3. MRIにおける骨強度評価に関する基礎的検討

Study of Bone Strength Evaluation by MRI

厚生中央病院放射線科

○南部武幸

(Takeyuki Nambu)

城西放射線技術専門学校

中谷儀一郎

(Giichiro Nakaya)

星名利文

(Toshifumi Hoshina)

【目的】

現在骨塩量の測定はおもにX線を用いる方法と超音波を用いる方法とがある。一方、MRIではミネラルより信号を得ることができないため、評価の方法として試みられることがほとんどなかった。しかし、超音波法も骨塩量を直接とらえる装置ではないことから、MRIでも間接的ではあるが、その特徴を利用した骨強度の測定ができないものかと考えた。そこで今回は、骨塩量の減少および脂肪の増加に伴う各緩和時間の変化を調べることで骨強度の評価について基礎的検討を行ったので報告する。

【方法】

実験1: CaCO_3 (ミネラル)、ラード (脂肪)、ゼラチン (コラーゲン) からなるファントムを自作し、3要素を各々変化させ合計25本の試料とした。そのファントムの撮像及び信号の測定を行い、通常のT1, T2, T2*値とChemical Fat Suppression法により脂肪信号を抑制された状態でのT1, T2値を求めた。

実験2: 臨床例として、過去にSXA方式の骨密度測定装置にて骨塩量の測定を行った方から30名を対象者とし、踵骨を測定部位としてファントムと同様の測定を行い、それぞれの緩和時間を求め、骨塩量との相関を求めた。

【使用機器】

MR装置 : GE社製 SIGNA Advantage 5.x (1.5T)

20cm径リニアタイプ四肢専用コイル

骨密度測定装置: Osteon社製 Osteo-Analyzer II (SXA方式)

【結果】

実験1: ミネラルの減少または脂肪の増加、どちらの場合もT1値の短縮をみるが、脂肪抑制を行っていないT1値を測定したほうがミネラルの減少をとらえるという点ではより有効であった (図1)。

T2値及び脂肪抑制したT2値はわずかな規則的変化を見いだせるが、誤差との見極めが難しいと思われる (図2)。

海外での報告と同様にT2*値は骨塩量と負の強い相関を示したことから、 $1/T2^*$ 値が骨塩量を表す指標としての可能性をもつことを裏付けた (図3)。

実験2: 臨床例においてもファントム実験とほぼ同じ結果が得られ、T1値で0.65 (図4)、T2*値では0.9以上の相関を得た (図5)。

【考察】

・T2*値がミネラルやコラーゲンの減少とともに延長しているのは、T2*値が局所磁場の不均一性に敏感であり、このことを人体で考えるならばハイドロキシアパタイトの骨髄に対する分布の状態、およびコラーゲンの骨構築の情報を包括的に含んでいると思われる。

・このことより、従来の骨塩量測定装置で得られる骨密度の情報 (骨硬度) とは一定の相関をもって推定が効き、なおかつ従来の装置では得られない総合的骨強度 (骨硬度、骨質と骨構造の3項目) の評価にも利用できるのではないかと考えられる。

図1. 脂肪およびミネラルによるT1値の変化

図2. 脂肪およびミネラルによるT2値の変化

図3. ミネラルおよび脂肪によるT2*値の変化

図4. SXA骨塩量とT1値の関係

図5. SXA骨塩量とT2*値の関係