

Title	骨髄異形成症候群における大腿骨骨髄のMR imaging所見の検討
Author(s)	田中, 修; 高木, 省治郎; 松浦, 克彦 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(12), p. 837-844
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18450
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

骨髓異形成症候群における大腿骨骨髓のMR imaging所見の検討

田中 修¹⁾ 高木省治郎²⁾ 松浦 克彦¹⁾
市川 珠紀¹⁾ 小林 泰之¹⁾ 永井 純¹⁾

1) 自治医科大学大宮医療センター放射線科 2) 同血液科

MR Imaging Findings of the Femoral Marrow in Myelodysplastic Syndrome

Osamu Tanaka¹⁾, Shojiro Takagi²⁾, Katsuhiko Matsuura¹⁾, Tamaki Ichikawa¹⁾, Yasuyuki Kobayashi¹⁾ and Jun Nagai¹⁾

MR imaging of the femoral marrow was performed in 30 patients with myelodysplastic syndrome (MDS), 11 cases of which evolved to acute myeloid leukemia (AML). The MRI appearance was classified into five patterns: 1) fatty marrow; 2) faint signal; 3) nodular pattern; 4) heterogeneous infiltration; and 5) diffuse infiltration. For each type of MDS, MRI patterns of the femoral marrow were evaluated and compared with those in normal subjects as well as in patients with aplastic anemia.

Signal intensity alteration, a low signal on T1-weighted SE image and a high signal on STIR image, began in the proximal femoral marrow almost symmetrically in patients with MDS. The area of abnormal signal intensity tended to gradually extend towards the distal portion of the femur as the disease progressed. MRI patterns of the femoral marrow correlated with marrow cellularity, and diffuse marrow infiltration was noted in patients with a more advanced type of MDS or with severe anemia. There were limitations to making an accurate diagnosis of the MDS type on the basis of the MRI pattern. Progression of the MRI appearance in the course of MDS was thought to be a sign suggesting evolution to AML. It was difficult to differentiate hypoplastic MDS from aplastic anemia, although the nodular pattern was commonly seen in the latter disease.

Research Code No. : 509.9

Key words : Myelodysplastic syndrome, Bone marrow, Femur, MR imaging

Received Jul. 18, 1994; revision accepted Sep. 21, 1994

1) Department of Radiology, Jichi Medical School, Omiya Medical Center
2) Department of Hematology, Jichi Medical School, Omiya Medical Center

はじめに

血液疾患に伴う骨髓病変の診断や病態の把握は、主に骨髓穿刺や生検による組織学的検査によってなされ、これまで画像診断の果たす役割は少なかった。しかし、骨髓を画像として直接描出でき、骨髓成分の変化を鋭敏に捉えられるMRIの登場は、骨髓病変の診断にも大きなインパクトを与えた。MRIは骨髓病変の検出に特に優れ、その進展範囲を正確に診断でき、骨髓に対して最も有効な画像診断法と考えられる¹⁾⁻³⁾。

骨髓異形成症候群(myelodysplastic syndrome, 以下MDSと略す)は、急性白血病発症以前に見られる血液学的異常で、1982年にFrench-American-British(FAB)グループによって提唱された疾患概念である⁴⁾。MDSは、末梢血と骨髓における芽球の割合とAuer小体の有無によって、次の5型に分類される。すなわち、造血剤に反応しない不応性貧血RA(refractory anemia)、環状鉄芽球の増加を伴ったRARS(RA with ring sideroblasts)、RAよりもさらに芽球が増加したRAEB(RA with excess of blasts)、単球系細胞の増加を伴ったCMMoL(chronic myelomonocytic leukemia)、急性白血病への移行型と考えられるRAEB-T(RAEB in transformation)の5型である(Table 1)。また、芽球が骨髓有核細胞の30%を超えた場合に、急性骨髓性白血病(acute myeloid leukemia, 以下AMLと略す)と定義される。MDSでは約1/3の症例がAMLへ移行するといわれている⁵⁾。

今回われわれは、末梢血および骨髓穿刺所見によりMDSと診断された症例に対して大腿骨骨髓のMRIを行い、MRIにてMDSの病型診断ならびに病態の変化を正しく評価しうるか、また、MDSの予後の予測や白血病への移行の早期診断における大腿骨骨髓MRIの有用性について検討した。

対象および方法

1990年1月より1994年6月までに、自治医科大学大宮医療センターにてMDSと診断され、大腿骨骨髓のMRIを施行した30症例(男性18例、女性12例)を対象とした。MDSのFAB分類による各病型の内訳をTable 2に示す。また、対照

Table 1 FAB classification of MDS⁴⁾

Type	Peripheral blood	Bone marrow
RA	blasts < 1%	blasts < 5%
RARS	blasts < 1%	blasts < 5%, ring sideroblasts \geq 15%
RAEB	blasts < 5%	5% \leq blasts < 20%
CMMoL	blasts < 5%, monocytes \geq 10 ⁹ /L	5% \leq blasts < 20%
RAEB-T	blasts \geq 5%, Auer rods (+)	20% \leq blasts < 30%, Auer rods (+)

RA : refractory anemia
 RAEB : RA with excess of blasts
 RAEB-T : RAEB in transformation
 RARS : RA with ring sideroblasts
 CMMoL : chronic myelomonocytic leukemia

Table 2 Materials

Dx.	No. of cases
MDS	30 (11)
RA	9
RARS	4
RAEB	6 (3)
CMMoL	3 (1)
RAEB-T	8 (7)
Aplastic anemia	10
Normal control	25

Parentheses indicate number of patients who evolved to AML

Table 3 Age distribution

Age (years old)	No. of cases		
	MDS (n=30)	Aplastic anemia (n=10)	Normal (n=25)
10-19	0	1	0
20-29	0	0	5
30-39	1	1	6
40-49	4	1	5
50-59	9	4	4
60-69	5	2	3
70-79	8	0	2
80-89	3	1	0
Mean	62.8 y.o.	52.5 y.o.	43.9 y.o.

として、低形成のMDSとの鑑別が問題になる再生不良性貧血10例(男性4例, 女性6例)についても大腿骨骨髓のMRIを行った。さらに、正常ボランティアならびに骨髓疾患以外で大腿部のMRI検査が施行された正常例25例(男性16例, 女性9例)も対照とした。MDS, 再生不良性貧血, 正常例のそれぞれの年齢分布をTable 3に示す。MDS30例中18例については経過を追って複数回のMRI検査が行われ、合計82回の大腿骨骨髓のMRIが施行されている。MDSの経過フォローアップ中に、30例中11例(36.8%)がAMLへ進展した。

使用したMRI装置は東芝製MRT-200FX/II(静磁場強度1.5 Tesla)で、撮像法はT1強調SE法400/20/2(TR/TE/excitations)とSTIR法1500/150/20/1(TR/TI/TE/excitations)を用い、大腿骨の長軸に沿った冠状断像を撮像した。受信コイルにはbody coilを使用し、スライス厚10mm, matrixは256×256, field of view(FOV)は40cmとした。

大腿骨骨髓のMRI所見については、T1強調SE像で低信号, STIR像で高信号を示す領域を異常信号域とし、その信

Table 4 MRI patterns of the femoral marrow in MDS

FAB type	MRI pattern					
	Fatty	Faint signal	Nodular	Hetero-geneous	Diffuse	Total
RA	2	3	1	2	1	9
RARS	0	1	1	1	1	4
RAEB	0	2 (2)	0	3 (1)	1	6 (3)
CMMoL	0	0	1	1	1 (1)	3 (1)
RAEB-T	0	1 (1)	0	3 (3)	4 (3)	8 (7)

Parentheses indicate number of patients who evolved to AML

Table 5 MRI patterns of the femoral marrow in MDS, normal control and aplastic anemia

Dx.	MRI pattern				
	Fatty	Faint signal	Nodular	Hetero-geneous	Diffuse
MDS A (n=13)	2	4	2	3	2
MDS B (n=17)	0	3	1	7	6
Normal (n=25)	12	10	3	0	0
Aplastic anemia (n=10)	3	1	4	1	1

* P<0.001 ** P<0.05 (Mantel-Haenszel chi-square test)

号強度, 形態および広がりによって、次の5つのパターンに分類した(Fig.1)。

I. 脂肪髄型：異常信号域がまったく見られず、骨髓腔全体がT1強調SE像で均等な高信号, STIR像で低信号を示すもの。

II. 軽度信号型：近位骨幹端～骨幹部の限局した骨髓腔内にT1強調SE像で淡い低信号, STIR像で不均等な高信号を示すもの。

III. 結節型：大腿骨近位部の脂肪髄の中に単発ないし多発性の結節状の異常信号域を認めるもの。

IV. 不均等浸潤型：近位骨幹部を中心にT1強調SE像で不均等な低信号, STIR像で高信号を示す領域を認め、その範囲が大腿骨近位1/2を超えるもの。

V. びまん浸潤型：広範なびまん性かつ均等な異常信号域を認め、遠位骨幹または骨幹部部にまで進展しているもの。近位側の骨端相当部や大腿骨頭における異常信号の有無は問わない。

MDSの各病型別に大腿骨骨髓のMRIパターンをまとめ、正常ならびに再生不良性貧血例と比較した。経過を追って複数回のMRI検査が行われた症例では、MDSの病態の変化に伴うMRI所見の変化について検討した。

結 果

MDSのFAB分類によるRA, RARS, RAEB, CMMoL, RAEB-Tのそれぞれの病型における初診時の大腿骨骨髓のMRIパターンについてまとめたのがTable 4である。また、

軽症のMDSで予後良好のRAとRARSをMDS A群とし、予後不良でAMLへ移行しやすいRAEB, CMMoL, RAEB-TをMDS B群としてまとめ、さらに対照の正常例と再生不良性貧血例のMRI所見をTable 5に示す。

正常成人の大腿骨骨髓は、骨髓腔全体がT1強調SE像で均等高信号、STIR像で低信号を示すことが多く、特に高齢

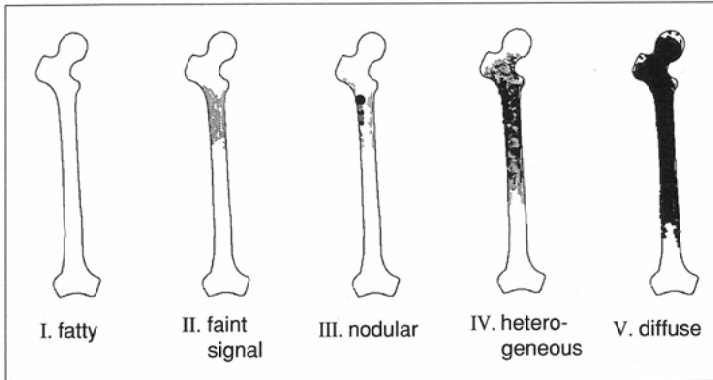


Fig. 1 MRI patterns of myelodysplastic syndrome (MDS)

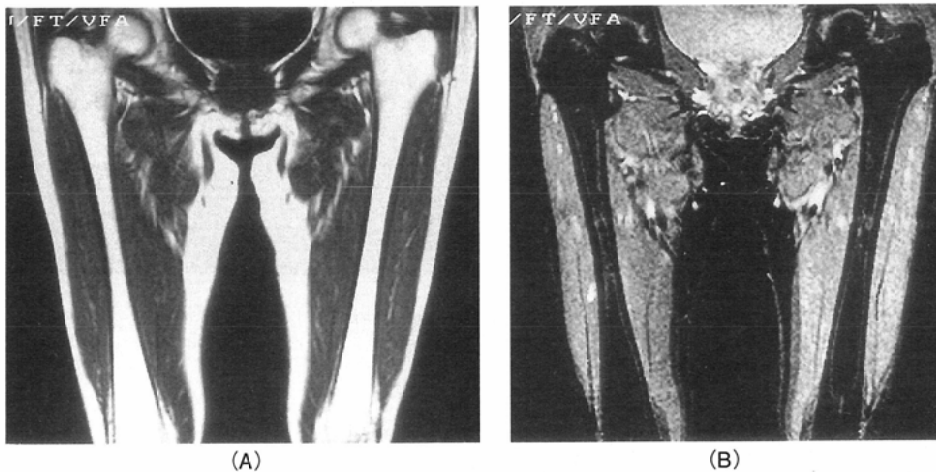


Fig. 2 Normal femoral marrow (Pattern I: Fatty type). 66-year-old female
(A) T1-weighted SE image
(B) STIR image

The entire marrow space of the femur shows a uniformly high signal intensity on T1-weighted SE image and a low signal on STIR image.

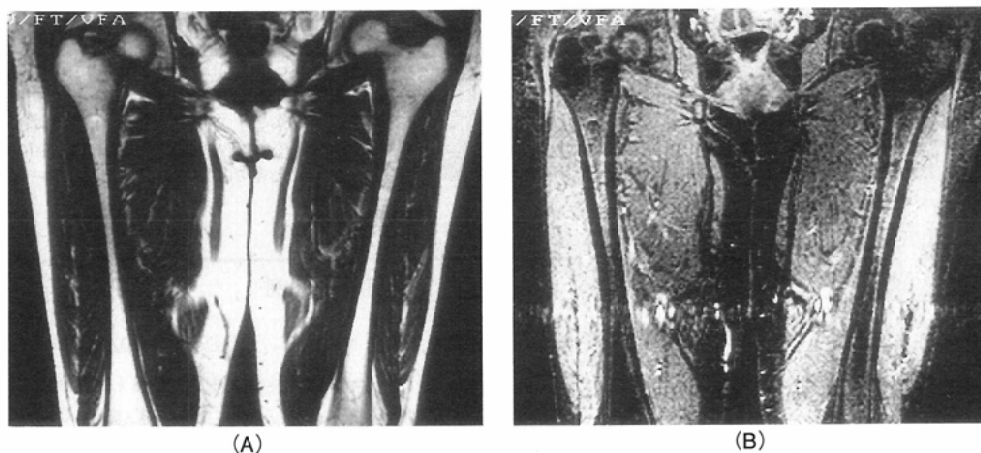


Fig. 3 Pattern II: Faint signal type. 50-year-old female with RA (Patient No. 6)
(A) T1-weighted SE image
(B) STIR image

T1-weighted SE image shows a faint low signal intensity, and STIR image shows a slight nonhomogeneous high signal in the proximal marrow of the femurs bilaterally.

者にその傾向が見られた(Fig.2). 20~40歳代の青壮年期では、T1強調SE像で淡い低信号、STIR像で不均等高信号を示す部分が近位骨幹部に見られることがあるが、大腿骨全長の1/2を超えることはなかった。

MDSでは、高齢の患者が多いにもかかわらず、脂肪髓型を示したのはRAの2例のみで、軽度信号型、結節型、不均等浸潤型、びまん浸潤型など種々のパターンが認められた。MDSで見られた大腿骨骨髓のMRI所見はすべて両側対称性であり、左右が異なるパターンを示すことはなかった。また、T1強調SE像とSTIR像で所見が分離した症例も1例も見られなかった。MDSにおける各MRIパターンの代表的な例をFig.3~Fig.6に呈示する。

MDSを軽症のMDS A群と重症のMDS B群に分けると、MDS A群、B群ならびに正常群の各群で見られる大腿骨骨髓のMRIパターンには有意の差が認められた(P<0.001: Mantel-Haenszel Chi-square test). すなわち、骨髓中の芽球の割合が少ないMDS A群では、軽度

信号型などの比較的軽微な変化を示すものが多かった。これに対して、骨髓中の芽球が多くなるMDS B群では、T1強調SE像で低信号、STIR像で高信号を示す領域が近位骨幹部を中心に左右対称性に見られ、芽球の増加に伴って異常信号域が遠位側へ拡大する傾向が認められた。

MDS A群ならびにMDS B群の全症例の初診時のMRI所見、血液および骨髓穿刺所見、さらにその後の経過についての一覧をTable 6と7に示す。大腿骨骨髓のMRIパターンと骨髓穿刺による細胞密度とは、多くの例で一致した結果が得られた。

MDSの経過中にAMLへ移行したB群中の11症例のMRI所見は、びまん性浸潤型4例、不均等浸潤型4例、軽度信号型3例と、そのパターンはさまざまであった。B群中でAMLへ移行した例と移行しない例との間には、初診時におけるMRIパターンに差異は見られなかった。また、AML移行例で、当初軽度信号型や不均等浸潤型を示した症例では、MDSからAMLへ進展する過程で、異常信号の増強ならびに大腿骨遠位側への異常信号域の拡大が認めら

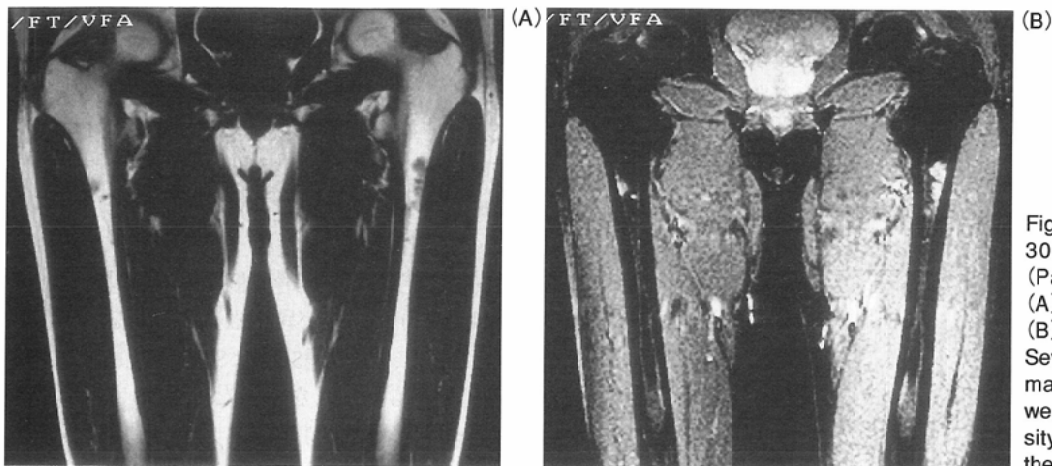


Fig. 4 Pattern III : Nodular type. 30-year-old male with RARS (Patient No. 12)
 (A) T1-weighted SE image
 (B) STIR image
 Several small focal areas of abnormal signal, low intensity on T1-weighted SE image and high intensity on STIR image, are noted in the proximal marrow of the femurs.

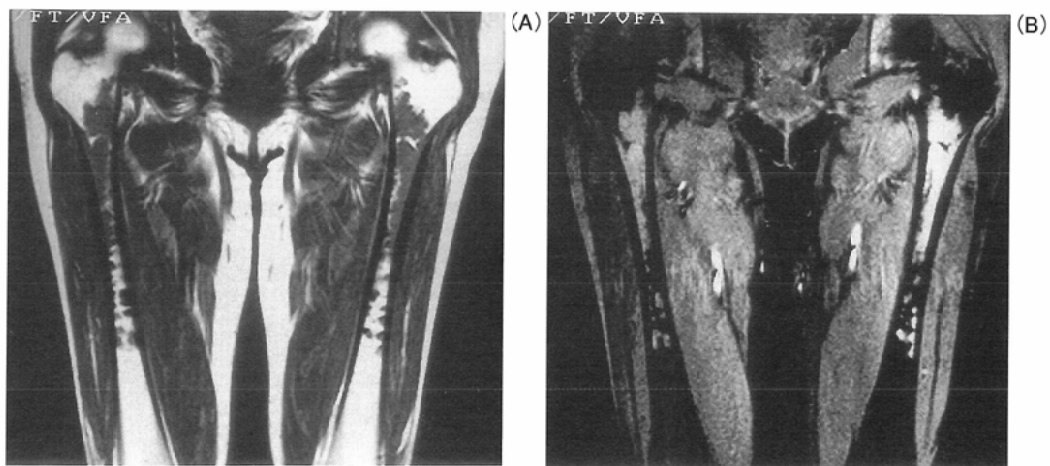


Fig. 5 Pattern IV : Heterogeneous infiltration type. 52-year-old female with RAEB-T (Patient No. 28)
 (A) T1-weighted SE image
 (B) STIR image
 Heterogeneous cellular infiltration, which extends downward beyond the middle of the femur, is depicted in the proximal femoral marrow symmetrically.

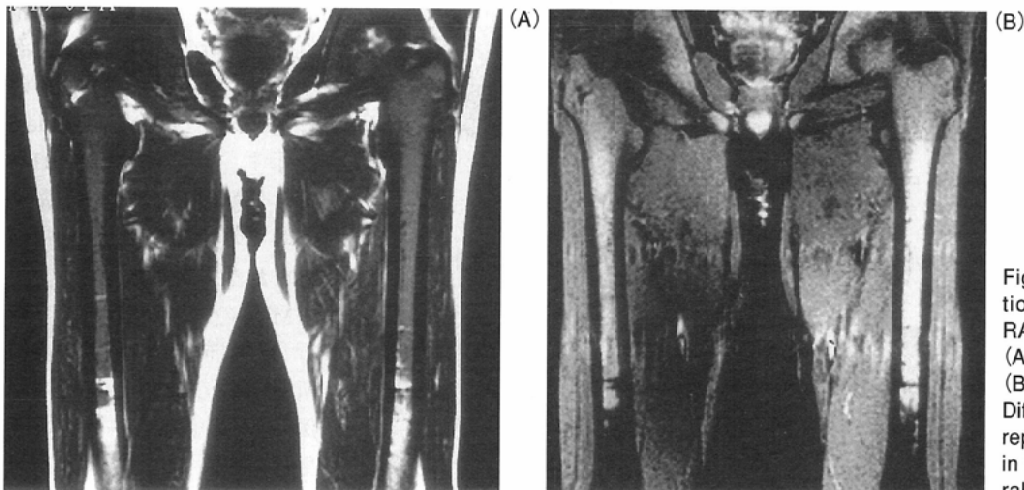


Fig. 6 Pattern V : Diffuse infiltration type. 58-year-old male with RAEB (Patient No. 16)
 (A) T1-weighted SE image
 (B) STIR image
 Diffuse marrow involvement with total replacement of fatty marrow is noted in the upper two-thirds of the femoral marrow bilaterally.

れた。

再生不良性貧血では、脂肪髄型を示したのは10症例中の3例のみ(30.0%)で、結節型などの異常信号を認める例の方が多かった。MDS (A + B群)と再生不良性貧血の間には、大腿骨骨髓で見られるMRIパターンに有意の差が認められた(P < 0.05)。

症 例

予後良好型のRARSでありながら、大腿骨骨髓MRIでびまん浸潤型を示した1例と、予後不良型のRAEB-Tにもかかわらず、当初軽微な異常信号しか認めず、その後AMLへ進展した症例を呈示する。

症例 1 (Patient No.10) (Fig.7)

75歳、女性。末梢血のblast < 1%、骨髓中のblast < 5%で、環状鉄芽球の増加が認められ、RARSと診断された。軽

症で予後良好なMDSであるにもかかわらず、大腿骨骨髓のMRIでは広範囲にT1強調像でびまん性の低信号、STIR像では均等な高信号域が見られた。末梢血所見ではWBC 3,500/mm³, RBC 229 × 10⁴/mm³, Hb 6.3g/dl, Plt 5.9 × 10⁴/mm³で高度の貧血を認め、骨髓組織像は無効造血による過形成を示していた。

症例2 (Patient No.25) (Fig.8)

74歳, 男性. 末梢血のblast ≥ 5%, 骨髓中のblast ≥ 20%で, RAEB-Tと診断された. 前白血病状態と考えられる予後不良のMDSであるが, 初診時のMRIでは, 大腿骨近位部の骨髓腔内にT1強調SE像で淡い低信号, STIR像で軽度の不均等な高信号域しか認められなかった (Fig.8(A), (B)). 骨髓穿刺による細胞密度は正常範囲内であった. 3カ月後, 骨髓中のblastが30%を超え, AMLへの進展が臨床的に確認された. AML移行直前のMRIでは, 近位骨幹部を中心にT1強調SE像で不均等な低信号, STIR像では強い高信号を呈し, 異常信号の増強とともに異常信号域の拡大が認められた (Fig.8(C), (D)).

考 察

骨髓は造血機能を有する赤色髄(造血髄)と造血能的に不活性化黄色髄(脂肪髄)とに分けられる。生下時の骨髓はほとんど赤色髄であるが、生後まもなくより赤色髄から黄色髄への生理的な転換が四肢遠位部から起こり、しだいに近位部へ向かって脂肪化が進行する¹⁾。大人になっても赤色髄が残るのは、椎体骨、胸骨、腸骨、肋骨、頭蓋骨および大腿骨と上腕骨近位部などのみである⁶⁾。高度の貧血などで造血が促進されると、黄色髄から赤色髄への再転換が生じる。この場合には、体幹骨から四肢骨へ、近位部から遠位部へと、脂肪化と逆の過程を経て、骨髓の造血化が起こる¹⁾。

MRIは、水と脂肪の緩和時間の違いによって、骨髓内の微妙な組織学的な変化を画像として鋭敏に捉えることができ、造血髄と脂肪髄の識別や骨髓病変の検出にきわめて優

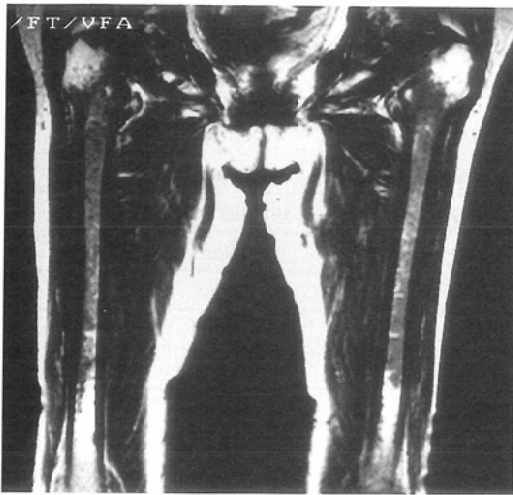
Table 6 List of cases in MDS A group (RA and RARS)

Patient No.	Age/Sex	Dx.	MRI pattern	Hb (g/dl)	WBC (/mm ³)	Plt (×10 ⁴ /mm ³)	Marrow cellularity	AML transformation
1	52M	RA	II	6.9	2,800	21.6	normal	-
2	85M	RA	III	8.4	1,800	18.2	hyper	-
3	47F	RA	II	10.0	2,940	8.3	undetermined	-
4	83F	RA	I	10.6	1,760	10.6	hypo	-
5	52M	RA	V	7.2	2,940	1.3	hyper	-
6	50F	RA	II	10.5	2,140	3.7	normal	-
7	59M	RA	IV	7.3	6,840	21.2	undetermined	-
8	69M	RA	IV	8.9	2,570	15.7	hyper	-
9	76M	RA	I	9.3	3,230	1.2	hypo	-
10	75F	RARS	V	6.3	3,500	5.9	hyper	-
11	75M	RARS	II	12.4	3,990	5.6	undetermined	-
12	30M	RARS	III	8.5	2,960	1.8	normal	-
13	78M	RARS	IV	7.9	2,180	27.5	hyper	-

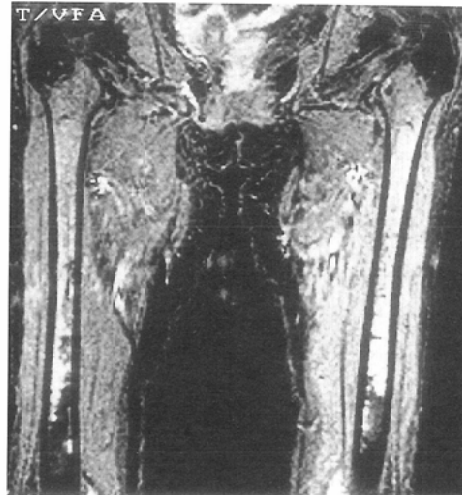
Table 7 List of cases in MDS B group (RAEB, CMMoL and RAEB-T)

Patient No.	Age/Sex	Dx.	MRI pattern	Hb (g/dl)	WBC (/mm ³)	Plt (×10 ⁴ /mm ³)	Marrow cellularity	AML transformation
14	46F	RAEB	II	7.4	2,300	15.2	hyper	AML
15	49F	RAEB	IV	11.0	7,100	6.5	undetermined	-
16	58M	RAEB	V	8.1	5,500	4.5	hyper	-
17	77M	RAEB	IV	6.8	1,740	4.0	hyper	AML
18	72F	EAEB	IV	8.1	2,430	1.4	normal	-
19	66F	RAEB	II	8.0	2,800	5.8	hypo	AML
20	76M	CMMoL	IV	9.0	12,290	1.5	hyper	-
21	67F	CMMoL	III	9.1	4,080	9.3	hyper	-
22	81M	CMMoL	V	9.1	8,600	18.2	hyper	AML
23	63M	RAEB-T	IV	6.6	1,700	3.4	undetermined	AML
24	53F	RAEB-T	V	8.9	11,620	6.6	hyper	AML
25	74M	RAEB-T	II	8.3	2,730	9.1	normal	AML
26	49M	RAEB-T	V	8.9	4,190	7.2	hyper	AML
27	57M	RAEB-T	V	8.9	6,110	1.3	hyper	-
28	52F	RAEB-T	IV	8.7	720	2.4	undetermined	AML
29	61F	RAEB-T	V	7.4	8,930	45.9	hyper	AML
30	53M	RAEB-T	IV	8.0	3,500	3.5	hyper	AML

れている¹⁾。また、冠状断像や矢状断像などの任意の断面を容易に撮像できるMRIは、長管骨の骨髓病変の進展範囲を正確に評価することが可能である²⁾。骨髓に対するMRIでは、主にT1強調のSE法が用いられるが、脂肪信号を抑制して水信号を強調したSTIR法の有用性も知られている^{7), 8)}。正常成人では、造血髄が残る一部の領域を除いて、T1が著明に短い脂肪組織のために、T1強調SE像にて骨髓腔内は均一な高信号域として描出される。T1の延長した病変は低信号を呈し、脂肪髄とは明瞭なコントラストを成す。STIR像では、脂肪髄はほとんど無信号となり、T1, T2が延長した病態はいずれも高信号域として描出される。



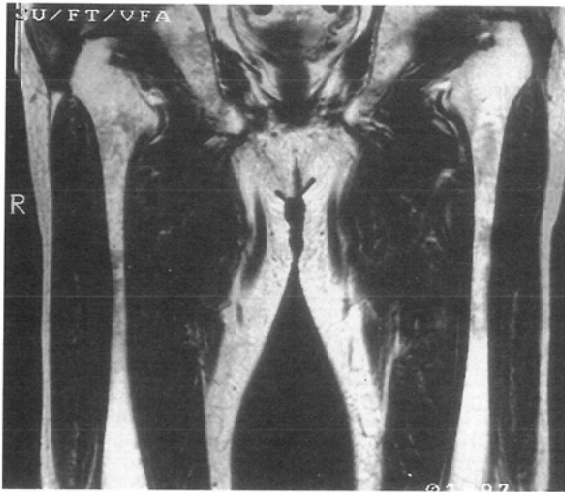
(A)



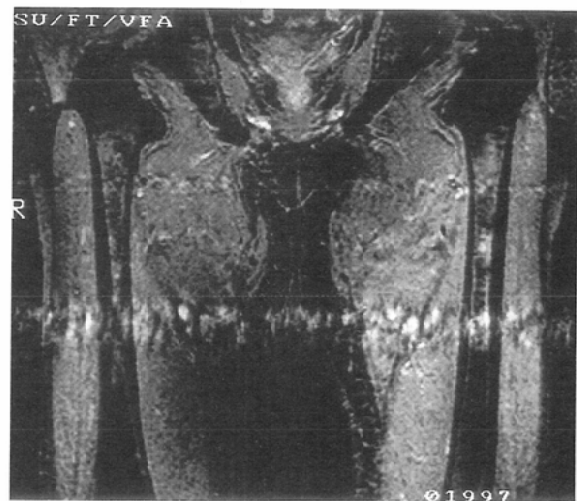
(B)

Fig. 7 Case 1. 75-year-old female with RARS (Patient No. 10)
(A) T1-weighted SE image
(B) STIR image

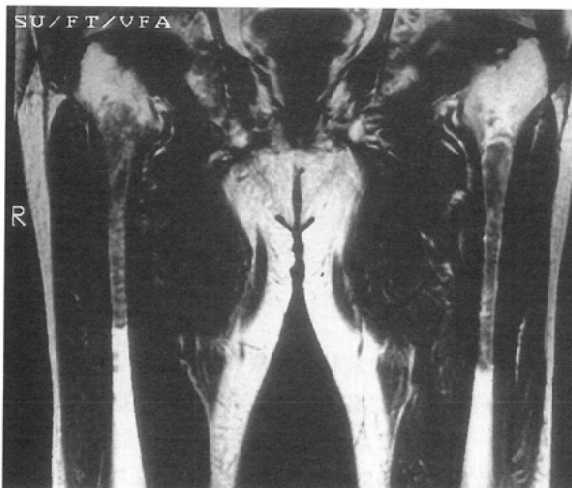
The MRI of the femoral marrow shows a diffuse cellular infiltration pattern in spite of RARS, a good-prognosis type of MDS with low blast percentage in the marrow.



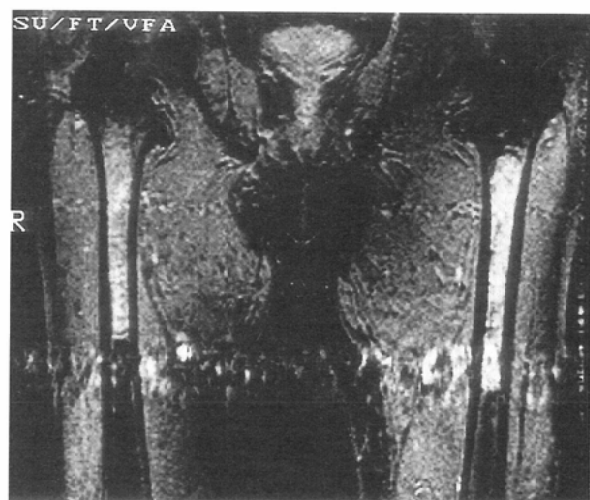
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 8 Case 2. 74-year-old male with RAEB-T (Patient No. 25), which progressed to AML three months later
(A) initial T1-weighted SE image
(B) initial STIR image

(C) follow-up T1-weighted SE image before AML transformation
(D) follow-up STIR image

At the initial study (A and B), the MRI pattern of the femoral marrow was a faint signal type in spite of RAEB-T, the most advanced type of MDS. With an increase of blasts in the marrow (C and D), the abnormal signal becomes more intense and diffuse cellular infiltration is symmetrically evident in the proximal femoral marrow.

MDSは骨髄の多能性幹細胞の分化異常に基づく疾患で、高齢者に多く見られ、骨髄は正ないし過形成を示し、造血細胞系の異形成が認められるのが特徴である⁴⁾。MDSの中でRAとRARSは、骨髄中の芽球の割合が低く、予後も比較的良好である。これに対して、芽球の割合が増加したRAEB、CMMoLおよびRAEB-Tは白血病に移行する率が高く、前白血球状態と考えられる病態である⁵⁾。MDSでは、芽球の増加によりT1の延長が見られ、腰椎椎体の骨髄では810～1250msecのT1値を示すと報告されている⁹⁾。また、楠本ら¹⁰⁾はMDSの腰椎MRIのSTIR像について検討し、病態の進行に伴って、椎体周辺部の異常高信号→椎体内部の不均等高信号→均一な高信号として認められると報告し、MRIがMDS診断の一助になることを示している。

大腿骨骨髄においても、MDSでは異形成を伴った造血細胞の増殖に伴って、大腿骨近位部を中心に脂肪髄から造血髄への再転換を生じ、T1強調像で低信号、STIR像で高信号を呈するようになる。今回の検討では、芽球の割合が少ないRAやRARSでは、比較的軽度のMRI所見を示すのに対し、芽球が多くなるRAEB以降では、異常信号域が大腿骨近位部より左右対称性に下方へ拡大する傾向が見られた。しかし、例外的なMRIパターンを呈するものもあり、予後良好型のMDSにもかかわらずびまん浸潤型を示したり、予後不良型のMDSでも軽微な異常信号しか認められない例も存在した。MDSのFAB分類が骨髄有核細胞中の芽球の割合で決められ、細胞密度の多寡とは無関係であることを考えると、骨髄中の細胞成分の増減を見ているにすぎないMRI所見と、MDSの病型が必ずしも相関しないことは説明できる。したがって、大腿骨骨髄のMRIパターンから骨髄の細胞密度を推定することは可能であるが、MDSの病型を正確に診断することは困難であると考えられる。

近年、低形成性のMDSの存在が注目を集めるようになり、しばしば再生不良性貧血との鑑別が臨床問題になる^{11), 12)}。再生不良性貧血では、一般に骨髄のT1の短縮が見られ、完全な脂肪髄として認められることが多いといわれている³⁾。しかし、慢性例や治療後の再生不良性貧血では、脊椎などのMRIにて異常信号域を認める場合も少なくない¹³⁾。今回の大腿骨骨髄MRIの検討では、結節型などの異常信号を呈するものの方が脂肪髄型よりも多く見られた。これは、骨髄シンチグラムにおいて島状の造血巣が見られる¹⁴⁾ことや、病理組織学的にも島状の造血髄が認められる¹⁵⁾点と一致する所見といえる。MDSと再生不良性貧血例で見られる大腿骨骨髄のMRIパターンには有意の差が見られたが、MDSでも結節型の異常信号を呈することがあり、両者の鑑別は必ずしも容易ではないと思われる。

MDSではAMLへの進展が臨床的に最も重要であるが、一般的には、異常信号の程度が強く、その範囲が広いものほど、AMLへの早期の移行が予想される。しかし、われわれが経験したAML移行例では、初診時の大腿骨骨髄のMRIパターンは軽度信号型、不均等浸潤型またはびまん浸潤型とさまざまであり、MRI所見が高度であったものが全例AML

へ進展するというわけではなかった。むしろ、当初軽微な異常信号しか見られなかった3例がAMLへ移行したことは注目に値し、大腿骨骨髄で認められる軽度信号型は必ずしも予後良好の所見ではないといえる。臨床的にRAEBやRAEB-Tと診断された症例では、たとえMRI所見が軽度であっても、AMLへ進展しうることに留意しなければならない。一方、AML移行例では、臨床的にAMLと診断される以前に、大腿骨骨髄MRIにて異常信号の増強や異常信号域の拡大が認められることが多く、MRI所見の進行はAMLへの進展を示唆する徴候と考えられる。従来、MDSの経過観察には、骨髄穿刺や生検を頻回に行う必要があった。骨髄内の変化を鋭敏に検出できるMRIをMDSのフォローアップに用いることにより、骨髄穿刺などの侵襲的な検査を減らせる可能性が期待される。

MRI所見は一般に非特異的であることが多く、大腿骨骨髄のMRIにおいても、MDSに特異的な所見というものはない。びまん浸潤型のMRIパターンも、急性または慢性白血病、悪性リンパ腫の骨髄浸潤、骨髄線維症、真性赤血球増加症などの種々の血液疾患でも認められる^{3), 16)-18)}。また、MDSで、大腿骨骨髄の異常信号部がすべて異形成を伴った芽球の増生した造血組織とは限らず、浮腫や線維性変化などを見ている可能性も否定はできない。しかし、治療が奏効した場合、芽球の減少とともに比較的速やかにMRI所見の改善が見られることより、異常信号域の大部分は芽球の増生を伴った造血組織を示していると考えられる。また、骨髄のMRI像の解析には、年齢という要素を常に考慮しなければならない^{19), 20)}。小児や若年者では、大腿骨内にまだ造血髄を有しており、骨髄腔内に見られるT1強調像で低信号、STIR像で高信号を呈する領域がすべて異常とはいえない。その点、MDSは老人に好発する疾患であり、高齢者で見られるびまん浸潤型や不均等浸潤型などのMRIパターンは、高度の貧血がない限り、すべて異常な病態を意味していると思われる。

従来、骨髄のMRIに関しては、脊椎を検査の対象にすることが多く、白血病や多発性骨髄腫などの血液疾患について多くの報告がある²¹⁾⁻²³⁾。しかし、脊椎では成人になってもまだかなりの造血髄が残存しており、高齢者でも椎体内にT1強調像で低信号、STIR像で高信号を示す領域が見られることが多い。これに対して、成人の大腿骨ではほとんど脂肪髄化しており、MDSなどの骨髄過形成性疾患の出現で、脂肪髄から造血髄への再転換が起こり、脊椎よりも大きな信号強度の変化をきたしうる。さらに、病態の変化を信号強度のみではなく、異常信号域の拡大や縮小として把握できるため、骨髄病変の病態評価により有用である。また、大腿骨は最大の長管骨で、非常に大きな骨髄腔を有しており、MRIの冠状断像にて両側の骨髄の全体像を左右比較しながら観察できる。しかも、大腿骨骨幹部は骨梁に乏しく、MRI画像に及ぼす骨梁の影響が少ない点なども、病変の評価に有利な点といえる。

血液疾患に伴う骨髄病変の診断において、骨髄穿刺や生

検による骨髓組織像が診断の決め手になることは言うまでもない。しかし、穿刺や生検で得られる所見は、腸骨や胸骨などの検査部位のごく一部の骨髓組織の変化を見ているにすぎず、全身の骨髓像を反映しているわけではない。MDSなどの全身性の病態を評価するうえで、従来の血液学的検査に加え、大腿骨骨髓のMRIを行うことにより、骨髓内で起こっている組織学的変化に関して多くの有用な情報が付加されるものと考えられる。

結 論

1. 骨髓異形成症候群(MDS)30症例を対象に、大腿骨骨髓のMRI所見を脂肪髄型、軽度信号型、結節型、不均等浸潤型、びまん浸潤型の5型に分類し、MDSの病態評価における大腿骨骨髓MRIの有用性について検討した。

2. MDSの大腿骨骨髓では、まず近位部にT1強調像で低信号、STIR像で高信号を示す異常信号域が出現し、骨髓中の細胞密度および芽球の増加に伴って、左右対称性に遠位側へ拡大する傾向が認められた。

3. 大腿骨骨髓のMRI所見において、MDS予後良好群(RA, RARS)、MDS予後不良群(RAEB, CMMoL, RAEB-T)および正常群の間に有意の差が認められたが、MRIパターンからMDSの病型を正確に診断することは困難であった。

4. 予後良好型のMDSの2例にびまん浸潤型の異常信号が認められたが、貧血が高度で、無効造血による骨髓の過形成をきたしたものであった。

5. 予後不良型のMDSでは、びまん浸潤型または不均等浸潤型を示す例が多いが、たとえMRI所見が軽微であっても、急性骨髄性白血病(AML)へ進展する可能性があり、軽度信号型は必ずしも予後良好の所見とはいえなかった。

6. MDSの経過観察中に11症例がAMLへ進展したが、AMLと診断される前に異常信号の増強ならびに異常信号域の拡大が認められ、大腿骨骨髓のMRI所見の進行はAMLへの移行を示唆する徴候と考えられた。

7. 再生不良性貧血では、結節型のMRIパターンを示すものが多かったが、結節型はMDSでも見られ、低形成性のMDSとの鑑別は困難であった。

文 献

- Vogler JB III, Murphy WA : Bone marrow imaging. *Radiology* 168 : 679-693, 1988
- Daffner RH, Lupetin AR, Dash N, et al : MRI in the detection of malignant infiltration of bone marrow. *AJR* 146 : 353-358, 1986
- Olson DO, Shields AF, Scheurich CJ, et al : Magnetic resonance imaging of the bone marrow in patients with leukemia, aplastic anemia, and lymphoma. *Invest Radiol* 21 : 540-546, 1986
- Bennett JM, Catovsky D, Daniel MT, et al : Proposals for the classification of the myelodysplastic syndromes. *Br J Haematol* 51 : 189-199, 1982
- Horiike S, Taniwaki M, Misawa S, et al : Chromosome abnormalities and karyotypic evolution in 83 patients with myelodysplastic syndrome and predictive value for prognosis. *Cancer* 62 : 1129-1138, 1988
- Hashimoto M : The distribution of active marrow in the bones of normal adult. *Kyushu J Med Sci* 11 : 103-111, 1960
- Golfieri R, Baddeley H, Pringle JS, et al : The role of the STIR sequence in magnetic resonance imaging examination of bone tumours. *Br J Radiol* 63 : 251-256, 1990
- 石坂 浩, 栗原美貴子, 平敷淳子, 他 : Short TI IR法による骨髓病態の評価 ; 第1報. *日本医放会誌* 49 : 128-133, 1989
- Jensen KE, Nielsen H, Thomsen C, et al : In vivo measurements of the T1 relaxation processes in the bone marrow in patients with myelodysplastic syndrome ; a magnetic resonance imaging study. *Acta Radiol* 30 : 365-368, 1989
- 楠本修也 : MRI(magnetic resonance imaging)による骨髓病態の解析 ; 再生不良性貧血(AA)と骨髓異形成症候群(MDS)について. *臨床血液* 33 : 423-429, 1992
- Nand S, Godwin JE : Hypoplastic myelodysplastic syndrome. *Cancer* 62 : 958-964, 1988
- Negendank W, Weissman D, Bey TM, et al : Evidence for clonal disease by magnetic resonance imaging in patients with hypoplastic marrow disorders. *Blood* 78 : 2872-2879, 1991
- Kaplan PA, Asleson RJ, Klassen LW, et al : Bone marrow patterns in aplastic anemia ; observations with 1.5-T MR imaging. *Radiology* 164 : 441-444, 1987
- Hotta T, Murate T, Inoue C, et al : Patchy haemopoiesis in long-term remission of idiopathic aplastic anaemia. *Eur J Haematol* 45 : 73-77, 1990
- 神山隆一, 島峰徹郎 : 再生不良性貧血. 島峰徹郎編 ; 骨髓組織病理アトラス : 193-198, 1984, 文光堂, 東京
- 高木省治郎, 田中 修 : 白血病の診断とMRI. *内科* 70 : 1053-1058, 1992
- Linden A, Zankovich R, Theissen P, et al : Malignant lymphoma ; bone marrow imaging versus biopsy. *Radiology* 173 : 335-339, 1989
- Kaplan KR, Mitchell DG, Steiner RM, et al : Polycythemia vera and myelofibrosis ; correlation of MR imaging, clinical, and laboratory findings. *Radiology* 183 : 329-334, 1992
- Moore SG, Dawson KL : Red and yellow marrow in the femur ; age-related changes in appearance at MR imaging. *Radiology* 175 : 219-223, 1990
- Ricci C, Cova M, Kang YS, et al : Normal age-related patterns of cellular and fatty bone marrow distribution in the axial skeleton ; MR imaging study. *Radiology* 177 : 83-88, 1990
- McKinstry CS, Steiner RE, Young AT, et al : Bone marrow in leukemia and aplastic anemia ; MR imaging before, during, and after treatment. *Radiology* 162 : 701-707, 1987
- Smith SR, Williams CE, Davies JM, et al : Bone marrow disorders ; characterization with quantitative MR imaging. *Radiology* 172 : 805-810, 1989
- Moulopoulos LA, Varma DGK, Dimopoulos MA, et al : Multiple myeloma ; spinal MR imaging in patients with untreated newly diagnosed disease. *Radiology* 185 : 833-840, 1992