{Cho} = (2/9) \times C_{H_2O} \times (S_{Cho}/S_{H_2O})$$

ここで, C_{NAA} , C_{Cr} , C_{Cho} , C_{H_2O} は, それぞれNAA, Cr, Choおよび水の濃度であり, S_{NAA} , S_{Cr} , S_{Cho} , S_{H_2O} は, それぞれNAA, Cr, Choおよび水の緩和時間で補正した信号強度である。 C_{H_2O} は, 水の濃度であるが, 純水は55.6Mであり, 生体の組織の含水量は約75%程度であるため, 組織内

の水濃度(C_{H_2O})は, 約41.7Mとした。

結 果

Fig.2に各TR, TEにおけるスペクトルの例を示す。Tableに, ボランティアの測定で得られた緩和時間と水を基準として算出した各代謝物の濃度および比較のために文献値を示した。NAA, Cho, Crともに異なるT1値, T2値を有し, 緩和時間による信号強度の補正が定量には不可欠であることを示唆している。各代謝物の濃度は, Choが最も少なく, NAAが最も多い結果となった。NAAは, Choの5~10倍近い濃度である。

考 察

今回われわれが行った内部標準法は, 生体の含水量が一定であることを前提としているが, 測定間でのばらつきも小さく, 文献値とも非常に近いことから, 妥当な方法と考えられる。測定において格別の準備の必要もなく, 感度の均一性等の装置の性能に左右されることが少なく, 臨床的にも応用されやすい方法といえる。生体の含水量についても, 水の割合が分かれば濃度の算出が可能である。病態による含水量の変化が大きい場合は, proton密度強調MRI等の信号強度を利用して, 補正を行うことで対応可能と考えられる。

本研究の一部は, 文部省科学研究費奨励研究(A)(No.06857059)によった。

文 献

- 1) Frahm J, Bruhn H, Gyngell L, et al : Localized proton NMR spectroscopy in different regions of the human brain in vivo ; Relaxation times and concentration of cerebral metabolites. Magn Reson Med 11 : 47-63, 1989
- 2) Christiansen P, Henriksen M, Stubgard M, et al : In vivo quantification of brain metabolites by 1H -MRS using water as an internal standard. Magn Reson Imaging 11 : 107-118, 1993