

外傷性筋損傷の MRI

影山 貴一¹, 道家 義和¹, 太田 益弘², 杉浦 良樹²¹聖隷浜松病院放射線科 ²聖隷浜松病院画像診断センター

はじめに

筋肉の外傷性損傷は肉離れとして日常よく遭遇する疾患で、保存的治療で軽快するため画像診断にいたることは少ない。しかし、不適切な治療や安静を怠った場合には化骨性筋炎などの合併症を生ずることがあり、障害の程度を客観的にとらえることが治療や予後を考える上で重要である。今回筋損傷に MRI を行った所、異常部分の信号パターンとその形態からいくつかの type に分類が可能であった。そこで各画像と臨床経過を比較し type 別の画像の特徴と意味について検討したので報告する。

対象・方法

対象は主としてスポーツにより大腿及び下腿に筋損傷が疑われ MRI が行われた 48 症例中、陽性所見を示した 43 例である。このうち 16 例で複数回 MR が撮影されている。装置は主にシーメンス旭社製常電導 Mark-J 0.1 T を用い、一部の症例に横河社製超電導 Resona 0.5 T を使用した。0.1 T では IR 法 (TR=1600 ms, TI=500 ms, TE=22 ms) で、0.5 T では short SE 法 (TR=400~500 ms, TE=20 ms) で T₁強調横断像を、また両者ともに long

SE 法 (TR=1600~1800 ms, TE=80 ms) で T₂強調横断像を撮影した。撮影時の筋損傷の MRI を type 分けし受傷筋、受傷機転との関係と受傷時点から初回 MR 撮影までの間隔を調べた。さらに同一症例で 2 回以上撮影された 16 例で画像の経時変化を比較し、各 type の画像の違いが病変の時間的違いによるものかを検討した。また症状の変化も検討した。

結 果

正常筋肉と比較した損傷部の信号強度及び異常信号の形態、その占める部位から筋損傷の MRI を 5 つの type に分類した。

- type I 筋肉内に T₁・T₂強調像ともに高信号腫瘤 (図 1)
 - type II 筋肉内に T₂強調像で高信号腫瘤, T₁強調像で同部が等信号または低信号 (図 2)
 - type III 筋肉内に T₁・T₂強調像ともに等もしくは低信号腫瘤 (図 3)
 - type IV T₂強調像で損傷筋肉全体が高信号 (図 4)
 - type V 筋肉間に T₂強調像で高信号域, T₁強調像で低信号域, 筋肉内の変化が乏しいもの (図 5)
- ただし type IV, V で筋肉内に腫瘤状の異常信号

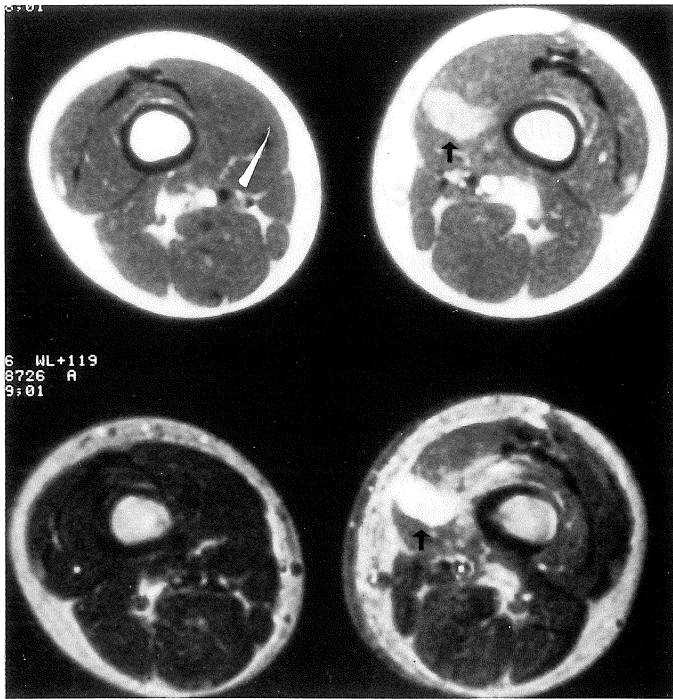


図1. type I

T₁・T₂強調像ともに高信号腫瘍を認める。(→)



図2. type II

T₁強調像で低信号, T₂強調像で高信号となる腫瘍を認める。(→)

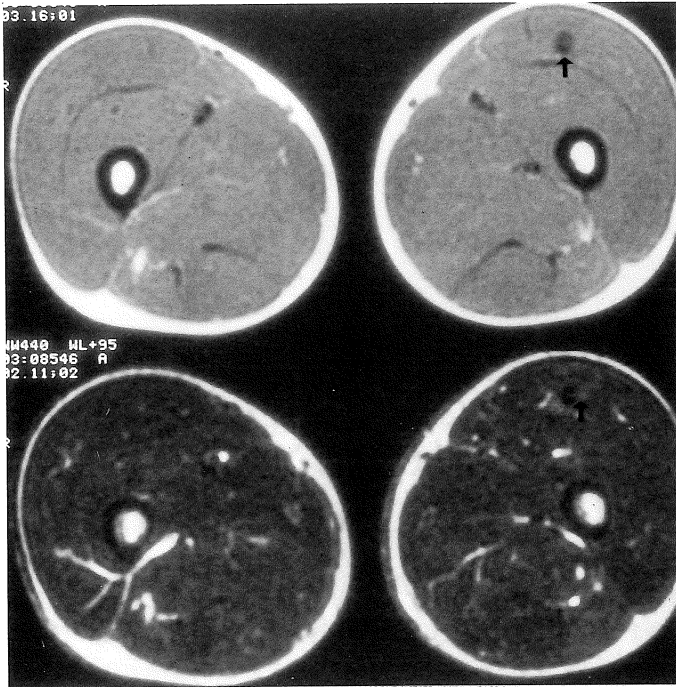


図3. type III
T₁・T₂強調像ともに低信号腫瘤
(→)

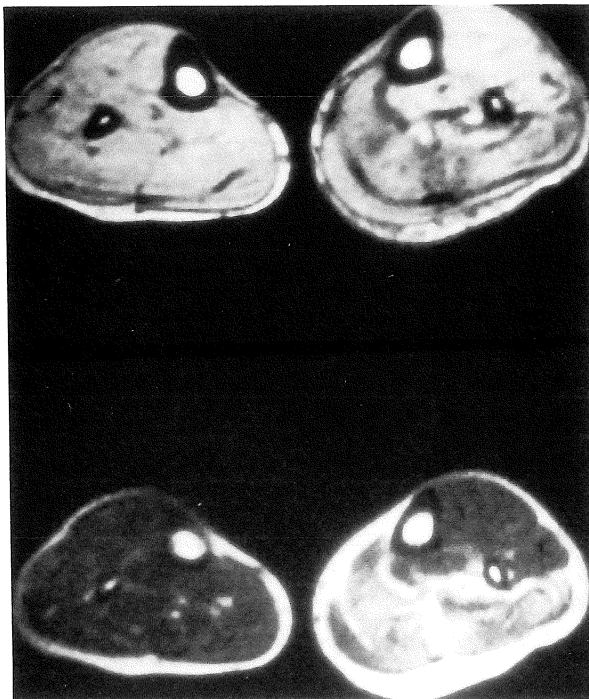


図4. type IV
T₂強調像で筋肉全体が高信号を
呈する。



図5. type V
筋肉間に変化が強いもの。(→)

が見られる場合は type I, II, III に分類した。

それぞれの例数は type I が 13 例, type II が 4 例, type III が 2 例, type IV が 13 例, type V が 11 例であった。各 type と受傷筋の関係は type I, V が大腿四頭筋を主体にして大腿筋に, type IV が下腿筋に多く (表 1), また受傷機転の傾向は type I と II が外部からの打撲, type IV と V が運動中の自家筋力によるものであった (表 2)。受傷日から初回 MR 撮影までの期間は type I で 1 日から 60 日 (平均 18 日), type II で 7 日から 51 日 (平均 26 日), type III で 60 日と 86 日 (平均 73 日), type IV で 3 日から 90 日 (平均 21 日), type V で 1 日から 45 日 (平均 19 日) で, type III は受傷から撮影までの期間が延長していた (表 3)。2 回以上撮影された症例は type I が 6 例, type IV が 4 例, type V が 6 例であった (図 6)。これらの経時的変化は type I では初めに T₁強調画像で腫瘍が等信号となり, 遅れて T₂強調画像での所見が消失した。T₂強調画像でのみ異常を認めた時期は type II と同じ像

表 1. 43例の受傷筋のうちわけ

| | Type I | Type II | Type III | Type IV | Type V |
|---------|--------|---------|----------|---------|--------|
| 大腿四頭筋 | 7 | 4 | 1 | 3 | 6 |
| 長・大内転筋 | 2 | | | 1 | 1 |
| 大腿二頭筋 | | | 1 | 2 | |
| 半腱・半膜様筋 | 1 | | | | 2 |
| 腓腹・ヒラメ筋 | 3 | | | 7 | 2 |

表 2. 筋損傷の受傷機転 (43例)

| | Type I | Type II | Type III | Type IV | Type V |
|------|--------|---------|----------|---------|--------|
| 打 撲 | 5 | 4 | 1 | 2 | |
| 自家筋力 | 7 | | | 9 | 8 |
| 原因不明 | 1 | | 1 | 2 | 3 |

表 3. 受傷から初回 MR 撮影までの期間

| | 最短日と最長日 | 平均 |
|---------------|---------|-----|
| type I (13例) | 1日～60日 | 18日 |
| type II (4例) | 7日～51日 | 26日 |
| type III (2例) | 60日～86日 | 73日 |
| type IV (13例) | 3日～90日 | 21日 |
| type V (11例) | 1日～45日 | 19日 |

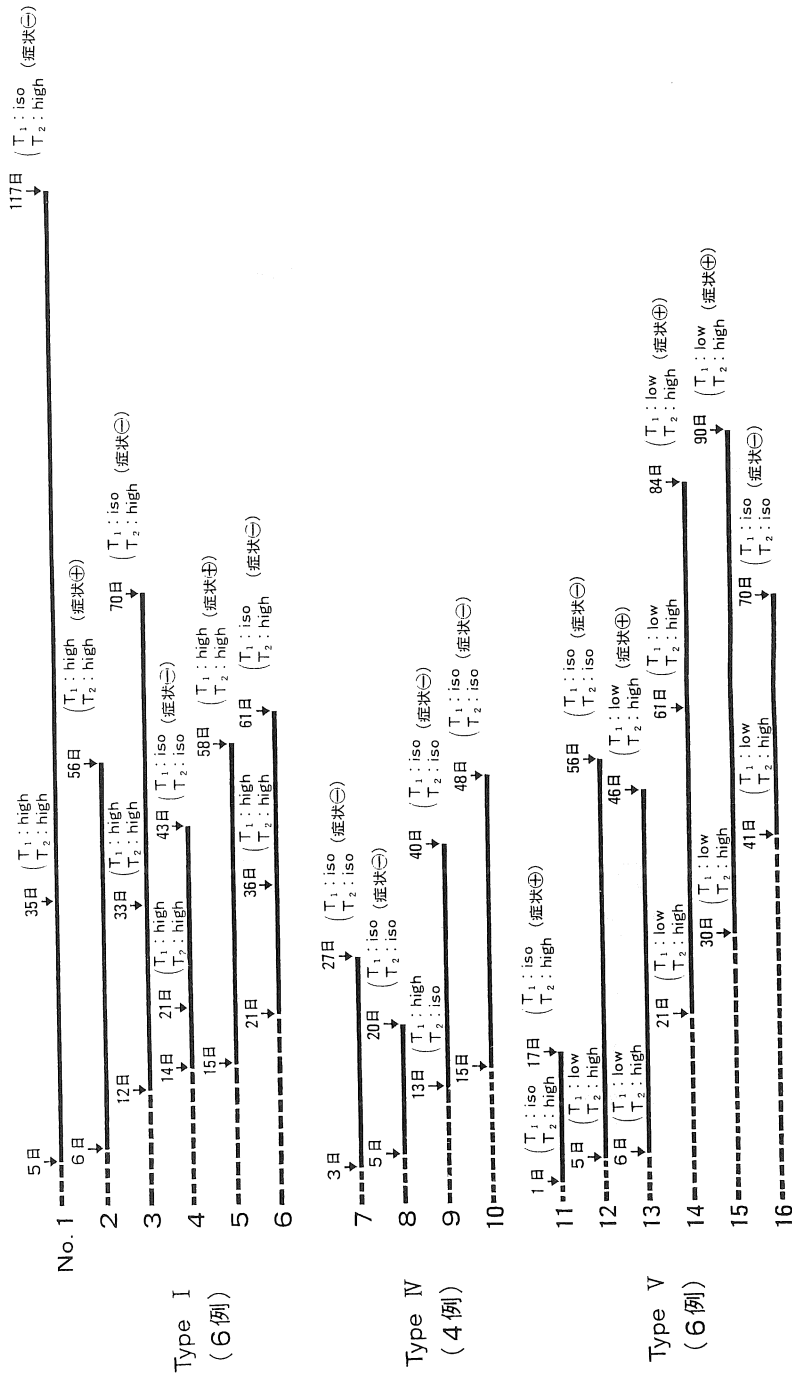


図 6. 2 回以上撮影された16例 — 信号変化と症状の有無

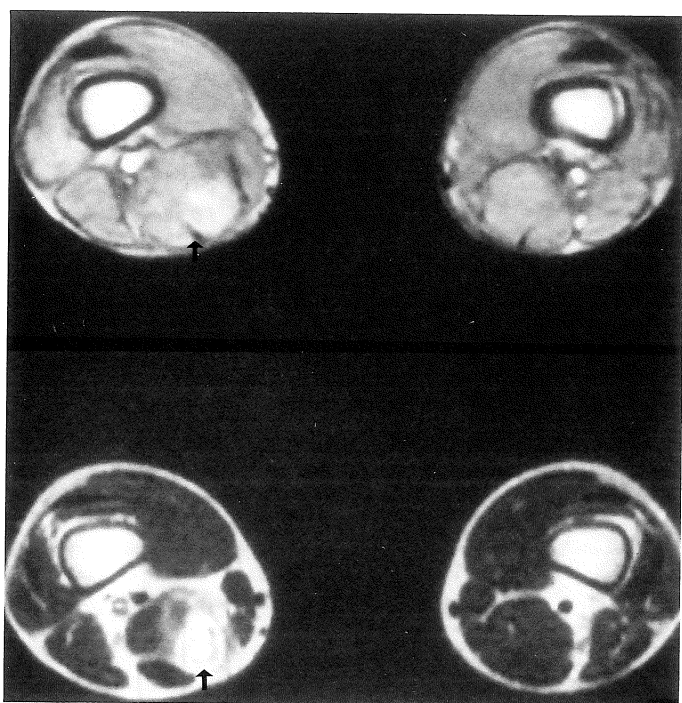
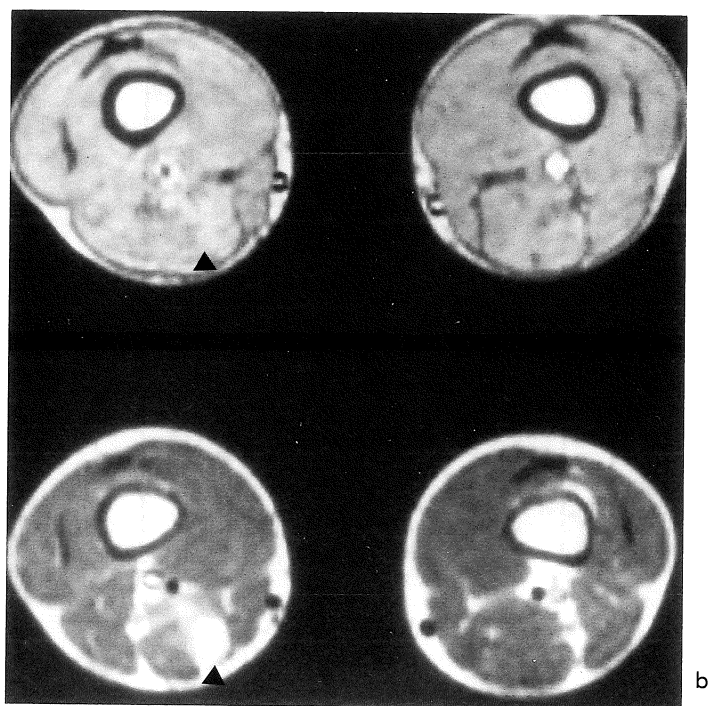


図7. a: 受傷12日目の初回MRI
T₁・T₂強調像ともに高信号をみる。血腫が疑われる。(→)

b: 受傷70日目の2回目のMRI
T₁強調像では周囲筋肉と等信号に変化しているが、T₂強調像では高信号が残存している。(△)



を示し3例に観察された(図6のNo. 1, 3, 6, 図7)。またこの3例は最終撮影の時点で症状が消失したにもかかわらず T_2 強調像に異常信号が残っており、画像の消失が症状の消失より遅れる傾向にあった。type IVの4例は最長でも48日までに所見と症状の回復を見た。type Vでは6例中4例で画像の変化が見られず症状、所見ともに回復が遅れた(図6のNo. 11, 13, 14, 15)。

考 察

筋損傷は外力により生ずる筋挫傷と自家筋力により生ずる肉離れに分けられる。通常用いられている肉離れの定義は筋肉自体が強い収縮と伸展を繰り返す事により筋肉を包んでいる筋膜及び筋線維の部分的断裂であるとするものが一般的である。これらの変化を画像でとらえることは困難であったが、MRIではその優れた濃度分解能から微妙な筋肉内の変化を描出することが可能となった。しかし筋損傷に対するMRIの報告は少なく^{1),2)}、特に受傷後の画像の違いや経時的变化、さらに症状を結び付けた報告は見あたらない。

今回の検討では撮影時点でのMRIから5 typeに分類可能であった。type II及びtype IIIは撮影時期が受傷日から比較的離れており、type Iで経時的に観察した6例中、type IIに変化したものが3例認められたこととあわせて、type Iの治癒過程をとらえていると推測された。このように各typeの画像の違いは単に時間的経過の差を見ているにすぎないとする考えもあるが、この場合は受傷直後に撮影された像と受傷から2-3ヶ月経過してはじめて撮影された像では異なるはずである。しかし、実際には同じtypeの中でも受傷から撮影まで期間にはかなりの幅があり、時間経過以外に受傷機転や受傷程度も画像に反映されていると思われる。表1・2で示すごとく受傷筋や受傷機転が各typeで異なることもこのためで、自家筋力による損傷を肉離れとする定義に従えば、肉離れの像としてtype

IV, type Vを呈するものが多かった。

筋損傷の変化は組織学的に証明されないため厳密に筋肉内にどのような変化が生じているか断定は出来ない。しかしtype Iは $T_1 \cdot T_2$ 強調像ともに高信号腫瘍となることから血腫と考えて異論はないであろう³⁾。この血腫は受傷後1日から最長で60日の撮影まで観察できた。今回の検討は主に0.1 Tで行われ、methemoglobinによる T_1 短縮効果は静磁場が低いほど早く観察できるといわれており⁴⁾、筋肉内でも同様に受傷直後から高信号を呈していた。一方、岡田ら⁵⁾によると脳内血腫では0.2 Tでも発症後1~3日の超急性期、急性期にはdeoxyhemoglobinによる T_2 短縮効果のため血腫は T_2 強調画像で低信号になるとしている。しかし、type Iの中で発症3日以内に撮影した3症例とも T_2 強調像は高信号となり脳内血腫のパターンとは異なっていた。正常筋肉の T_2 緩和時間が出血部分に比較して著明に短縮しているため、 T_2 強調像では早期から高信号としてコントラストされやすいと思われる⁵⁾。またtype Iでは6例に複数回の撮影を行っているが、はじめに T_1 強調像が等信号になり遅れて T_2 強調像が等信号となる傾向を見た。これらは岡田らの脳内血腫の信号変化に一致していた。 T_1 強調像で等信号になった時点ではtype IIと同じ像となる(図7 a, b)が、type IIの症例は受傷から時間がおかれて撮影されているものが多く、両者は同じ病態を異なる時間で見ていると考えられる。今回の検討ではtype Iの症例でtype IIIに変化したものはなかったが、type IIIの2例も受傷から長時間経過した後の画像であり、血腫が完全に吸収されずに残存した可能性がある。 $T_1 \cdot T_2$ 強調像ともに低信号となる原因としては水分量の少ない線維化もしくはヘモジデリンの影響が挙げられる。type IIIの2例とも硬結が触知されており、化骨性筋炎への変化を含めて今後経過観察していきたい。

一方、 $T_1 \cdot T_2$ 強調像の信号パターンからtype IVは筋肉内の浮腫、type Vは各筋肉間の滲出液貯留を反映していると推測した。Fleckenstein

ら¹⁾は足関節の屈曲, 伸展負荷を行った後に腓腹筋のMRIを撮影してtype IVと同様な像を得ているが, その原因を筋肉内の水分量の増加としている。type IVの中にはT₁強調像で出血と思われる高信号域が散在する場合も見られたが, 全体に画像所見と症状の消失が早期に見られ, 今回の各typeの中では最も軽症な群であった。またtype Vは筋肉内の変化が軽度にも関わらず, 筋肉間に変化が強く大腿筋の自家筋力による損傷が多かった。Fleckensteinらの筋外傷の報告の中でも同様の像の記載があるがこの原因については言及していない。しかしこの筋肉間の変化は回復が遅れたとしている。我々の症例でも, 90日までの観察で6例中2例で症状, 画像の消失を見たにすぎず経過が長引いた。病変の主座が筋肉外にあることから筋線維の断裂とは別に筋膜の損傷が原因ではないかと考えており長い経過観察が必要であった。このようにMRIの画像の違いは予後の予測に利用でき運動再開にも情報を与えるものと思われる。

ま と め

1. 筋外傷のMRIは5つのtypeに分類が可能であった。この中でも同じ病態を異なる時間で見ているものが存在した。
2. 筋肉内血腫は大腿筋への打撲に多く症状の消失より画像の消失が遅れた。血腫の信号変化では初期からT₂強調像が高信号となる点が脳内血腫と異なっていたが, 信号の経時的変化は脳

内血腫と同様であった。

3. 筋肉内に浮腫を生ずるtypeは下腿筋に多く最も軽い肉離れであった。
4. 筋肉間に液体貯留を生ずるtypeは症状, 画像所見ともに回復に時間を必要とした。筋肉内の変化が少ないことから筋膜損傷を疑っている。
5. 筋外傷のMRIは受傷程度や受傷機転により画像に差が生じ, 臨床症状の予測に利用できると思われた。

文 献

- 1) J. L. Fleckenstein, P. T. Weatherall, R. W. Parkey, et al.: Sports-related muscle injuries: Evaluation with MR imaging. *Radiology*, 172: 793-798, 1989.
- 2) A. A. De Smet, D. R. Fisher, J. P. Heiner, et al.: Magnetic resonance imaging of muscle tears. *Skeletal Radiol*, 19: 283-286, 1990.
- 3) G. C. Dooms, M. R. Fisher, H. Hricak, et al.: MR imaging of intramuscular hemorrhage. *JCAT*, 9: 908-913, 1985.
- 4) J. T. Sipponen, R. E. Sepponen, J. I. Tantt, et al.: Intracranial hematomas studied by MR imaging at 0.17 and 0.02T. *JCAT*, 9: 698-704, 1985.
- 5) 岡田 進, 川勝樹夫, 鈴木秀徳, 他: 脳内血腫のMRI: 0.2T永久磁石装置による経時的信号変化の観察. *日本医放会誌*, 50: 938-945, 1990.
- 6) R. L. Ehman, T. H. Berquist: Magnetic resonance imaging of musculoskeletal trauma. *Radiol Clin North Am*, 24: 291-319, 1986.

MRI of Traumatic Muscle Injuries

Takaichi KAGEYAMA¹, Yoshikazu DOHKE¹, Masuhiro OHTA²
Yoshiki SUGIURA²

¹*Seirei-Hamamatsu General Hospital. Department of Radiology*
²*Seirei-Hamamatsu General Hospital. Center of Diagnostic Imaging*
2-12-12 Sumiyoshi, Hamamatsu Shizuoka 430

MRI is highly sensitive to changes in the skeletal muscle. We performed MRI of the lower extremities in 43 cases with muscle injuries. From the pattern and distribution of abnormal signal intensity on T₁, T₂-weighted images, MRI of traumatic muscle injuries could be classified into the five types.

19 cases had the mass lesion in the muscle, mostly corresponding to hematoma. The remaining cases seemed to correspond to diffuse edema in the muscle and the fluid collection around the muscle. These types result from the difference of both the degree of injury and location of injury muscle.

We concluded MRI was useful in evaluating the grade of muscle injuries and the prognosis.