

症例報告

寛解後に一過性にMRI高信号域を認めた 小児急性踵骨骨髓炎の一例

金田美緒, 西澤 崇, 伊藤 萌, 伊奈真一郎,
江原貴子, 中山 彰, 小張真吾

国家公務員共済組合連合会横浜南共済病院 小児科

要旨: 炎症症状改善後, 経過観察中のMRI画像所見にて一過性に異常信号域を認めた急性踵骨骨髓炎の一例を経験した. 症例は8歳男児で発熱, 右踵部痛を主訴に受診した. 第5病日にMRI画像所見にて右踵骨に骨髓浮腫を疑う髄内異常信号が確認され, 第6病日に血液培養からメチシリン感性黄色ブドウ球菌が検出されたことから同菌による急性踵骨骨髓炎と診断した. Cefazolin (CEZ) による治療を行い症状は改善傾向となり, 第20病日に内服抗菌薬へ変更し, 第27病日に退院した. 第42病日には症状は完全に消失しMRI画像所見も改善傾向であった. その後も症状の再燃や増悪は認めなかったが, 第75病日のMRI検査で再度異常信号域の出現を認めた. 臨床所見からは炎症の再燃とは考えにくく, 外来にて経過観察を行ったが症状増悪を認めなかった. 第167病日のMRI検査所見では異常信号所見の改善が確認された. 小児の骨髓MRI所見は炎症が軽快した後も信号強度に変化を認めることがあり, 臨床所見と併せて評価を行うことが重要である.

Key words: 急性骨髓炎 (acute osteomyelitis), 踵骨骨髓炎 (calcaneal osteomyelitis), 骨髓浮腫 (bone marrow edema), MRI (magnetic resonance imaging), 菌血症 (bacteremia)

I. 緒言

小児の踵骨骨髓炎は, 急性骨髓炎全体の3-10%程度と比較的まれである¹⁾. 骨髓炎の診断においてMRI検査は診断精度が高い画像診断法であるが^{2,3)}, 所見の経時的変化とその評価に関する報告は少ない. 今回我々は, 抗菌薬投与により症状改善を認めた後にMRI画像所見において一過性に異常信号域が確認された踵骨骨髓炎の一例を経験したため, MRI画像所見の変化と併せて報告する.

II. 症例

症例: 8歳男児

主訴: 発熱, 右踵部痛

既往歴: 特記事項なし

現病歴: 受診10日前に転倒し右膝を受傷した. 第1病日

から右踵部の疼痛が出現し, 第2病日から歩行困難となったため同日近医整形外科を受診した. 単純X線写真で特記所見を認めず, 経過観察となった. 第3病日から発熱を認め, 第4病日に近医小児科を受診した. 発熱に加え, 右踵部腫脹及び疼痛が増悪したため, 精査加療目的に当院紹介となった.

入院時現症: 体温 38.9℃, 体重 28kg, 脈拍 120/分, 呼吸数 20/分. 頭頸部, 胸腹部特記所見なし. 右踵部の発赤, 腫脹, 熱感に加え, 著明な圧痛あり. 接地困難を認めた. 同部位に明らかな外傷なし. 右膝には擦過傷あり.

入院時検査所見(表1): WBC 9200/μL, CRP 6.37 mg/dLと炎症反応の上昇を認めたが, その他の血算, 一般生化学検査には異常値を認めなかった.

入院時右足単純X線像所見: 右踵部の軟部組織に腫脹を認めた. 骨折線や骨梁の乱れ等は認めなかった(図

金田美緒, 横浜市金沢区六浦東1-21-1 (〒236-0037) 国家公務員共済組合連合会横浜南共済病院 小児科
(原稿受付 2020年11月8日/改訂原稿受付 2020年12月2日/受理 2020年12月18日)

表1 入院時血液検査所見

血算		生化学	
WBC	9,200 / μ l	CRP	6.37 mg/dl
Neu	75 %	AST	23 U/l
Lym	20 %	ALT	12 U/l
Hb	13.7 g/dl	ALP	544 U/l
Plt	$23.9 \times 10^4 / \mu$ l	LDH	258 U/l
		CK	108 U/l
赤血球沈降速度		TP	8.4 g/dl
ESR 1H	46 mm	Alb	4.4 g/dl
ESR 2H	83 mm	Cre	0.42 mg/dl
		BUN	10.2 mg/dl
		Na	135.7 mEq/l
		K	3.8 mEq/l
		Cl	99.2 mEq/l



図1

- a. 右足単純 X 線検査 (第4病日, 入院時)
踵部の軟部組織に軽度腫脹あり. 骨折線なし. 骨梁の乱れなし.
- b, c. 右足 MRI 矢状断像 (第5病日, motion artifact あり)
(b. STIR 像. c. 脂肪抑制造影 T1 強調像)

右踵骨の後方足底部の骨髓に STIR 像で高信号域あり, 一致して増強効果を認める (矢尻). 足底の骨外にも強い増強効果を認める (矢印). 明らかな膿瘍形成は認めない. 髓内異常信号と周囲軟部組織の信号変化は, 骨髓炎と隣接する蜂窩織炎所見と合致する.

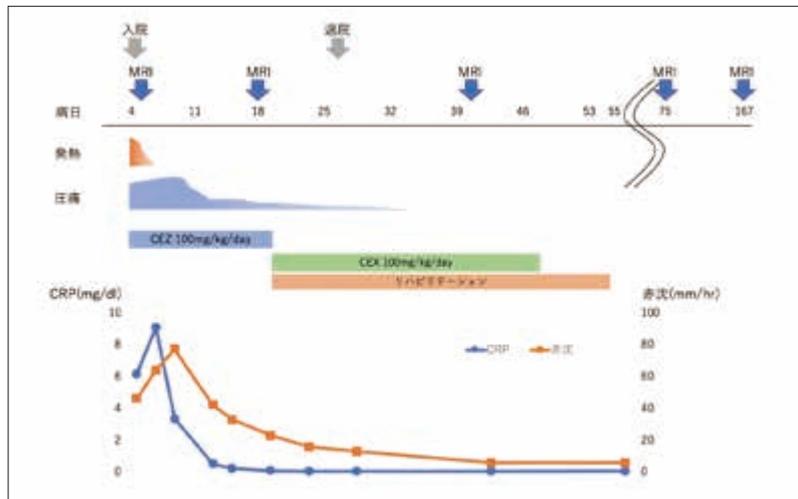


図2 入院後経過

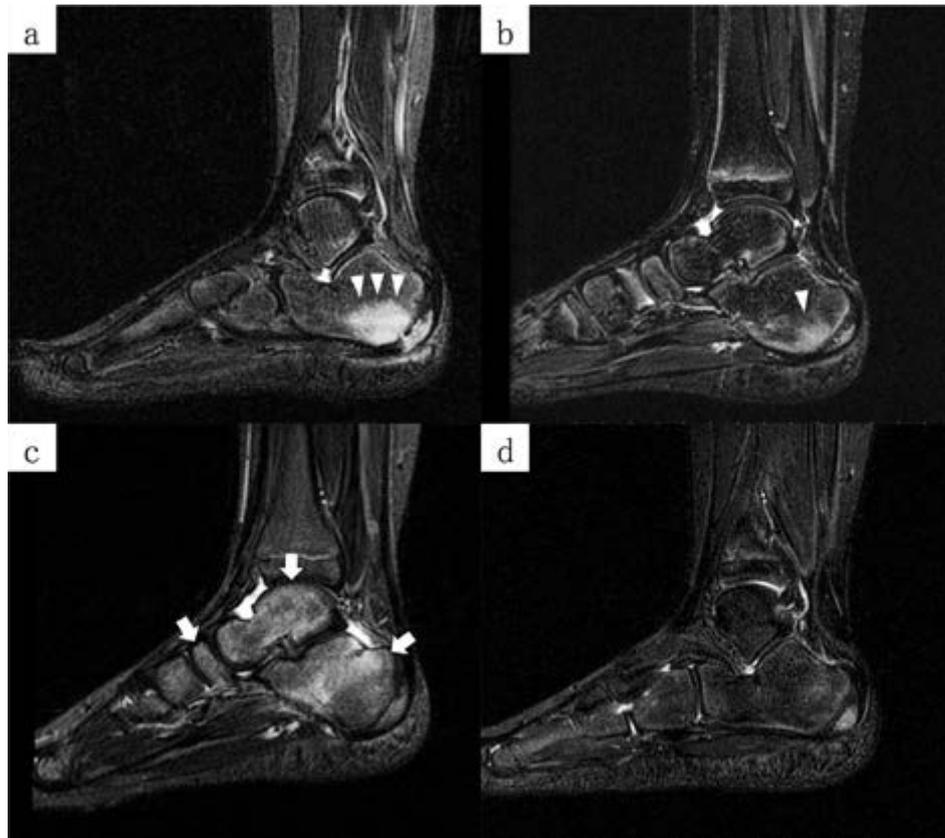


図3 右足MRI STIR矢状断像. 各病日において同一断面での比較が困難であり、それぞれ高信号所見の強い画像を提示した.

- a. 右足MRI STIR像(第18病日, 退院前) 踵骨の高信号域(矢尻)は残存したが、周囲軟部組織の高信号域は軽減した.
- b. 右足MRI STIR像(第42病日, 退院後) 踵骨の高信号域(矢尻)は縮小した.
- c. 右足MRI STIR像(第75病日) 既存の異常信号を認めた踵骨足底部ではなく、より内側の関節部及び接する周囲骨に、びまん性に淡く境界不明瞭な高信号域(矢印)が確認された.
- d. 右足MRI STIR像(第167病日) 踵骨の高信号域は縮小し、その他の足根骨に認めた信号変化も消失した.

1 a).

入院後経過：症例の経過を図2に示す。右踵骨骨髓炎、蜂窩織炎の疑いでCefazolin (CEZ) 100mg/kg/dayの経静脈投与を開始した。第5病日の造影MRI検査所見では、STIR (short-tau inversion recovery) 画像で右踵骨の高信号及び周囲軟部組織の高信号と腫脹を認め、脂肪抑制造影T1強調像で増強効果を認めた(図1 b, c)。第6病日に入院時の血液培養からメチシリン感性黄色ブドウ球菌(methicillin-susceptible *Staphylococcus aureus*: MSSA)が検出され、造影MRI検査結果と併せ同菌による急性右踵骨骨髓炎及び周囲組織の蜂窩織炎と診断した。第6病日より解熱傾向となり局所症状も徐々に軽快した。第18病日に再検したMRIではSTIR画像で右踵骨の高信号は残存したものの周囲軟部組織の高信号は軽減した(図3 a)。抗菌薬投与及び整形外科指示により患側免荷管理を行い、炎症反応の陰性化と踵部疼痛腫脹の局所所見改善を認めた。第20病日に抗菌薬はCefalexin (CEX) 内服に変更し、CEZと合わせて計

44日間の投与を行った。入院中に整形外科管理の下リハビリテーションを開始し、部分荷重開始後も症状の再燃がないことを確認した上で、第27病日に退院した。退院後経過：外来でリハビリテーションを継続しながら経過観察を行い、第34病日に局所の圧痛は消失した。第42病日のMRI検査所見では踵骨のSTIR高信号、T1強調像での低信号はいずれも縮小し、周囲軟部組織の高信号は前回所見と比較し軽減を確認した(図3 b)。第55病日の単純X線像では踵骨に骨萎縮等の異常所見は認めず、踵部軟部組織の腫脹は改善した(図4)。血液検査上も炎症反応の陰性化を確認し(表2)、同日リハビリテーション終了となり、運動制限も解除された。制限解除後も局所所見の増悪を認めずに経過した。第42病日に施行したMRI検査で一部残存が確認されていた異常高信号域に対する経過追跡をするために、第75病日にMRI検査を施行した。所見として踵骨の患部と別部位にSTIR高信号、T1強調像での低信号の出現が確認され、新たに距骨やその他の足根骨にも、同様の



図4

右足単純X線検査（第55病日）
骨膜反応や骨萎縮等の異常所見は認めない。踵部の軟部組織の腫脹は改善した。

表2 第55病日血液検査所見

血算		生化学	
WBC	5,400 / μ l	CRP	0.06 mg/dl
Neu	46 %	AST	26 U/l
Lym	37 %	ALT	21 U/l
Hb	13.7 g/dl	ALP	597 U/l
Plt	$28.3 \times 10^4 / \mu$ l	LDH	277 U/l
		CK	127 U/l
赤血球沈降速度		TP	7.5 g/dl
ESR 1H	6 mm	Alb	4.4 g/dl
ESR 2H	14 mm	Cre	0.38 mg/dl
		BUN	11.5 mg/dl
		Na	139.2 mEq/l
		K	4.2 mEq/l
		Cl	102.3 mEq/l

信号強度の変化を認めた（図3c）。発熱・疼痛腫脹や可動域制限・荷重困難などの局所症状を認めず、身体所見から骨髓炎の再燃は否定的と考え、整形外科と協議の上抗菌薬投与や活動制限をせずに外来経過観察を継続した。その後も症状の増悪は認めなかった。第167病日施行のMRI検査所見では、踵骨後部にSTIR高信号域は残存したがその範囲は縮小しており、その他の足根骨に認められた信号変化は消失していた（図3d）。以降も局所症状の再発や後遺症は認めていない。

Ⅲ. 考 察

症状改善後、経過観察中にMRI検査で一過性に異常信号域を認めた踵骨骨髓炎の一例を経験した。小児の踵骨骨髓炎は急性骨髓炎全体の3-10%程度と比較的稀であり、その43-63%が黄色ブドウ球菌を主とした血行性感染によるものとされている^{1, 2)}。本症例は踵部に明らかな外傷創はなかったが、患側膝部に擦過傷を認め、同部位からの血行性感染が疑われた。踵骨骨髓炎は長管骨骨髓炎と比べ症状が特徴的でなく、診断や治療開始に時間を要することがある^{2, 3)}。本症例は第5病日より早期診断、治療介入がなされており、治療に対する反応も良好であった。

骨髓炎の画像診断法は現在MRI検査が選択されることが多く、感度97-100%、特異度92%と単純X線検査や骨シンチグラフィと比較し診断精度が高いとされている³⁾。また単純X線検査で変化が確認可能となるまでに発症後2-3週間程度要するのに対し、MRI検査では発症後2-5日以内に所見を得ることが可能であり、初期の段階での評価において重要な役割を果たすと考えられる⁴⁾。

急性骨髓炎症例では、MRI検査で早期変化所見として骨髓浮腫所見が確認される。T1強調像で低信号、T2強調像やSTIR像で高信号となり、脂肪抑制造影T1強調像で増強効果を呈する⁵⁾。骨髓浮腫所見は他疾患でも確認される非特異的所見であり、分布や形態を元に鑑別が必要である。急性骨髓炎では骨端線周囲に変化を示し、慢性反復性多発性骨髓炎（CRMO）では信号強度変化が乏しい傾向を示すことが報告されている^{5, 6)}。本症例においては、急性期所見として踵骨の骨端線周囲にT1強調像での低信号域、STIRでの高信号域が比較的境界明瞭で単一に分布しており、急性骨髓炎の場合に認める骨髓浮腫像として矛盾しないと考えられた。

MRI検査は感度が高く骨髓炎の臨床症状が改善した後も所見残存が確認される場合があるが⁷⁾、小児においてはその詳細な経時的変化については報告が少ない。小児において足部・足関節に関してMRI検査を施行したところ、半数以上の健常児にMRI高信号所見が確認された報告がなされている^{8, 9)}。これらの変化は赤色髄の残存や、成長に伴う物理的・生理的ストレスが原因の一つとして挙げられており、基本的には生理的なものであると考えられている^{8, 9)}。また小児骨髓炎症例では治療開始後に症状や検査所見に改善を認めない症例に対しMRI再検査による追跡は有用であると示した一方で、治療に対する反応が良好な症例に対して追検査は不要であると述べられている報告もある¹⁰⁾。

本症例の場合、発症早期より適切な診断と抗菌薬治療開始がなされ、以降の抗菌薬治療に対する反応は良好であった。第75病日に認めた信号変化は、画像所見からは急性化膿性骨髓炎の再燃や慢性骨髓炎、骨挫傷や疲労骨折等の外傷性変化が鑑別として挙げられるが、既存の炎

症を認めた踵骨足底部には信号変化が認められず、足関節を形成する距骨、舟状骨など周囲の骨接合面を含めてびまん性に高信号域として確認された。これらの範囲に炎症が波及した場合は、発熱や疼痛、炎症反応上昇などの所見が予想されるが、疼痛や運動・荷重困難を伴う局所症状を認めず、血液検査所見では炎症反応上昇も認めなかったことから、臨床的に骨髄炎の再燃は否定的であると考えた。また患児にはバスケットボールの運動習慣があり、制限解除により荷重のかかる強度の高い運動を再開した時期であり、物理的ストレスによる骨髄の生理的反応である可能性が考えられた。本症例では健側の画像評価は未施行であるが、小児では成長期の骨における骨髄の生理的反応として、両足に左右対称性に同様のMRI高信号所見が確認されることがあると報告されている⁹⁾。小児急性骨髄炎症例に対する治療介入後のMRI画像再評価の際には、運動制限解除後に一過性の骨髄高信号所見が確認される場合があり、治療経過と臨床症状を併せて所見を判断することが重要であると考えられた。

IV. 結 語

急性骨髄炎の診断確定と治療効果判定にMRI検査は有用であるが、小児の場合は赤色髄の存在により骨髄内の血流が豊富であり、生理的あるいは物理的ストレスにより信号強度の変化が確認されることがある。このような所見が確認された際は臨床経過と併せて炎症の再燃や慢性化について鑑別することが必要である。

本論文の要旨は第51回日本小児感染症学会総会・学術集会で報告した。

文 献

- 1) Jaakkola J, Kehl D: Hematogenous calcaneal osteomyelitis in children: J Pediatr Orthop, **19** (6) : 699–704, 1999.
- 2) Mooney ML, Haidet K, Liu J, Ebraheim NA: Hematogenous calcaneal osteomyelitis in children: A systematic review of the literature. Foot Ankle Spec, **10** (1) : 63–68, 2017.
- 3) Thakolkaran N, Shetty AK: Acute Hematogenous Osteomyelitis in Children. Ochsner J, **19** (2) : 116–122, 2019.
- 4) Peltola H, Paakkonen M: Acute Osteomyelitis in Children. N Engl J Med, **370** (4) : 352–360, 2014.
- 5) Lee YJ, Sadigh S, Mankad K, Kapse N, Rajeswaran G: The imaging of osteomyelitis. Quant Imaging Med Surg, **6** (2) : 184–198, 2016.
- 6) 秋本浩二, 西須 孝, 柿崎 潤, 他: 小児の骨髄浮腫疾患のMRI画像の検討. 日本小児整形外科学会雑誌, **25** (2) : 242–246, 2016.
- 7) Helms C, Major N, Anderson M, Kaplan P, Dussault R: Musculoskeletal MRI, 2nd Edition. Saunders Elsevier, 92–110, 2009.
- 8) Shabshin N, Schweitzer ME, Morrison WB, Carrino JA, Keller MS, Grissom LE: High signal T2 changes of the bone marrow of the foot and ankle in children: red marrow or traumatic changes? Pediatr Radiol, **36** (7) : 670–676, 2006.
- 9) Pal CR, Tasker AD, Ostlere SJ, Watson MS: Heterogeneous signal in bone marrow on MRI of children's feet: a normal finding? Skeletal Radiol, **28** (5) : 274–278, 1999.
- 10) Coutney PM, Flynn JM, Jaramillo D, Horn BD, Calabro K, Spiegel DA: Clinical Indications for Repeat MRI in Children With Acute Hematogenous Osteomyelitis. J Pediatr Orthop, **30** (8) : 883–887, 2010.

Abstract

A CASE OF PEDIATRIC ACUTE CALCANEAL OSTEOMYELITIS:
TRANSIENT BONE MARROW HYPERINTENSITY
ON MAGNETIC RESONANCE IMAGING AFTER INFLAMMATION RESOLVED

Mio KANETA, Takashi NISHIZAWA, Moe ITO, Shinichiro INA,
Takako EHARA, Sho NAKAYAMA, Shingo KOBARI

Department of Pediatrics, Yokohama Minami Kyosai Hospital

A case of acute calcaneal osteomyelitis followed-up by magnetic resonance imaging (MRI) is presented. An 8-year-old boy visited our hospital with complaints of fever and right heel pain that had persisted for 4 days. MRI showed bone marrow edema in the right calcaneal bone, and blood culture results identified methicillin-sensitive *Staphylococcus aureus* as the cause of bacteremia. The patient was diagnosed as having acute staphylococcal calcaneal osteomyelitis. Intravenous cefazolin gradually improved the symptoms. On day 20 after admission, the antibiotic was de-escalated to oral cefalexin, and he was discharged on day 27. On day 42, all of his symptoms disappeared, and follow-up MRI showed improvement of bone marrow inflammation. Follow-up MRI on day 75 showed hyperintensity in the right calcaneal bone marrow, though there were no symptoms of pain or inflammation. Given his absence of symptoms, this was not considered indicative of recurrent osteomyelitis, and he was followed-up as an outpatient. On MRI on day 167, all findings were improved, and there were no features of bone marrow edema or osteomyelitis. It has been reported that MRI signal changes can be seen in normal bone marrow of healthy children. Therefore, MRI findings need to be evaluated in the context of the clinical course and symptoms.