



Title	転移性骨腫瘍, 特に椎体転移に対するCTの有用性についての検討
Author(s)	安田, 幸彦
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1986, 46(5), p. 670-680
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19381
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

転移性骨腫瘍，特に椎体転移に対する CTの有用性についての検討

久留米大学医学部放射線医学教室（主任：大竹 久教授）

安 田 幸 彦

（昭和60年10月28日受付）

（昭和60年12月4日最終原稿受付）

Usefulness of CT Scanning in Metastatic Tumors of Bone, Particularly the Vertebral Bodies

Yukihiko Yasuda

Department of Radiology, Kurume University School of Medicine

Research Code No. : 505.1

Key Words : Metastatic bone tumor, Vertebral body, Computed tomography, Conventional radiogram, Bone scintigram

To make a definite diagnosis of a metastatic lesion in bone, when suspected on the bone scintigram, is essential in deciding on a treatment policy. Of 336 patients admitted to our department over the period from August 1983 until January 1985, 60 (with 122 lesions) had a positive scintigram of the spine. CT scanning was carried out in 36 patients (with 56 lesions) who had no abnormalities on conventional radiograms. Of these patients, those with lesions in the spine particularly the vertebral bodies were evaluated in this study, although it must be noted that in most of these cases, abnormal radionuclide accumulation occurred in other skeletal regions as well.

Fifty per cent of the 56 lesions, RN-positive and radiogram-negative were proved to be positive for metastasis on CT. CT is superior to conventional radiogram in detecting bone tumors, particularly the vertebral bodies.

緒 言

骨組織は癌の転移が最も起こりやすい部位の一つである。特に椎体には高頻度にみられ、疼痛を伴うことが多く、病的骨折や hypercalcaemiaなどを来たすこともあるため、早期発見、治療が望まれる。転移性骨腫瘍の詳細な診断を得ることは、stagingや治療方針の決定に重要である^{1)~3)}。

骨シンチグラフィは、その sensitivityが高いことから転移性骨腫瘍の診断法として広く用いられているが、その所見は non specific であるために診断が困難なことがある。そこで今回、骨シンチグラム上骨転移が疑われたが、conventional

radiography で変化のみられなかった部位の X線 CTを施行し、骨転移の診断に対するその有用性について、さらに CT上の所見について、転移部位、転移のタイプ、原発巣との関連性、その他について検討した。

対象・方法

昭和58年8月より昭和60年1月までに久留米大学病院放射線科に入院した癌患者は336例である。我々は骨シンチで転移の好発部位である肋骨、脊椎、骨盤骨、長管骨などに多発性に強い RN異常集積を認めるものを転移陽性としているが、うち椎体に異常集積が認められたのは60例122部位で

Table 1 Materials

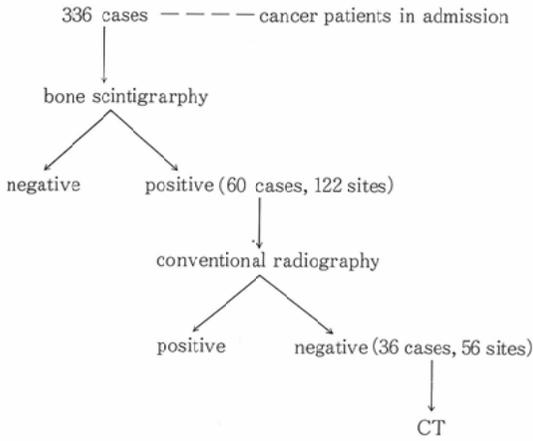


Table 2 Results of CT

Primary	positive CT scan for metastases		
Lung	Sq.* 12	5	13 (44.8%)
	Adeno* 9	4	
	Large* 5	3	
	Unknown 3	1	
Breast	13	7 (53.8%)	
Liver	5	1 (20.0%)	
Esophagus	4	2 (50.0%)	
Pancreas	3	3 (100.0%)	
Prostate	1	1 (100.0%)	
Rectum	1	1 (100.0%)	
Total	56	28 (50.0%)	

*Sq. : Squamous cell carcinoma
 Adeno : Adenocarcinoma
 Lagrge : Large cell carcinoma

あった。このうち conventional radiography で異常のみられない36例56部位を対象とした (Table 1)。また化学療法や、放射線治療がなされた症例は除外した。年齢は31歳から89歳にわたり、平均年齢は61.6歳、男女比は3対2であった。原発巣の内訳をみると肺癌が29例と最も多く約半数を占め、ついで乳癌13例、肝癌5、食道癌4、膵臓癌3、前立腺癌、直腸癌がそれぞれ1であった (Table 2)。肺癌では扁平上皮癌が最も多く、腺癌、大細胞癌の順であった。conventional radio-

graphy としては正面、側面単純像を、数例に正面断層を追加した。CTのX線入射角は対象椎体において脊椎長軸に直角になるように適宜ガントリーに角度をつけた。画像処理は骨関数計算、bone target imaging で行った。CTにより転移陽性としたものは以下のごとく、1. 椎体海綿骨中心に骨破壊像を呈する low density と周囲に反応性骨新生と思われる high density を伴うもの (lytic type)。2. 椎体海綿骨中心に骨硬化像を呈し、周囲の骨破壊を伴うもの (sclerotic type)、3. 1, 2, の混在型 (mixed type) とした。CT機種は東芝 TCT-60-A-30series, YMS CT9000で、いずれも120kV, 200mA, あるいは120kV, 350mA で、スキャンタイム4.5sec., スライス幅2mm, スライス間隔4mmとし、スキャン数は各椎体に対し3ないし5スライスとした。

結 果

CTによる転移発見率は肺癌では44.8%であり、組織型別には余り大きな違いはみられなかった。乳癌、食道癌、膵臓癌、前立腺癌、直腸癌等でもCTは高率に転移を発見し得た。病例数は少ないが、前立腺癌、直腸癌、膵臓癌では全例陽性を呈したのに対し、肝癌では20%と陽性率が低かった。総合的にはCTでの骨転移検出率は50%であった (Table 2)。なお、CTで転移陽性とした10例11部位について、conventional tomography を施行したところ、転移の存在を示唆したものは3部位 (27.3%) であった。

骨転移のCT上のtypeをTable 3に示す。lytic type と sclerotic type が10例ずつ、mixed type が8例みられ、各typeの症例数に大差はなかった。lytic type は、種々の原発巣からほぼ同数発生している。sclerotic type は乳癌が4例と最も多く、乳癌の約57%はこのtypeを呈した。また、膵臓癌は全例 sclerotic type を呈した。mixed type には肺の扁平上皮癌が高率にみられた。肺癌は全typeにみられたが、sclerotic type を呈するものは少なかった。また、扁平上皮癌では60%の高率で mixed type を呈した。

転移部位については第4頸椎 (以下C₄) の1例を除き、下部胸椎から腰椎に集中していた (Table

Table 3 Types of metastases

Lytic	10	Lung ca.	Adeno*	2
			Large*	2
			Sq.*	1
			Unknown	1
		Esophageal ca.	1	
		Breast ca.	1	
		Hepatocellular ca.	1	
Rectal ca.	1			
Sclerotic	10	Breast ca.	4	
		Pancreatic ca.	3	
		Lung ca.	Adeno*	1
			Sq.*	1
Esophageal ca.	1			
Mixed	8	Lung ca.	Sq.*	3
			Adeno*	1
			Large*	1
		Breast ca.	2	
		Prostatic ca.	1	

*Sq. : Squamous cell carcinoma
 Adeno: Adenocarcinoma
 Large : Large cell carcinoma

Table 4 Location of metastatic lesions

	Lytic	Sclerotic	Mixed	
C ₄	◆			1
T ₆			◆	9
T ₇			◆	
T ₈			◆ ◆	
T ₉			◆	
T ₁₀		◆		
T ₁₁	◆	◆		18
T ₁₂		◆	◆	
L ₁	◆ ◆	◆	◆	
L ₂		◆ ◆ ◆	◆	
L ₃	◆	◆ ◆ ◆	◆	
L ₄	◆ ◆	◆ ◆	◆	8
L ₅	◆ ◆ ◆			
	10	10	8	

Table 5 Location of lesions within the spine

• spine	Right	Left	center	whole	
C. spine			1		1
T. spine	2	7			9
L. spine	7	6	2	3	18
• type					
Lytic	5	3	2		10
sclerotic	2	4	1	3	10
Mixed	2	6			8

た。腰椎ではあらゆる部位にみられ、左右ほぼ同数であった。type 別には mixed type が左側に多い傾向を示した。

症 例

症例 1. 70歳, 男性. 前立腺癌 (Fig. 1)

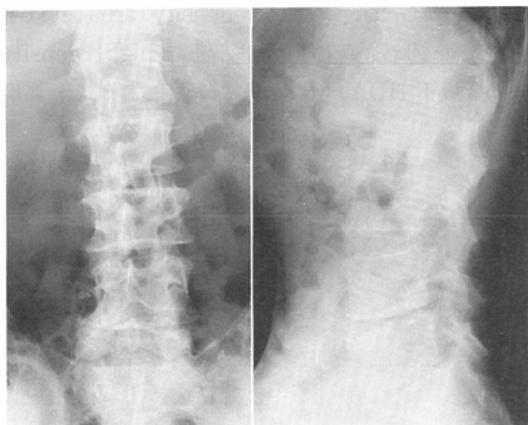
骨転移を示唆する臨床症状はなかったが、骨シンチで第3腰椎 (以下 L₃) その他に異常集積を認め、骨転移が疑われた (Fig. 1a)。腰椎の conventional radiogram では、L₃には骨転移その他の



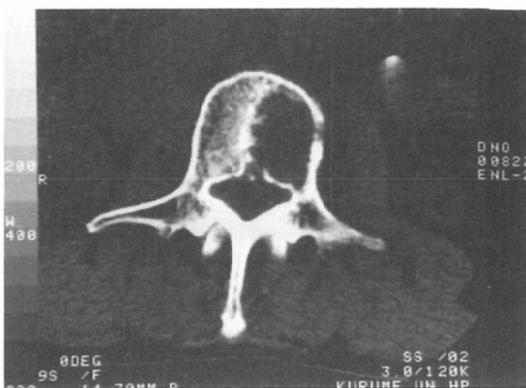
1a

4). 腰椎には全例の64%がみられ、これは胸椎の2倍であった。lytic type と sclerotic type は腰椎に多くみられ、逆に mixed type は胸椎に多くみられた。

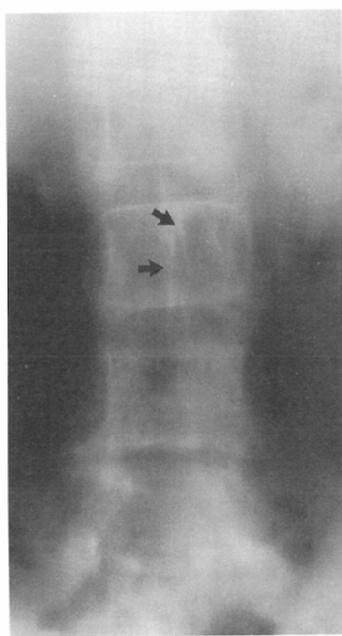
次に各転移椎体内の病巣の位置について検討した (Table 5)。椎体の正中線より右、左に分けると、胸椎では77.8%の高率に左側に病巣がみられ



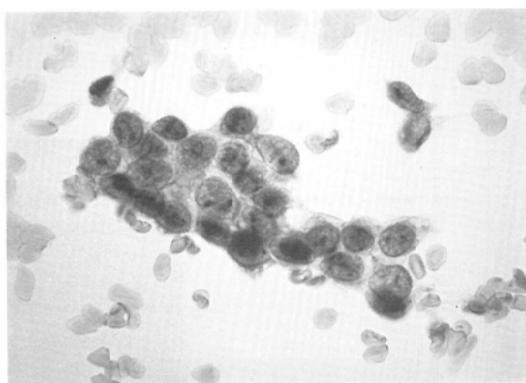
1b



1d



1c



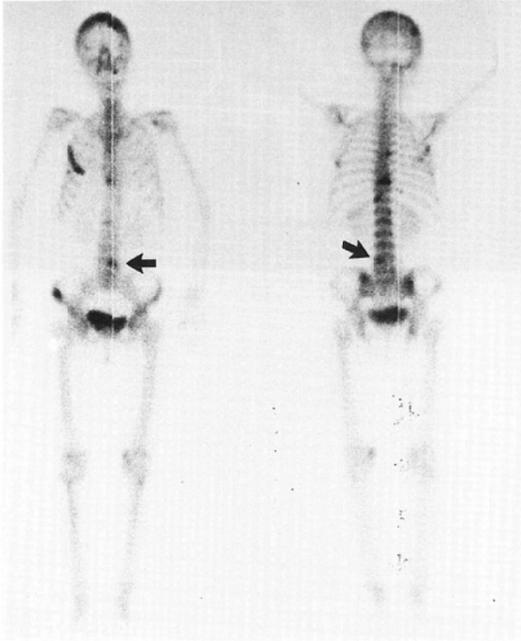
1e

Fig. 1 Case 1, A 70-year-old man with prostatic cancer.

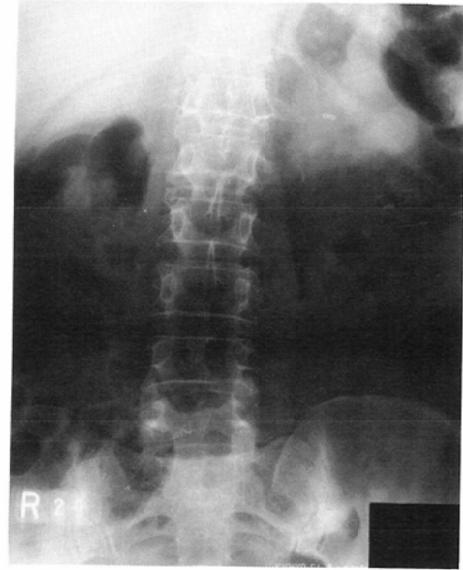
- a. Bone scintigram shows an abnormal pattern of RN accumulation at L₃ and other levels, which suggested bone metastases.
- b. Metastatic lesion is not detectable at L₃ on conventional radiogram of the lumbar spine.
- c. Ill-defined lucent lesion is visualized on conventional tomogram, which suggested bone metastasis.
- d. CT scanning reveals a large low density area at L₃ in the left half of the vertebral body with partial destruction of the cortex.
- e. An aspiration biopsy from the area established the presence of an adenocarcinoma.

異常を指摘できない (Fig. 1b). 同部の conventional tomogram では, 椎体の左半分に lytic な病変の存在を示唆する (Fig. 1c). L₃ の CT では,

椎体の左半分に大きな low density area (以下 LDA) を認め, その周囲は不整な high density area (以下 HDA) が ring 状に存在する. 一部皮



2a



2b



2c

Fig. 2 Case 2, A 59-year-old woman with breast cancer.

- a. Abnormal RN accumulation is visualized at L₄ and other levels which suggested bone metastases.
- b. Metastatic lesion is not detectable at L₄ on conventional radiogram of the lumbar spine.
- c. CT scanning reveals an elliptic metastatic tumor of the sclerotic type to the left of the vertebral body at L₄.

質の破壊を認め、明らかに骨転移が疑われる(Fig. 1d). 同部位の percutaneous aspiration biopsy で atypical cell を cluster として認め adenocarcinoma が証明された (Fig. 1e).

症例 2. 59歳, 女性, 乳癌 (Fig. 2)

特に症状はなかったが, 骨シンチで L₄その他に異常集積を認め, 骨転移が疑われた (Fig. 2a). 腰椎の conventional radiogram では, L₄その他への転移は指摘できない (Fig. 2b). L₄部の CT で椎体左側に辺縁にまで及ぶ円形の sclerotic lesion を認め, sclerotic metastasis とした (Fig. 2c).

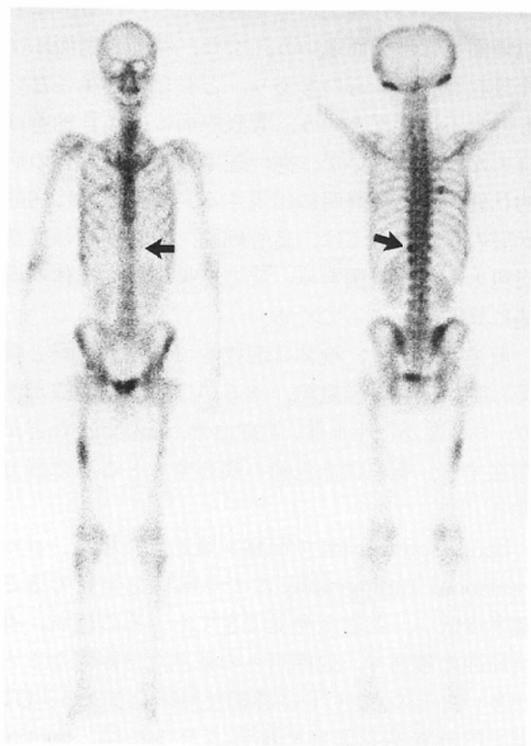
症例 3. 63歳, 男性, 肺癌(扁平上皮癌) (Fig. 3)

後頭部の膨隆と軽度の背部痛を主訴として来院. 骨シンチで第12胸椎(以下 Th₁₂)その他に異常集積を認め, 骨転移が疑われた (Fig. 3a). conventional radiogram では転移その他の異常を指摘できない (Fig. 3b). 同部の conventional tomo-

gram では椎体に異常を指摘できなかった. Th₁₂部の CT で, 椎体左側に円形の LDA を認め, lytic metastasis が疑われた (Fig. 3c). chemotherapy にて背部痛が消失したため, Th₁₂に対しては特に radiotherapy は行われなかったが, その6カ月後の CT では, LDA は不整, かつ拡大しており, この病巣は転移巣であったと考えられた (Fig. 3d).

考 察

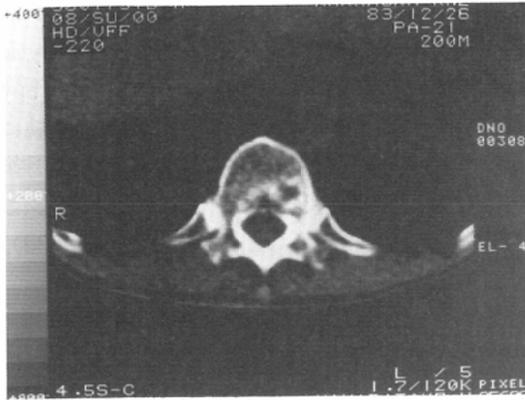
上皮性の癌腫が主として血行性に, ときにリンパ行性に遠隔の骨に転移巣をつくることはまれではない. 乳癌の約50%, ついで前立腺癌の約40%, 甲状腺癌, 肝癌の約30%, 腎癌の約20%と, 高い頻度で転移を認めるという⁹⁾. 臨床的には子宮癌や胃癌からの転移は低率であるが, 剖検例ではこれらでも高い転移率を示している⁹⁾. われわれの検討では肺癌の転移率は約50%と最も高く, 組織型別では大きなちがいはみられなかったが, 大細胞癌にやや高い傾向がみられた. 小細胞癌が含まれていないのは, 小細胞癌が最も未分化であるた



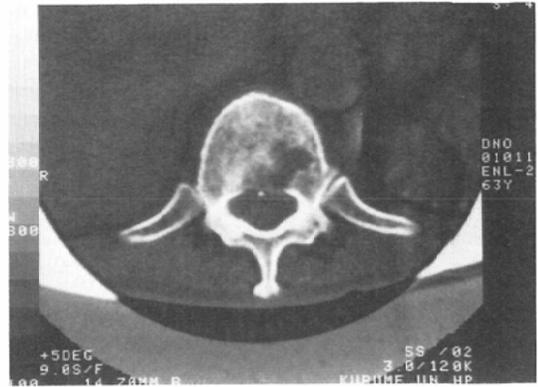
3a



3b



3c



3d

- Fig. 3 Case 3, A 63-year-old man with lung cancer (squamous cell carcinoma)
- Bone scintigram shows abnormal pattern of RN accumulation at Th. 12 and other levels.
 - Metastatic lesion is not detectable at Th. 12 on conventional radiogram of the thoracic spine.
 - CT scanning reveals a round LDA, which suggested the lytic type metastasis.
 - LDA is changed irregular and increased on CT scan taken 6 months later.

め転移が早期におこり、かつその発育が速いため、conventional radiography 施行時にはすでに骨に明らかな異常影を認め、検討対象とならなかったためである。また、CT での転移の発見率は、大細胞癌が60%と最も高率であった。これも大細胞癌が他の2者に比し、未分化の傾向が強いが反映している結果と思われる。

転移性骨腫瘍の部位的頻度をみると、脊椎が約80%と大部分を占め、ついで大腿骨近位部、肋骨、骨盤骨、頭蓋骨・胸骨などにみられるという⁵⁾。

骨組織、特に椎体は、造形、保護、支持、運動、造血、代謝などに多くの機能を持っている⁶⁾。したがって、椎体に癌転移巣が発生すると、これらの機能に不全をもたらし、患者にとっては非常に重大な問題となる。また、椎体背側には spinal cord や spinal ganglion などが存在するため、転移巣が椎体辺縁を越えて発育すると疼痛や各種の神経症状が起こる。したがって、癌患者にとっては骨転移の早期発見、早期治療が望まれる。

椎体は組織学的に海綿骨の骨の部分には骨梁で、骨梁と骨梁の間には骨髓組織が存在する。骨梁の表面には扁平な造骨細胞が散見される。また、骨

梁辺縁には類骨という線維性組織がみられ、この類骨線維層の骨髓側に造骨細胞がみられる。この類骨面を骨形成面という。また、骨梁の表面には骨吸収面というものもあり、どちらにも属さないものを不活性面という。骨吸収面には破骨細胞はほとんど認めないが、悪性腫瘍の骨転移などの病的状態の骨には著明に出現する。このように病的状態の骨においては、造骨細胞、破骨細胞の異常出現とその不均衡をみ、その結果として椎体内構造に異常が起こってくる。

前述のごとく、椎体は海綿骨であり、骨梁と骨梁の間に赤色骨髓組織、あるいは脂肪髄組織があり、このなかに小血管、毛細血管、sinusoid などが存在する。転移は赤色髄の残存するところに好発する。

bone scintigram で転移が疑われた場合、conventional radiography にて骨転移を発見できる確率は低い。たとえ発見できても、その性状、進展範囲の確認や、他疾患との鑑別など困難なことが多い。その点、CT は詳細な情報を与える。CT 上、内部構造を詳細に描出させるには、partial volume phenomenon を考慮し、スライス幅は2

mm くらいにするのが適当と思われる。

骨転移巣のCT像は、lytic type, sclerotic type および両者の混合型 mixed type に分けられる。lytic type の転移は、いずれも不整な LDA が明瞭に描出され、辺縁は不整な HDA となっていることが多い。転移による破骨細胞の著明な出現があり、それによる骨吸収が LDA 部として描出され、周囲の HDA はその反応性の osteoblastic change である。また、この osteoblastic change は不均一な厚さではあるが、LDA の周囲をとりかこむように存在する。この LDA と HDA との関係をみると、mixed type では両者が不規則に入りみだれているものが多く、明らかに異なる pattern を示す。ただ、小さな lytic の病変が同一椎体内に multiple に存在する場合は鑑別に注意を要する。

今回の検討で、lytic type の50%が椎体右側に、mixed type の75%が同左側にみられ、また lytic type が腰椎に、mixed type が胸椎に多いという明らかに異なる pattern を呈したことは、症例数は少ないが、両者の鑑別をするうえで重要なポイントであろう。これは bone island が、胸椎で右側、腰椎で左側にみられることが多い⁷⁾事実と対照的であった。小さな lytic type の転移は、椎体内の vascular channel と鑑別しなくてはならないが、後者は LDA の辺縁に不整がなく、かつ、周囲に HDA が認められやすいことで鑑別が可能である。

また、腰椎においては、椎体の posterior part に時々円形透亮像を認める⁸⁾。これは basivertebral vessels の entry の部であり、spinal canal の前縁と連続してみえることが多い。この canal との連続部をうまく見だし、また椎体内を横走する linear な basivertebral vessels との連続を確認すれば、lytic change との鑑別に問題はない。

加齢とともに脂肪髄が増え小さな spotty LDA としてみえることがある。window level (以下 WL), window width (以下 WW) の setting しいでは、lytic change と鑑別を要する場合が出てくる。bone target ができない装置であれば、鑑別の困難な場合が生じる。われわれの施設では骨関数計算、bone target image において WL

100~150. WW 300~800で撮影しているので特に問題はない。椎間板に近いところのスライスでは、椎体と椎間板とに partial volume phenomenon が発生し、あたかも椎体内の lytic change のようにみえる場合があるので注意を要する。椎間板に近接する部の診断には coronal あるいは sagittal reconstruction を行ったり、direct coronal scan が有用な場合もあると思われる。cartilaginous (Schmorl's) nodes は椎体の海綿骨中に脱出した椎間板の髓核であり、周囲に high density を伴い lytic metastasis と同様の所見を呈する⁹⁾。椎体縁に近い所にみられる周囲の骨破壊の有無などで鑑別できるであろうが、椎体縁に近い部の転移巣内に Schmorl's node がはいりこむことが考えられ⁹⁾。このときは画像上 mixed type の転移巣と鑑別しにくいと思われる。

sclerotic type は一般に前立腺癌からの転移に多いとされているが、乳癌、肺癌でも、かなりの頻度でみられる。われわれの検討では、乳癌からのものが最も多くみられた。また、乳癌の57%が sclerotic type を呈した。この type は小さな不整形の硬化像が散在し、次第に融合し、びまん性に拡がる傾向がある⁹⁾。また、この融合拡大が進行し、椎体の辺縁を越えて発育することが多いようである。conventional radiography で異常を発見できるようなものは、椎体内にびまん性に拡がり、あたかも marble bone disease のごとき像を呈することがある。これらの変化は反応性の骨新生によるものである。

椎体内には1~10%に bone island (Fig. 4) がみられる⁷⁾が、これは正常の海綿骨の網状組織の中にある成熟した層状の cortical bone で、内部に chondrocyte が存在する⁷⁾¹⁰⁾。これは、周囲の cortical bone と metabolic activity は同じであるため、骨シンチでは negative のことが多い。しかし、まれに positive 像を呈することがあるので、このときは sclerotic metastasis との鑑別を要する。CT 画像上単発で、径が1cm 以内のことが多く椎体のほぼ中央に限局することが多い⁷⁾¹¹⁾¹²⁾。また、その辺縁には radiating spicule とよばれるとげ状の突出物があり、これは bone



Fig. 4 A case of bone island.

A small high density lesion which accompanies with radiating spicule is visualized in the vertebral body.



Fig. 5 A case of degenerated joint disease.

A cystic lesion is visualized in the edge of the vertebral body.

islandの87%にみられるという報告もある⁷⁾。sclerotic metastasisが前述のごとく散在性で融合傾向が強いことから、その鑑別は困難ではない。

脊椎症 (spondylosis) は頻度が高く、癌患者において骨シンチ上骨転移との鑑別が最も重要なものの一つである。ある程度進行したものであれば骨シンチや conventional radiography で診断がつく。CTでは椎体縁の osteophytes がみられるが、椎体の辺縁が不鮮明となり、辺縁から外方への変化が強いわりには椎体内の変化がほとんどみられず、massとしての volumeの把握ができず、また、osteophytes形成以外にも椎体の嚢胞状変性の存在 (Fig. 5)、さらに線維輪膨隆や神経根腫脹、脱出髄核などの軟部組織陰影の異常などで鑑別できる¹³⁾。軽度の脊椎症のCT像は、椎体の辺縁から小さな osteophytes の突出をみるのみである。また、osteophytesは椎体前縁にみられることが多いようである (Fig. 6)。この疾患は、生理的前弯、側弯、すなわち第5頸椎、第8胸椎、第4、5腰椎が好発部位である。

これらを考慮しても、癌患者の場合、骨シンチで骨転移との鑑別が困難な場合がある。また、両者が合併する場合もありうる。この点、CTは椎体内外の情報を的確にとらえ、鑑別に非常に有用である。今回の検討で脊椎症はCT上転移陰性とし



Fig. 6 Small osteophytes are demonstrated at anterior margin of the vertebral body.

Table 6 Negative CT for metastases (28 cases)

1. degenerative joint disease	14 (50.0%)
2. normal	12 (42.9%)
3. bone island	1 (3.6%)
4. unknown	1 (3.6%)

たうちの50%、全対象例の25%に診断可能であった (Table 6)。

また、CT上正常とした12例も、癌転移が完全に否定されたわけではないので、厳重な経過観察が必要であることはいうまでもない。

さらに、転移巣と脊椎症や bone island などの

良性疾患との鑑別が困難な場合や、転移が疑われるが断定できない場合にも、follow upを怠ってはならない (Fig. 3d, 3e).

原発巣が存在し、骨に多発性の強いRN集積を認めるもののCT像での骨転移の診断は比較的容易であり、その進展範囲や転移のpattern、椎体転移部位などについてもCTはよく描出することがわかった。しかし、骨転移巣のX線所見から原発巣を推定することは一般に困難とされている。今回の検討でも、各原発巣に特徴的なCT所見というものは見いだせなかった。しかし肺癌、特に扁平上皮癌にmixed typeが、乳癌と膵臓癌にsclerotic typeが多かったということは一応の指標になると考える。

まとめ

1. RN-positive, conventional radiography negativeで、CT上転移positiveとできたものは56部位中28部位(50%)と良好な成績であった。また、CTで転移陽性とした11部位についてconventional tomographyを行ったところ、3部位(27.3%)にのみ転移positiveとすることができた。

2. 転移のtypeはlytic, sclerotic, mixedと症例数に大差はなかった。乳癌、膵臓癌にはsclerotic typeが多かった。

3. 転移部位は下部胸椎から腰椎に集中し、lytic, sclerotic typeが腰椎に、mixed typeが胸椎に多い傾向を示した。

4. 転移椎体をみると、胸椎では椎体左側に腰椎では左右差がなかった。また、両側にまたがってみられるものはすべてsclerotic typeであった。

5. CT上転移陰性とした症例のうちの半数は脊椎症等であったが、残りの半数は正常と判定した。これらの症例についてはRIの方がsensitivityが高いことから厳重なfollow upが必要である。

おわりに

原発巣が確認して骨シンチでRIの異常集積を認めても、conventional radiographyでその異常を発見できないことは比較的多く、それらについてのCTの有用性を検討した。

conventional radiographyでは発見できないものの半数にCTは転移巣を見だし、早期診断、早期治療に重要な役割を果たすものと思われた。CT所見から原発巣を推定することは困難であったが、一応の指標となるものが得られ、今後さらにCTの有用性は高まるものと考えられる。

本稿を終るにあたり、終始御指導、御校閲を賜った大竹久教授に深く感謝の意を捧げます。また御協力をいただいた放射線医学教室の諸先生方に謝意を表します。

本論文の要旨は、第106回日本放射線学会九州地方会(昭59.7.えびの)、第13回断層撮影法研究会(昭59.9.東京)、第44回日本医学放射線学会総会(昭60.4.鹿児島)、第16回国際放射線医学会議(昭60.7.ホノルル)にて発表した。

文 献

- 1) 安田幸彦, 仏坂芳孝, 菊池 茂, 森田誠一郎, 小金丸道彦, 大竹 久: 転移性骨腫瘍診断に対するCTの有用性. 断層撮影学誌, 13: 7-11, 1985
- 2) Muindi, J., Coombes, R.C., Golding, S., Poweles, T.J., Khan, O. and Husband, J.: The role of computed tomography in the detection of bone metastases in breast cancer patients. Br. J. R., 00: 233-236, 1983
- 3) Harbin, W.P.: Metastatic disease and the nonspecific bone scan: Value of spinal computed tomography. Radiology, 145: 105-107, 1982
- 4) Nortenius, H.W.: Metastatic tumor in the bone. (In) Nortenius, H.W.: Manual of Oncology. vol. 2, 1098-1099, Urban & Schwarzenberg, Baltimore Munich
- 5) 塚本憲甫: 転移性骨腫瘍. 塚本憲甫(監修): 骨・軟部腫瘍図譜, 289-290, 1967, 中山書店, 東京
- 6) 若松英吉: 骨の構造と機能. 吉利 和, 中尾喜久, 山形敏一, 三辺 謙, 黒岩義五郎, 織田敏次, 山村雄一(監修): 新内科学大系, 筋・骨・関節疾患II, 3-17, 1979, 中山書店, 東京
- 7) Resnick, D., Nemeck, A.A. Jr. and Haghghi, P.: Spinal enostoses (Bone islands) Radiology, 147: 373-376, 1983
- 8) Lee, B.C.P., Kazam, E. and Newman, A.D.: Computed tomography of the spine and spinal cord. Radiology, 128: 95-102, 1978
- 9) Resnick, D. and Niwayama, G.: Intravertebral disk herniations: Cartilaginous (Schmorl's) nodes. Radiology, 126: 57-65, 1978
- 10) Hall, F.M., Goldberg, R.P., Davies, J.A.K., Fainsinger, M.H.: Scintigraphic assessment of bone islands. Radiology, 135: 737-742, 1980
- 11) Davies, J.A. K., Hall, F.M., Goldberg, R.P. and Kasdon, E.J.: Positive bone scan in a bone

- island. *J. Bone and Joint Surg.*, 61 : 943—945, 1979
- 12) Go, R.T., El-khoury, G.Y. and Wehbe, M.A. :
Radionuclide bone image in growing and stable
bone island. *Skeletal Radiology*, 5 : 15—18, 1980
- 13) 宮坂和男：脊椎症および変性性脊椎管狭窄症。田坂 皓(責任編集)：放射線医学大系, 6, 64—72, 1985, 中山書店, 東京
-