

Title	Short TI IR法による骨髓病態の評価-第1報-
Author(s)	石坂, 浩; 栗原, 美貴子; 平敷, 淳子 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1989, 49(2), p. 128-133
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/20256
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Short TI IR 法による骨髄病態の評価

—第1報—

群馬大学医学部中央放射線部，*埼玉医科大学放射線科

石坂 浩 栗原美貴子 平敷 淳子*
天沼 誠* 水野ひとみ* 富岡 邦昭
小林可奈子 佐藤 典子 永井 輝夫

（昭和63年2月3日受付）

（昭和63年9月8日最終原稿受付）

MR Imaging of the Bone Marrow using Short TI IR

—Part 1— Normal and Pathological Intensity Distribution of the Bone Marrow

Hiroshi Ishizaka, Mikiko Kurihara, Atsuko Heshiki*, Makoto Amanuma*,
Hitomi Mizuno*, Kuniaki Tomioka, Kanako Kobayashi,
Noriko Sato and Teruo Nagai

Department of Diagnostic Radiology, Gunma University School of Medicine

*Department of Radiology, Saitama Medical School

Research Code No. : 505.9

Key Words : Magnetic resonance, Bone marrow, Anemia

Normal vertebral bone marrow intensity distribution and its alteration in various anemias were evaluated on short TI IR sequences. Material consists of 73 individuals, 48 normals and 25 anemic patients excluding neoplastic conditions. All normal and reactive hypercellular bone marrow revealed characteristic intensity distribution; marginal high intensity and central low intensity, corresponding well to normal distribution of red and yellow marrows and their physiological or reactive conversion between red and yellow marrows. Aplastic anemia did not reveal normal intensity distribution, presumably due to autonomous condition.

はじめに

豊富な脂肪と水からなる骨髄組織の磁気共鳴画像，magnetic resonance imaging (MRI) では，脂肪と水のシグナルの分離が必要である。骨髄の画像化には，T1強調像で，T1の極めて短い脂肪成分を強調することが有用であると報告されている^{1)~3)}。Dixonによる，chemical shift imagingは，水と脂肪の共鳴周波数の相違を利用し，容易に両者のシグナルの分離が可能であると，骨髄への応用も試みられている⁴⁾⁵⁾。我々は，骨髄内の脂肪シグナルを抑え，水シグナルをできるだけ強調す

る目的で，反転時間 (TI) を100msecとした反転回復法，Inversion Recovery法(以下IRと略す)，Short TI IR法(以下STIRと略す)を用い，他の方法では得られていない骨髄内信号強度分布を観察した。正常者と血液腫瘍性疾患以外の種々貧血例を対象に，STIRによる骨髄内信号強度の生理的，及び病的分布と，その臨床的意義を報告する。

対象及び方法

1985年10月より1987年9月までに，群馬大学中央放射線部にてMRIを施行した，血液腫瘍性疾

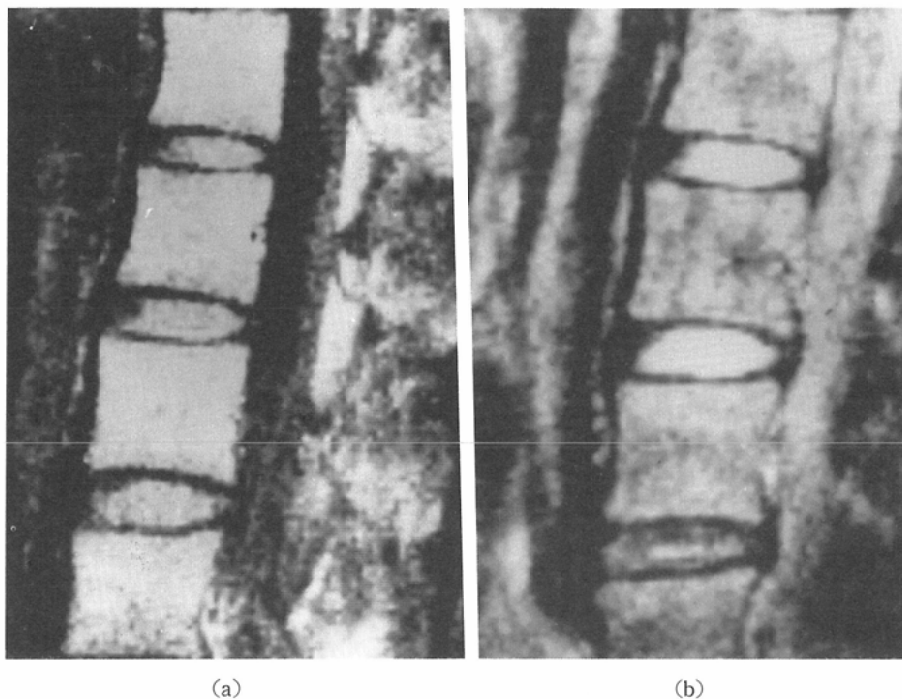


Fig. 1-(1)

患以外の種々貧血患者25例、及び正常48例の73症例を対象とした。年齢は、8歳から64歳で、平均46歳、男性30例、女性43例である。臨床診断の内訳は、Table 1に示す。正常48例は、健常者ボランティア9名、非血液疾患患者39名で、その年齢構成はTable 2に示す。装置は、三菱超電導MRI、静磁場強度、0.6teslaを使用した。パルス系列は、繰り返し時間(TR)1500msec、反転時間(TI)100msec、エコー時間(TE)40msecのIR1500/100/40、T1強調像として、short SE(SE300/40)を使用した。撮像部位は、下部胸椎から、腰椎の矢状断像である。断層厚は、10mm、測定マトリックスは、256×256である。加算は3回行った。

結 果

正常椎体骨髄は、STIRで、1) 骨髄辺縁の高信号域、2) 骨髄中心部の低信号を含む、不均一な、信号強度を示した。中心部の低信号域は、腰椎下部に、移行するのにしたがい著明となり、かつ拡大し、反対に辺縁の高信号域は縮小した。加齢とともに、中心部の低信号域は顕著となった(Fig. 1)。鉄欠乏性貧血、急性出血性貧血、特発性門脈

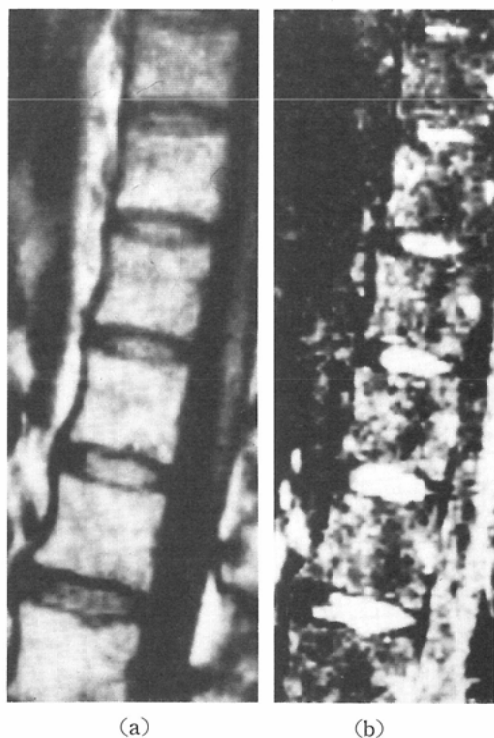


Fig. 1-(2)

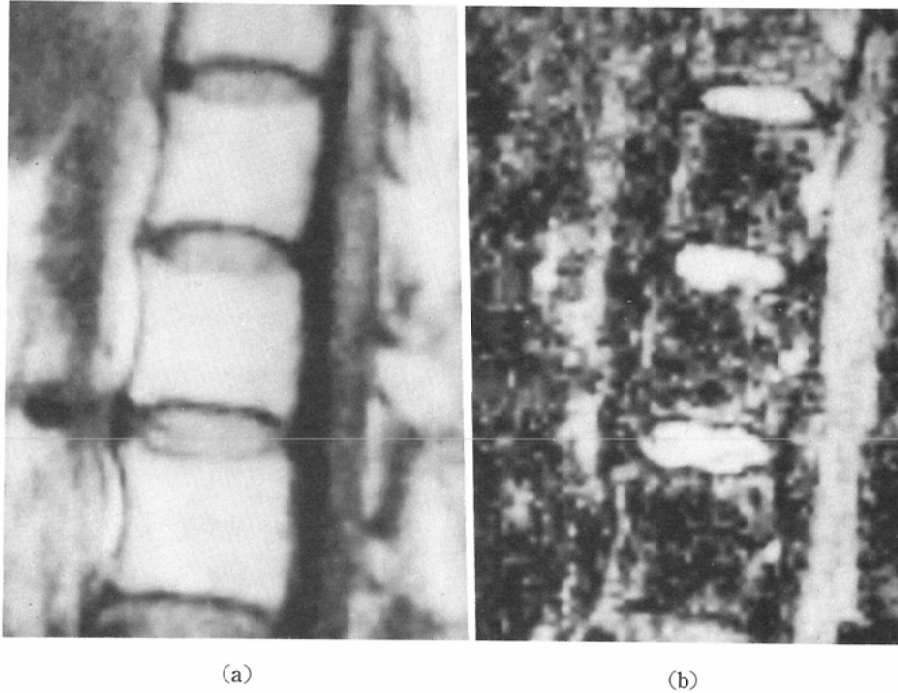


Fig. 1—(3)

Fig. 1 Normal vertebral bone marrows.

(1) 23 year old female, (2) 42 year old female, (3) 65 year old male.

(a) SE 300/40. (b) IR 1500/100/40

Short SE images show uniformly high intensity bone marrow. STIR images show marginal high intensity and central low intensity. With aging, the marginal high intensity decreases.

Table 1 Clinical conditions

	number of cases
1) Anemias	25
iron deficiency anemia	4
hemorrhagic anemia	2
idiopathic portal hypertension	2
liver cirrhosis	3
hereditary spherocytosis	1
collagen diseases	5
pernicious anemia	1
aplastic anemia	7
2) Normal marrows	48
Total	73

Table 2 Normal Controls

Age (Y)	Number of cases
0—10	1
11—20	2
21—30	5
31—40	12
41—50	16
51—60	7
61—70	5
Total	48

亢進症, 肝硬変, 遺伝性球状赤血球症, 悪性貧血, 全例で, ほぼ同年齢の正常骨髄に比べ, 信号強度の分布は正常であるものの, 骨髄辺縁の高信号域は, 正常より拡大し, 中心部の低信号域は正常よ

り縮小が認められた (Fig. 2).

同様の变化は全身性強皮症, 全身性エリテマトーデスの各々 1 例でも認めたが, 若年性関節リウマチ, 2 例は骨髄辺縁の高信号域の縮小を認めた (Fig. 3). Sjögren disease の 1 例は正常であった. 再生不良性貧血の 7 例全例に骨髄辺縁の高信

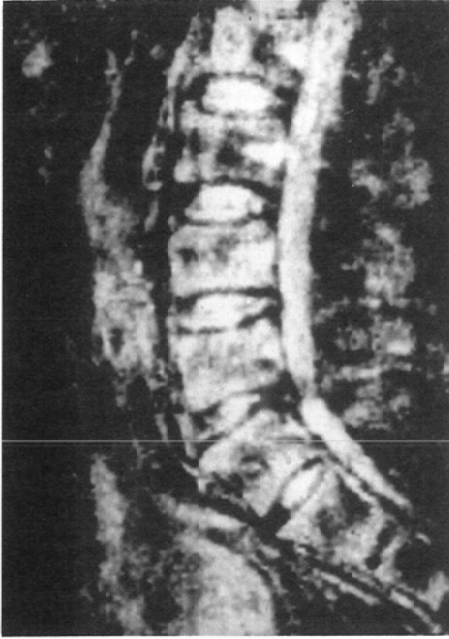


Fig. 2 62 year old male with iron deficiency anemia.

On IR 1500/100/40, the marginal high intensity is prominent for his age.



Fig. 3 11 year old anemic boy with juvenile rheumatoid arthritis.

On IR1500/100/40, the marginal high intensity is abnormally diminished and the central low intensity is unusually prominent for his age.

号域は全く認められず、特に、7例中4例で骨髄は一様に低信号を示した。7例中3例では、正常の信号強度分布は認められず、骨髄中心部に高信号域を認めた (Fig. 4)。

考 察

骨髄の生理的、あるいは種々病的過程に伴う骨髄内の水分量と脂肪量は逆相関する。すなわち、骨髄造血織が発達すれば、当然、間質の脂肪細胞は減少する。逆に、造血織の縮小は、脂肪化によってあらわれる⁶⁷⁾。骨髄の画像化における、STIRの利点は、まず第一に、こうした骨髄内の水分量の増加と脂肪量の減少が協調される点にあると考えられる。STIRでは、水分と脂肪分ベクトルが、逆方向となり、その差し引きが信号となる。STIRにより、非常に水分の少ない脂肪織、及び完全に脂肪細胞で置き変わった脂肪髄は水分ベクトルと脂肪分ベクトルとが、打ち消し合う結果、非常に低信号、ないし無信号となる。脂肪髄より水分量が増加すれば、水分ベクトルは、脂肪分ベクトルに

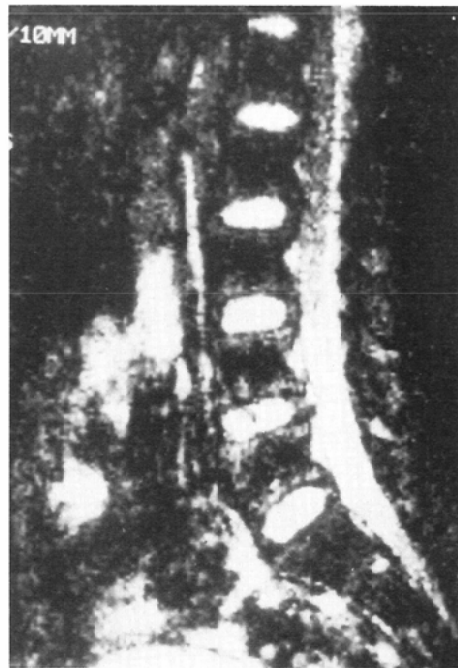


Fig. 4-(1)

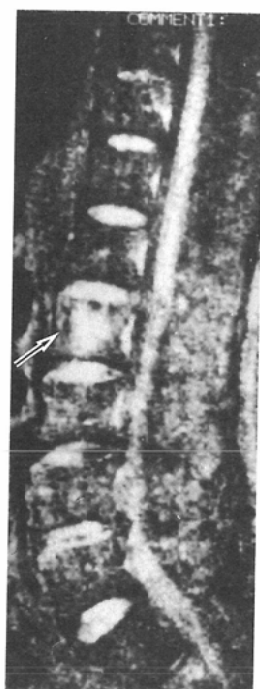


Fig. 4-(2)

Fig. 4 (1) 68 year old normal male. (2) 65 year old male with aplastic anemia.

On IR 1500/100/40, normal low intensity for his age (a), absence of normal intensity distribution (b). The central high intensity (arrow) apparently represents focal hematopoiesis.

打ち勝ち、より高信号となる。更にこれに伴う脂肪量の減少は更に高信号をもたらす。したがって水と脂肪の成分比の変化は画像上で強いコントラストとして表現される。第2に、STIRでは、T1、T2の長い水分ベクトルが強調されているため⁸⁾、わずかな水分量の変化が正味の信号強度の変化として描出される点にある。Fig. 5は、サラダオイルに油性乳化剤を加え、油と水の比率を変化させ、種々パルス系列における画像を得たものである。TI 500msecでは、水分量の変化に対し、わずかな信号強度の差のみ観察されるが、TIを100msecと短くとることにより、明瞭な信号強度の差が生じている。TIが100msecの条件のファントム4の結果は低信号となっている。これは水のベクトルと脂肪のベクトルがお互いに反対方向を向いて、大きさが同じになり差し引きが小さくなっ

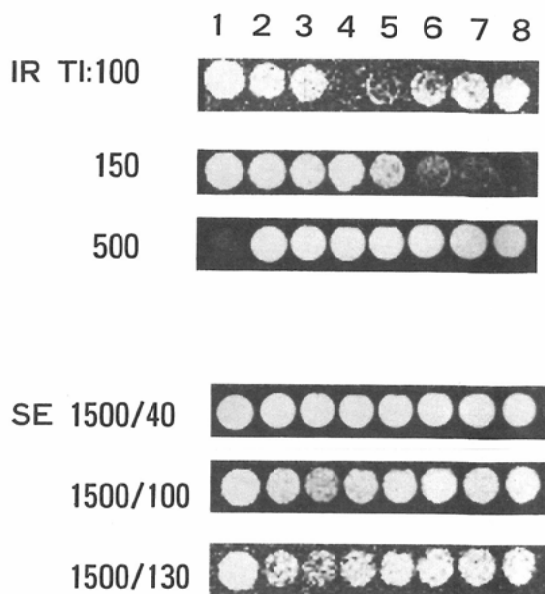


Fig. 5 Plastic test tubes filled with (1) water, (2) salad oil, (3) salad oil with emulsifier, and water in oil emulsions with oil to water ratios of (4) 6:0.5, (5) 6:1, (6) 6:2, (7) 6:3, (8) 6:4 are imaged with various pulse sequences. The emulsifier was Span 80 (sorbitan monooleate). On IR 1500/100/40, either oil or water itself gives strong signals, and when a small amount of water content increases, the intensity regrows rapidly. On TI 100–150msec, even minimal changes in the oil and water ratio dramatically affect on the signal intensity.

ON IR 1500/500/40, the intensity changes were minimal. There was no relation to the echo time on SE images.

たため信号強度が減少したと考えられる。TIが500msecの条件では水の信号が無信号点に近いためTIが100msecで見られたような水と脂肪の成分比の強調現象は生じない。

STIRによる、正常骨髄の信号強度の分布は造血織の分布に相関するものと考えられる。骨髄は生後直後より脂肪変性を開始し、加齢とともに顕著となる。椎体では中心部より椎体全体からみると下部腰椎より脂肪化が進み、下部胸椎から上部腰椎の脂肪化は生涯少ないと報告されている。これらの事実とMRI所見とは一致した。骨髄の造血織は血流に強く依存し、椎体では endoplate、及び前縦靭帯に接する部位に血流が豊富であるとの

報告もあり、MR 像での椎体辺縁の高信号域を裏づけるものと考え⁹⁾¹⁰⁾。

出血、溶血、及び無効造血に伴う、反応性高形成性骨髄は、骨髄辺縁の高信号域の拡大、骨髄中心部の低信号域の縮小として全例描出可能であった。膠原病に合併する貧血の病態は複雑であり、関節リウマチの骨髄は多く低形成を示すと報告されている¹¹⁾。我々の経験した若年性関節リウマチ患者 2 例とも、MR 所見では骨髄辺縁の高信号域の縮小を認め、低形成性骨髄と思われた。全身性強皮症と SLE のそれぞれ 1 例ずつに骨髄辺縁の高信号域の拡大を認めたが、持続する軽度の貧血、あるいは無効造血等の病態が潜在している事によるかもしれない。再生不良性貧血では全例、骨髄辺縁の高信号域が全く認められず、生理的に脂肪化の進んだ骨髄とは明らかに異なり、椎体中心部に存在する高信号域は、残存する高信号域とは質的に異なったものと考えられる。

ま と め

STIR (IR1500/100/40) を用いた正常骨髄の MR 像では、椎体辺縁の高信号域と、椎体中心部の低信号域を示す。椎体辺縁の高信号域は骨髄内の水分の分布、すなわち造血織の分布に対応したものである。この高信号域は加齢とともに、縮小傾向を示し、反応性の高形成性骨髄では、拡大していた。再生不良性貧血では、椎体辺縁の高信号域は消失し、一様に低信号を示すものが多く、椎体中心部の高信号域を認めるものも存在した。この高信号域は、巣状の造血織が骨髄辺縁から逸

脱したものと推測している。

文 献

- 1) 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, 1986
- 2) Porter BA, Shields AF, Olson DO: Magnetic resonance imaging of bone marrow disorders. *Radiol Clin North Am* 24: 269, 1986
- 3) Daffner RH, Lupetin AR, Dash N, et al: MRI in the detection of malignant infiltration of bone marrow. *AJR* 146: 353, 1986
- 4) Dixon WT: Simple proton spectroscopic imaging. *Radiology* 153: 189, 1984
- 5) Wismer GL, Rosen BR, Buxton R, et al: Chemical shift imaging of bone marrow: Preliminary experience. *AJR* 145: 1031, 1985
- 6) Hashimoto M: The distribution of active marrow on the bones of normal adult. *Kyushu J Med Sch* 11: 103, 1960
- 7) 丹下 剛: 脂肪細胞の変化. 島峰徹郎 編, 骨髄組織病理アトラス, 第 2 巻, 東京/本郷, 文光堂, 1984, 101
- 8) Bydder GM, Young IR: MR imaging: Clinical use of the inversion recovery sequence. *J Comput Assist Tomogr* 9: 659, 1985
- 9) Van Dyke D: Similarity in distribution of skeletal blood flow and erythropoietic marrow. *Clin Orthop* 52: 37, 1967
- 10) Wiley AM, Trueta J: The vascular anatomy of the spine and its relationship to pyogenic vertebral osteomyelitis. *J Bone Joint Surg* 41: 794, 1959
- 11) 森 茂郎: 非血液疾患における骨髄. 島峰徹郎 編, 骨髄組織病理アトラス, 第 2 巻, 東京/本郷, 文光堂, 1984, 284