

# 関節軟骨変性における T<sub>1</sub>ρ mapping および T<sub>2</sub> mapping の 評価能の検討 [大会長賞記録]

渡辺 淳也<sup>1</sup>, 小島 隆行<sup>2</sup>, 山田 晴耕<sup>3</sup>, 稲生 信一<sup>3</sup>,  
小野 留那<sup>3</sup>, 和田 佑一<sup>1</sup>, 落合 俊輔<sup>1</sup>, 野崎 敦<sup>4</sup>,  
大曾根文雄<sup>5</sup>, 大久保敏之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>帝京大学ちば総合医療センター整形外科 <sup>2</sup>放射線医学総合研究所分子イメージング研究センター  
<sup>3</sup>帝京大学ちば総合医療センター放射線科 <sup>4</sup>GEヘルスケア <sup>5</sup>帝京大学ちば総合医療センター放射線部

## 目 的

変形性関節症 (OA) は関節への繰り返す過剰な力学的ストレスを主因として発生し, 関節軟骨の変性, 摩耗から次第に骨の増殖性変化を生じ, 最終的には関節全体の不可逆的な変形へと進行する退行性疾患である. OA は進行すると保存的治療が困難であり, 手術的治療を要することも少なくない. このため変形性関節症の初期変化である軟骨変性を早期に検知し, その進行を予防することが重要となる. 変形性膝関節症の診断および病期分類には従来単純レントゲンが用いられてきた. しかしレントゲンを用いた評価は定量的でないことに加え, 特に関節変形の少ない初期 OA の評価では客観性, 再現性に乏しいなどの難点があった.

近年の MRI 撮像技術の進歩に伴い, 関節軟骨変性を定量的に評価可能な MRI 撮像法が臨床応用されつつある. T<sub>1</sub>ρ (回転座標系におけるスピン格子緩和時間: spin lattice relaxation in the rotating frame) mapping は OA の早期より生ずる軟骨中の glycosaminoglycan (GAG) 濃度, コラーゲン濃度, および水分含有量の変化を評価可能な MRI 撮像法であり<sup>1)</sup>, また T<sub>2</sub> mapping はコラーゲン配列の不整化や水分含有量の変化を評価可能な MRI 撮像法であ

る<sup>2)</sup>. これらの MRI 撮像法は関節軟骨変性の評価に有用であることが現在までの報告で示されているが, それぞれの評価能の違いや特徴などについてはいまだ不明な点も多い.

本研究の目的は, 関節軟骨変性における, T<sub>1</sub>ρ mapping および T<sub>2</sub> mapping の評価能を比較検討することである.

## 方 法

Kellgren-Lawrence (K-L) 分類 grade 0 から 3 までの健常および OA 症例計 21 例 21 膝を対象とした. 1.5 テスラの MRI 装置 (Signa HD, GE) を使用し, 荷重中心を通る大腿骨骨軸と平行な前額断面で, 脂肪抑制 T<sub>2</sub> 強調像, T<sub>1</sub>ρ mapping, および T<sub>2</sub> mapping による評価を行った. 個々の症例で, 大腿骨内側顆, 外側顆, 脛骨内側顆, および外側顆の関節軟骨を Modified Outerbridge 分類を用いて変性度評価するとともに, それぞれの部位をさらに三つの領域に分けて T<sub>1</sub>ρ および T<sub>2</sub> を計測し, その相関を検討した.

## 結 果

Modified Outerbridge 分類では, grade 0 は

キーワード osteoarthritis, cartilage, T<sub>1</sub>ρ mapping, T<sub>2</sub> mapping, magnetic resonance imaging

32 部位, grade 1 は 26 部位, grade 2 は 16 部位, grade 3 は 10 部位であった. Modified Outerbridge 分類の grade 上昇に伴い,  $T_{1\rho}$  および  $T_2$  はともに延長する傾向にあった.  $T_{1\rho}$  と  $T_2$  は回帰分析にて有意な相関を認めた ( $p < 0.05$ ).

## 考 察

$T_{1\rho}$  の延長は GAG 濃度, コラーゲン濃度の減少と水分含有量の増加を反映するとされ, また  $T_2$  の延長は, コラーゲン配列の不整化と水分含有量の増加を反映するとされる<sup>3)</sup>. 今回  $T_{1\rho}$  mapping と  $T_2$  mapping による評価は相関し, また両者の軟骨評価能に明確な差異を認めなかった. この理由として,  $T_{1\rho}$  と  $T_2$  を共通して延長させる水分含有量の増加が強く影響した可能性が挙げられる. また GAG 濃度の減少, コラーゲン濃度の減少, およびコラーゲン配列の不整化は, 通常 OA 症例では同時に進行するため, 結果として  $T_{1\rho}$  と  $T_2$  との間に差違が認められなかった可能性も考えられる.  $T_{1\rho}$  mapping と  $T_2$  mapping はともに複数のパラメータを包括的に反映するため, その差違に関してはより詳細な検討が必要と考えられた.

今回,  $T_{1\rho}$ ,  $T_2$  とともに Modified Outerbridge 分類による grade の上昇とともに延長し, 有用な軟骨変性度の指標となり得ると考えられた. 一方, 早期軟骨変性である grade 1 と健常

(grade 0) との間に,  $T_{1\rho}$  mapping では有意差を認めたが,  $T_2$  mapping では有意差を認めなかった. この理由として,  $T_{1\rho}$  は  $T_2$  と比較し軟骨変性の進行に伴う変化量が大きく, 軟骨変性をより詳細に評価できることが挙げられる. したがって軟骨変性度の評価, 特に早期軟骨変性の評価には  $T_{1\rho}$  mapping がより適していることが示唆される.

## 結 語

$T_{1\rho}$  mapping および  $T_2$  mapping は, 関節軟骨変性度の有用な評価法と考えられた. 早期軟骨変性の評価には  $T_{1\rho}$  mapping がより適していることが示唆された.

## 文 献

- 1) Li X, Benjamin Ma C, Link TM, et al. : *In vivo* T (1rho) and T (2) mapping of articular cartilage in osteoarthritis of the knee using 3 T MRI. *Osteoarthritis Cartilage* 2007 ; 15 : 789-797
- 2) Nieminen MT, Rieppo J, Töyräs J, et al. : T2 relaxation reveals spatial collagen architecture in articular cartilage : a comparative quantitative MRI and polarized light microscopic study. *Magn Reson Med* 2001 ; 46 : 487-493
- 3) Menezes NM, Gray ML, Hartke JR, Burstein D : T2 and T1rho MRI in articular cartilage systems. *Magn Reson Med* 2004 ; 51 : 503-509