

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：牧 侑平

専攻分野：整形外科

指導教授：仁木 久照

主論文の題目：

T1 ρ Mapping of Subtalar Articular Cartilage in Patients with Ankle Osteoarthritis

(変形性足関節症における距骨下関節軟骨の T1 ρ マッピング)

共著者：

Naoki Haraguchi, Kota Asano, Tatsuya Arimoto, Yosuke Kano, Suguru Mikami, Satomi Kimura, Gaku Fukumoto, Takayuki Yamada, Takuo Sato, Atsushi Tsutaya, Takashige Yoshida, Koki Ota, Hisateru Niki

緒言

変形性関節症 (osteoarthritis: OA) は、関節軟骨の変性と滑膜炎を主体とした慢性関節障害である。末期足関節 OA の治療は、除痛効果が高い足関節固定術が標準となっている。しかし足関節を固定することにより隣接関節である距骨下関節に負荷がかかり、距骨下関節の OA が発生あるいは進行することが問題となる。従って距骨下関節にも OA がある場合は、距骨下関節も同時に固定する脛距踵骨固定術が選択されるが、術後の機能障害が問題となる。足関節固定術の適応となる末期足関節 OA 症例の多くは距骨下関節 OA を伴っているが、術前に距骨下関節軟骨の変性の程度を評価する指標に乏しく、術式の選択に難渋する。MRI (Magnetic Resonance Imaging) T1 ρ マッピングは関節軟骨のプロテオグリカン (proteoglycan: PG) の量を非侵襲的に定量できる新手法として注目されている。OA の初期において PG が変性すると T1 ρ 値が上昇、すなわち T1 ρ 値は PG の濃度に負の相関をするため、T1 ρ マッピングは初期の軟骨の変性の程度を定量的に評価できる。しかし、T1 ρ マッピングによる軟骨変性の定量化は、距骨下関節では研究がなされていない。そこで、足関節 OA 症例における距骨下関節軟骨は変性し T1 ρ 値が高いという仮説を立て、それを調査するために距骨下関節軟骨の T1 ρ マッピングを行った。

方法・対象

単純 X 線側面像において、距骨下関節に明らかな関節裂隙の狭小化や骨棘形成を認めない内反型足関節 OA12 症例において T1 ρ マッピングを行った。また撮影を行う足部・足関節に症状のないボランティアの健常人 12 人の MRI を T1p マッピングを含めて撮影した。距骨下関節では距骨側の軟骨と踵骨側の軟骨の境界が画像上殆どなく、両方の軟骨を合わせた形で関心領域を設定した。足関節 OA12 症例から合計 83 個、健常人 12 人から合計 80 個の関心領域を得て、T1 ρ 値を計測した。本研究は聖マリアンナ医科大学生命倫理委員会（承認 5215 号）によって承認された。統計は級内相関係数を使用して、関心領域設置の信頼性を評価した。また、足関節 OA 症例と健常人の年齢、BMI、T1 ρ 値を Mann-Whitney' s U 検定、性別を Fisher 正確検定によって分析した。統計的有意性は、 $p < 0.05$ とした。

結果

T1 ρ 値測定の級内相関係数は 0.982 であり、信頼性は非常に良好であった。研究対象の背景として、平均年齢は足関節 OA 症例が 62.2 歳、健常人が 32.7 歳で、有意差をみとめ ($p < 0.0001$)、足関節 OA 症例と健常人の男女比率に差はなかった ($p = 0.098$)。平均 BMI は足関節 OA 症例 26.3 kg/m²、健常人は 21.3 kg/m² で、有意差を認めた ($p = 0.001$)。両群の年齢と BMI には差を認めるが、足関節 OA 症例の距骨下関節軟骨の平均 T1 ρ 値は 42.3 ms、健常人のそれは 45.1 ms であり、両群に有意差を認めなかった ($p = 0.12$)。

考察

初期 OA においては、症状の出現や画像上の軟骨摩耗の前に PG の変性が先行する。従って軟骨の T1 ρ 値を測定することにより初期 OA を検知することができる。本研究では距骨下関節軟骨の変性の程度を評価することが困難な単純 X 線画像で距骨下関節に明らかな OA 所見を認めない、内反型足関節 OA の高倉・田中分類による 3a・3b 期の症例を対象とした。この高倉・田中の病期分類は広く用いられており、荷重時の足関節単純 X 線正面像において OA の程度を 1~4 期に分類している。内反型足関節 OA では病期進行に従い、脛骨に対する距骨の内反が進行するのに対して、距骨に対する踵骨は 3a 期までは外反となる。これは足関節 OA に対する距骨下関節の代償機構として知られているが、恒常的な負荷により距骨下関節 OA も進行することにより、3b 期以降はこの代償機構が破綻するため、逆に内反が進行する。従って、進行期足関節 OA の症例では距骨下関節軟骨の T1 ρ 値は健常人に比較して高いという仮説を立て

た。本研究ではさらに足関節 OA 症例の年齢と BMI が高かったが、このこと自体が T1 ρ 値を高くする可能性を示唆するが、実際には両群の T1 ρ 値には有意差はなかった。従って、本研究で対象とした単純 X 線画像で距骨下関節に明らかな OA 所見を認めない 3a・3b 期の症例では距骨下関節軟骨の変性は殆どない可能性が示唆された。

本研究で対象とした症例のように術前に距骨下関節軟骨の変性がない症例では、術後の距骨下関節の OA の進行の可能性は低いため、足関節のみの固定を選択できる。一方で、T1 ρ 値が高く、変性が進んでいれば、距骨下関節にかかる負荷を軽減するために足関節の可動域を温存する術式である人工足関節置換術や低位脛骨骨切術が望ましい。あるいは、足関節と共に距骨下関節までを固定する脛距踵骨固定術を症例に応じて選択できる。従って、T1 ρ マッピングによる距骨下関節軟骨変性の定量化は、今後足関節 OA の手術方法の選択の指標になり、有用と考える。

結論

足関節 OA 症例での距骨下関節軟骨の T1 ρ 値は、健常人と比較して有意差を認めなかった。単純 X 線画像で距骨下関節に明らかな OA 所見を認めない足関節 OA の 3a・3b 期の症例では距骨下関節軟骨の変性は殆どない可能性が示唆された。