
原 著

アキレス腱皮下断裂の MRI および CR 診断

是永建雄 (杏林大医・放)	藤川隆夫 (杏林大医・放)
蜂屋順一 (杏林大医・放)	岡田稔 (杏林大医・放)
宮坂康夫 (杏林大医・放)	竹井亮二 (杏林大医・放)
若狭勝秀 (杏林大医・放)	古屋儀郎 (杏林大医・放)
似鳥俊明 (杏林大医・放)	林光俊 (杏林大医・整)
関恒明 (杏林大医・放)	

キーワード

Magnetic Resonance imaging (MRI) , Computed Radiography (CR) , Achilles tendon.

はじめに

アキレス腱断裂は近年のレジャー、スポーツの隆盛ともなって増加し、日常よく遭遇する疾患となった。臨床的には病歴及び理学所見より診断は比較的容易である。しかし断裂部の形態的变化を画像診断により描出することは観血的または保存的治療を行うに際し、また治療経過の病態を把握する上で重要な情報を提供する。特に最近次第に盛んになってきた保存的治療が選択された場合には観血的療法と異なって直視下に断裂部の状態を確認できないため画像診断の意義は特に大きい。著者等の施設では保存的治療を原則としているので、断裂部、再断裂例の MRI および Computed Radiography (CR) による検討を行った。

対象および方法

対象は昭和 62 年 11 月より昭和 63 年 3 月までに、杏林大学を受診したアキレス腱断裂患者のうち MRI および CR の両検査が施行された 15 例である。男性 8 名、女性 7 名で年齢は 14 才より 71 才であった。受傷例は右アキレス腱 8 例、左アキレス腱 7 例であり、受傷より MR および CR 検査までの期間は 2 日より 7 ケ月であった。アキレス腱断裂の保存的治療経過中に 2 回以上の検査で経時的に観察できたものは 8 例である。受傷原因はバレーボール 4 例、バトミントン 3 例、テニス 2 例、転倒 2 例、ソフトボール 1 例、サッカー 1 例、剣道 1 例、インディアカ 1 例であった。使用 MR 機器は東芝社製 MRT50A, 0.5 Tesla の超電導装置で、256 X 256 matrix, 有効視野 20 cm でスライス 5 mm, T 1 強調 (TR 500 msec, TE 30 または 40 msec) で axial, sagittal 像, T 2 強調 (TR 2000 msec, TE 80

または 100 msec) で sagittal 像を撮影した。患側の足関節後面に直径 20 cm の円形の表面コイルを置き, motion artifact を少なくする目的で発泡スチロール箱で足関節を固定して検査を行った。CR は富士メディカル社製 CR 101 を使用し, 健側, 患側のアキレス腱部の側画像を 28 KV, 8 msec, FFD 47 cm で撮影した。

結 果

I. 正常アキレス腱の CR および MR 像

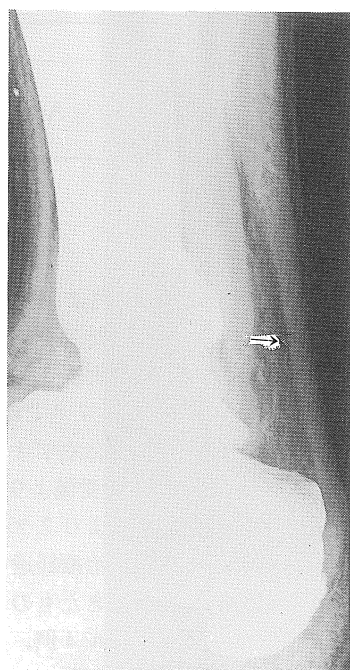
アキレス腱は解剖学的に上方はヒラメ筋腱と腓腹筋腱の共同腱として起り, 下方は踵骨隆起

に付着する。断面は前方にくぼむ半月状をなす。アキレス腱前方には Kager 三角¹⁾と呼ばれる脂肪組織 (pre-Achilles fat pad) が存在し, これは CR 像上で辺縁明瞭な透亮像として描出されアキレス腱縁の同定を容易ならしめる (図 1 A)。アキレス腱の MR 像では T 1 および T 2 強調画像共に腱内は無信号の low signal 構造として描出される (図 1 B)。

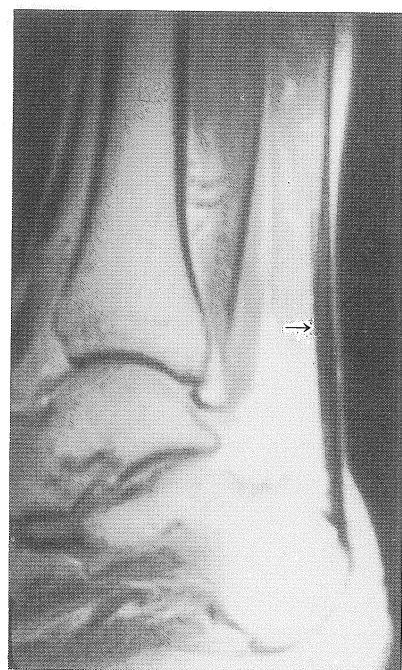
7名の正常人の MRI によるアキレス腱の中間部位における腱幅は 4.1~6.5 mm (平均 5.4 mm) であった。

II. 断裂腱の CR および MR

1) CR 像所見



A)



B)

図 1 正常アキレス腱

A) CR 像

アキレス腱(↑)前方に Kager 三角とよばれる脂肪組織が存在し, 辺縁明瞭な透亮像として描出されている。

B) MR 像—T1 強調画像 (SE 500/30)

アキレス腱(↑)は T1 および T2 強調画像共に low signal のほぼ均一な腱幅として描出される。

新鮮例，再部分断裂例（2例）のCR像は健側に比べKager三角の大きさは縮小し，X線透過性は減少していた。アキレス腱輪郭は不鮮明で断裂部の情報を得ることが困難であった。受傷2ヶ月～5ヶ月の亜急性期（11例）のCR像ではKager三角の上方部の変形がみられたがX線透過性は比較的良好であった。断裂部はKager三角の変形により容易に判断できた。またアキレス腱断裂部より中枢および末梢側に腱の肥厚がみられ，特に筋腱移行部断裂症例（8例）のCR像においては中枢側の腓腹筋腱の後縁が全例に膨隆像としてみとめられた。受傷後6ヶ月以降の慢性期（6例）のCR像ではKager三角のX線透過性も増し，健側に比べKager三角の大きさも増大した。アキレス腱輪郭は明瞭となり，断裂部より中枢および末梢の腱肥厚に加えて断裂部の著明な肥厚がみられた。

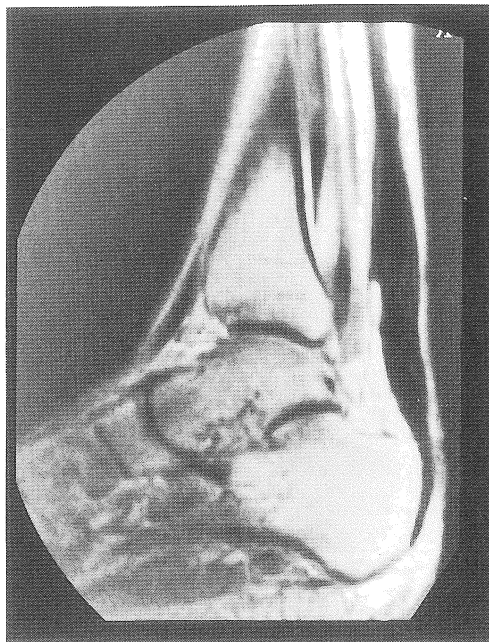


図2 受傷後6ヶ月目(陳旧)のMR像。62才。男性。T1強調画像ではアキレス腱は紡錘型肥厚を示している。

2) MR像所見

a. アキレス腱の形態

新鮮例を除き断裂腱は全例著明な肥厚を示した。受傷からの治癒過程をみる目的でアキレス

MRIによるアキレス腱の形状

月数 形状	0~1	~2	~3	~4	~5	~6	~7	~8
dumbbell (20件)	●	●●●●	●●●●	●●●●	●●●●	●		
tubular (1件)			●					
spindle (7件)					●	●●	●●●●	●

腱断裂 15 例 (28 件) を MRI により断裂部の形態に着目して dumbbell type (20 件), tubular type (1 件), spindle type (7 件) に分類し, 受傷後の各時期における関係をまとめたものが表 1 である. dumbbell type と spindle type の肥厚はほぼ 6 ヶ月目を境としてそれぞれ分布しており, spindle type の肥厚は治癒良好な慢性期の像を示すものと考えられた (図 2).

b. 断裂部の信号強度

アキレス腱の信号強度は筋肉より低いが, 断裂部での信号強度は受傷後の時期および撮像パラメータによって種々の程度に変化する. 筋組織と同程度の信号強度を intermediate signal, 脂肪組織の信号強度に近いものを high signal とすると腱断裂部の所見は次の如く分類された.

A 群: T 1 強調画像, T 2 強調画像共に

intermediate signal を示すもの (11 件).

B 群: T 1 強調画像, T 2 強調画像共に high signal を示すもの (9 件).

C 群: T 1 強調画像で intermediate signal, T 2 強調画像で high signal を示すもの (6 件).

A 群はすべて受傷後 5 ヶ月以降の症例にみられ臨床的にも治癒良好と判断された群であった.

B 群の high signal は CR 像および 2 例において施行した CT の所見もあわせて考えると Kager 三角の脂肪が断裂部に部分的に混入したものと判断された (図 3). C 群はすべて新鮮例, 再部分断裂例 (図 4) であり, high intensity は出血または浮腫或いはその両者の関与が考えられた.

c. 経時的変化

MRI による経時的観察で断裂腱が dumbbell

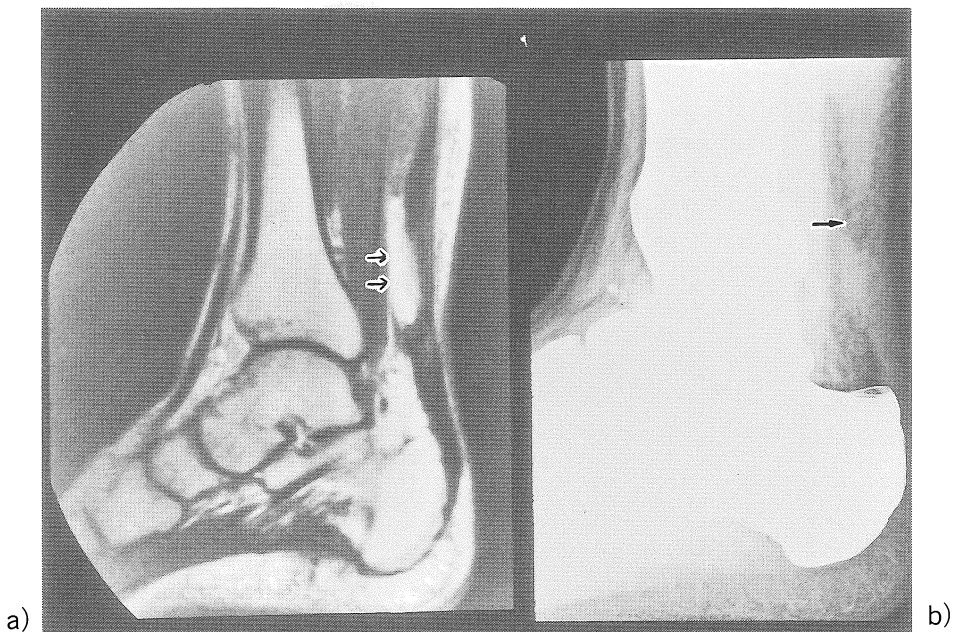


図 3 受傷後 2 ヶ月目の MR 像 (a) と CR 像 (b). (SE 500/30)

・ MRI では T1, T2 強調画像共に断裂腱に

high signal (↑) みられ, CR 像では Kager 三角の脂肪 (↑) が断裂部に部分的に混入したものと判断された.

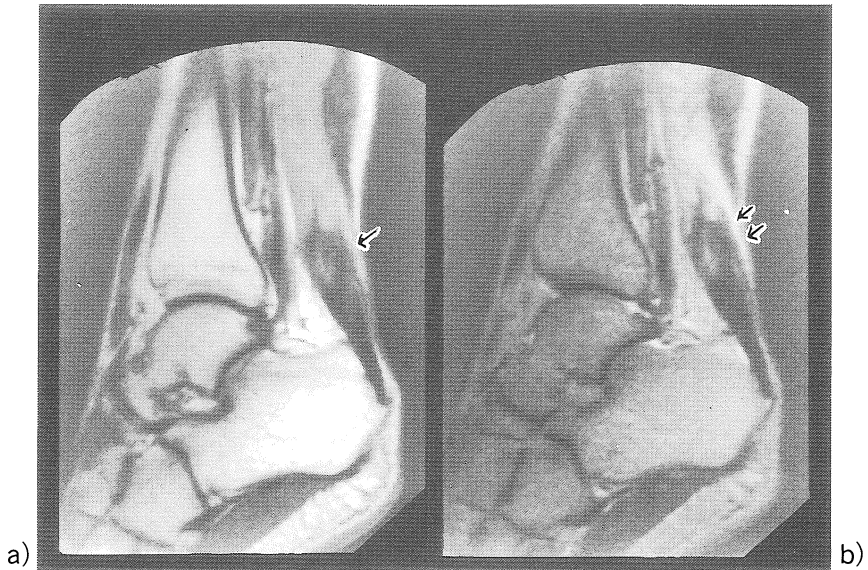


図4 再部分断裂例. 30才. 男性.

- a) 再部分断裂後4日目のT1強調画像
(SE 500/30)
b) 再部分断裂後4日目のT2強調画像

(SE 2000/80)

- T1強調画像でintermediate (↑), T2強調画像でhigh signal (↑↑)がみられる.



図5 MRIによる断裂腱の経時的変化. 29才. 女性.

- a) 受傷後3ヶ月目(SE 500/30)
b) 受傷後6ヶ月目(SE 500/30)

- dumbbell typeのアキレス腱肥厚(a)より慢性期にはspindle type (b)へと変化している.

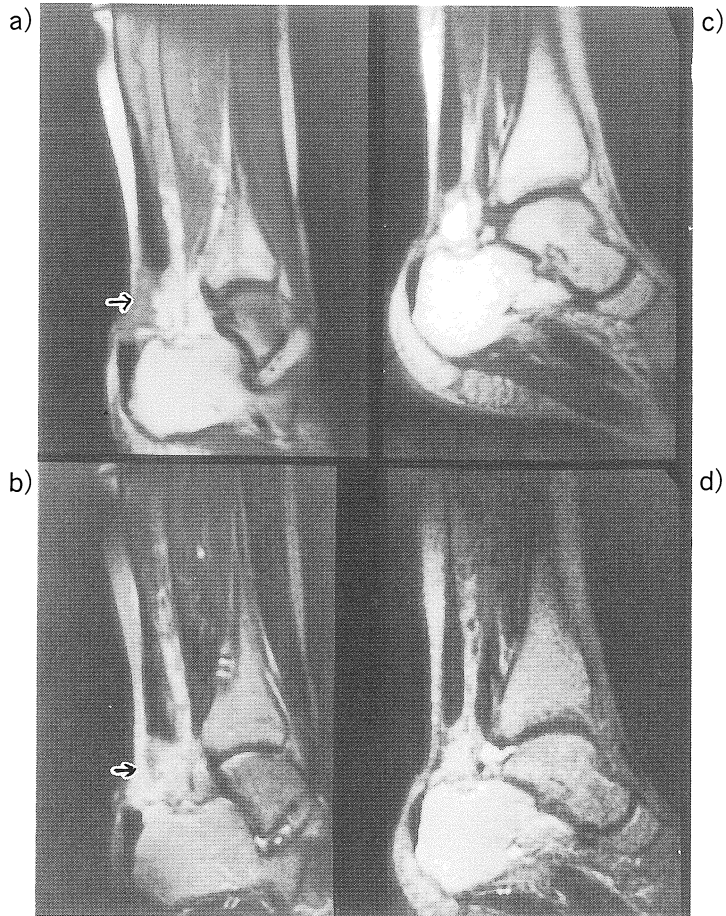


図6 新鮮例の経時的変化. 14才, 女性.

- a) 受傷後2日目のT1強調画像 (SE 500/30)
- b) 受傷後2日目のT2強調画像 (SE 2000/80)
- c) 受傷後7週目のT1強調画像 (SE 500/30)
- d) 受傷後7週目のT2強調画像

(SE 2000/80)

- ・受傷直後(a, b)ではアキレス腱は完全に断裂し, 断裂部(↑)にT1強調画像でintermediate, T2強調画像でhigh signalを示している. 7週後(c, d)ではT1, T2強調画像共にintermediate signalに変化した.

typeの肥厚からspindle typeの肥厚に移行したものは8例中3例にみられた(図5). また断裂腱の信号強度の経時の変化を1例の新鮮症例で見るとC群からA群へ移行するのが観察された(図6).

考 察

はじめにも述べたようにアキレス腱断裂の診断は臨床的には容易であるが, 保存的治療に際し, 断裂部および断裂腱周囲の状態を把握する

ことは極めて重要なことである。

従来アキレス腱断裂の画像診断的手法としては、単純写真、超音波検査、CT検査があったが、1980年以降のMRIの急速な普及によりMRIも新たにこれに加わった。

単純X線撮影で観察すべきポイントとしては calcaneus spur の離解の有無⁹⁾、アキレス腱輪郭の不鮮明化、腱不連続性の程度、Kager 三角のX線透過度減少などが挙げられる。アキレス腱断裂でのCRが通常のフィルム増感紙法より優れていることは既に報告³⁾⁴⁾されているが、今回の我々のCRとMRIの比較検討ではCRは断裂部の性状に関する情報はMRIに及ばないことが判明した。特に出血あるいは浮腫が断裂腱部および腱周囲に存在する急性期の場合はCRで断裂部の情報を得ることが困難であった。超音波検査は手技が簡単で cost が安い利点はあるが、断裂腱の形態の描出では精度が劣り、また calcaneus spur の離解が存在する場合あるいは骨折の有無を調べる目的に対しては不適である⁹⁾。CTでは腱内の状態、腱周囲の炎症性変化を描出することが出来るが長軸方向の構造であるアキレス腱の病変において軸方向スキャンに止るのはCTの難点である⁹⁾。これに反してMRIは軟部組織のコントラストが良好であり、任意方向の断層画像を得ることが可能であること、骨による artifact がみられないこと、X線被曝がないことなどの利点があり、sagittal scan により断裂部位および周囲の状況を容易に把握できる。partial volume effect の可能性が考えられる場合には axial scan を参考にすることにより判断を正確にする必要があるのはいうまでもない。MRIのアキレス腱断裂例への応用に関する文献^{7)~8)}は散見されるが、まとまった症例数で経時変化を含めて検討した報告はまだない。MRIによる断裂腱の形態上の推移をみると、悪急性期には断裂部より中枢、末梢側の腱のダンゴ状の膨隆すなわち dumbbell type の肥厚がみられ、6ヶ月以

降の慢性期になると断裂部の著明な肥厚により spindle type の肥厚に変化するようである。臨床的にはアキレス腱断裂部より上方にしばしば瘤状の腱を膨隆を触知することは知られていたが、MRIはこのような症例での形態的变化をよく描出した。特に筋腱移行部の断裂例(8例)ではこの断裂部より上方の膨隆が収縮した筋肉によるものではなくて腓腹筋腱の肥厚によるものであることをMRIは明瞭に示した。

断裂部の信号強度がT1強調像でもT2強調像でも共に high signal を呈した場合(本稿でのB群)、腱組織内への脂肪層の部分的な移行か亜急性期の血腫がその原因として考えられる。全例に行なわれたCRの所見および2例において追加して行なわれたCTの所見さらに臨床所見も参考に判断すると今回検討した症例ではすべて脂肪によるものと思われた。信号強度がT1強調で intermediate, T2強調像で high な場合(C群)はいずれも新鮮例、再部分断裂例であり、MRI像は出血または浮腫、あるいはその両者の混合による結果と考えられる。T1, T2強調像で信号強度が共に intermediate (A群)な例は断裂部の肉芽組織と線維性癒痕組織の混在によるのではないかと推定されるが本態は不明である。アキレス腱断裂の治療法としては、保存的療法、外科的療法があり、それぞれに得失がある。再断裂は保存的療法10%、外科的療法4%の頻度で生じると報告されている¹⁰⁾が、林は保存的療法で再断裂は約1%に止まったと報告している¹¹⁾。保存的療法はまだ比較的新しくギブス固定範囲および期間、運動負荷等の点で確立された治療方針はまだない現況である。MRIはこの保存的治療に置いて治療経過のアキレス腱の状態の把握を容易にし、再断裂を予防すると同時にギブス固定、運動負荷を行う上で客観的な情報を提供する可能性があり、有用な検査法と考えられる。

ま と め

1. アキレス腱断裂 15 症例に CR および MRI の両者を施行し、断裂部の形態的变化を比較検討した。このうち 8 例は 2 回以上の検査により経時的变化を観察した。
2. CR では腱の肥厚、前縁の不鮮明化、Kager 三角の脂肪層の透過度減少が主所見であった。
3. 新鮮例の MRI では断裂部の信号強度が T1 強調で intermediate, T2 強調で high signal を呈した。
4. MRI では新鮮例を除くと全例に断裂腱の著明な肥厚がみられ、肥厚の形態は亜急性に dumbbell 型、6 ヶ月以降の陈旧例で spindle 型を呈する傾向が明らかであった。
5. T1 強調, T2 強調の MRI 画像で断裂部の信号強度が共に high signal となるのは Kager 三角の脂肪層が一部移動して断裂部を埋えるためと考えられた。
6. 断裂部の形態の詳細な描出は CR より MRI が明らかに優り、保存的治療を行い、経過を観察しながらギプス固定の期間、運動負荷開始の時期等を判断する上で MRI は有用な検査と考えられた。

文 献

- 1) Vazelle, F : La pathologic dutendon d' Achille. J Radiol, 62 : 299-307, 1981.
- 2) Newmar KH, Olken SM, Mellisen WS, et al : A new finding in radiographic diagnosis of Achilles tendon repute. Skeletal Radiol. 8 : 223-224, 1982.
- 3) 蜂屋順一, 是永建雄, 古屋儀郎 : Fuji computed Radiography の臨床応用. 映像情報. 15 : 1029-1036, 1983.
- 4) 高野正雄 : 輝尽性蛍光体を使った新しい Computed Radiography. 日本臨床. 41 : 1395-1403, 1983.
- 5) Fornage B : Achilles tendon : US examination. Radiology. 159 : 759-764, 1986.
- 6) Rosenber ZS, Feldman F, Singson RD, et al : Ankle tendons : Evaluation with CT Radiology. 166 : 221-226, 1988.
- 7) Beltran J, Note AM, Heman LJ : Tendons : High-Field-Strength, surface coil MR Imaging. Radiology. 162 : 735-740, 1987.
- 8) Reining JW, Porwart RH, Roden WC : MR Imaging of a ruptured Achilles tendon. J. Computer Assisted Tomography 9 : 1131-1134, 1985.
- 9) Quinn SF, Murray WT, Clark RA, et al : Achilles tendon : MR Imaging at 1.5T. Madiology. 164 : 767-770, 1987.
- 10) Nistor L : conservative treatment of fresh subcutaneous rupture of the Achilles tendon. Acta Orthop Scand. 47 : 459-462, 1976.
- 11) 林 光俊 : アキレス腱皮下断裂の保存的治療. 日整会誌. 62 : 471-484, 1988.

Magnetic resonance imaging and Computed Radiography in Achilles tendon rupture

Tateo KORENAGA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)	(Depo. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)
Junichi HACHIYA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)	Takao FUJIKAWA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)
Yasuo MIYASAKA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)	Minoru OKADA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)
Katnucide WAKASA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)	Ryouji TAKEI (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)
Toshiaki NITATORI (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)	Yoshiro FURUYA (Dept. of Radiology, Kyorin Univ. School of Medicine)
Tsuneaki SEKI	Mitsutoshi HAYASHI (Dept. of orthopedic surgery, Kyorin VUniv. School of Medicine)

Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Computed Radiography (CR) were performed in 15 patients with complete Achilles tendon rupture who were treated conservatively without surgery.

MRI was obtained using Toshiba MRT 50A superconductive machine, operating at 0.5 Tesla. CR was performed by CR-101, Fuji Medical System.

In fresh cases, ruptured tendons showed intermediate signal intensity on T1-weighted images and high intensity on T2-weighted images. Thickening of the tendon was observed in all cases except in very acute stage. Configuration of thickened tendons tends to be dumbbell shape in subacute stage and fusiform in chronic stage of more than six months after the initial trauma. In cases which showed high signal intensity at the ruptured area both on T1 and T2 weighted images, migration of fat into the spaces between the ruptured tendons was considered to be the major source of increased signal intensity. Computed radiography showed thickening of the tendon, blurring of anterior margin of the tendon, and decreased translucency of pre-Achilles fat pad.

However, MRI better demonstrated the details of ruptured tendons when compared to CR, and thought to be an useful way of following up the healing process of the ruptured

原 著 -----

tendon to facilitate more reasonable judgement of the time of removing plaster casts and stating exercise.