



Title	乳癌骨転移の検出におけるWhole-body MRI(WB-MRI)と骨シンチグラフィの比較
Author(s)	玉田, 勉; 永井, 清久; 飯塚, 雅美 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2000, 60(5), p. 249-254
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16336
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

乳癌骨転移の検出におけるWhole-body MRI(WB-MRI)と 骨シンチグラフィの比較

玉田 勉¹⁾ 永井 清久¹⁾ 飯塚 雅美¹⁾ 今井 茂樹¹⁾ 梶原 康正¹⁾
山本 滋²⁾ 紅林 淳一²⁾ 下妻晃二郎²⁾ 園尾 博司²⁾ 福永 仁夫¹⁾

1)川崎医科大学放射線科 2)同乳腺甲状腺外科

Comparison of Whole-Body MR Imaging and Bone Scintigraphy in the Detection of Bone Metastases from Breast Cancer

Tsutomu Tamada,¹⁾ Kiyohisa Nagai,¹⁾
Masami Iizuka,¹⁾ Shigeki Imai,¹⁾
Yasumasa Kajihara,¹⁾ Shigeru Yamamoto,²⁾
Junichi Kurebayashi,²⁾ Koujiro Shimozuma,²⁾
Hiroshi Sonoo,²⁾ and Masao Fukunaga¹⁾

The aim of this study was to investigate the usefulness of whole body MR imaging (WB-MRI) in the detection of bone metastases from breast cancer and to compare the results with those from bone scintigraphy. In 21 patients with suspected bone metastasis from breast cancer, both bone scintigraphy and WB-MRI were performed. With WB-MRI, coronal images were obtained using a body coil in an FOV of 48 cm, and sequences of fast short TI inversion recovery (STIR) and gadolinium-enhanced fast spoiled GRASS (SPGR) were used in three parts: from the head to the thorax, the abdomen to the pelvis, and the lower extremities. Of the total 105 metastatic bone lesions, 65 (61.9%) were detected by bone scintigraphy, 98 (93.3%) by fast STIR, and 74 (70.5%) by fast SPGR. Thus, the detection of bone metastases by WB-MRI was excellent. However, detectability in the ribs was lower for WB-MRI than for bone scintigraphy. Contrast-enhanced MRI was useful in the differentiation of osteosclerotic lesions, in which high signal intensity is rare, pleural effusion, which has high signal intensity on STIR, and bone metastatic lesions. In conclusion, WB-MRI showed high reliability in the detection of bone metastatic lesions from breast cancer.

Research Code No.: 599.9

Key words: Breast cancer, Bone metastasis, MR imaging, Whole-body imaging

Received Oct. 22, 1999; revision accepted Feb. 16, 2000

1) Department of Radiology, Kawasaki Medical School

2) Department of Breast and Thyroid Surgery, Kawasaki Medical School

別刷請求先

〒701-0192 岡山県倉敷市松島577

川崎医科大学放射線診断学教室

玉田 勉

はじめに

現在、悪性腫瘍の骨転移の検索は、比較的簡便に全身骨像が得られる骨シンチグラフィが汎用されている。一方、MRIは他の画像診断と異なり、非侵襲的に骨髄を描出しする利点がある。骨転移の質的診断に関しては、MRIによる骨髄局所の検索は、骨シンチグラフィに比して診断能が高いとされている¹⁾⁻³⁾。また近年MRIにおける撮像シークエンスの高速化が進み、1回の検査で全身を画像化できるという報告が散見される⁴⁾⁻⁶⁾。そこで今回MRIによる全身の撮像を試み、whole-body MRI(WB-MRI)による骨転移診断の有用性を検討するとともに骨シンチグラフィの結果と比較したので報告する。

対象と方法

対象は、1998年5月～1999年2月までに骨転移の検索が行われた術後乳癌患者21症例(年齢：30～77歳(57.9 ± 12.3 歳、平均±SD))である。なお、骨シンチグラフィとWB-MRIの検査間隔は6週間以内(2～42日、 23.3 ± 11.6 日)であった。

骨シンチグラフィは^{99m}Tc-HMDP 740MBqを静注して行い、その2～3時間後に全身像および一部の症例では局所像を撮像した。

MRIは1.5TのSigna Horizon (GE社)とbody coilを使用して行い、48cmのfield of view (FOV)で撮像した。撮像は、全身を頭部～胸部、腹部～骨盤部と大腿部～下腿部の3区域に分けて行い、2区域間には少なくとも3cmずつ画像を重ね合わせた。なお上肢は側胸部から側腹部に密着させて撮像した。まず、fast short TI inversion recovery(以下、Fast STIR)に続いて、Gd-DTPA 0.1mmol/kgを静注後、fast spoiled GRASS(以下、Fast SPGR)を撮像し、いずれも冠状断面を得た。Fast STIRの場合、パラメータは、4000～12000/120/55～70/2～3/8～16 (TR/TI/TE/excitation/echo train)，マトリックス・サイズは512×192、スライス厚は8mm、スライス間隔は1～2mmであった。また頭部から胸部の撮像にはperipheral-gating、腹部から骨盤部の撮像にはrespiratory-triggeredを使用した。撮像時間は10分45秒から16分5秒であった。

造影検査は10例が2D multislice法を用いたFast SPGR、11

Table 1 Summary of the detectability of bone metastasis from breast cancer by bone scintigraphy, Fast STIR, and Fast SPGR with Gd-DTPA

No. age (yrs.)	skull	rib	sternum	spine			pelvis	extremities	total
				cervical	thoracic	lumbar & sacrum			
(1) 69					6/9/8	3/6/6	3/5/5	2/2/2	22/26/25
(2) 63	*1/1/1	6/2/2	1/1/1						0/1/1
(3) 74	0/1/1					1/1/1		1/1/1	2/2/2
(4) 77						1/1/1			1/1/1
(5) 50									4/4/3
(6) 46									9/10/10
(7) 44									
(8) 71		1/1/1			2/2/1		1/1/1		
(9) 64		7/5/5	0/1/1		1/2/2		1/2/2		
(10) 55									
(11) 56									
(12) 51		8/8/3	1/1/0	0/1/0	3/12/5	2/6/6	4/4/2	4/4/4	22/36/20
(13) 50									
(14) 62									
(15) 64									
(16) 63		1/1/1							
(17) 69			1/1/1						
(18) 30						1/1/1			
(19) 70									
(20) 47					0/1/1	1/4/2	0/6/4	0/3/1	1/1/1
(21) 41									1/14/8
total	1/2/2	23/17/12	4/5/4	0/2/1	13/29/18	8/21/19	9/15/11	7/7/7	65/98/74

* indicates a number of metastatic lesion detected on bone scintigraphy (BS), Fast STIR, or Fast SPGR with Gd-DTPA of MRI; BS/STIR/SPGR

例はefgre 3d法を用いたFast SPGRで撮像した。2D multislice法を用いたFast SPGRの場合、パラメータは、200～325/1.3～3.7/4～6(TR/TE/excitation)，マトリックス・サイズは256×128または512×192，flip angleは90度を使用した。スライス厚とスライス間隔はFast STIRと同様であった。撮像時間は5分14秒から12分17秒であった。またchemical shift presaturationによる脂肪抑制法を併用した。efgre 3D法を用いたFast SPGRの場合は、4.8～6.7/1.1～1.4/1～4(TR/TE/excitation)，マトリックス・サイズは頭部から胸部および大腿部から下腿部は256×256または256×192，腹部から骨盤部は256×160を使用した。画像は8mm厚で再構成した。脂肪抑制にはspectral inversion recovery(spectral IR)を用いた。また腹部から骨盤部は呼吸停止下で撮像した。撮像時間は3分31秒から7分19秒であった。なお消化管の蠕動運動を抑制するために、抗コリン剤の筋肉内投与を検査前に行つた。1回の全検査時間は45～50分であった。

骨転移の診断は、まず結果の知らされていない2名の放射線科専門医が骨シンチグラフィとWB-MRIを読影し、骨転移が疑われた骨病変に対して、単純骨X線写真、X線CTや局所MRIで検討するとともに、骨シンチグラフィとWB-MRIを経時的に観察した。さらに、補助手段として臨床症状、腫瘍マーカーと骨代謝マーカーの測定値を用いて骨転移の判定を総合的に行った。なお、同一の骨に複数の転移巣がみられる場合、1つの転移病変とカウントした。

検討項目は、以下のとくである。(1)骨転移の検出能におけるWB-MRIと骨シンチグラフィの比較として、①全身における比較、②部位別(頭蓋骨、肋骨、胸骨、頸椎、胸椎、腰椎、仙椎と骨盤骨と上下肢)の比較、③良性骨疾患との鑑別能を検討し、さらに、(2)WB-MRIにおける造影検査の有用性

を検討した。

なお、良性骨疾患の判定は、WB-MRIによる信号強度の変化、造影効果および単純骨X線写真、X線CTや局所MRI、骨シンチグラフィとWB-MRIの経過観察から行った。

結 果

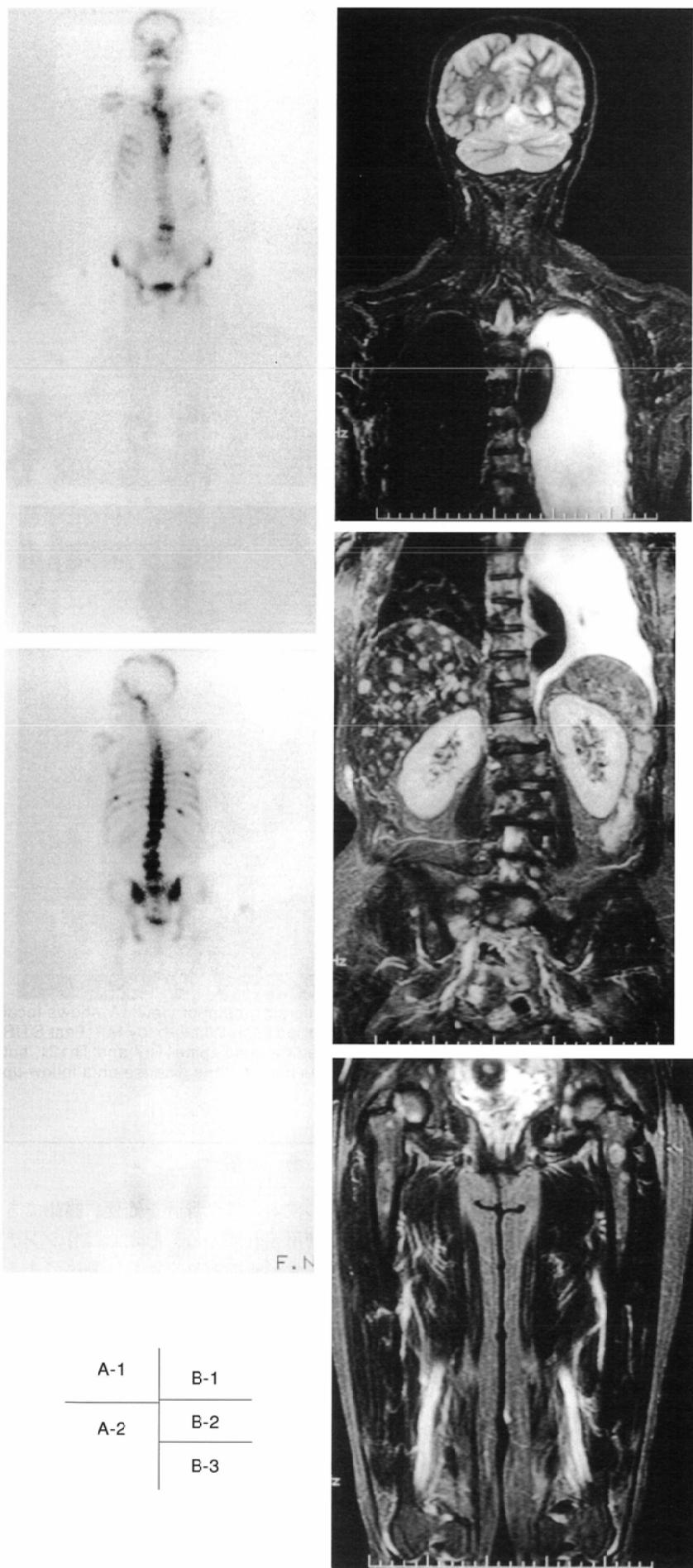
1. 骨転移の検出能におけるWB-MRIと骨シンチグラフィの比較

①全身における比較

骨転移と診断された病変は105病変あり、骨シンチグラフィでは65病変(61.9%)、Fast STIRでは98病変(93.3%)、造影Fast SPGRでは74病変(70.5%)を認めた。その結果、WB-MRIと骨シンチグラフィにおいて病巣数が不一致であった症例はFast STIRでは5例(23.8%，症例2, 3, 9, 12, 21)，造影Fast SPGRでは6例(28.6%，症例2, 3, 8, 9, 12, 21)に認められた(Table 1)。

②部位別の検出能の比較

WB-MRIの部位別の検出能については、Fast STIRでは骨シンチグラフィに比して頭蓋骨、胸骨、頸椎、胸椎、腰椎・仙椎と骨盤骨で優れ、四肢骨は同等、肋骨は劣っていた(Table 1)。造影Fast SPGRでは頭蓋骨、頸椎、胸椎、腰椎・仙椎と骨盤骨で優れ、胸骨と四肢骨は同等、肋骨は劣っていた(Table 1)。なお、骨シンチグラフィでのみ検出された7病変(症例2, 9, 12)はすべて肋骨であった。一方、WB-MRIでのみ検出された病変はFast STIRでは40病変(頭蓋骨；1病変、肋骨；1病変、胸骨；1病変、頸椎；2病変、胸椎；16病変、腰椎；10病変、骨盤；9病変)，造影Fast SPGRでは24病変(肋骨；5病変、胸骨；1病変、頸椎；1病



変、胸椎；11病変、腰椎；2病変、骨盤；4病変)に認められた。

③良性疾患との鑑別能

骨シンチグラフィにおいて骨転移が疑われた腰椎・仙椎、骨盤骨と大腿骨の6病変2症例(症例8、16)がWB-MRIでosteoarthritisと診断された。

2. WB-MRIにおける造影検査の有用性

造影Fast SPGR(74病変)は、骨転移の検出に骨シンチグラフィ(65病変)より良好であったが、Fast STIR(98病変)より劣っていた。しかし、造影Fast SPGRはFast STIRで高信号を呈する頻度が低い硬化性骨転移(症例5)やFast STIRで高信号となる胸水と骨転移病変との鑑別(症例9)に有用であった。

3. 症例提示

①症例2(63歳、女性、左側乳癌)

1996年7月胸筋温存乳房切除術を受け、その約2年後に骨転移が指摘された。骨シンチグラフィでは頭蓋骨、両側肋骨、胸骨、中部～下部胸椎、腰椎(L1, 2, 4)、両側腸骨および左坐骨にhot spotが認められた。WB-MRIでは、胸椎から腰椎のほぼ全椎体、両側腸骨、両側大腿骨に異常信号領域が認められた。また骨外病変として左側胸水、胸膜の不整と多発性の肝転移巣が描出された(Fig. 1)。

②症例8(71歳、女性、右側乳癌)

1987年5月胸筋温存乳房切除術を受け、その約5年後に左側肋骨と胸椎(Th7, 12)の骨転移が指摘された。1998年8月の骨シンチグラフィの後面像では、左側肋骨、胸椎(Th7, 12)、腰椎(L2-4)と右仙腸関節に多発性のhot spotが認められた。Fast STIR、造影Fast SPGRでは左側肋骨と胸椎(Th7, 12)には高信号領域が認められたが、腰椎(L2-4)と右仙腸関節には明らかな高信号領域や造影効果はみられなかつた。その後の経過観察からL2-4と右仙腸関節はosteoarthritisと診断された(Fig. 2)。

③症例5(50歳、女性、左側乳癌)

1996年12月に乳房部分切除術が施行された。骨シンチグラフィではL3と左大腿

Fig. 1 Case 2, a 63-year-old woman after surgery for left breast cancer. Whole-body bone scintigrams (anterior and posterior views) (A) shows metastases to the skull, bilateral ribs, sternum, thoracic spine (middle to lower), lumbar spine (L1, L2, and L4), bilateral ilium, and left ischium. A whole-body MR image (Fast STIR) (B) shows multiple hyperintense metastatic foci in almost all lesions of the thoracic and lumbar spine, bilateral ilium, and bilateral femurs. Also note left pleural effusion and multiple liver metastases.

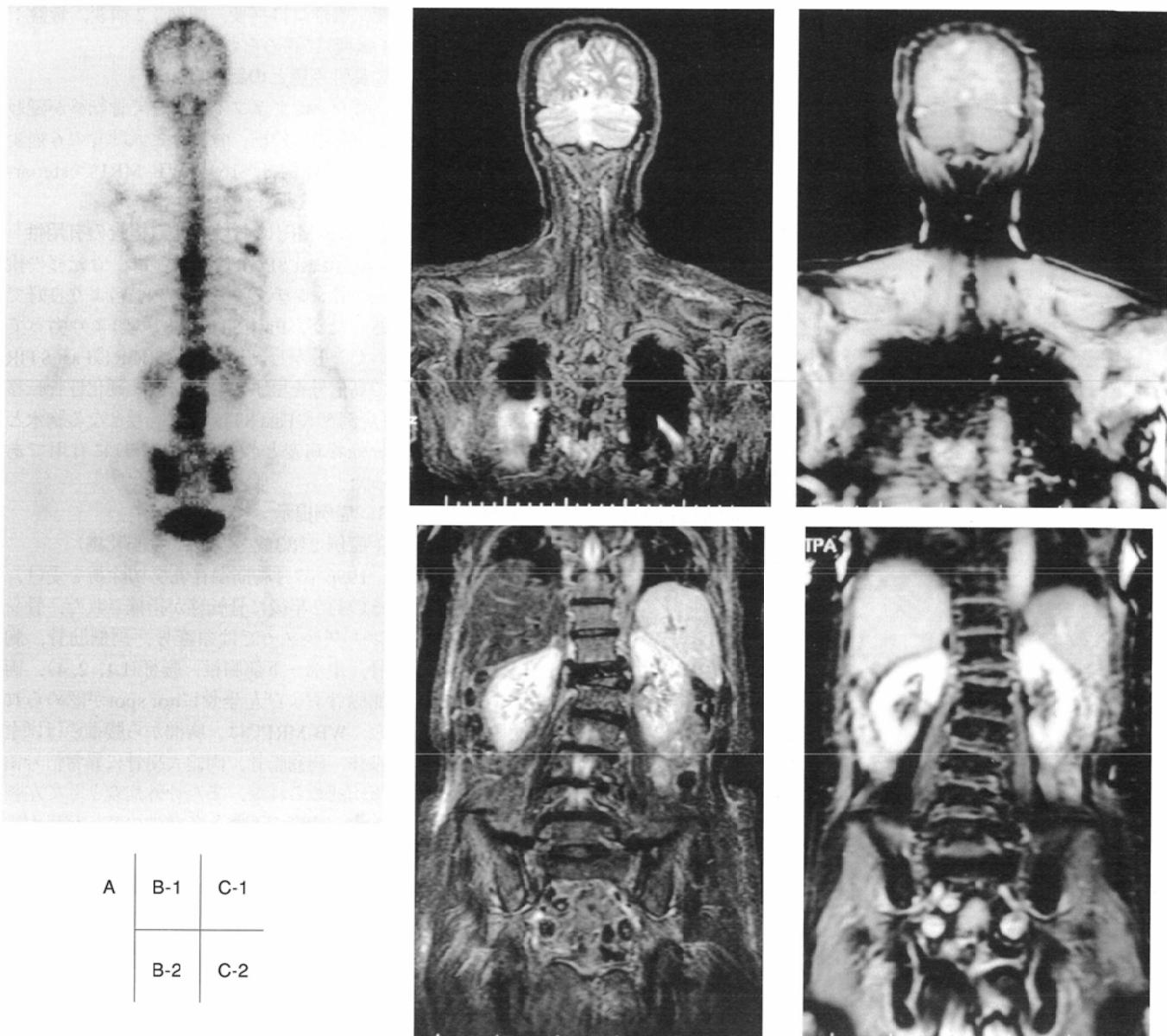


Fig. 2 Case 8, a 71-year-old woman after surgery for right breast cancer. Whole-body bone scintigram (posterior view) (A) shows focal accumulation in the left rib, thoracic spine (Th7 and Th12), lumbar spine (L2 to L4), and right sacroiliac joint. Whole-body MR [Fast STIR (B) and gadolinium-enhanced Fast SPGR(C)]images show hyperintense lesions in the left rib and thoracic spine (Th7 and Th12), but lumbar spine and right sacroiliac joint lesions were not revealed. These lesions were diagnosed as benign bone disease on a follow-up MR study.

骨小転子から転子間部にhot spotが認められた。WB-MRIでは、この病巣はFast STIRで明らかな高信号を示さず、造影Fast SPGRで著明な高信号として描出された。腰椎CTでは骨硬化が主体の混合型の骨転移が示された。本例は、造影Fast SPGRが硬化性骨転移をより明瞭に描出した症例であった(Fig. 3)。

④症例 9(63歳、女性、左側乳癌)

1997年6月拡大乳房切除術を受け、その後約6カ月後に骨転移が指摘された。1998年8月の骨シンチグラフィ後面像では、両側肋骨に多発性のhot spotが認められた。Fast STIRでは両側の胸水による高信号領域のため、肋骨特に背側部の評価が困難であった。しかし、造影Fast SPGRでは骨シンチグラフィにおいて指摘された病変が明瞭に描出された(Fig. 4)。

考 察

現在、転移性骨腫瘍の検索には全身骨を簡便に描出できる骨シンチグラフィが使用されている。しかし、骨シンチグラフィは腫瘍に基づく骨形成の有無を示し、腫瘍による骨(骨髄)転移病変を表しているのではない。またMRIは局所病変の検討において骨シンチグラフィに比して優れた骨転移の検出能が報告されている⁷⁾⁻⁹⁾。そこで今回MRIによる全身の撮像を試み、乳癌骨転移病変の検出能を骨シンチグラフィと比較した。

本研究ではWB-MRIのT2強調像にFast STIRを選択した。STIRはspin-echo法(以下SE法)またはgradient-echo法を用いたT1、T2強調像に比して骨髄病変検出の感度が高いと報告されている^{10),11)}。またWB-MRIのT2強調像については、Fast STIRはFast GRASS、Fast SEやSE-echo planar imaging(EPI)

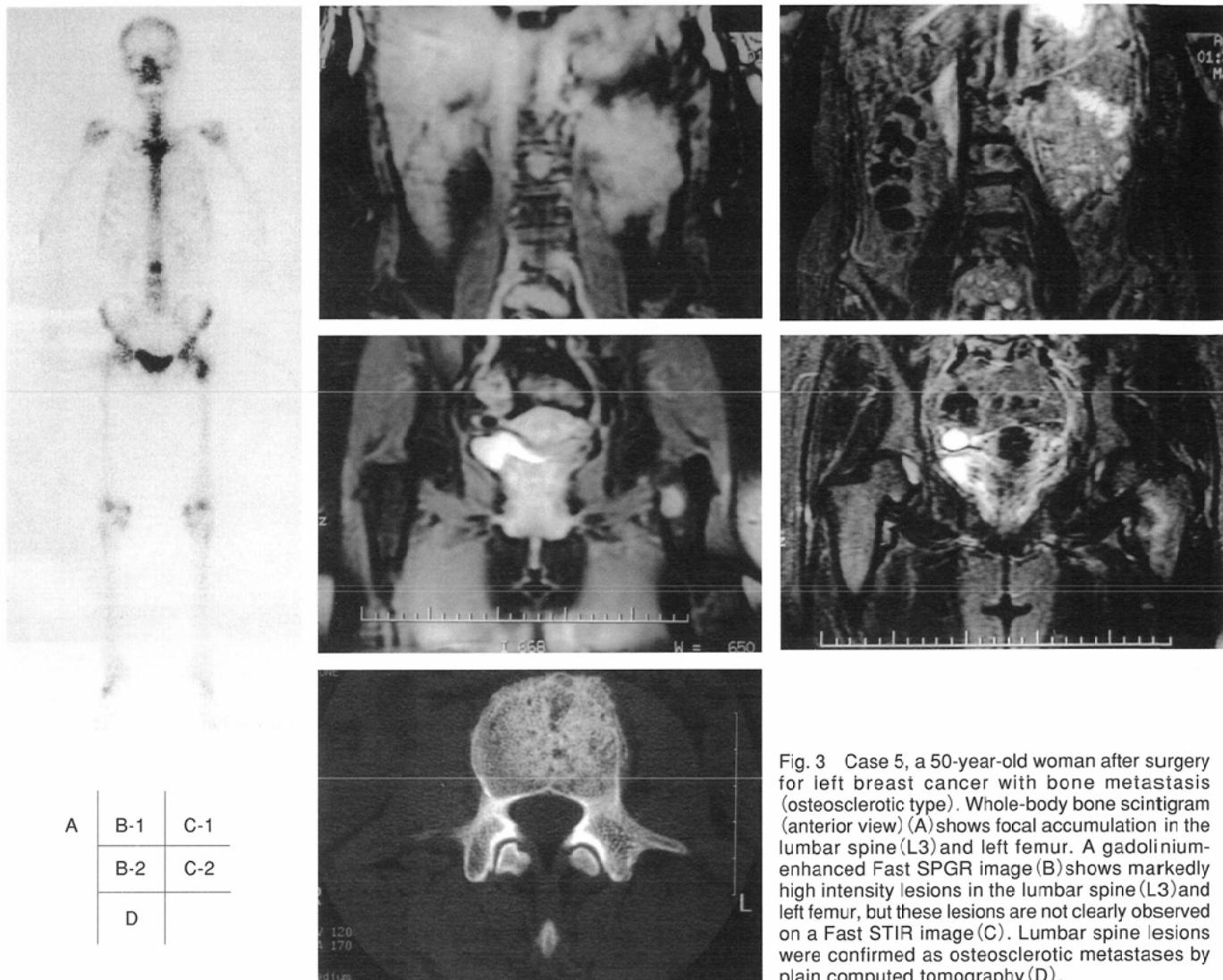


Fig. 3 Case 5, a 50-year-old woman after surgery for left breast cancer with bone metastasis (osteosclerotic type). Whole-body bone scintigram (anterior view) (A) shows focal accumulation in the lumbar spine (L3) and left femur. A gadolinium-enhanced Fast SPGR image (B) shows markedly high intensity lesions in the lumbar spine (L3) and left femur, but these lesions are not clearly observed on a Fast STIR image (C). Lumbar spine lesions were confirmed as osteosclerotic metastases by plain computed tomography (D).

に比し脂肪抑制効果が良好で、画像の歪みが少ないことがすでに報告されている¹²⁾。造影検査にはFast SPGR法を用い、Fast STIR法と比較して、その有用性を検討した。

WB-MRIは骨シンチグラフィに比して多くの骨転移病変を検出した。この結果は、骨シンチグラフィが実際に腫瘍自体を描出しているのではなく骨形成反応を表していることや、MRIに比して空間およびコントラスト分解能が劣ることを反映しているものと思われる。また、WB-MRIは局所のMRI検査と同様に骨転移と良性骨疾患との鑑別が可能であった。しかし、Yuleungら⁶⁾の報告と同様に肋骨病変の検出が不良であった。この原因としては、冠状断像のみによる撮像であること、スライス厚が8~9mmと厚いこと、Fast STIRで高信号となる胸膜病変や胸水が存在することやFOV周辺の像に歪みが生じることなどが挙げられる。これらに対しては、横断像を追加することや、胸部を1回の撮像範囲に含めるなどの手段が考えられる。これにより胸部の撮像が2区域にわたって撮像された時に比べ、区域間の肋骨像の歪みを防ぐことができる。

また今回の撮像方法では上肢や下腿末梢部がFOV外に位置すること、FOV周辺の像の歪みによりこれらの評価が困難な症例がみられた。

造影Fast SPGRはFast STIRに比して骨転移病変の検出能は劣っていた。この原因としてはFast STIRに比して造影Fast SPGRは脂肪抑制が不均一になる可能性があること、腫瘍自体の新生血管の豊富さによる造影効果の違いが挙げられる。しかし、造影Fast SPGRはFast STIRを含めたT2およびT2*強調像で高信号を示し難い硬化性骨転移^{2),4)}の検出や、Fast STIRで高信号となる胸水などと骨転移病変との鑑別に有用であった。安藤ら¹³⁾はSE法のT1強調像とGd-DTPA造影後のsubtraction像を比較した結果、後者では検出率の有意な改善はみられないが、転移巣の数や造影能の視覚的認識を容易にすると報告している。したがって、造影Fast SPGRは骨転移の診断では相補的な役割を果たす可能性があると考えられる。

今回の検討の結果、WB-MRIは骨転移病変の検出に高い診断的価値があることが示された。特に核医学検査装置を有さない施設では全身骨シンチグラフィと同等以上の検査となり、有用性が高いと思われる。ただし、肋骨病変の検出能は低いため、それを向上させるために撮像方法を工夫する必要がある。また検査時間の短縮や検査費用の削減を考慮した撮像方法の組み合せを今後検討する必要があると思われる。

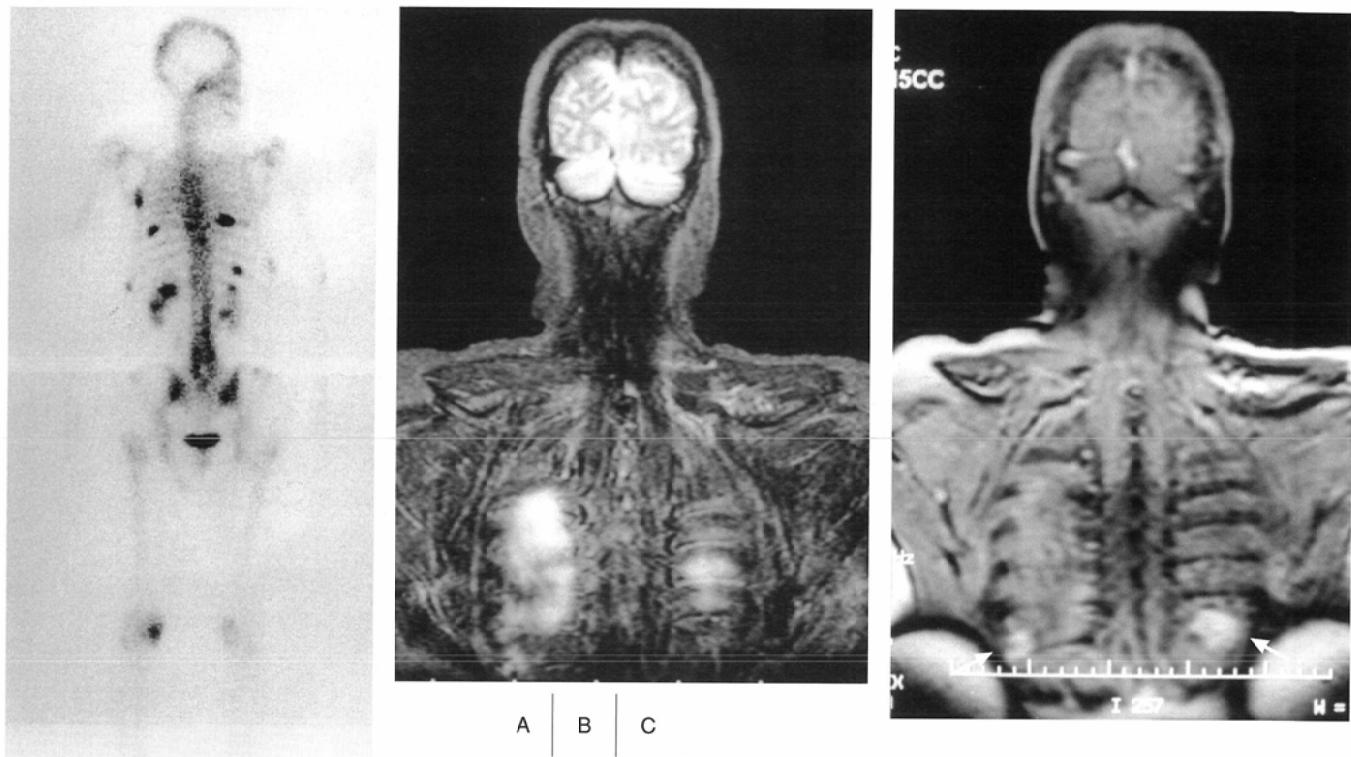


Fig. 4 Case 9, a 63-year-old woman after surgery for left breast cancer. Whole-body bone scintigram (posterior view) (A) shows multiple hot spots in the bilateral ribs. A Fast STIR image (B) does not show the rib lesions caused by bilateral pleural effusion, but these lesions (arrows) were revealed on a gadolinium-enhanced FastSPGR image (C).

結語

- 1) 今回MRIによる全身の撮像を試み、乳癌骨転移病変の検出能を骨シンチグラフィと比較した。
- 2) WB-MRIは骨シンチグラフィに比して多くの骨転移病変を検出し、かつ骨シンチグラフィで骨転移が疑われた病巣について良性と悪性との鑑別が可能であった。しかし、肋骨病変の検出が不良であった。

文献

- 1) Kattapuram SV, Khurana JS, Scott JA, et al: Negative scintigraphy with positive magnetic resonance imaging in bone metastasis. *Skeletal Radiol* 19: 113–116, 1990
- 2) Algra PR, Bloem JL, Tissing H, et al: Detection of vertebral metastases; comparison between MR imaging and bone scintigraphy. *RadioGraphics* 11: 219–232, 1991
- 3) Aitchison FA, Poon FW, Hadley MD, et al: Vertebral metastases and an equivocal bone scan; value of magnetic resonance imaging. *Nucl Med Commun* 13: 429–431, 1992
- 4) Eustace S, Tello R, DeCarvalho V, et al: A comparison of whole-body turbo STIR MR imaging and planar 99m Tc-methylene diphosphonate scintigraphy in the examination of patients with suspected skeletal metastases. *AJR* 169: 1655–1661, 1997
- 5) Johnson KMR, Leavitt GD, Kayser HWM: Total-body MR imaging in as little as 18 seconds. *Radiology* 202: 262–267, 1997
- 6) Yuleung C, Kamwing C, Waiman L, et al: Comparison of whole body MRI and radioisotope bone scintigram for skeletal metastases detection. *Chin Med J* 110: 485–489, 1997
- 7) Gosfield IIIE, Alavi A, and Kneeland B: Comparison of radioisotope bone scans and magnetic resonance imaging in detecting spinal metastases. *J Nucl Med* 34: 2191–2198, 1993
- 8) Frank JA, Ling A, Patronas N, et al: Detection of malignant bone tumors; MR imaging vs scintigraphy. *AJR* 155: 1043–1048, 1990
- 9) Fujii Y, Higashi Y, Owada F, et al: Magnetic resonance imaging for the diagnosis of prostate cancer metastatic to bone. *Br J Urol* 75: 54–58, 1995
- 10) Jones KM, Unger EC, Granstrom P, et al: Bone marrow imaging using STIR at 0.5 and 1.5 T. *Magn Reson Imaging* 10: 169–176, 1992
- 11) Flickinger FW, and Sanal SM: Bone marrow MRI; techniques and accuracy for detecting breast cancer metastases. *Magn Reson Imaging* 12: 829–835, 1994
- 12) 飯塚雅美, 永井清久, 玉田 勉, 他: 全身MRIによる骨転移検出の基礎的検討. 日本医学会誌 59: 470–472, 1999
- 13) 安藤啓一, 村上昌雄, 黒田康正, 他: 脊椎領域における転移性骨腫瘍のGd-DTPA subtraction MR imagingの有用性. 日本医学会誌 53: 155–162, 1993