

# 論文内容の要旨

論文提出者氏名 加藤 勘明

## 論文題目

Early postoperative cartilage evaluation by magnetic resonance imaging using T<sub>2</sub> mapping after arthroscopic partial medial meniscectomy

## 論文内容の要旨

半月板は膝関節に対する荷重を分散するとともに衝撃を吸収する役割を担い、膝関節の安定性にも関与している。このため、半月板損傷に対して半月板を全切除すると、長期経過で変形性膝関節症が高率に発生する。一方、関節鏡手術の進歩に伴い、半月板損傷の切除範囲を最小限にできるようになった。しかし、半月板部分切除術でも荷重緩衝機構は減弱し、変形性膝関節症が生じる。近年、3.0 テスラ磁気共鳴画像法 (magnetic resonance imaging: MRI と略) が臨床応用され、低侵襲に関節軟骨の質的評価が可能となった。T<sub>2</sub> マッピング法は、関節軟骨のコラーゲン配列や水分含有量の変化を定量的に解析できる MRI 撮像法である。本研究では T<sub>2</sub> マッピング法を用いて、鏡視下内側半月板部分切除術後の術前および術後 6 ヶ月の関節軟骨の質的变化を定量的に評価し、半月板部分切除術が術後早期に関節軟骨に与える影響を調査することを目的とした。

内側半月板損傷に対して鏡視下半月板部分切除術を施行した 17 例 20 膝を対象とした。男性が 14 例 17 膝、女性が 3 例 3 膝、平均年齢が 52.4 歳であった。術前および術後 6 ヶ月に MRI を撮像した。MRI 装置として Philips 社製 Achieva 3.0Tesla X-series, 8-channel knee coil を用いた。撮像方法は turbo spin echo 法で、撮像条件は, repetition time 2000ms, TE 15/30/45/60/75/90ms, band 幅 292.1Hz (1.48pixels), field of view 160×160mm, スライス厚 2.5mm, 分解能 384×313 であった。評価部位は、大腿骨内側顆中央部矢状断面の T<sub>2</sub> マッピング像とした。大腿骨骨軸と内側顆関節面が交差する部位と骨軸に対して約 90°屈曲した後方部位との間の関節面に 10°間隔の 10 ヶ所のポイントを定めた。それぞれのポイントを中心に前後方向 5°幅の 10 ヶ所の関心領域 (region of interest: ROI と略) を設定した。関節軟骨における ROI の設定深度は、関節軟骨表層から中間層側とし、各 ROI の術前後の T<sub>2</sub> 値変化を評価した。それぞれの術前後の T<sub>2</sub> 値平均値および術前後の T<sub>2</sub> 値変化率を求めた。統計学的検定では paired t-test を用い、 $p < 0.05$  で有意差ありとした。

鏡視下内側半月板部分切除術の術前および術後 6 ヶ月の T<sub>2</sub> 値は、ともに大腿骨骨軸に対して屈曲 0°から 50°まで屈曲角度の増加に伴い延長し、屈曲 50°で最も延長していた。屈曲 70°から 90°では屈曲角度の増加に伴い T<sub>2</sub> 値は短縮したが有意差はなかった。術前後の T<sub>2</sub> 値変化

では、大腿骨骨軸に対して屈曲 0°から 60°の前方から 7 ヲ所の ROI の T<sub>2</sub> 値は術前と比べ術後 6 ヲ月で延長した。特に大腿骨骨軸に対して屈曲 20°で、術前平均 48.4±0.96ms から術後平均 51.0±0.88ms、屈曲 30°で術前平均 50.4±0.89ms から術後平均 53.6±0.95ms、屈曲 40°で術前平均 53.1±0.85ms から術後平均 56.3±0.89ms、屈曲 50°で術前平均 55.3±0.78ms から術後平均 57.4±0.82ms と、術前後で有意差を認めた。術前後の T<sub>2</sub> 値変化率は骨軸に対して屈曲 30°で 6.65±1.09%と最も大きかった。

関節軟骨は部位や層によってコラーゲンの密度や配列が異なり、T<sub>2</sub> マッピング法では正常軟骨でも T<sub>2</sub> 値が層によって異なる。また、T<sub>2</sub> 値は静磁場に対するコラーゲン配列方向の角度にも影響を受け、54.7°で T<sub>2</sub> 値が最も延長する magic angle effects が発生する。本研究でも骨軸に対する屈曲角度によって T<sub>2</sub> 値は変化し、屈曲 50°で最も延長していたことから、magic angle effects がみられた。しかし、同一症例の同一部位での T<sub>2</sub> 値であれば、関節軟骨の部位や層、magic angle effects による T<sub>2</sub> 値への影響は小さくなることから、本研究での T<sub>2</sub> 値変化は主に半月板部分切除の関節軟骨に与える影響と考えた。内側半月板が部分切除されると大腿骨顆部の接触面積は 50%から 70%減少し、接触圧は 100%増加する。長期経過では約 66%に単純 X 線像上の関節症性変化がみられ、変形性膝関節症の大腿骨側関節軟骨の摩耗は骨軸に対して約 30°から 60°屈曲した位置から発生する。本研究の結果から、鏡視下内側半月板切除後早期に、大腿骨骨軸に対して約 20°、30°、40°および 50°屈曲した部位で応力が増加し、特に大腿骨骨軸に対して約 30°屈曲した部位で最も応力が集中することが判明した。これらの部位の関節軟骨のコラーゲン配列の不整化や水分含有量の増加などが生じると考えた。

本研究では、内側半月板部分切除後早期でも変形性膝関節症の初期に発生する部位と一致した部位で関節軟骨の変性が始まることを明らかとした。