47. 組織間コントラストに与えるフリップアングルの影響

国立循環器病センター 放射線診療部

○山田 幸典

・佐久間 利治

・伊藤 慎三

・兼谷 忠彦

(Yukinori Yamada) (Toshiharu Sakuma)

(Shinzo Ito)

(Tadahiko Kanetani)

佐野 敏也

・坂下 善治

・奥組 一男

(Toshiya Sano) (Yoshiharu Sakashita) (Kazuo Sugumi)

【目的】通常のSE法では90°である励磁パルスのフリップアングルの変化は、信号強度 $S(\theta)$ に大きな影響を与える。種々のT1 T2値を持つ物質につきTR及び θ を変化させ、 $S(\theta)$ への影響を調べ、臨床への応用を検討した。

【装置】SIMENS社製MAGNETOM (1.5Tesla/超電導型)

【方法】式1に θ と $S(\theta)$ の関係、式2にエルンストアングルの θ_e 、式3にT1の計算法を示した。それぞれについてファントムと健常人について実験を行った。ファントムは南部式PVAゲルを用いた多孔式を用いた。各孔への充填物質を表1にまとめた。

【結果・考察】

図1にT1と θ 、 $S(\theta)$ の関係を示す。T1値が長い程 $S(\theta)$ のピークが高 θ 側へシフトしている。矢印の θ_e は式2よりの計算値である。実測値が僅かに右へシフトしている。図2にTRと θ 、 $S(\theta)$ の関係を物質(1)についてしめす。TRが短いほど $S(\theta)$ のピークは高 θ 側へシフトしている。矢印は図1と同じである。図3に物質(1)(5)(7)の測定値を(2)を基準点としてコントラストを示した。図4に測定値より求めたT1を(1)(2)(5)の3種につき示す。左下に示した期待値はTR=2.0、0.5sec、TE=30msecより求めた。TR=2.0では、T1の変化に対するTRの割合が大きくなり、 θ の変動が $S(\theta)$ の変動として現れにくいために誤差が大きかった。

次に健常人の頭の5ヶ所につきファントムと同様な検討を行った。図5に θ と $S(\theta)$ の関係を示す。図6に被殻を基準としたコントラストを示す。ともにファントムと同様の傾向を示す。次に健常人の心臓につき、 θ と $S(\theta)$ の関係を図7に示す。臨床に応用し高 θ でデータ収集した例を図8左に示す。右は $\theta=90^\circ$ である。数字は各部位の $S(\theta)$ である。脂肪に比して胸腺の $S(\theta)$ 増加率が高い。これは胸腺のT1が長い事を示している。

【まとめ】あるT1とTRの組合せの場合、エルンストアングルより実測値は僅かにシフトしたが、ほぼ等しい値をとった。 θ 変化によるT1計算はTRと θ を適切に選べば、相対的T1関係は得られた。TRが固定されたECG-gated時にも $S(\theta)$ 増大、組織間コントラストの変更に有用であった。現在、一般に $\theta=90^\circ$ が基本である。確かに θ を高くしすぎるとコントラストは低下する。しかし今回示した様に組織間コントラストを上げる効果がある以上、その特性を認知し自在に使用する事が今後必要である。

SPIN-ECHO (Singl Echo) SEQUENCE

Signal Intensity

$$S(\theta) = \frac{M_0 \cdot [1 - \exp(-TR/T_1)] \cdot 2 \exp(-TE/T_2)}{1 - \cos \theta \exp(-TR/T_1)} \sin \theta \exp(-TE/T_2) \quad (1)$$

Ernst Angle

$$\theta_e = \arccos[\exp(-TR/T_1)] \quad (2)$$

Spin-Lattice Relaxation Time

$$T_1 = \frac{TR}{\ln \left[\frac{S(90^\circ)}{S(\theta)} \right] - \sec \theta} \quad (3)$$

θ Flip Angle

M_0 Equilibrium Value of Magnetization

TR Repetition Time

TE Echo Time

T_1 Spin-Lattice Relaxation Time

T_2 Spin-Spin Relaxation Time

No	充填物質	T ₁	T ₂
0	PVA gel (含水率 80% : 生理食塩水)	865 ± 9	83 ± 2
1	Cu (NO ₃) ₂ 0.1% 水溶液	218 ± 5	137 ± 10
2	PVA gel (含水率 80% : 生理食塩水)	894 ± 13	75 ± 4
3	PVA gel (80%生食) + Gd-DTPA 0.05mM	528 ± 8	68 ± 4
4	PVA gel (80%生食) + Gd-DTPA 0.10mM	437 ± 11	66 ± 4
5	PVA gel (80%生食) + Gd-DTPA 0.20mM	327 ± 7	64 ± 3
6	PVA sol (含水率 80% : 生理食塩水)	760 ± 15	150 ± 9
7	Ni ²⁺ 10ppm 水溶液	1838 ± 130	404 ± 134

(表 1)

(図 2)

(図 3)

(図 4)

(図 5)

(図 6)

(図 7)

(図 8)