

《原 著》

骨シンチグラフィにおける結節状の異常集積と MDCT 所見との比較

森田奈緒美* 大塚 秀樹* 山下 恭* 西谷 弘*

要旨〔目的〕骨シンチグラフィにおける結節状の集積と Multidetector Row CT (MDCT) 所見を比較検討する。〔方法〕対象は骨シンチで結節状集積を認め、骨シンチと MDCT が前後 1 ヶ月以内に撮像された 101 例 186 病変で、平均年齢 69.2 歳、男性 75 例、女性 26 例。CT 所見から転移群、変形性変化群に分けて検討した。骨シンチは全身 planar 像のみで評価し、MDCT は $1 \times 1 \times 1$ mm の isotropic image を 3 方向から観察した。〔結果〕転移群 20 例、変形性変化群 81 例であった。初回 MDCT 検査で異常を指摘できなかったのは 4 例 12 病変 (転移 1 例、変形性変化 3 例) で、MDCT での検出率は 93.5% であった。変形性変化群は L4, L5 椎体への集積が 59% と高く、中でも骨棘への集積が多かった。転移群では 20 例中 11 例が 2 ヶ所以上への集積で、9 例が硬化性転移、10 例が溶骨性転移であった。また 2 ヶ所以上の集積例では硬化性転移が多く (64%)、その局在は不均一で、1 椎体のみ集積は溶骨性転移で (78%)、椎体辺縁への集積が多いという傾向があった。〔結論〕骨シンチグラフィを読影する際には、MDCT を参照することで精度はさらに向上するため積極的に参照することが望まれる。

(核医学 46: 13-20, 2009)

I. はじめに

骨シンチグラフィは一般的に担癌患者に対して骨転移のスクリーニング目的で広く行われているが、悪性腫瘍以外に変形性変化にも集積を認めることが知られており、特に結節状の集積を認めた場合、変形性変化か転移かの鑑別に苦慮する場合がある。一方、近年 Multidetector Row CT (MDCT) が登場したことで一度に広範囲の撮像が可能となり、またフィルムレス化が進んだことにより、詳細な画像情報を多方向から観察できたり、比較的容易に軟部条件や骨条件での観察が可能となり、CT でも骨の変化をより詳細に評価することがで

きるようになった。今回われわれは骨シンチグラフィでの結節状の集積が MDCT での有所見として指摘可能であるか、また MDCT ではどのような所見に一致しているかについて検討したので報告する。

II. 対象および方法

平成 17 年 4 月～平成 18 年 1 月に当院にて骨シンチグラフィが施行された 581 症例のうち、骨シンチグラフィで脊椎に結節状の集積亢進を認め、かつ骨シンチグラフィ検査の前後 1 ヶ月以内に MDCT が撮像された 101 例 186 病変を対象とした。症例の内訳は男性 75 例、女性 26 例、平均年齢 69.2 歳。検査目的はほとんどの症例が悪性腫瘍の骨転移スクリーニング目的で、良性疾患は 6 例のみであった (Table 1)。“結節状集積”とは、骨シンチグラフィでの (類) 円形を呈する限局性の集積と定義した。転移と変形性変化との鑑別は

* 徳島大学医学部放射線科医学教室

受付：20 年 5 月 12 日

最終稿受付：20 年 12 月 25 日

別刷請求先：徳島市蔵本町 3-18-15 (☎ 770-8503)

徳島大学医学部放射線科医学教室

森田 奈緒美

Table 1 List of patients who showed round focal accumulation on bone scintigraphy

	metastasis	spondylosis*
Lung cancer	10	26
Prostate cancer	3	20
Head and neck cancer	2	7
Breast cancer	3	6
Urinary duct cancer	1	1
Pancreatic cancer	1	
Gastric cancer		1
Uterine cervical cancer		1
Ovarian cancer		1
Bladder cancer		5
Renal cancer		3
Hepatocellular cancer		4
Esophageal cancer		1
Seminal cancer		1
others		6
Total	20	83

*Two cases had overlap (double cancer)

MDCT 所見を gold standard とし、臨床経過や follow CT, 骨シンチグラフィも参考とした。変形性変化については MDCT で半年以上の経過で画像上変化がなかったものを変形性変化と臨床的に定義したが、臨床経過や MDCT のみで判定困難な症例については MRI や PET/CT など他の画像検査も参照して評価を行った。それぞれの群について集積部位と集積パターンについて分類し、MDCT 所見と比較した。骨シンチグラフィ、MDCT 所見の評価については十分な経験をもつ日本医学放射線学会専門医、日本核医学会専門医 2 名により行い、意見の異なる症例については同意を得て判定した。

骨シンチグラフィ

^{99m}Tc -hydroxymethylene diphosphonate (^{99m}Tc -HMDP), もしくは ^{99m}Tc -methylene diphosphonate (^{99m}Tc -MDP) 740 MBq を静注し、約 3-4 時間後に全身 planar 像を収集した。装置は TOSHIBA 社製 e.cam を用いて検査を行い、収集条件は以下のとおりであった: 2-head, parallel hole, matrix 64 × 64, step & shoot, 3 sec/step × 6°。

MDCT

通常の定期検査と同じ方法で、胸部～骨盤部ま

で撮像を行った。造影検査の場合は非イオン性ヨード造影剤 2 ml/kg 静注後、一定時間後に撮影した。装置は TOSHIBA 社製 Aquillion16 (real EC, slice thickness: 1 mm) を用いて撮像し、1 mm 厚の原画像と 10 mm 厚の再構成画像をサーバに配信して読影した。

画像観察方法

骨シンチグラフィは全身 planar 像のみで評価し、MDCT は単純、造影に関係なく、1 × 1 × 1 mm の isotropic image を画像参照ソフト (Aquarius NET viewer, TERARECON, INC.) を用いて、3 方向 (横断像、矢状断像、冠状断像) から骨条件、軟部条件で観察した。

III. 結 果

101 例 186 病変中、転移性変化が 20 例 57 病変、変形性変化が 81 例 129 病変に認められ、それぞれの平均集積数は転移 2.85, 変形性変化 1.59 であった。ほとんどの症例が担癌患者の staging 目的で、2 例は重複癌であった。良性疾患であったのは 6 例で、腰痛の原因精査や肝移植前の精査目的であった (Table 1)。この 101 症例の中に、転移性変化と変形性変化の混在する症例は 4 例 (肺癌 2 例, HCC 2 例) 5 病変含まれていたが、それぞれの病変は離れた位置に存在しており、いずれも臨床経過や他の画像診断を併せてそれぞれ診断された。

これらの症例のうち初回 MDCT 検査で明らかな異常が指摘できなかったのは 4 例 12 病変のみで、初回 MDCT での病変検出率は 93.5% と高率であった。この 4 例中 3 例は半年以後の MDCT でも明らかな異常は見られず変形性変化と診断されたが、1 例は 1 ヶ月後の MDCT で多数の硬化性変化が出現し、転移と診断された。この症例を Fig. 1 に示す。

病変の集積分布については、転移群がほぼ偏りなく認められたのに対して、変形性変化は L4, L5 椎体に偏在し、全体の 59% を占めていた (Fig. 2)。

それぞれの群で検討すると、変形性変化群で見られる結節状集積は MDCT 所見から、1) 骨棘、

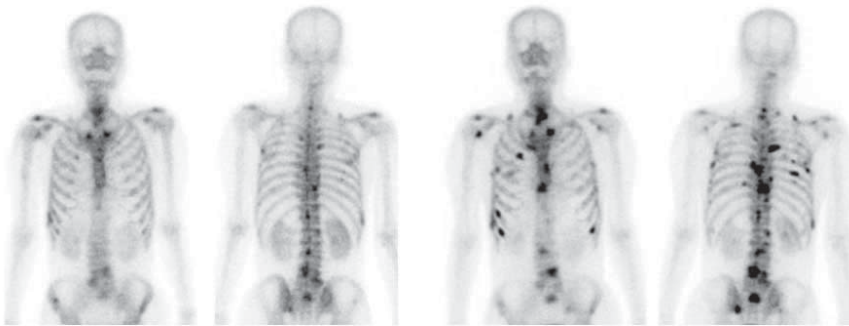


Fig. 1-1
Bone scintigraphy
a) initial
b) a month later

Initial bone scintigraphy showed many focal slight accumulations (a). The accumulations became more intense and larger only a month later (b).

a) b)

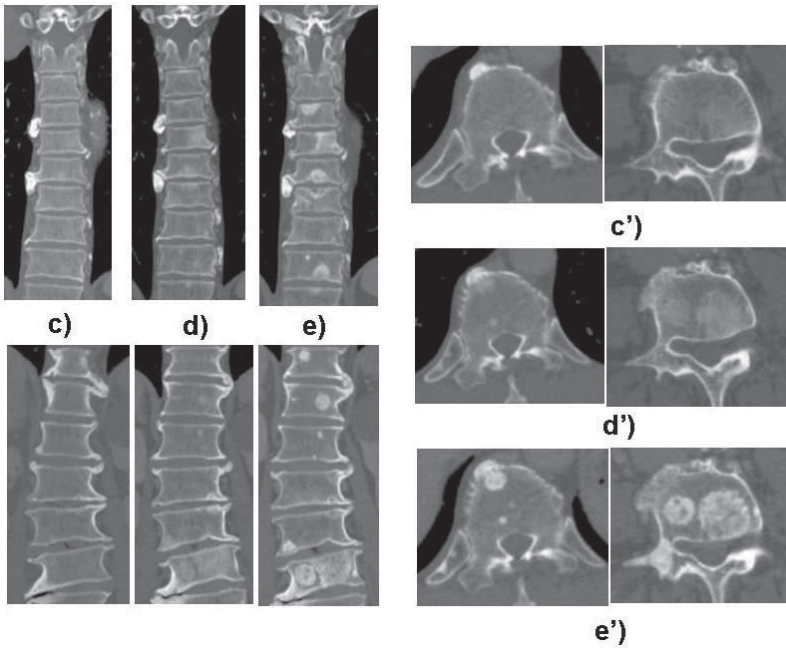


Fig. 1-2
MDCT finding
c) c') initial
d) d') a month later
e) e') five months later
c)–e) coronal view
c')–e') axial view

Though initial bone scintigraphy showed lots of focal accumulations (c, c') MDCT could not find any abnormal findings. A month later, many osteoblastic changes appeared on MDCT and became more distinctive after 5 months (d, d', e, e').

Fig. 1 A false negative case on MDCT.
(67-year-old male with lung cancer (small cell carcinoma))

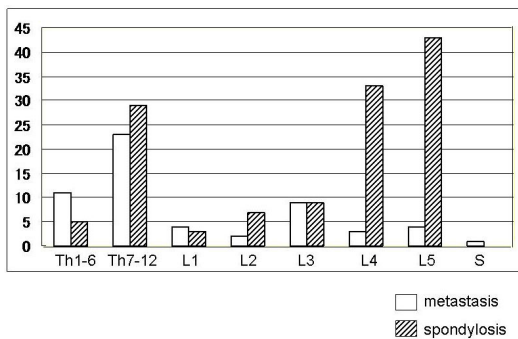


Fig. 2 Location of accumulation in each group. In spondylosis group, the distribution of accumulation was almost uniform. On the other hand, metastatic group had maldistribution in L4,5, and it occupied 59% of all accumulation in this group.

2) 椎間板を挟んだ上下椎体辺縁の硬化, 3) 椎間関節の肥厚に分類され, 骨棘への集積が最も多かった (Fig. 3, Table 2). また骨棘への集積は椎体外側に 'く' の字型に突出する集積が特徴的で, 下位胸椎への集積の 55.6% に認められた.

病変の集積数をみると, 転移群では 20 例中, CT で明らかな異常所見が見られなかった 1 例 (Fig. 1) を除き, 1ヶ所のみ集積を認めたのが 9 例, 2ヶ所以上に認められたのが 10 例であった. 集積数と MDCT 所見を比較すると, 硬化性変化を示した 9 例中 7 例 (77.8%) が 2ヶ所以上に集積を認め, 反対に溶骨性変化は 10 例中 7 例 (70%) が 1ヶ所のみ集積であった. 集積の分布とあわせて比較すると, 硬化性転移は 2ヶ所以上の集積で不均一な分布を示す症例が 9 例中 6 例 (66.7%)

と最も多く, 溶骨性変化では 1ヶ所のみ集積で辺縁に局在する症例が多い (10 例中 6 例, 60%) という傾向が認められた (Table 3).

また, Fig. 4, 5 に骨シンチグラフィと MDCT 所見に明らかな乖離を認める骨転移の症例を示す.

Table 2 Pattern of accumulation by MDCT finding and location in spondylosis group

CT finding	Location						
	Th1-6	Th7-12	L1	L2	L3	L4	L5
osteophyte	1	18	3	6	6	19	32
thickness of joint	0	3	0	0	0	7	4
degeneration	1	7	0	1	2	5	9
unknown	2	1	0	0	0	2	0
Total	4	29	3	7	8	33	45

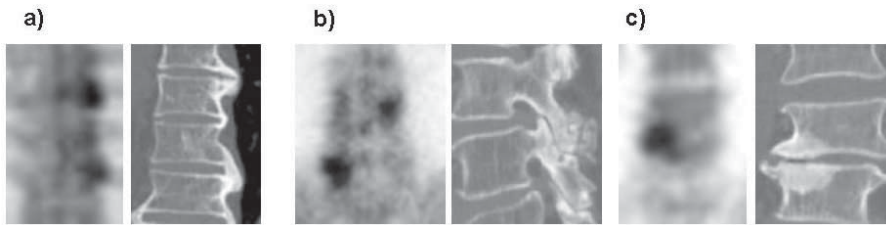


Fig. 3 Classification of focal accumulation by MDCT finding.

- (a) osteophyte
- (b) thickness of intervertebral joint
- (c) spondylosis due to disc generation

(a) Accumulation existed the peripheral lesion in vertebral body and protruded into outside. This finding was consistent with osteophyte on MDCT. It seemed difficult to distinguish between (b) and (c) by only bone scintigraphy, but the location was different, (c) was located in intervertebral lesion.

Table 3 Comparison with MDCT finding, distribution and number of accumulation in metastasis group

MDCT finding	number of accumulation	distribution			total
		irregular	regular		
			peripheral	central	
osteoblastic	more than 1 (n = 7)	6	0	1	7
change (n = 9)	one (n = 2)	N/A	2	0	2
osteolytic	more than 1 (n = 3)	1	2	0	3
change (n = 10)	one (n = 7)	N/A	6	1	7
total* (n = 19)	19	7	10	2	19

(*excluded 1 case who could not detect abnormality in initial MDCT)

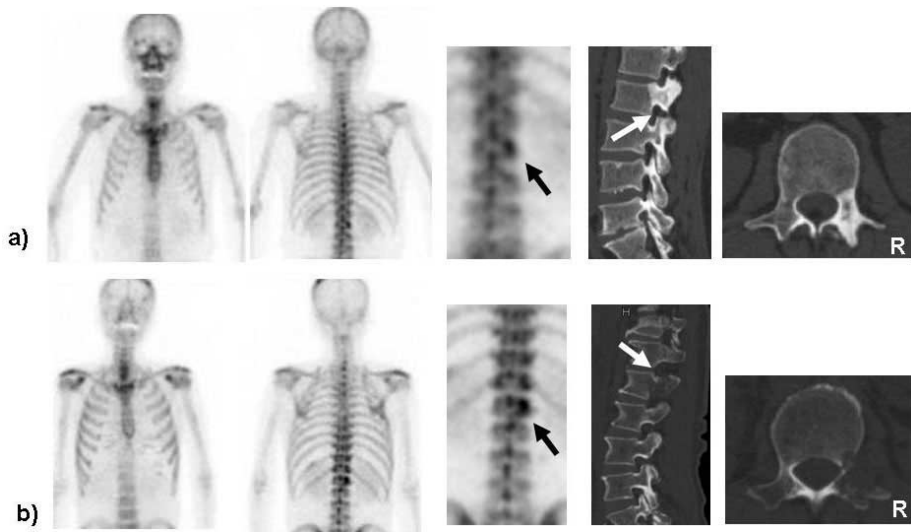


Fig. 4 Underestimated cases on bone scintigraphy.
 a) 63-year-old male with prostate cancer b) 67-year-old male with pharyngeal cancer
 These 2 cases showed small focal accumulation in the right side of vertebral body.
 MDCT showed a) osteoblastic and b) osteolytic change. MDCT would be detected more clearly these change.

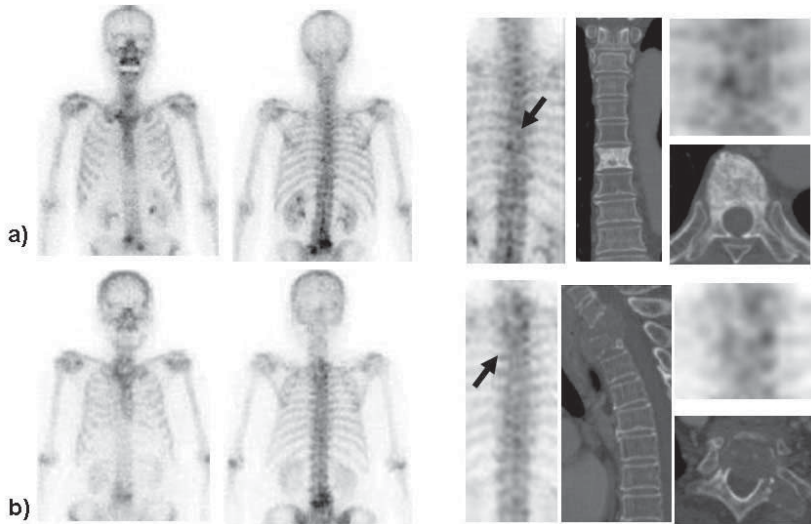


Fig. 5 Underestimated cases on bone scintigraphy.
 a) 76-year-old male with prostate cancer b) 78-year-old male with thyroid cancer
 On bone scintigraphy, the degree of abnormal accumulation was small, but MDCT could show a) diffuse osteoblastic change, b) tumor with osteolysis. These finding had a discrepancy between two examinations.

いずれも骨シンチでは結節状の集積としてのみ指摘できるものの、質的評価は難しい。MDCTではそれぞれ硬化、溶骨性転移であることが診断可能であり、質的評価以外にも病変の広がりや腫瘤形成などの評価も可能である。

IV. 考 察

骨シンチグラフィ用医薬品として広く用いられている ^{99m}Tc -MDP や ^{99m}Tc -HMDP に代表される ^{99m}Tc 標識リン酸化合物の骨への集積機序は明らかとはなっていないが、骨を形成するハイドロキシアパタイトへ主に化学吸着により集積すると考えられており、その集積程度は骨への血流や骨再構築などの生物学的因子によって左右される。骨の状態を評価する場合、単純 X 線検査や CT が骨破壊や修復によって生じた骨ミネラルの絶対値という静態を反映するため、ミネラル量の変化がある程度大きくなると所見として認められないのに対し、骨シンチグラフィは病巣への血流と骨代謝の状態を反映しているため、骨代謝の変化が起こるとこれを鋭敏に画像として描出可能で、この違いが病変の検出率を左右する一因となる。

今回の結果の中で 1 例に MDCT で異常所見を指摘できなかった多発骨転移症例を認めたが (Fig. 1), その原因として早期の病変であったために病巣への骨代謝は起こっていても CT での脱石灰化に乏しかったため検出が困難であったと考えられる。高齢者の場合は背景に変形性変化を伴うことも多く、さらに指摘が困難となることが予想される。また転移群においても骨シンチグラフィの集積程度と MDCT との所見に乖離がある症例が数例認められた。多くは骨シンチグラフィの所見よりも MDCT 所見のほうがより明瞭に病変を示していたが (Fig. 4, 5), 病変の進行により溶骨性変化のみで骨新生が見られない状態となっていたり、血流が乏しくなった場合などが考えられ、病巣の形態に比して集積の程度が軽度となったものと考えられる。

骨シンチグラフィは変形性変化でも集積を認めるが、われわれの症例でもほとんどが変形性変化

への集積であり、骨棘や椎間関節の肥厚、椎体辺縁の硬化による変化を見ているものと思われた。一般的に骨シンチグラフィで転移と変形性変化とを鑑別する際には、集積の部位が椎体内か椎間にあるか、椎体の辺縁か、より外側まで進展しているかなど詳細に読影することである程度の鑑別を行うこととなるが、結節状集積の場合、転移か変形性変化かの判断に迷う場合があるため CT の情報は有用性が高い。また集積数については、椎体への集積数が多いと硬化型の転移が多いという結果であったが、溶骨性変化に比べて早期の硬化性転移は腫瘤を形成しにくいいため、通常条件では見逃されやすいことや臨床症状が乏しいことが原因として考えられる。

骨転移を検索するモダリティとしては、ほかに MRI や PET (PET/CT) 検査が挙げられるが、MRI は CT に比して被曝がなく、検出感度、組織コントラストが高いことから骨転移の検出はより優れているが¹⁻⁴⁾、撮像時間が長く、体動などによるアーチファクトが見られるという欠点があり、またペースメーカーなど禁忌症例もある。PET 検査も骨転移の検出に有用であるが⁵⁻⁷⁾、検査時間が長く、保険適応疾患の限られた高価な検査であるために頻回には行いにくいという欠点がある。

骨シンチグラフィの長所として、高い病変検出能と全身を一度に検索できることが挙げられ、被曝も他の検査に比しても多くないことから、従来より担癌患者の骨転移のスクリーニングや経過観察のモダリティとして使われてきた。しかしながら、近年多くの施設で MDCT が導入され、一度に広範囲の撮像が可能となったこと、デジタル化、フィルムレス化によって thin slice で多方向の観察ができ、骨条件での観察も容易になったことから、CT でも骨転移の評価ができるようになってきている。CT 読影時に多方向で再構成し、撮像条件を変えて注意深く観察すると、骨の異常所見は比較的到高頻度に認められることをわれわれは日常の読影から体験するが、今回の結果からは骨シンチグラフィで認められる変化は高い確率で MDCT での形態変化として指摘可能であ

ることが分かった。

Groves らは 43 例の転移性骨腫瘍のある症例を 16 列 MDCT と骨シンチグラフィとで比較し、骨シンチ、CT で陽性であったのがそれぞれ 14 例、13 例認められたと報告しているが、それらの症例のうち 7 例が骨シンチと CT 所見が不一致であり、CT 陰性例の 4 例中 2 例、骨シンチ陰性例の 3 例中 1 例が転移であったと報告している⁸⁾。われわれの結果でも骨シンチグラフィのみ、MDCT のみでは指摘困難な症例を少数ながら認め、CT が完全に骨シンチグラフィに置き換えることは難しいと思われるが、このような病態の違いによる骨シンチの偽陰性について把握しておくことで、骨シンチグラフィを行う疾患や病態を絞ることができ、患者負担の軽減にもつながると思われる。

今回の検討の限界として、MDCT は多方向で観察したのに対し、骨シンチグラフィでは planar のみで SPECT での評価ができていない点が挙げられる。SPECT を追加することにより診断精度は上昇するが、検査時間がかかる欠点がある。疑わしい所見は SPECT を追加すべきであると思うが、今回の結果からは MDCT である程度の鑑別が可能であると思われた。

最後に、今回の結果により MDCT 検査は軟部や局所の評価だけでなく、骨転移に対しても有用性が高いことが分かった。病態によっては MDCT がより有用なことがあるため、CT 読影の際は骨シンチグラフィが撮像されていても、注意深く条件を変えて観察することが望ましいことを再確認した。

V. 結 語

骨シンチグラフィでの転移診断において、集積の部位や局在を詳細に観察することで、変形性変

化の除外はある程度可能であるが、骨シンチグラフィでの結節状集積に対して、MDCT は高率にその形態変化を指摘可能であり、積極的に参照すべきである。

文 献

- 1) Lauenstein TC, Goehde SC, Herborn CU, Treder W, Ruehm SG, Debatin JF, et al: Three-dimensional volumetric interpolated breath-hold MR imaging for whole-body tumor staging in less than 15 minutes: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179 (2): 445–449.
- 2) Walker RE, Eustace SJ: Whole-body magnetic resonance imaging: techniques, clinical indications, and future applications. *Semin Musculoskelet Radiol* 2001; 5 (1): 5–20.
- 3) Eustace SJ, Nelson E: Whole body magnetic resonance imaging. *BMJ* 2004; 328 (7453): 1387–1388.
- 4) Lauenstein TC, Goehde SC, Herborn CU, Goyen M, Oberhoff C, Debatin JF, et al: Whole-body MR imaging: evaluation of patients for metastases. *Radiology* 2004; 233 (1): 139–148.
- 5) Ito S, Kato K, Ikeda M, Iwano S, Makino N, Tadokoro M, et al: Comparison of ¹⁸F-FDG PET and bone scintigraphy in detection of bone metastases of thyroid cancer. *J Nucl Med* 2007; 48 (6): 889–895.
- 6) Abe K, Sasaki M, Kuwabara Y, Koga H, Baba S, Hayashi K, et al: Comparison of ¹⁸F-FDG PET with ^{99m}Tc-HMDP scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with breast cancer. *Ann Nucl Med* 2005; 19 (7): 573–579.
- 7) Ohta M, Tokuda Y, Suzuki Y, Kubota M, Makuuchi H, Tajima T, et al: Whole body PET for the evaluation of bony metastases in patients with breast cancer: comparison with ^{99m}Tc-MDP bone scintigraphy. *Nucl Med Commun* 2001; 22 (8): 875–879.
- 8) Groves AM, Beadsmoore CJ, Cheow HK, Balan KK, Courtney HM, Kaptoge S, et al: Can 16-detector multislice CT exclude skeletal lesions during tumour staging? Implications for the cancer patient. *Eur Radiol* 2006; 16 (5): 1066–1073.

Summary

Comparison with Bone Scintigraphy and MDCT Findings in Patients with Round Focal Accumulation on Bone Scintigraphy

Naomi MORITA, Hideki OTSUKA, Kyo YAMASHITA and Hiromu NISHITANI

Department of Radiology, University of Tokushima

Purpose: This study aimed to compare with bone scintigraphy showed round focal accumulation and Multidetector Row CT (MDCT) findings.

Methods: We obtained 101 patients (mean age 69.2 years; 75 men, 26 women) and 186 diseases. They were examined both MDCT and bone scintigraphy within a month of each other. We classified into two groups (with metastasis and spondylosis) according to their MDCT findings. Bone scintigraphy was estimated on planar image, MDCT was evaluated in three directions with $1 \times 1 \times 1$ mm thickness.

Results: We determined 20 metastases cases and 81 of spondylosis. We could not judge abnormal findings on MDCT in 4 patients (1 metastasis, 3 spondylosis); thus, detectability by MDCT was 93.5%. In the spondylosis group, the accumulation lesions were localized

on the lower vertebral body in 76 patients (59%), with most showing as osteophytes. In the metastasis group, 11 patients showed more than 1 accumulations, 9 were osteoblastic changes and 10 were lytic. There was a tendency that patients who accumulated more than 1 vertebral bodies (64%) had osteoblastic and irregular distribution and those who accumulated just one body (78%) were lytic and their locations were focused on the lateral side.

Conclusion: For evaluating bone scintigraphy, MDCT finding was helpful to increase the detectability in bone metastasis. Therefore, we should refer to MDCT finding positively in reading bone scintigraphy.

Key words: Bone scintigraphy, MDCT, Round focal accumulation.