

筋損傷の MR 所見の検討

藤本 肇¹, 村上康二³, 安田茂雄¹, 市川智章⁴,
 鹿島田明夫¹, 田内美喜雄¹, 望月 茂¹, 松原 保²,
 圓井芳晴², 増田純男², 下山勝仁², 平野彰一²,
 有 水 昇⁵

¹沼津市立病院放射線科

³国立佐倉病院放射線科

⁵千葉大学放射線科

²同 整形外科

⁴国立東静岡病院放射線科

はじめに

磁気共鳴イメージング (MRI) は、その優れたコントラスト分解能ゆえに、骨・軟部組織の病変の描出に広く用いられ、腫瘍性病変^{1),2)}のみならず、感染症³⁾や外傷^{4)~6)}の診断においてもその有用性が高く評価されている。我々は、主にスポーツに起因する筋損傷に対して MRI を施行し、特に、通常の spin echo 法による T₁、T₂強調像に加えて gradient field echo 法による T₂*強調像を撮像し、その特徴的所見について検討したので報告する。

対象と方法

沼津市立病院にて MRI が施行された 8 例の筋損傷について retrospective に検討した。男性 5 例、女性 3 例であり、年齢は 16-48 歳 (平均 28 歳) であった。部位は、大腿が 5 例、下腿が 3 例で、スポーツに起因するものが 6 例、その他の外傷によるものが 2 例であった。受傷から検

査までの期間は、2 日から 38 日であった。撮像に使用した装置は、東芝製 0.5T 超電導装置 (MRT-50A) である。5、10 または 15mm のスライス厚、256×256 または 256×192 のマトリクスにて、主に横断像を撮像し、症例により冠状断・矢状断像を追加した。T₁強調像として、TR を 500ms、TE を 20ms に設定した spin echo (SE) 像 (以下 T₁SE 像と略) を撮像した。ただし、初期の一部の症例においては、装置の制約のため、TE を 30 または 40ms に設定して用いた。T₂強調像として、TR を 2000ms、TE を 80ms に設定した SE 像 (以下 T₂SE 像と略) を、また、TR を 300-500ms、TE を 22ms、flip angle を 20° に設定した opposed phase T₂*強調 gradient field echo 像 (以下 T₂*GE 像と略) を撮像した。一般に、gradient field echo 像のコントラストは、TE を短く、flip angle を大きく設定すると、主に T₁ に依存し、逆に、TE を長めに、flip angle を小さくとれば、T₂ に依存することが知られている⁷⁾。また、TE = 22ms としたことで、水のプロトンと脂肪のプロトンからの信号の位相が反転する opposed phase

キーワード muscle injury, MR imaging, T₂*-weighted gradient-echo image

の画像となる。この手法は、既に報告したように、短時間でT₂強調類似画像を得ることができ、例えば、軟部腫瘍と周囲脂肪組織とのコントラストをより明確に描出するのに有利である⁸⁾。

T₁SE像とT₂*GE像は全例において、T₂SE像は6症例(症例1-4, 6, 7)において施行された。

各症例におけるMR像を、受傷筋の腫大の有無及び信号強度、ならびに周囲皮下脂肪組織内の信号強度の変化に着目して記載した。

結 果

各症例のMR所見をTable 1にまとめて示した。受傷筋の腫大は8例中5例において認められた。T₂*GE像において、全例に受傷筋の筋膜直下に沿った円弧状の高信号を認め、8例中5例では、筋内の不整形の高信号域を伴っていた。T₂SE像にても同様の所見が見られたが、2例(症例2, 7)において、筋膜直下の円弧状の高信号の描出が困難であった。T₁SE像において、受傷部位を信号強度の変化として指摘し得

Table 1. Summary of patients studied

No	age/sex	injured muscle	cause days after onset	muscle swelling	MR findings		
					amorphous high intensity	subfascial high intensity	subcutaneous changes
1	42/M	biceps femoris	running 3 days	+	+(T ₁ ,T ₂ ,GE)	+(T ₁ ,T ₂ ,GE)	-
2	16/M	soleus	soccer 10days	-	+(T ₂ ,GE)	+(GE)	-
3	25/M	semimembranosus	exercise 7 days	+	+(T ₁ ,T ₂ ,GE)	+(T ₁ ,T ₂ ,GE)	-
4	48/M	soleus flexor hallucis longus	falling 6 days	+	+(T ₂ ,GE)	+(T ₂ ,GE)	+(GE)
5*	44/F	soleus	volleyball 5 days	+	+(GE)	+(GE)	+(GE)
6	16/F	gracilis	exercise 7 days	+	-	+(T ₁ ,T ₂ ,GE)	+(GE)
7	16/M	vastus medialis	basketball 38days	-	-	+(GE)	-
8*	21/F	vastus medialis	ski 2 days	-	-	+(GE)	-

T₂ : T₂-weighted SE image T₂ : T₂-weighted SE image
 GE : opposed phase T₂*-weighted GE image
 () : image(s) on which the finding is shown
 * : T₂-weighted SE images not done

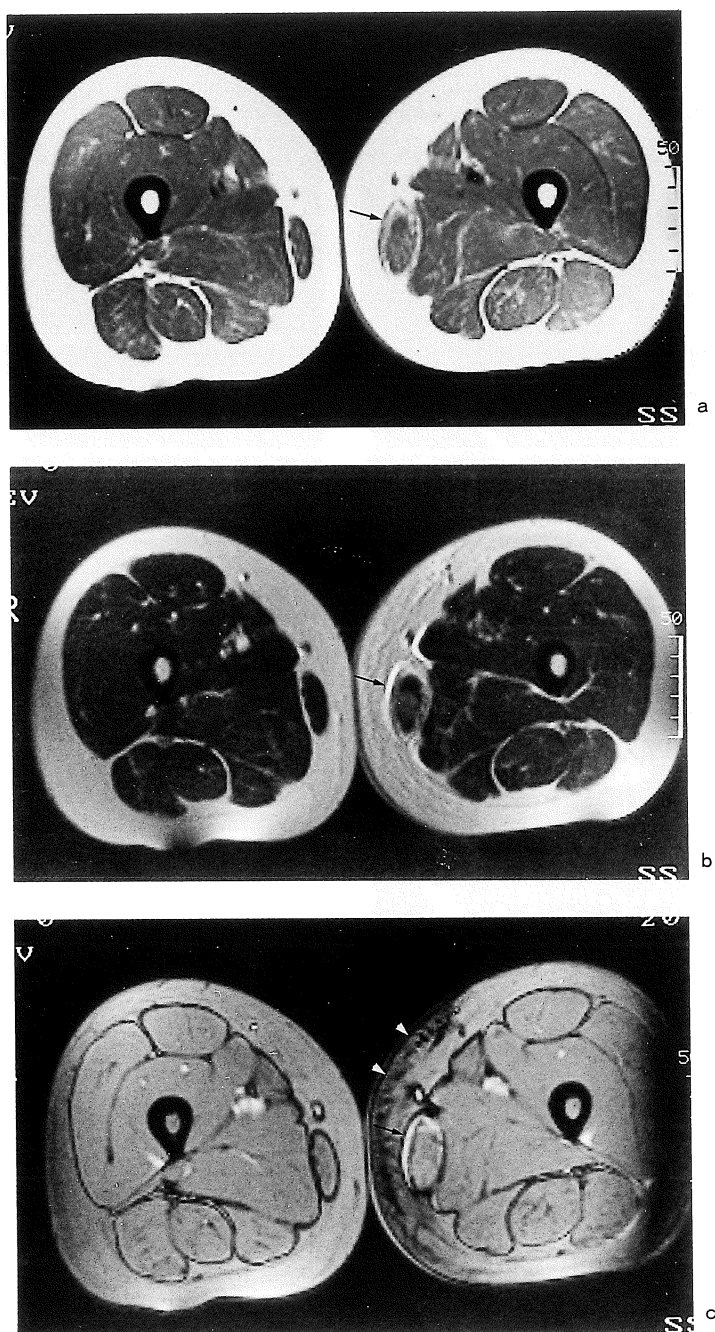


Fig.1. A 16-year-old girl who sustained an injury of the left gracilis muscle due to exercise (case 6). T₁SE (Fig.1a), T₂SE (Fig.1b), and T₂*GE (Fig.1c) images reveal a curvilinear-shaped hyperintensity which extends immediately under the fascia (arrow). The injured muscle appears swollen when compared with the opposite one. The T₂*GE image also shows diffuse hypointensity in the adjacent subcutaneous fat tissue (arrowheads), which corresponds to massive subcutaneous hemorrhage.

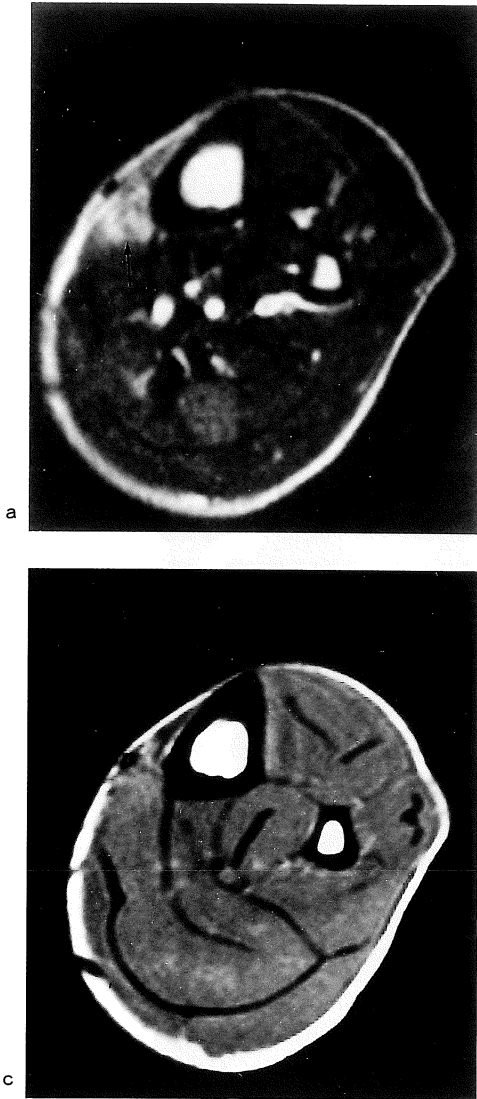


Fig.2. A 16-year-old boy, a soccer player (case 2). T_2 SE (Fig.2a) and T_2^* GE (Fig.2b) images disclose an amorphous hyperintense area (arrow) in the right soleus muscle. The T_2^* GE image also reveals a curvilinear-shaped hyperintensity immediately under the fascia (arrowheads). A T_1 SE image (Fig.2c) fails to depict the lesion.

たのは8例中3例(症例1, 3, 6)に過ぎず, 他の5例のうち2例(症例4, 5)において, びまん性の筋の腫大が描出されたのみであった。周囲皮下脂肪組織内の信号強度の異常は, 3例においてみられた。これらは全て T_2^* GE 像において認められ, T_1 SE または T_2 SE 像上では指摘し難かった。

症例を供覧する。

(Fig.1.) 症例6, 16歳, 女性。体操による左

薄筋損傷。ケミカルシフトによるアーチファクトがあるが, T_1 SE 像 (Fig.1a), T_2 SE 像 (Fig.1b), T_2^* GE 像 (Fig.1c) いずれにしても, 筋膜下に広がる円弧状の高信号を認める。健側に比して筋は腫大している。薄筋周囲の皮下脂肪は, T_2^* GE 像にてびまん性の低信号を呈し, これは広範な皮下出血に対応していた。

(Fig.2) 症例2, 16歳, 男性, サッカー選手。右ヒラメ筋内に T_2 SE 像 (Fig.2a) および

T₂*GE 像 (Fig.2b) にて不整型の高信号域を認める。さらに、T₂*GE 像において、筋膜下に沿って線状ないしは円弧状の高信号がみられる。T₁SE 像 (Fig.2c) では明らかな異常を指摘し得ない。

考 察

著しい外力による筋の挫滅または筋自体の張力による筋線維の断裂が起こると、血腫あるいは液体貯留が生じ、これらの描出には、超音波断層像が簡便かつ有用な検査法として広く用いられている⁹⁾。我々の症例においては、2例で試験穿刺による血腫の確認がなされているのみである。しかしながら、筋内の不整型の高信号及び主に T₂*GE 像で見られる筋膜下の円弧状の高信号は、諸家の報告している血腫および液体貯留に対応した所見と考えて矛盾しない。筋肉内血腫のMR所見に関する Dooms らの報告⁴⁾によれば、出血部位は、T₁、T₂ともに延長し、その結果、T₂強調像において極めて高信号を呈する。また、T₁強調像においても、延長したT₂の影響を受けるためにやや高信号となる。また、Fleckenstein ら⁶⁾は、種々のスポーツによる急性の筋損傷や遅発性の筋肉痛に対してMRIを施行し、受傷筋の信号強度の異常を報告している。彼らは、この信号強度の異常は、筋の辺縁に主に分布し、これらは出血あるいは浮腫によるものと推察している。これは、今回の我々の結果と合致する所見である。

筋損傷の診断は、通常は臨床的に容易になされ、多くは保存的に治療されるため、一般にはその画像診断の意義は限られている¹⁰⁾。しかし、以下の2つの点において、筋損傷の特徴的MR像を認識することは重要である。第1に、スポーツ等をさかんにを行い、筋損傷をきたしやすい若年層は、同時に悪性軟部組織腫瘍の好発年齢でもあり、臨床的に典型的と思われる筋損傷の所見を呈する場合でも、このような重大な疾病がマスクされていることを考慮しなければならな

いことである。第2に、初診時に受傷機転のはっきりしない例が少なからず存在することであり、実際、我々の症例のなかにも、軟部腫瘍を主訴に来診し、MR所見にてはじめて筋損傷が疑われ、第3者の証言により転落外傷が明らかになったものが存在した。

今回用いたT₂*GE像の特性および軟部腫瘍描出における有用性については既に報告した⁸⁾。この画像は、T₂強調類似画像であるため、筋肉内の血腫や液体貯留がある場合には、それが著しい量のデオキシヘモグロビンやヘモジデリンを伴わない限り、高信号を呈する。かつ、opposed phaseの像が得られるため、皮下組織のように水と脂肪の混在する部位の信号は比較的低下し、また、組成の異なる組織の境界に低信号の縁どりが生じる。従って、通常のT₂SE像と比較して、筋膜直下の薄い血腫あるいは液体貯留の描出には極めて有利であり、これは、円弧状の高信号域として具現される。

ところで、様々な軟部腫瘍の多くがT₁強調像で筋よりも低信号、T₂強調像で高信号を呈することはよく知られた事実である^{11,12)}。しかし、例えば、筋肉の稀な悪性腫瘍である alveolar soft part sarcoma は、T₁強調像で高信号を呈することが特徴的とされており^{11,12)}、いずれの画像上も不整型の高信号域として描出され得る。このような病変との鑑別に際して、この筋膜直下に沿った円弧状の高信号域の有無に着目することは有用と考えられる。

T₂*GE 像は、筋挫傷に伴う周囲皮下組織の変化をも敏感に検出することが可能であった。これらは、筋肉内の変化とは逆に、びまん性の信号強度の低下として捉えられた。Opposed phase T₂*GE 像では、水あるいは脂肪が、あるボクセル内において単独に存在するような状況では、水は高信号となり、脂肪はこれと比較して相対的に低信号となる。しかるに、同一ボクセル内に、水と脂肪がある割合で混在するような場合、極端な信号の低下がもたらさる。皮下脂肪組織に少量の出血または浮腫が生じた場合、こ

の後者の状態となり、筋肉内とは異なり信号の著しい低下がもたらされたものと推察している。この所見は、全ての症例において認められたわけではないが、筋損傷の存在に伴う、重要な副所見である。

ま と め

筋損傷のMR所見につき検討した。いずれの画像においても、不整型の高信号域を伴う受傷筋の筋膜直下に広がる円弧状の高信号が特徴的であり、これは受傷筋肉の出血、液体貯留を反映するものと考えられた。この所見の描出には、opposed phase T_2^* 強調 gradient field echo 像が有用であり、この像はまた、付随する皮下脂肪組織の変化をも鋭敏に検出し得た。

本論文の要旨の一部は第77回北米放射線学会(1991年, シカゴ)において発表した。

文 献

- 1) Totty WA, Murphy WA, Lee JKT : Soft-tissue tumors : MR imaging. Radiology, 160 : 135-141, 1986.
- 2) Kransdorf MJ, Jelinek JS, Mesen Jr RP, et al. : Soft-tissue masses : Diagnosis using MR imaging. AJR, 153 : 541-547, 1989.
- 3) Beltran J, Noto AM, McGhee RB, et al. : Infections of the musculoskeletal system : High-field-strength MR imaging. Radiology, 164 : 449-454, 1987.
- 4) Doms GC, Fisher MR, Hricak H, et al. : MR imaging of intramuscular hemorrhage. J Comput Assist Tomogr, 9 : 908-913, 1985.
- 5) Ehman R, Berquist T : Magnetic resonance imaging of musculoskeletal trauma. Radiol Clin North Am, 24 : 292-318, 1986.
- 6) Fleckenstein JL, Weatherall PT, Parkey RW, et al. : Sports-related muscle injuries : Evaluation with MR imaging. Radiology, 172 : 793-798, 1989.
- 7) Buxton RB, Edelman RR, Rosen BR, Wismer GL, Brady TJ : Contrast in rapid MR imaging : T_1 - and T_2 -weighted imaging. J Comput Assist Tomogr, 11 : 7-16, 1987.
- 8) 藤本 肇, 村上康二, 市川智章, 他 : T_2^* 強調 Gradient Field Echo 法による軟部腫瘍のMRI. 日磁医誌, 10 : 255-263, 1990.
- 9) Fornage BD, Touche DH, Segal P, et al. : Ultrasonography in the evaluation of muscular trauma. J Ultrasound Med, 2 : 549-554, 1983.
- 10) Murphy WA : Magnetic resonance imaging, in Diagnosis of bone and joint disorders, vol.1, ed. by Resnick D, Niwayama G, Saunders, Philadelphia, 1988, p.235-236.
- 11) Lorigan JG, O'Keefe FN, Evans HL, et al. : The radiologic manifestations of alveolar soft-part sarcoma. AJR, 153 : 335-339, 1989.
- 12) 森山高明, 宮路紀昭, 宮園信彰, 他 : Alveolar soft part sarcoma 3例のMRI. 臨床放射線, 35 : 1451-1454, 1990.

MR Imaging of Muscle Injuries

Hajime FUJIMOTO¹, Koji MURAKAMI³, Shigeo YASUDA¹,
Tomoaki ICHIKAWA⁴, Akio KASHIMADA¹, Mikio TAUCHI¹,
Shigeru MOCHIZUKI¹, Tamotsu MATSUBARA², Yoshiharu TSUMURAI²,
Sumio MASUDA², Katsuhito SHIMOYAMA², Shoichi HIRANO²,
Noboru ARIMIZU⁵

¹*Department of Radiology, Numazu City Hospital
550 Harunoki, Higashishijii, Numazu Shizuoka 410-03*

²*Department of Orthopedic Surgery, Numazu City Hospital*

³*Department of Radiology, Sakura National Hospital*

⁴*Department of Radiology, Tosei National Hospital*

⁵*Department of Radiology, Chiba University School of Medicine*

The purpose of this study is to determine the characteristic MR findings of muscle injuries.

The series included eight patients who had sustained muscle injuries due to trauma or exercise. T₁-weighted spin-echo (SE) (TR/TE=500/20ms), T₂-weighted SE (TR/TE=2000/80ms), and opposed-phase T₂*-weighted gradient-echo (GE) (TR/TE=300/22ms, flip angle 20°) images were obtained on a 0.5-T superconducting magnet.

On T₂*-weighted GE images, curvilinear-shaped subfascial hyperintensity with amorphous hyperintense areas were disclosed in most cases (5/8), followed by curvilinear-shaped subfascial hyperintensity without amorphous hyperintense areas (3/8). T₁-or T₂-weighted SE images failed to depict the lesions in some cases.

The amorphous hyperintensity and the subfascial extension of the hyperintensity are presumed to represent the hematomas or fluid collections. This finding, which may be characteristic of muscle injuries, is best identified on T₂*-weighted GE images.