



Title	疲労骨折のMRI-その特徴と鑑別診断における有用性-
Author(s)	唐木田, 修; 青木, 純; 藤岡, 文夫 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(7), p. 790-800
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15442
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

疲労骨折の MRI

—その特徴と鑑別診断における有用性—

1) 信州大学医学部放射線医学教室

2) 信州大学医学部整形外科科学教室

唐木田 修¹⁾ 青木 純¹⁾ 藤岡 文夫²⁾
伊藤 邦泰¹⁾ 曾根 脩輔¹⁾

(平成 4 年 8 月 27 日受付)

(平成 4 年 11 月 13 日最終原稿受付)

MR imaging of Fatigue Fractures : Characteristics and Value for Differential Diagnosis

Osamu Karakida¹⁾, Jun Aoki¹⁾, Fumio Fujioka²⁾,
Kuniyasu Ito¹⁾ and Shusuke Sone¹⁾

1) Department of Radiology, Shinshu University, School of Medicine

2) Department of Orthopaedic Surgery, Shinshu University, School of Medicine

Research Code No. : 505

Key words : Fracture, Bone neoplasm,
Osteomyelitis, MR imaging

The magnetic resonance (MR) appearance of five fatigue fractures was analyzed in an attempt to isolate characteristic MR findings which would facilitate the differentiation of this entity from bone neoplasms and osteomyelitis. The bone lesions reviewed for comparison included three osteoid osteomas, eight osteosarcomas, two malignant lymphomas and four osteomyelitis. Four characteristics useful for differentiation were found: 1) All fatigue fractures showed a smooth and continuous periosteal reaction with a superficial layer of high signal intensity on T2-weighted images, while all malignant bone tumors and osteomyelitis showed irregular, interrupted or undetectable periosteal reaction, and osteoid osteomas showed no superficial high signal on periosteal reactions. 2) In all fatigue fractures and osteoid osteomas, abnormal signals in the bone marrow were ill defined, whereas they were well defined in all bone neoplasms and one of four osteomyelitis. 3) None of the fatigue fractures or osteoid osteomas was associated with extraosseous components. 4) Fatigue fractures showed little signal change in the surrounding soft tissues, while most of the bone tumors and osteomyelitis were accompanied by high signal in the adjacent soft tissues on T2-weighted images.

These MR characteristics are helpful in differentiating fatigue fracture from bone neoplasms and osteomyelitis, enabling unnecessary surgical procedures to be avoided.

1. はじめに

疲労骨折は、比較的特徴的な臨床像や X 線像を示すことから、その診断は一般に容易とされている。しかし、若年者の症例において強い骨膜反応を伴うことがあり、この場合には、原発性骨腫瘍や骨髄炎との鑑別が困難であり、生検による病理診断が行われることがある^{1)~3)}。一方、MRI の導入後に、本法を疲労骨折の早期診断に利用して有用とする報告がみられるが^{3)~7)}、本症と骨腫瘍などの鑑別についての報告は未だみられない。今回我々は、臨床像や MRI を除いた画像法では確定診断が困難であった疲労骨折 5 例の MRI 像を retrospective に解析し、本症との鑑別診断において問題になる原発性骨腫瘍（類骨腫、骨肉腫、骨原発悪性リンパ腫など）や骨髄炎の MRI 像と比較し、疲労骨折の特徴的 MRI 像を認めたので報告する。

II. 対象及び方法

対象は 1989 年 12 月より 1991 年 10 月までの約 2 年間に、当施設において MRI 検査が施行された疲労骨折 5 例（男性 3 例、女性 2 例）である。いずれも臨床症状や単純 X 線像、および CT 像で原発性骨腫瘍や骨髄炎との鑑別が困難であった症例である。その中の 3 例は 3 カ月から 12 カ月の安静により症状の軽快ないしは消失を認め、X 線所見の改善が認められたため疲労骨折と診断された。残りの 2 例では生検が施行された。病理組

織所見では、表層に強い骨膜反応性の骨形成像がみられ、その下の骨皮質は軽度の肥厚のみで骨髄にも異常な細胞成分は認められず、臨床経過や画像所見と併せて疲労骨折と最終診断された。病変の発生部位は大腿骨 3 例と脛骨 2 例で、それぞれ骨幹から骨幹端におよぶ範囲に認められた。患者の年齢は 5 歳から 16 歳（平均 12.6 歳）であった。MRI は臨床症状発現より 3 週間から 11 カ月まで（平均 3.8 カ月）に施行された。

鑑別診断についての検討の対象として、同時期に当施設で取り扱われ、病理組織学的診断が確定している類骨腫 3 例、骨肉腫 8 例、悪性リンパ腫 2 例、および骨髄炎 4 例の計 17 例を用いた。

使用した MRI 装置は 1.5 T 超電導型（GE 社製 Signa）で、通常のスピンエコー（SE）法を用い T1 強調画像（TR/TE = 600 msec/20 msec）と T2 強調画像（2000~2500 msec/80 msec）を撮像した。FOV は 16 から 37 cm まで、スライス厚は 4 から 10 mm、スライス間隔は 1 mm であった。撮像方向は長管骨の長軸方向に平行な面を基本とし、これに必要に応じて横断方向を加えた。類骨腫 2 例と骨髄炎 1 例を除く全 14 例に Gd-DTPA（体重 1 kg 当たり 0.1 mmol 投与）による造影検査を施行した。

MRI 所見に関する検討項目は、

1. 病変部骨髄腔の信号強度とその辺縁部の性状
2. 骨膜反応の MRI 像、特に表面の平滑さと連続性

Table 1 Signal Intensities and Margins of Bone Marrow Lesions

Diagnosis	No. of Cases	Signal intensities *						Margin	
		T 1-WI			T 2-WI			Well-defined	Ill-defined
		Low	Iso	High	Low	Iso	High		
Fatigue Fracture	5	5	0	0	0	1	4	0	5
Osteoid Osteoma	3	3	0	0	0	1	2	0	3
Osteosarcoma	8	8	0	0	2	1	5	8	0
Malignant Lymphoma	2	2	0	0	0	0	2	2	0
Osteomyelitis	4	4	0	0	0	0	4	1	3
Total	22	22	0	0	2	3	17	11	11

* Signal intensities as compared to adjacent normal bone marrow

3. 周囲軟部組織への腫瘍の連続進展像の有無
 4. 周辺軟部組織の信号強度の変化
 5. Gd-DTPA 併用の有用性
- である。

III. 結 果

1. 病変部骨髓腔の信号強度とその辺縁部の性状 (Table 1)

疲労骨折における骨髓腔の信号強度は、正常骨髓の信号強度との比較において、全例で T1 強調像で低信号、T2 強調像で等あるいは高信号であった (Fig.1, 2)。類骨腫 3 例 (Fig.3)、骨原発悪性リンパ腫 2 例 (Fig.5)、および骨髓炎 4 例 (Fig.6) の全例と、骨肉腫 8 例中 6 例 (Fig.4) においても T1 強調像で低信号、T2 強調像で等あるいは高信号を呈した。骨肉腫の残りの 2 例は造骨能が強いいためか、T1 強調像および T2 強調像で低信号を呈した。

骨髓腔の病変部辺縁の信号強度変化をみると、疲労骨折と類骨腫の全例、および骨髓炎 3 例では T1 強調像および T2 強調像において境界が不鮮

明であった (Fig.1, 2, 3)。これに対し、骨肉腫 8 例と悪性リンパ腫 2 例の全例、および骨髓炎 4 例中 1 例における MRI 像では、鮮明な辺縁部を示した (Fig.4, 5, 6)。

2. 骨膜反応の MRI 像、特に表面の平滑さと連続性 (Table 2-1, 2-2)

骨膜反応は、筋組織より T1 強調像では低信号、T2 強調像では低信号から高信号の種々の強度で認められた。疲労骨折 5 例全例と類骨腫 3 例中 2 例で、なだらかな立ち上がりを示し、その表面は平滑で、連続性が保たれていた。これに対し、骨肉腫 8 例中の 4 例と骨髓炎 4 例中の 1 例では表面が平滑でなく、不連続な部分が認められた。また、残りの類骨腫 1 例、骨肉腫 4 例、悪性リンパ腫 2 例、および骨膜炎 3 例の MRI 像では骨膜反応は不明瞭であった (Table 2-1)。

疲労骨折全例において、T2 強調像で骨膜反応の表面に一層の高信号帯が認められた。しかし、類骨腫や骨肉腫、悪性リンパ腫、および骨髓炎ではこのような所見は認められなかった (Table 2-2)。

Table 2-1 Appearances of Periosteal Reaction

Diagnosis	No.of Cases	Smooth and Continuous	Irregular or Interrupted	Not Detectable
Fatigue Fracture	5	5	0	0
Osteoid Osteoma	3	2	0	1
Osteosarcoma	8	0	4	4
Malignant Lymphoma	2	0	0	2
Osteomyelitis	4	0	1	3
Total	22	7	5	10

Table 2-2 Superficial Layer of High SI on T2-WI

Diagnosis	No.of Cases	(+)	(-)
Fatigue Fracture	5	5	0
Osteoid Osteoma	3	0	3
Osteosarcoma	8	0	8
Malignant Lymphoma	2	0	2
Osteomyelitis	4	0	4
Total	22	5	17

SI: Signal Intensity

3. 周囲軟部組織への腫瘍の連続進展像の有無 (Table 3)

周囲の軟部組織における腫瘍像は、疲労骨折と類骨腫において認められなかったが、骨肉腫 (Fig.4) と悪性リンパ腫 (Fig.5) および骨髓炎の全例で認められ、いずれも T1 強調像で筋組織と比べ低から等信号、T2 強調像で高信号を呈した。骨髓炎に伴う周囲の軟部組織内の腫瘍像 4 例の内訳は、結核性膿瘍 1 例、化膿性脊椎炎の傍椎体領域進展 1 例、および化膿性骨髄炎による骨

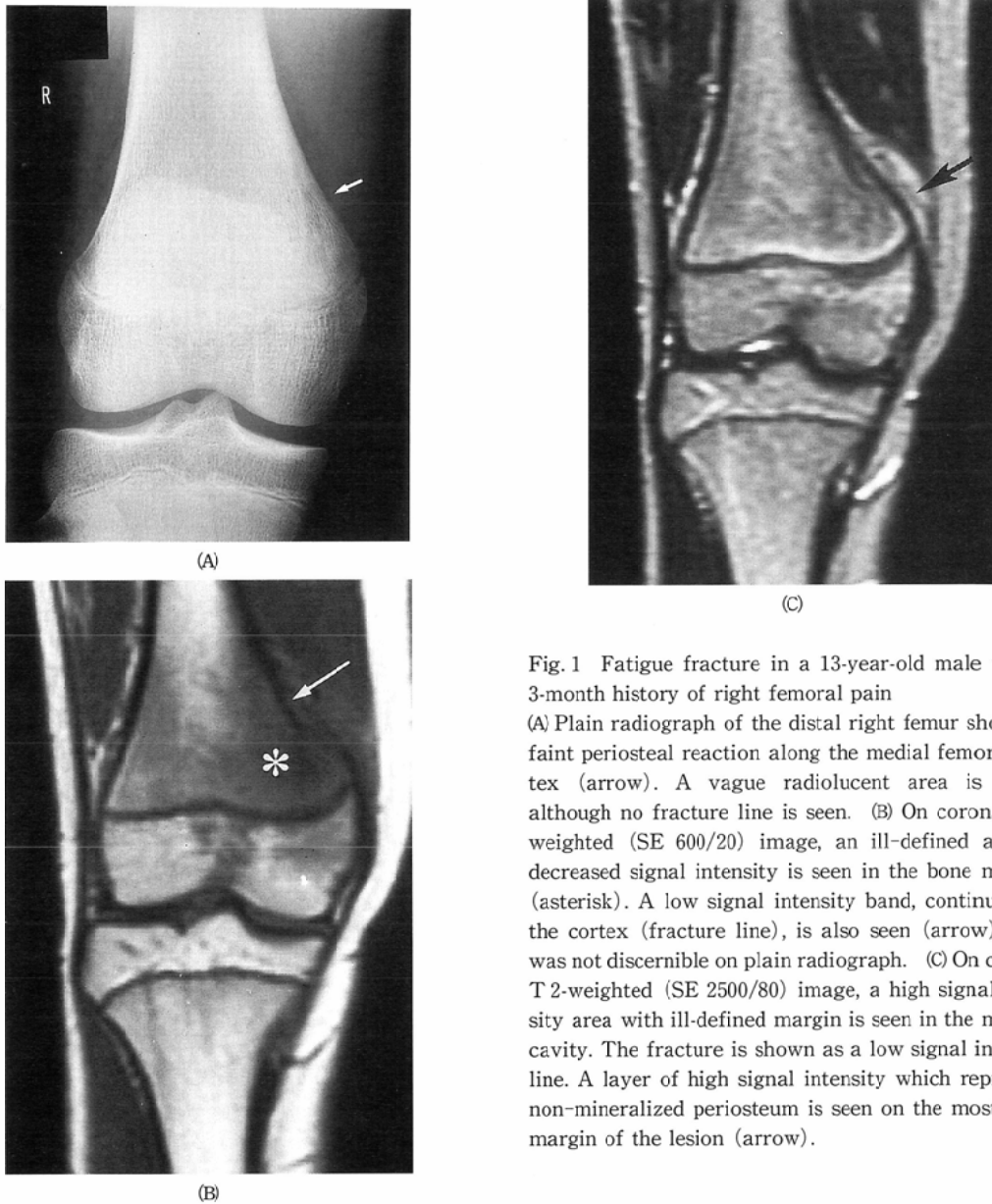


Fig. 1 Fatigue fracture in a 13-year-old male with a 3-month history of right femoral pain

(A) Plain radiograph of the distal right femur shows a faint periosteal reaction along the medial femoral cortex (arrow). A vague radiolucent area is noted, although no fracture line is seen. (B) On coronal T1-weighted (SE 600/20) image, an ill-defined area of decreased signal intensity is seen in the bone marrow (asterisk). A low signal intensity band, continuous to the cortex (fracture line), is also seen (arrow). This was not discernible on plain radiograph. (C) On coronal T2-weighted (SE 2500/80) image, a high signal intensity area with ill-defined margin is seen in the marrow cavity. The fracture is shown as a low signal intensity line. A layer of high signal intensity which represents non-mineralized periosteum is seen on the most outer margin of the lesion (arrow).

Table 3 Soft Tissue Masses

Diagnosis	No. of Cases	Present	Absent
Fatigue Fracture	5	0	5
Osteoid Osteoma	3	0	3
Osteosarcoma	8	8	0
Malignant Lymphoma	2	2	0
Osteomyelitis	4	4	0
Total	22	14	8

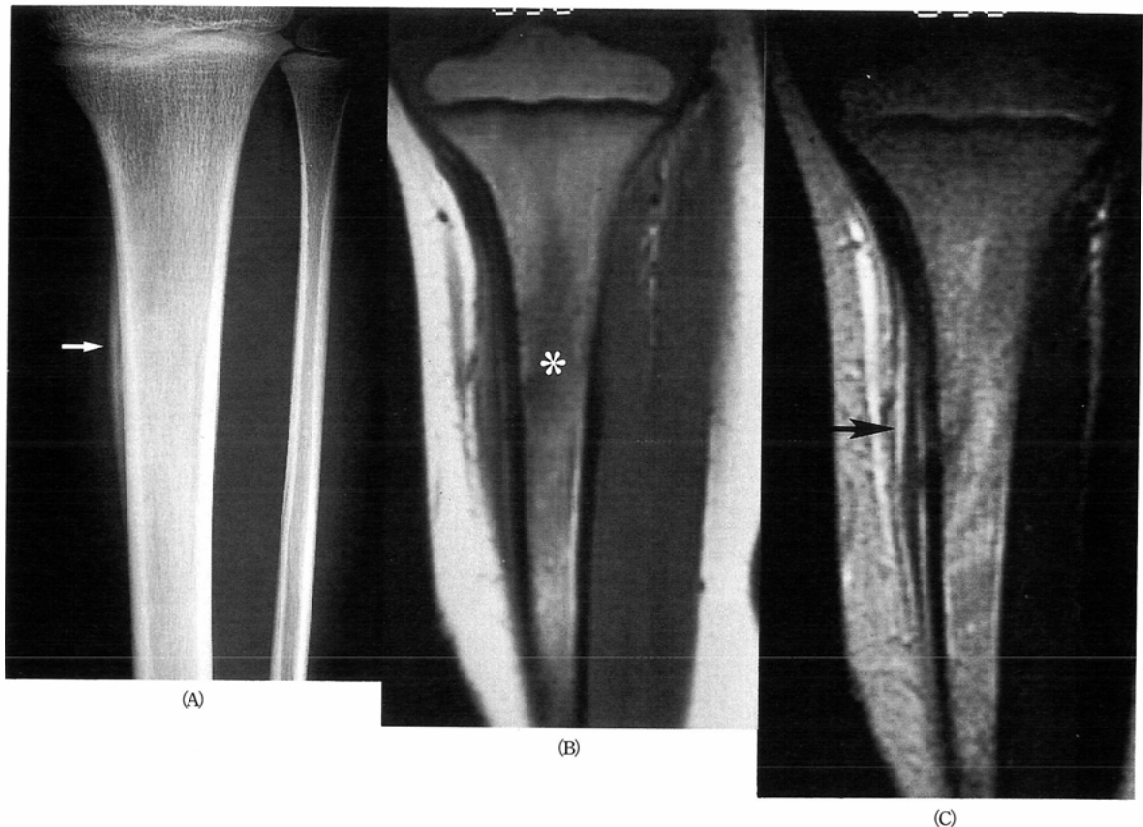


Fig. 2 Fatigue fracture in a 5-year-old female with a 3-week history of persistent pain in the left lower leg
 (A) Radiograph shows a single layer of periosteal new bone (arrow) along the medial border of the left proximal tibia. No discernible underlying bone abnormality is seen.
 (B) Coronal T1-weighted (SE 600/20) image demonstrates an ill-defined low signal intensity area within bone marrow cavity (asterisk).
 (C) Coronal T2-weighted (SE 2000/80) image shows an increased signal intensity with ill-defined margin in the same region. A smooth and continuous layer of high signal representing non-mineralized periosteum (arrow) is seen on the surface of the lesion, while underlying mineralized periosteum showing low signal.

膜下膿瘍2例であった。

4. 周辺軟部組織の信号強度の変化 (Table 4)

軟部腫瘍や骨膜反応を含めた病変の周囲の筋組織を主体とした軟部組織を周辺軟部組織としてその信号強度について検討した。信号強度は、疲労骨折5例中の4例、類骨腫3例中の1例、骨肉腫8例中の1例、および骨髄炎4例中の2例においてT1強調像とT2強調像で筋組織に対し等信号を示した。残りの疲労骨折1例、類骨腫2例、骨肉腫7例、悪性リンパ腫2例、および骨髄炎2例では、いずれもT1強調像で筋組織に対し等信号あるいはやや低信号、T2強調像で高信号を示した。

5. Gd-DTPA 併用の有用性

疲労骨折の全例において病変部骨髄の増強効果が認められた。しかし、造影検査の行われた類骨腫1例、骨肉腫8例、悪性リンパ腫2例、および骨髄炎3例の全例においても同様に増強効果が認められた。

IV. 考 察

骨組織の同一部位に、一度では骨折を起こさない程度の微弱な外力が繰り返し加えられた結果生ずる骨折は一般に応力骨折 (stress fracture) と総称される^{1), 8), 9)}。応力骨折には、疲労骨折 (fatigue fracture) と不全骨折 (insufficiency frac-

Table 4 Signal Intensity Changes of Surrounding Soft Tissues *

Diagnosis	No. of Cases	T 1-WI			T 2-WI		
		Low	Iso	High	Low	Iso	High
Fatigue Fracture	5	0	5	0	0	4	1
Osteoid Osteoma	3	1	2	0	0	1	2
Osteosarcoma	8	0	8	0	0	1	7
Malignant Lymphoma	2	0	2	0	0	0	2
Osteomyelitis	4	0	4	0	0	2	2
Total	22	1	21	0	0	8	14

* Signal intensities as compared to adjacent normal muscles

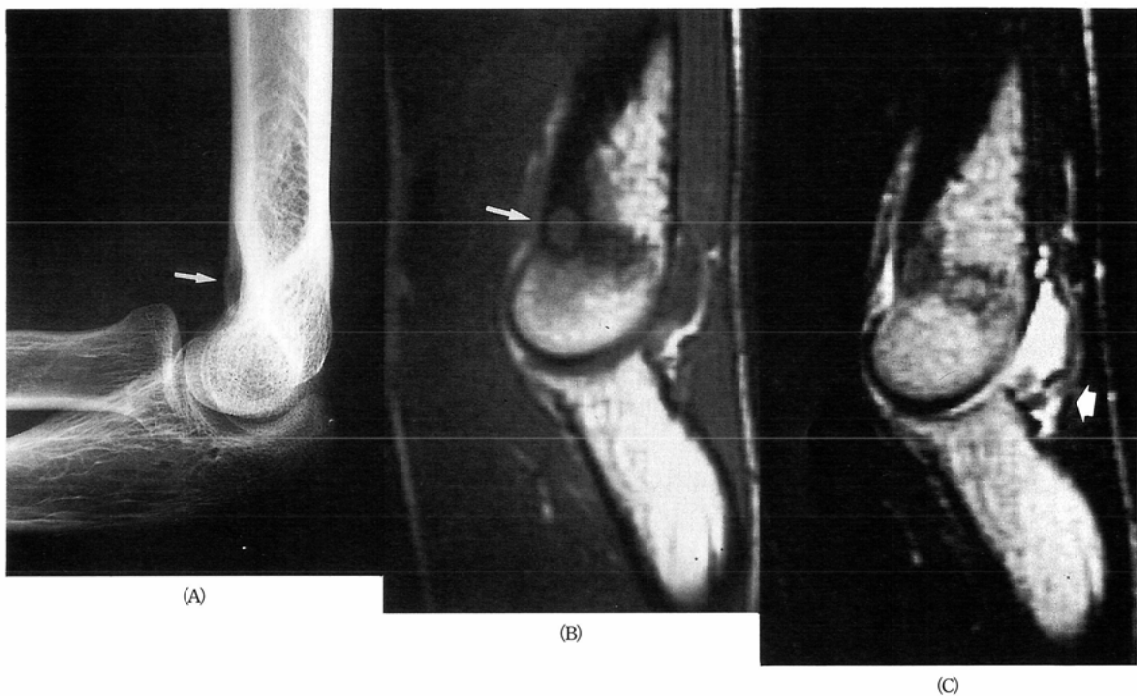


Fig. 3 Osteoid osteoma in a 16-year-old male with a 4-month history of pain in his right elbow

(A) Lateral radiograph clearly demonstrates a radiolucent lesion with a small shell in the radial fossa (arrow).

(B) Sagittal T 1-weighted (SE 600/20) image reveals an intermediate-signal-intensity nidus (arrow) in the cortex of the distal humerus surrounded by an ill-defined rim in low signal intensity.

(C) On the T 2-weighted (SE 2000/80) image, the signal intensity of the nidus remains low as compared to the high signal intensity of the normal surrounding marrow. There are joint effusion and thickened synovial tissue in the olecranon fossa (arrow).

ture) の二つの病態が含まれる。疲労骨折は、正常の弾性抵抗を持つ骨組織に筋肉による強い張力が繰り返し加えられた場合に生じる。慣れない激しい運動を急にはじめた時などに起こりやすく、行軍骨折 (march fracture) や走者骨折 (runner's fracture) などはこの種の骨折に属する。

これに対し、不全骨折は骨組織の弾性抵抗が正常より低下している場合の骨折で、その発生には筋肉による強い張力は必ずしも必要とされない。骨組織の弾性抵抗の低下の原因には、骨粗鬆症⁹⁾や骨軟化症¹⁰⁾、慢性関節リュウマチ¹¹⁾や副甲状腺機能亢進症¹²⁾などの全身性疾患、あるいは線維

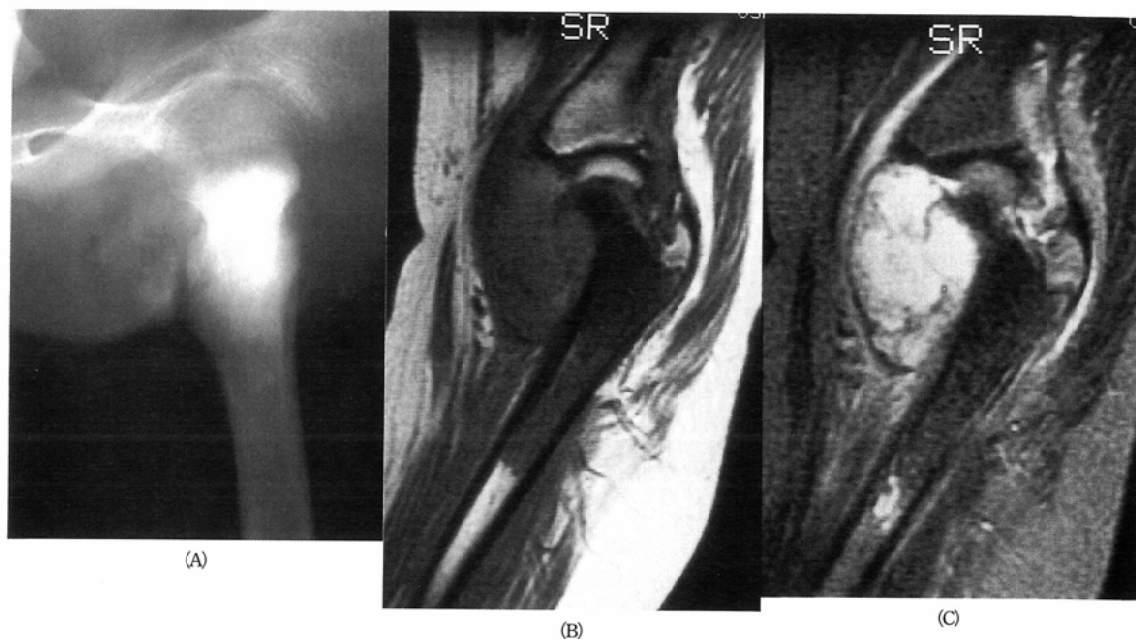


Fig. 4 Osteosarcoma in a 11-year-old male with a 2-month history of persistent pain in his left hip joint
 (A) Plain radiograph of the left proximal femur shows intramedullary sclerosis accompanied by soft tissue tumor which contains a dense cloud-like calcification.
 (B) Sagittal T1-weighted (SE 600/20) image demonstrates intramedullary low signal intensity area, which is clearly demarcated from the adjacent normal bone marrow.
 (C) On the T2-weighted (SE 2000/80) image, the tumor in the marrow cavity are low in signal intensity, whereas a high signal area is noted at the distal end of the lesion. An extrasosseous component is high in signal intensity.

性骨異形成^{9),12)}や放射線治療後^{9),12)}などの局所性病変があげられる。原発性あるいは転移性骨腫瘍に続発する骨折は病的骨折 (pathologic fracture) として区別される^{9),12)}。

疲労骨折の診断には、初診時に、疲労骨折を念頭において詳細な病歴聴取を行うことが大切である。特に、疼痛発症前の過剰な運動歴や、その疼痛が安静により軽快することなどは重要な情報である。これらの臨床像に加えて、特徴的な単純X線像を認めれば、本症の確定診断は比較的容易とされている¹⁾。

Daffner⁹⁾, Savoca¹³⁾, Sweetら¹⁴⁾は、疲労骨折における単純X線像の所見は、傷害の部位やX線撮影の時期により異なることを指摘している。すなわち、短期間の経過観察を行うと、その間に単純X線像において、

- (1) 均一で幅の狭い層状骨膜反応像
- (2) 骨皮質内の不鮮明な透亮像

(3) 骨髓腔内の骨硬化像

のいずれか、あるいは、そのいくつかが認められる。しかし、疲労骨折に特徴的とされるこれらの所見が、初診時に認められるのは28~40%である^{1),15)16)}。また、骨膜反応が著明な症例では、その好発年齢や好発部位が類似することなどから、原発性骨腫瘍や骨髓炎との鑑別が困難な場合がある。我々の症例でも2例において生検が施行された。1例は5歳の女兒で病歴がはっきり聴取できず、初診時のX線像で強い骨膜反応を認めたため生検が施行された。もう1例は16歳の女性で、大腿骨に強い骨膜反応が見られ、安静により症状が改善しなかったため原発性骨腫瘍と鑑別ができず生検が行われた。

CT像では、Daffner, Savoca, Sweetらが述べた特徴的X線所見のほかに、骨髓腔や周囲の軟部組織における濃度変化が認められるが、これらは非特異的な所見であり、鑑別診断上の有用性

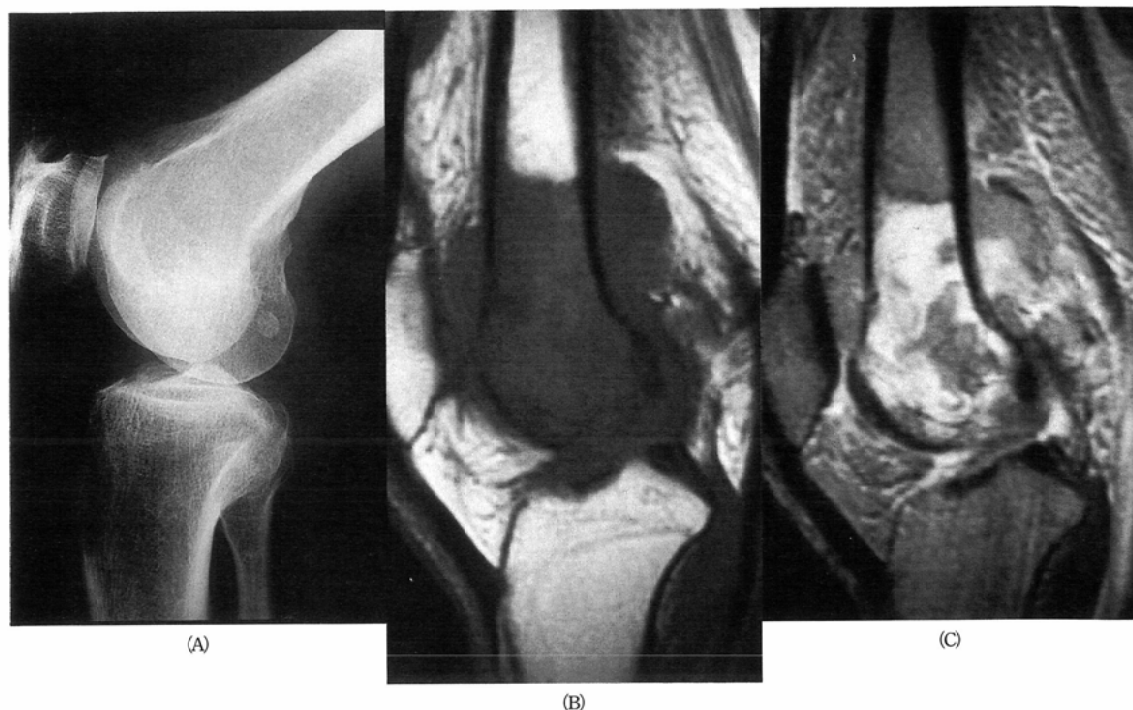


Fig. 5 Malignant lymphoma in a 61-year-old male with a several-month history of occasional pain in his right knee (A) Lateral radiograph of the right knee shows no definite bone abnormality.

(B) Sagittal T1-weighted (SE 600/20) image demonstrates a low signal intensity area in the distal end of the femur, which is well demarcated from the surrounding normal marrow. Extension of the tumor into the surrounding soft tissues is also clearly demonstrated.

(C) Sagittal T2-weighted (SE 2000/80) image clearly shows a geographic distribution of increased signal intensity of the tumor and around the distal femur.

は認められていない^{16)~18)}。

骨シンチグラフィは疲労骨折の早期発見に有用であるが^{19),20)}、特異性はなく、やはり鑑別診断には役立たない。

疲労骨折のMRI像については、以下の所見がこれまでに報告されている^{4)~7)}。

①骨折線の早期検出：単純X線像で異常が認められない早期に、T1強調像およびT2強調像で、線状の低信号が皮質骨より連続性に骨髓内まで認められる。

②病変部骨髓の信号変化：骨髓は正常部位に比べT1強調像で低、T2強調像で高信号を広範囲に呈する。出血や浮腫による変化と推測されているが、これは疾患特異性に乏しい所見である。これらの報告では、疲労骨折と他の疾患との鑑別に有用なMRI像の特徴的所見は明らかにされていない。

疲労骨折と鑑別すべき疾患としては、類骨腫や骨肉腫、ユーイング肉腫、悪性リンパ腫、あるいは骨髓炎などがあげられる^{1)~3),8),9),14)}。今回の我々の検討によると、病変部骨髓の信号強度の変化(T1強調像で低、T2強調像で等から高信号)に関しては、従来の報告と同様であり、鑑別診断における有用性は認められなかった。一方、病変部骨髓で異常な信号強度を示す領域の辺縁の性状をみると、すべての疲労骨折において不鮮明(Fig.1, 2)であり、鮮明な辺縁を示す骨肉腫(Fig.4)や悪性リンパ腫(Fig.5)、あるいは慢性骨髓炎との鑑別が可能であった。疲労骨折では骨髓の軽度から中等度の浮腫がMRI信号変化の主な原因であるため^{4),5)}、その境界が不鮮明になると考えられる。これに対し、骨肉腫や悪性リンパ腫における骨髓内の変化は腫瘍細胞の浸潤が主体であるため^{21)~26)}、境界が比較的鮮明なMRI像を呈す

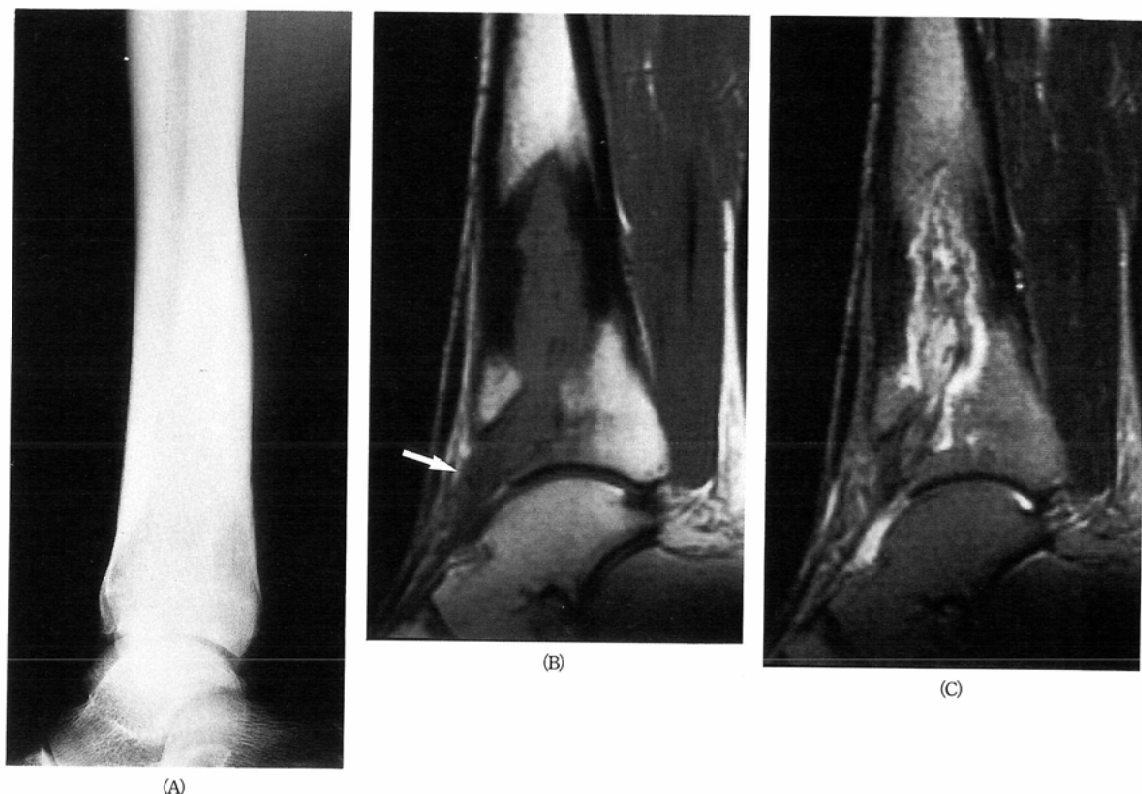


Fig. 6 Osteomyelitis in a 36-year-old male with 3-week history of pain and swelling in his left ankle
 (A) Lateral radiograph shows cortical thickening and extensive sclerosis in the distal end of the left tibia.
 (B) Sagittal T1-weighted (SE 600/20) image shows a large area of intermediate signal intensity within the marrow with continuous extension through a cortical defect to the subcutaneous fatty tissue (arrow).
 (C) On the T2-weighted (SE 2000/80) image, the lesion is markedly high in signal intensity, surrounded by the thickened cortex which is low in signal intensity.

と考えられる。急性骨髓炎における骨髓内の変化は、疲労骨折と同様に浮腫が主体と言われる^{27)~31)}。しかし、慢性期の骨髓炎においては、浮腫が軽減し、内部に線維化が進むため、MRI像で病変と正常部との境界が比較的鮮明になると言われている^{30),31)}。類骨腫においては、病変部骨髓の信号変化部の辺縁は全例で不鮮明であった。これは、腫瘍より産生されるプロスタグランジンなどの液性因子が周囲骨髓に炎症反応を引き起こすためと考えられ³²⁾、疲労骨折における浮腫性変化との鑑別は困難と思われた。しかし、我々の3症例では、類骨腫そのものがMRI像で認められた。従って、総合的には疲労骨折との鑑別は容易と考えられた。

MRI像でみられる骨膜反応については、Green-

fieldらは従来の単純X線像とほぼ同等の診断的有用性を示すと報告している²¹⁾。単純X線像では石灰化像を示す骨膜反応のみが認識されるが、MRIでは骨膜反応を軟部組織の変化としてとらえることができ、我々の検討では、MRI像において、疲労骨折における均一で連続性のある骨膜反応が良く描出されていた。また、疲労骨折の全例にT2強調像で、骨膜反応の最表面に一層の高信号帯を認めた。これは、骨産生を開始する前の肥厚した骨膜と考えられているが³³⁾、他の骨腫瘍や骨髓炎においては認められないので、鑑別診断に有用な所見と思われた。今回検討した骨腫瘍や骨髓炎には、MRIで骨膜反応を示さないものが含まれていた。これは、腫瘍や炎症によるMRI信号強度の変化が強いため、これらより相

対的に弱い信号変化を示す骨膜反応がとらえにくくなったものと考えられた。MRI像で骨膜反応が認められる場合には、不均一かつ不連続に認められることが多く、疲労骨折との鑑別に有用であった。

骨肉腫や骨の悪性リンパ腫においては、周囲の軟部組織内にも腫瘤を形成することが多く²²⁾⁻²⁶⁾(Fig.5), MRIのすぐれた軟部腫瘤の描出能は、本症と疲労骨折との鑑別に有用と考えられる。類骨腫は周囲の軟部組織内に腫瘤を形成しないが、腫瘍そのものがMRIで確認できるため、疲労骨折との鑑別は容易である。また、骨髄炎の中で、特に結核性骨髄炎では、周囲の軟部組織内の腫瘤形成が高率に認められるが、化膿性骨髄炎における周囲軟部組織への炎症の波及した像も、CTやMRIにより、よく描出されるようになった^{30),31)}。我々の骨髄炎4例のうち結核性膿瘍は1例のみで、残りの3例は化膿性細菌によるものであった。骨髄炎においても軟部腫瘤の検出にMRIは有用であり、疲労骨折との鑑別に役立つと考えられた。

周辺軟部組織のMRI信号強度の変化をみると、骨腫瘍では周囲の浮腫や炎症性変化を反映してT2強調像で、高信号を呈することが多いとされる^{22),24)-26),33)}。今回検討した類骨腫や骨肉腫、悪性リンパ腫の症例でもほとんどにおいて、周辺軟部組織の信号はT2強調像で高信号を示していた。骨髄炎においても半数例でT2強調像で高信号がみられ、周辺軟部組織の炎症性変化を反映していた。しかし、疲労骨折においては、周辺軟部組織にはほとんど信号強度の変化は認められず、本所見は鑑別診断に有用と思われた。

今回検討した種々の骨腫瘍や骨髄炎における造影剤使用の効果については、現在までのところ、特異的なMRI所見は報告されていない^{24),26),31),33)}。我々の症例でも、造影により各疾患の特徴像や疲労骨折との鑑別に有用な所見は得られなかった。従って、疲労骨折の診断、およびその鑑別を目的としての造影検査は無意味と考えられる。

疲労骨折との鑑別が問題になるユーイング肉腫は、今回の検討症例に含まれていない。文献的に

は、骨肉腫や悪性リンパ腫と同様に骨髄腔のMRI信号強度の変化は腫瘍細胞の進展度とよく相関すると報告されている³⁴⁾。また、骨膜反応は不整で不連続なことが多く、軟部腫瘤の形成も高頻度に発生する腫瘍の性質を考慮すると、MRI像での疲労骨折との鑑別は容易であろう。

V. 結 語

疲労骨折5症例のMRI像を類骨腫3例、骨肉腫8例、悪性リンパ腫2例、および骨髄炎4例のMRI像と比較して検討し、以下の特徴像を認めた。

①骨膜反応の表面は平滑で、連続性が保たれており、T2強調像で最外層に一層の高信号帯を認めた。

②骨髄腔内の信号変化の辺縁は不鮮明であった。

③軟部腫瘤像はみられなかった。

④周辺軟部組織の信号変化はわずかであった。

MRI像において、これらの特徴を認めた場合は、骨腫瘍や骨髄炎などとの鑑別が可能であり、生検などの侵襲的な検査は避けられると考えられる。

本論文の要旨は、第51回日本医学放射線学会総会において発表した。

文 献

- 1) 有馬 亨：疲労骨折，整形外科MOOK，27：129-140，1983，金原出版，東京
- 2) 福島 修，葉 山泉，諫山照刀，他：疲労骨折と診断されていた脛骨骨肉腫の一例，福岡大学医学紀要，17：529-534，1990
- 3) 岡崎徳子，青木治人，南郷明德，他：骨腫瘍との鑑別を要した大腿骨疲労骨折の2例，関東整災誌，19：65-71，1988
- 4) Stafford SA, Rosenthal DI, Gebhardt MC, et al: MRI in stress fracture. AJR 147: 553-556, 1986
- 5) Lee JK, Yao L: Stress fractures: MR imaging. Radiology 169: 217-220, 1988
- 6) Mink JH, Deutsch AL: Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification, and assessment with MR imaging. Radiology 170: 823-829, 1989
- 7) Deutsch AL, Mink JH: Magnetic resonance imaging of musculoskeletal injuries. Radiol Clin North Am 27: 986, 1989

- 8) Resnick D, Niwayama G : Special types of fractures. (In) Resnick D, Niwayama G eds : Diagnosis of bone and joint disorders. 2244-2318, 1981, W. B. Saunders, Philadelphia
- 9) Daffner RH : Stress fracture : current concepts. *Skeletal Radiol* 2 : 221-229, 1978
- 10) North KAK : Multiple stress fractures simulating osteomalasia. *AJR* 97 : 672-675, 1966
- 11) Schneider R, Kaye JJ : Insufficiency and stress fractures of the long bones occurring in patients with rheumatoid arthritis. *Radiology* 116 : 595-599, 1975
- 12) Pentecost RL, Murray RA, Brindley HH : Fatigue, insufficiency and pathologic fractures. *JAMA* 187 : 1001-1004, 1964
- 13) Savoca CJ : Stress fractures. A classification of the earliest radiographic signs. *Radiology* 100 : 519-524, 1971
- 14) Sweet DE, Allman RM : Stress fracture. *RPC of the month from the AFIP. Radiology* 99 : 687-693, 1971
- 15) Greaney RB, Gerber FH, Laughlin RL, et al : Distribution and natural history of stress fractures in U. S. marine recruits. *Radiology* 146 : 339-346, 1983
- 16) Allen GJ : Longitudinal stress fractures of the tibia : diagnosis with CT. *Radiology* 167 : 799-801, 1988
- 17) Yousem D, Magid D, Fishman EK, et al : Computed tomography of stress fractures : *J Comput Assist Tomogr* 10 : 92-95, 1986
- 18) Somer K, Meurman KO. A. : Computed tomography of stress fractures. *J Comput Assist Tomogr* 6 : 109-115, 1982
- 19) Roub LW, Gumerman LW, Hanley EN, et al : Bone stress : A radionuclide imaging perspective. *Radiology* 132 : 431-438, 1979
- 20) Wilcox JR, Moniot AL, Green JP : Bone scanning in the evaluation of exercise-related stress injuries. *Radiology* 123 : 699-703, 1977
- 21) Greenfield GB, Warren DL, Clark RA : MR imaging of periosteal and cortical changes of bone. *Radiographics* 11 : 611-623, 1991
- 22) Moore SG, Berry G, Smith JT, et al : Extent of marrow and soft tissue involvement in pediatric bone tumors : magnetic resonance and pathologic correlation. *AJR* 153 : 202, 1989
- 23) Phillips WC, Kattapuram SV, Doseretz DE, et al : Primary lymphoma of bone : relationship of radiologic appearance and prognosis. *Radiology* 144 : 285-290, 1982
- 24) Stiglbauer R, Augustin I, Kramer J, et al : MRI in the diagnosis of primary lymphoma of bone : correlation with histopathology. *J Comput Assist Tomogr* 16 : 248-253, 1992
- 25) Gillespy III T, Manfrini M, Ruggieri P, et al : Staging of intraosseous extent of osteosarcoma : correlation of preoperative CT and MR imaging with pathologic macroslides. *Radiology* 167 : 765-767, 1988
- 26) Seeger LL, Widoff BE, Bassett LW, et al : Pre-operative evaluation of osteosarcoma : value of gadopentetate dimeglumine-enhanced MR imaging. *AJR* 157 : 347-351, 1991
- 27) Beltran J, Noto AM, McGhee RB, et al : Infections of the musculoskeletal system : high-field-strength MR imaging. *Radiology* 164 : 449-454, 1987
- 28) Tang JSH, Gold RH, Bassett LW, et al : Musculoskeletal infection of the extremities : evaluation with MR imaging. *Radiology* 166 : 205-209, 1988
- 29) Vogler III JB, Murphy WA : Bone marrow imaging. *Radiology* 168 : 679-693, 1988
- 30) Erdman WA, Tamburro F, Jason HT, et al : Osteomyelitis : characteristics and pitfalls of diagnosis with MR imaging. *Radiology* 180 : 533-539, 1991
- 31) Dangman BC, Hoffer FA, Rand FF, et al : Osteomyelitis in children : gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology* 182 : 743-747, 1992
- 32) Healey JH, Ghelmann B : Osteoid osteoma and osteoblastoma. current concepts and recent advances. *Clin Orthop* 204 : 76-85, 1986
- 33) Kanal E, Burk L, Brunberg JA, et al : Pediatric musculoskeletal magnetic resonance imaging. *Radiol Clin North Am* 26 : 211, 1988
- 34) Frouge C, Vanel D, Coffre C, et al : The role of magnetic resonance imaging in the evaluation of Ewing's sarcoma. *Skeletal Radiol* 17 : 387-392, 1988