

氏 名（本籍）	後 藤 均
学位の種類	博 士（医 学）
学位記番号	医 第 2967 号
学位授与年月日	平成 9 年 3 月 5 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 2 項該当
最終学歴	昭和 61 年 3 月 25 日 東北大学医学部医学科卒業
学位論文題目	ヒトおよび家兎アキレス腱断裂の修復 —MR 像と組織像による検討—

（主 査）

論文審査委員 教授 国 分 正 一 教授 半 田 康 延

教授 岩 谷 力

論文内容要旨

【目 的】

近年、アキレス腱皮下断裂に対する保存的治療の機会が増加している。一方その病態把握にMRIが用いられている。しかし、これまでヒトアキレス腱修復過程は病理組織学および画像診断の観点から検討されていない。そこで家兎アキレス腱断裂を実験的に作成し、経時的なMR像の変化および腱修復過程の組織所見を対比した。さらに以上の結果とヒトアキレス腱断裂におけるMR像の経時変化を比較し、MRIによるヒトアキレス腱修復過程の質的診断について検討した。

【対象および方法】

1. アキレス腱断裂実験モデル

生後約3カ月で体重3kg前後の雄日本白色家兎を用いた。ネブタール静脈麻酔下に家兎の左アキレス腱の踵骨付着部より15mm近位部を切断し、切断端より上下10mmのところ足底筋腱と縫合した。術後は底屈位で膝下ギプス固定を行った。術後2, 4, 6, 8, 10週で5羽ずつ計25羽を屠殺しMR像を撮像した。対照として3羽の右アキレス腱を用いた。MRI装置は島津社製SMT-50 (0.5T)で、受信には直径10cmの表面コイルを用いた。パルス系列はSE法を用い、T2強調像 (TR=2000ms, TE=90ms) 及びプロトン密度強調画像 (TR=2000ms, TE=20ms) を撮像した。撮像面はアキレス腱中央矢状断とし、スライス幅5mmに設定した。MR像撮像後アキレス腱を摘出した。アキレス腱中央矢状断で標本を作製し、肉眼所見とHE染色による病理組織像を観察した。

2. ヒトアキレス腱皮下断裂

関連病院で保存療法を行った22例22足を受傷時と受傷後1, 2, 3カ月のMR像をのべ87回撮像した。MRI機種は実験モデルと同一とし、膝用表面コイルを使用した。SE法を用い、T2, プロトン密度強調画像を実験モデルと同一条件で撮像した。アキレス腱中央矢状面を評価に用いた。

3. ヒトアキレス腱のMR像と実験モデルのMR像の対比

両者についてMR像の対比を行った。

【結 果】

1. 家兎アキレス腱の観察

正常家兎アキレス腱はMRIではT2, プロトン密度強調像ともに全体が一様に低信号を示し、

組織像では膠原線維は太く緻密に集合して線維束を形成し、腱表面は薄いパラテノンで被覆されていた。

家兎アキレス腱実験モデルを経時的にMR像と組織像を比較し、その関係からMR像の修復過程をStage I～IIIに分類できた。

Stage IはT2，プロトン密度強調像ともに高輝度であった。その組織像では，パラテノン由来の細胞の増殖肥厚と断裂部への進入，炎症細胞の浸潤増殖，浮腫，毛細血管新生などの炎症性変化がみられた（炎症期）。Stage IIはT2強調像で中～低輝度，プロトン密度強調像で中輝度であった。その組織像では，炎症細胞は減少し，パラテノンの非薄化や腫脹の軽減がみられ，線維芽細胞や膠原線維の増生と長軸方向への配列傾向が出現した。毛細血管は径がやや大きく周辺に存在した（修復期）。Stage IIIはT2，プロトン密度強調像ともに低輝度であった。その組織像は，パラテノンがほぼ正常化し，膠原線維が緻密となり腱断端間を埋めて断端が不明となった（治癒期）。

2. ヒトアキレス腱の観察

ヒトアキレス腱断裂のMR像における修復過程をStage 0～IIIに分類できた。正常アキレス腱ではT2，プロトン密度強調像で低輝度であった。Stage 0は受傷時を示し，T2強調像で高輝度，プロトン密度強調像で中～高輝度であった。Stage IはT2強調像で高輝度，プロトン密度強調像で高～中輝度であった。Stage IIはT2，プロトン密度強調像ともに中輝度であった。Stage IIIはT2，プロトン密度強調像ともに低輝度であった。

【考 察】

今回の実験により，家兎アキレス腱断裂におけるMR像の経時的変遷と組織像の変化を対比することで，家兎アキレス腱断裂の修復過程におけるStage分類ができた。また，家兎アキレス腱断裂実験モデルのMR像の経過をヒトアキレス腱皮下断裂のMR像の経過と比較すると，ほぼ同等の変化が同じ速度で経過し，MR像の変遷過程がほぼ同じであることが確認できた。従って，家兎アキレス腱断裂実験モデルにおける組織像の変化と同様の過程が，ヒトアキレス腱皮下断裂でも起こっていると推測され，家兎アキレス腱断裂実験モデルにおけるStage分類はヒトアキレス腱皮下断裂にも通用できると考えられた。

【結 語】

MR像によりヒトアキレス腱断裂における治癒過程の質的診断がほぼ可能であり，治癒状態の評価に有用と思われた。

審査結果の要旨

近年、老若男女を問わずスポーツが盛んとなっており、中年女性にアキレス腱断裂が多い。その治療法はかつて皮膚切開を加えての腱縫合術と約2～3カ月のギブス固定であった。それが、最近では手術痕が残らないということで、尖足位にギブス固定のみの保存療法が広く行われるようになってきている。しかし、ヒトでは断裂部がどのように修復するかの過程を、肉眼的あるいは組織学的に研究することは倫理上許されない。従って保存療法ではギブス固定が縫合術の後療法に準じた期間、画一的に行われている。しかも再断裂の発生が少なくない。そこで、腱の治癒の状態を経時的に捉えながら治療を進めようとしてMRIが用いられるようになってきた。しかし、得られた各経過におけるMR像が組織学的にどのような修復過程に一致するかについての研究の報告は未だない。

筆者は、そこで家兎のアキレス腱を観血的に横切することで腱断裂を実験的に作成し、術後の経時的なMR像の変化とそれぞれの時期に摘出した腱の修復過程の組織所見を対比した。さらに以上の結果とヒト・アキレス腱断裂におけるMR像の経時的变化を比較し、MRIによるヒト・アキレス腱修復過程の質的診断について検討した。

その結果、次のことが明らかとなった。1) 家兎アキレス腱の修復過程のMR像と組織像をStage I～IIIに分類できる。Stage I : T2, プロトン密度強調像ともに高輝度で、組織像は炎症期の像を呈する。Stage II : T2強調像で中～低輝度, プロトン密度強調像で中輝度で、組織像は修復期の像を呈する。Stage III : T2, プロトン密度強調像ともに低輝度で、組織像は治癒期の像を呈する。2) ヒト・アキレス腱の修復過程のMR像をStage 0～IIIに分類できる。Stage 0 : T2強調像で高輝度, プロトン密度強調像で中～高輝度で、組織像は受傷時の像である。Stage I～IIIのMR像は家兎アキレス腱断裂のMR像とほぼ一致する。3) ヒト・アキレス腱断裂のMR像においてT2, プロトン密度強調像が低輝度のとき、組織像は治癒期にある。

以上、本研究は、ヒト・アキレス腱断裂の修復の各時期に特徴的であるMR像を特定し、それぞれに対応する組織像を初めて明らかにしたものである。この知見は、今後保存療法における腱修復の進行状況の把握と治癒判定に用いて有効と考えられる。よって、本研究は学位授与に十分値すると考えられる。