

## 《原 著》

3 検出器 SPECT 装置による上咽頭癌患者の  
頭蓋底骨浸潤の診断

油井 信春\* 戸川 貴史\* 木下富士美\* 嶋田 文之\*\*  
秋山 芳久\*\*\*

**要旨** 3 検出器 SPECT 装置(東芝 GCA 9300A)を用いて頭蓋骨の SPECT を行った. fan-beam collimator を装着したときの解像力は従来のカメラ回転 SPECT 装置に比して著しく向上し, 複雑な解剖学的構造を有する頭蓋, 顔面骨のすぐれたイメージを得ることができた. 12 人の上咽頭癌患者に骨 SPECT を施行し, CT により骨浸潤の明らかな患者全 3 例で異常所見が得られたのみならず, CT などの検査で骨異常がないと考えられていた 5 例でも異常が指摘でき, それらの患者の予後は悪かった. 頭蓋骨 SPECT は上咽頭癌患者の頭蓋底骨浸潤を早期に検出できる可能性がある.

## I. はじめに

骨シンチグラフィは一般的に骨転移の早期検出に臨床的意義が集約されていると見なされているが, 少数ながら頭頸部腫瘍の骨浸潤にも有用であるとの報告もある<sup>1-7)</sup>. しかし下顎骨や上顎骨のような比較的顔面に近い骨の診断は可能であっても, 複雑な解剖学的構造を有する頭蓋底骨の深部の異常を検出するには planar 像では困難である. この複雑な骨の構造を, SPECT によって分離表示することにより, 深部の骨が正確に診断できることを Brown はすでに 1978 年に報告している<sup>8)</sup>. われわれも頭頸部腫瘍の骨浸潤をシンチグラフィによって行うには SPECT が有利であることを報告した<sup>9)</sup>. また De Roo は planar で検出できなかった病変が SPECT で検出され, 頭蓋骨と顔面骨とくに有効であることを述べている<sup>10)</sup>.

そしてわれわれも上咽頭癌の頭蓋底骨浸潤を骨 SPECT によって早期に検出できることを報告した<sup>11)</sup>.

その後 Israel も SPECT によって planar で検出できない病変が描出でき, 局在と伸展の診断が正確になることを報告している<sup>12)</sup>. しかしながらガンマカメラ回転による SPECT 像では解剖学的な正確さに物足りなさが残っていたのも事実である. Esser<sup>13)</sup> は angled collimator によって感度を失うことなく頭部の SPECT で 30% の分解能の向上があり, 改善されたイメージを副鼻腔炎の患者の骨 SPECT によって示している. そこでわれわれは, 新たに導入された 3 検出器回転型 SPECT 装置(東芝 GCA 9300A)を用いてより分解能のすぐれた SPECT 像を得て上咽頭癌の頭蓋底骨浸潤にどのような診断的意義があるかを検討してみた. 本装置は脳血流イメージのために fan-beam collimator を装着し, 回転半径を 13.5 cm で撮像すると FWHM が 8 mm の高度の分解能を有しており, 頭蓋骨の撮像にも利用が可能である.

## II. 対象および方法

対象は 1990 年 4 月から 1991 年 3 月まで千葉県

\* 千葉県がんセンター核医学診療科

\*\* 同 頭頸科

\*\*\* 同 物理室

受付: 3 年 8 月 30 日

最終稿受付: 3 年 10 月 15 日

別刷請求先: 千葉県市戸名町 666-2 (☎ 280)

千葉県がんセンター核医学診療科

油 井 信 春

がんセンターを受診した、組織学的に確定診断の得られている上咽頭癌患者 12 名である。すべての患者で放射線治療の開始前または開始直後に検査を行っているが、1 例のみは他院ですでに治療を受けて、腫瘍残存しているか否か不明で来院して検査を行っている。さらにすべての患者は根治的治療を完遂しており、治療終了後にも経過を見るために再三検査を行っている。検査法は通常の骨検査と同様に  $^{99m}\text{Tc-MDP}$  を 740 MBq (20 mCi) 投与後約 3 時間で全身骨検査と一連のものとして SPECT を行っている。収集条件は 6 度ごとの step 回転で各位置で 60 秒の収集を行い、前処理を Butterworth filter (order 8, cut off 0.2 cycle/pixel) によって行ったのち、Ramp filter で再構成

像を得ている。全例で横断像、矢状像、冠状像の表示を行っており、それらにもとづいて異常集積の有無の判定を行った。同一患者で従来の SPECT 装置 GCA 90A でも検査を行っている場合には GCA 9300A とのイメージの比較を行った。つぎに GCA 9300A によって得られたイメージを CT および MRI と比較することによって骨破壊の有無の診断にどの程度有用性があるかを検討した。すなわち CT, MRI の所見を参考とした上で進行度の T 分類を行い、それぞれの患者で SPECT の異常の有無を判定して比較し、T 分類と SPECT の所見に一致が見られるかを検討した。浸潤の有無について SPECT 所見が CT, MRI などと一致しないものについては、頭蓋底骨より組織診断材

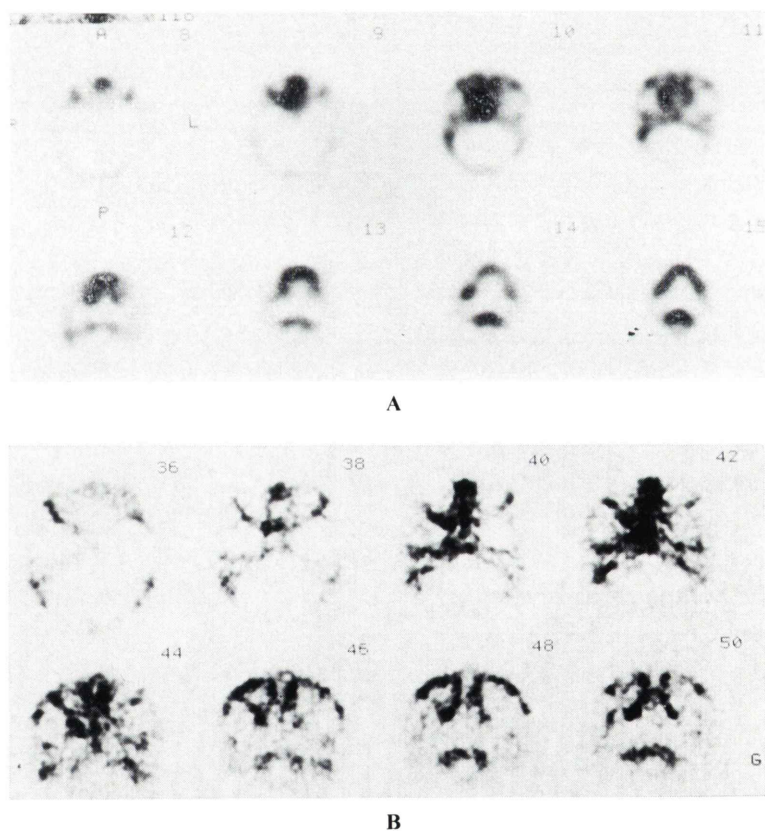


Fig. 1 Skull SPECTs of patient No. 1 taken with conventional dual detectors system (A) and newly developed three detectors system (B). Both SPECTs show abnormal accumulation in the skull base, but the new system is superior in providing better anatomic localization.

Table 1 SPECT results of the patients

Patient	Name	Age	Sex	T-classif.	Histological type	SPECT	CT	MRI
1	Y.K.	31	M	4	Undif. ca.	+	+	
2	T.N.	71	M	4	Poorly dif. ep. ca.	+	+	+
3	T.I.	68	M	4	Poorly dif. ep. ca.	+	+	+
4	S.H.	66	M	3	Poorly dif. ep. ca.	+	—	+
5	C.N.	54	F	2	Poorly dif. ep. ca.	+	—	—
6	I.Z.	34	M	2	Undif. ca.	+	—	
7	H.Y.	42	M	2	Undif. ca.	+	—	—
8	G.S.	65	M	1	Undif. ca.	+	—	
9	K.K.	59	M	3	Undif. ca.	—	—	—
10	S.S.	35	M	1	Trans. cell ca.	—	—	—
11	T.S.	48	F	2	Poorly dif. ep. ca.	—	—	
12	T.T.	37	F	1	Undif. ca.	—	—	—

Table 2 Correlation of T-classification and SPECT

T-classif.	No. of pts.	SPECT (+)	SPECT (—)
1	3	1	2
2	4	3	1
3	2	1	1
4	3	3	0
Total	12	8	4

Table 3 Clinical course of the SPECT positive and SPECT negative patients

SPECT	No. of pts.	Clinical course	
Positive	8	Invasive sign by MRI	4
		Bone metastasis	3
		Cranial nerve sign	3
		Liver metastasis	1
		Lung metastasis	1
		Died within a year	2
		Free from the disease	1
Negative	4	Bone metastasis	1
		Free from the disease	3

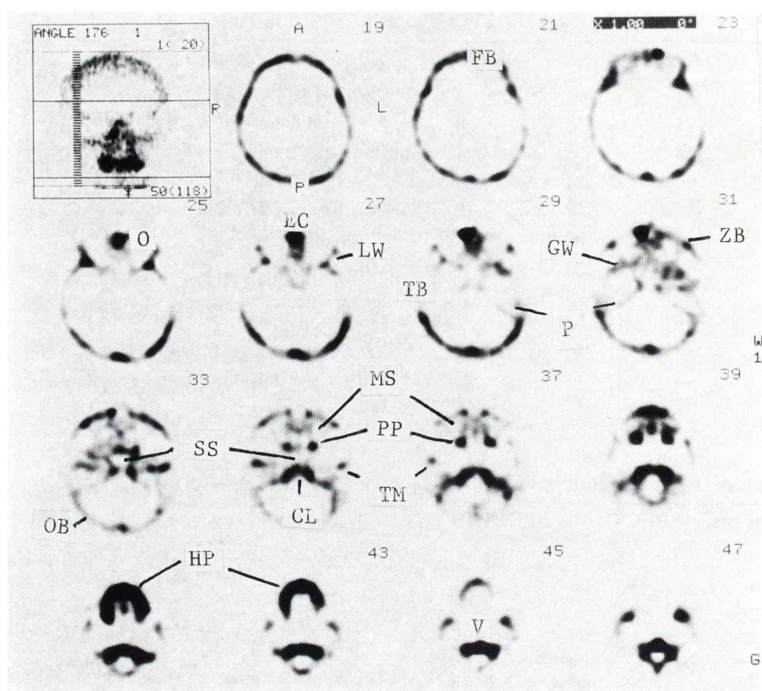
料を得ることが困難なため、治療後の経過を見て臨床的に判定した。

### III. 結 果

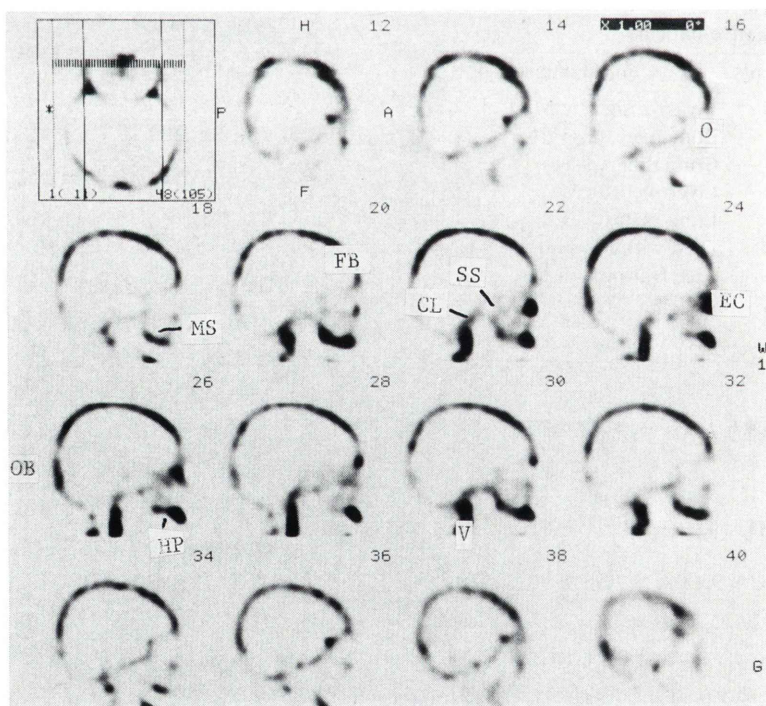
4 例において GCA 9300A と GCA 90A の両方の装置ではほぼ同時期に検査を行ったが、すべて GCA 9300A によるものの方が明らかにすぐれていた。Fig. 1 に一例のみ両方の装置によるイメージを示す。蝶形骨への異常集積は両者とも判定で

きるが GCA 9300A によるイメージが骨の解剖を見る上で明らかにすぐれている。つぎに、骨浸潤のない T1 症例の SPECT 像で骨の解剖がどの程度に特定できるかを示す。Fig. 2 は GCA 9300A による横断、矢状および冠状断層像である。この装置によって翼状突起も含めて蝶形骨は完全に視野に収めた像を得ることが可能であり、上咽頭癌の頭蓋底骨浸潤の診断には十分に応用することができる。Figure 上で篩骨、鼻骨、上顎骨、前頭骨、側頭骨、後頭骨の特定が可能であり、蝶形骨は体部、大翼、小翼、翼状板まで区別できる。さらに上咽頭癌患者の SPECT において、頭蓋底に異常集積が見られたか否かを判定した結果を一覧表として Table 1 に示す。ここでは臨床的な病巣の伸展度を示す T 分類と、CT の結果を併せて表示し、さらに MRI が施行されている患者についてはその結果も表示してある。頭蓋底骨浸潤があるとされる T4 は 3 例であったが、すべて SPECT で異常が見られた。T3 は 2 例中 1 例が SPECT で異常があり、本例は MRI では蝶形骨右側の骨浸潤が疑われるが CT では異常がない。T2 は 4 例中 3 例が、T1 は 3 例中 1 例が SPECT (+) であった。すなわち他の検査で頭蓋底骨浸潤が明らかに診断されている T4 はすべて SPECT で異常集積が見られ、他の検査では骨浸潤がないと考えられた T3 でも 2 例中 1 例が、T2 では 4 例中 3 例が、T1 では 3 例中 1 例が陽性であった。まとめて Table 2 に示す。この結果は SPECT が CT などで診断可





A



B

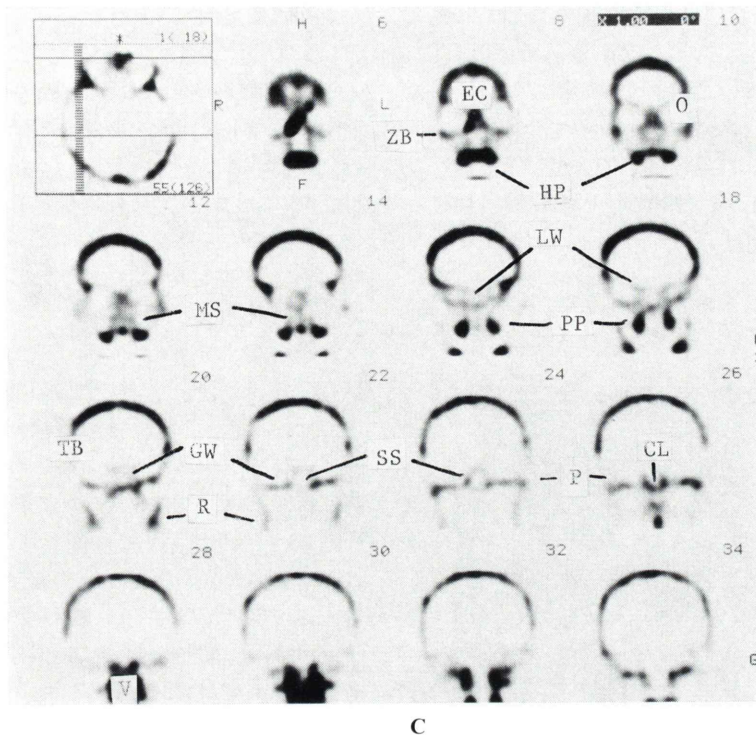


Fig. 2 SPECT anatomy of the skull. Transaxial (A), sagittal (B) and coronal (C) images are shown. FB: Frontal bone. O: Orbit. EC: Ethmoidal cells. LW: Lesser wing of sphenoid. TB: Temporal bone. GW: Greater wing of sphenoid. ZM: Zygomatic bone. SS: Sphenoid sinus. OB: Occipital bone. MS: Maxillary sinus. PP: Pterygoid plate. CL: Clivus. TM: Temporo-mandibular joint. P: Petrous bone. HP: Hard palate. R: Ramus of mandibula. V: Cervical vertebrae.

能な上咽頭癌の頭蓋底骨浸潤を確実にとらえることができる一方、偽陽性かなり出る可能性を示している。しかし他の検査では示し得ない早期から骨浸潤を検出できる可能性も考えられる。このことを証明するには局所の組織を得ることが必要であるが、上咽頭癌患者の治療は放射線照射によって行われ、骨の手術標本を得て組織診断によって判定することは不可能である。そこで SPECT で異常を示した患者と異常を示さなかった患者に分けて経過に違いが出るかを調べてみた。一覧表を Table 3 に示す。

SPECT で異常が見られた 9 例のうち 3 例は最初から他の検査でも骨破壊が明らかであったが、その他でも後になって MRI で骨浸潤の所見が得

られたものが 4 例、CT で明らかになったもの 3 例があり、3 例が脳神経症状も出た。これらは局所制御がされていない可能性が高く、経過を観察中である。さらに骨転移が 3 例、肝転移、肺転移がそれぞれ 1 例ずつ後に明らかとなり、2 例が 1 年以内に死亡している。これに対して SPECT で異常が出なかった 4 例では 1 例のみが骨転移の疑いが持たれているが、他の 3 例は局所の制御がされており、全身的な経過も良好である。症例が少なく、経過観察も 1 年以内なので断定できないが、SPECT で異常が見られた患者は後になって MRI で異常が明らかになる症例が多く、遠隔転移をきたす症例も多い。また同一患者の経過観察中の SPECT は局所制御の得られている患者では悪化



の所見は現れず、局所の制御に失敗した例では異常集積の範囲と強さが増し、臨床経過と SPECT 所見はよく一致した。このように最初は骨浸潤がないと考えられていたにもかかわらず、SPECT で異常集積が検出された患者の予後が悪い例が多いことは、癌が進行しているのを SPECT が早期に検出していた可能性を示唆していると考えられた。

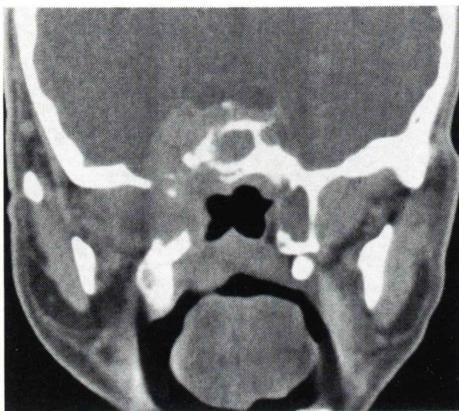


Fig. 3A Images of patient No. 2. CT reveals a tumor with involvement of the sphenoid.

### 上咽頭癌症例

#### 1. 71 歳, 男性

臨床的に T4 の上咽頭進行癌である。Fig. 3A に示す CT でも蝶形骨を破壊して頭蓋内に腫瘍が伸展していることが分かる。同じ患者の SPECT を Fig. 3B に示す。異常集積は蝶形骨のみならず側頭骨、後頭骨にも及んでいる。この例だけでなく上咽頭癌の骨破壊が CT で明らかなものは SPECT で必ず異常を示した。

#### 2. 66 歳, 男性

T3 の上咽頭癌で、他院で CT 検査を受け骨破壊はないと考えられ、放射線治療を受けているが腫瘍残存を疑われて来院した。Fig. 4A の当院で再度行った CT では骨破壊は明らかなではない。Fig. 4B の骨 SPECT では蝶形骨から側頭骨にかけて広範囲な異常集積を認め骨浸潤を示唆している。この患者にはさらに MRI を施行したところ (Fig. 4C), 上咽頭右側に高い信号強度が見られ、骨の像は直接得られないが、この高信号領域に埋没して破壊されていると考えられる。この患者は生検により腫瘍残存が確認されている。

#### 3. 54 歳, 女性

臨床的には T2 とされ、CT でも骨破壊が明ら

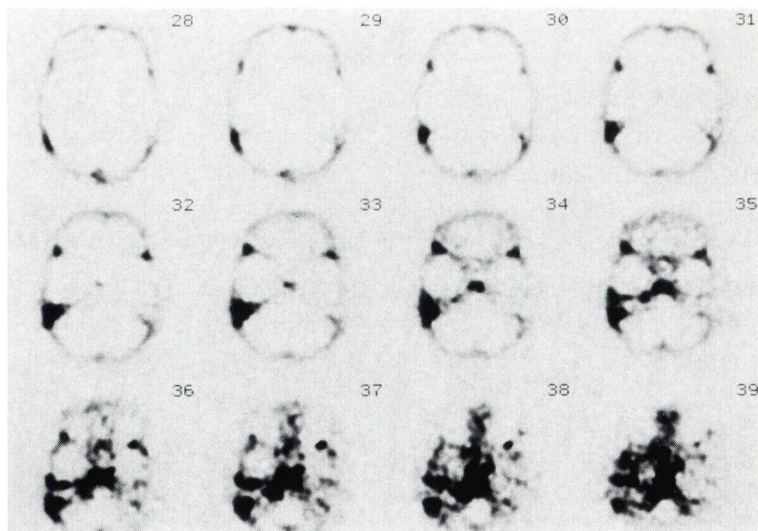


Fig. 3B Skull SPECT images show increased uptake covering an area from the sphenoid to the right petrous bone.

かでなかったが (Fig. 5A), SPECT では頭蓋底に強い異常集積を認めた (Fig. 5B). 根治的放射線治療と化学療法を行ったが, 半年で局所再発を起こし骨転移も明らかとなった. CT で腫瘍が頭蓋底骨を破壊し, 頭蓋内に伸展していることが明瞭に

示された (Fig. 5C). この時期の SPECT は異常集積がさらに著しく, 範囲も CT で見られるよりも広い (Fig. 5D). 骨 SPECT が CT よりも早期に骨の浸潤範囲を示していたと考えられた.

#### IV. 考 察

頭頸部腫瘍の骨浸潤診断に対する骨シンチグラフィの利用は従来それほど多くない. 骨シンチグラフィは転移の検索に, 最もその有効性が発揮され, 浸潤の早期発見での評価は確立されているとは言いがたい. しかし Bergstedt<sup>1)</sup> は 1974 年に外耳の悪性腫瘍の側頭骨浸潤の診断にシンチグラフィが X 線検査よりも早期に示し得ることを報告している. さらに彼は 1981 年にも facial bone のシンチグラフィで鼻腔, 副鼻腔, 口蓋の悪性腫瘍における骨浸潤診断への有用性を述べている<sup>4)</sup>. また Alexander<sup>2)</sup>, Higashi<sup>3)</sup>, Baker<sup>5)</sup>, O'Mara<sup>6)</sup> も同様の見解を示している. また Weissman も口腔癌による下顎骨への浸潤の診断でシンチグラフィ

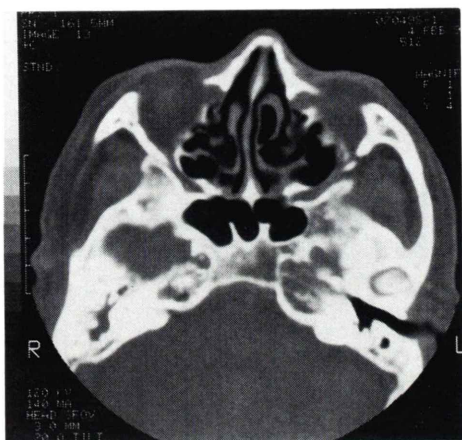


Fig. 4A Images of patient No. 4. Bone involvement is not apparent on CT (A).

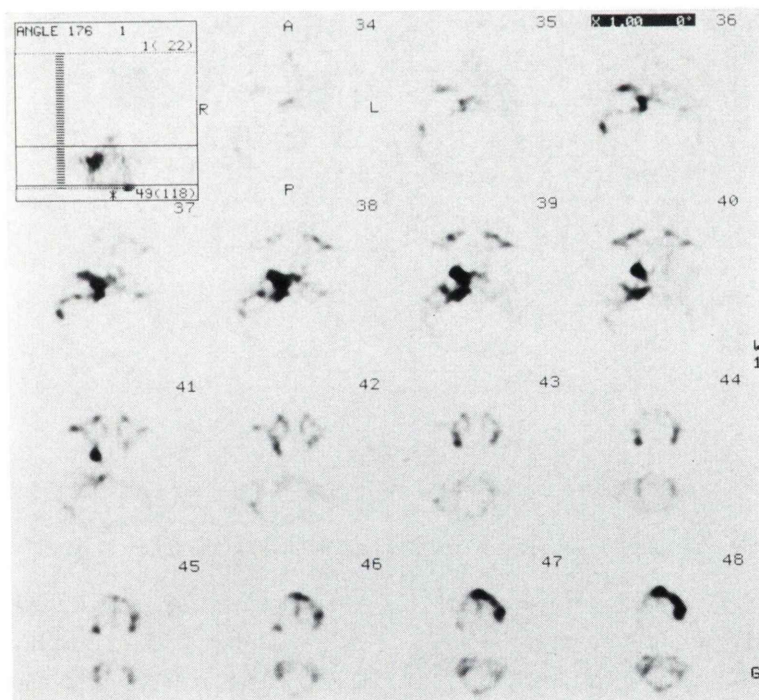


Fig. 4B SPECT images show increased uptake by the sphenoid bone extending to the right pterygoid plate.



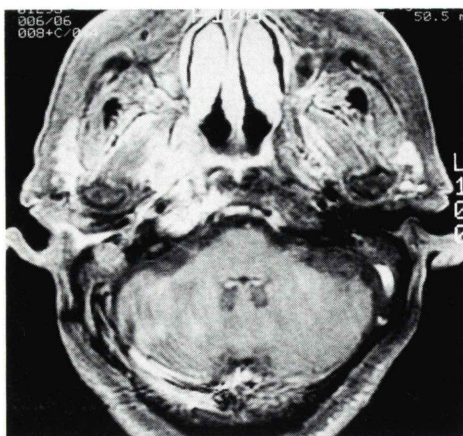


Fig. 4C MRI also suggests the bone destruction by its high intensity at the right skull base.

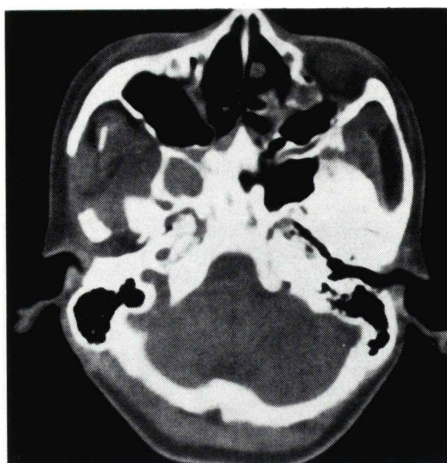


Fig. 5A Images of patient No. 5. CT does not identify the bone destruction.

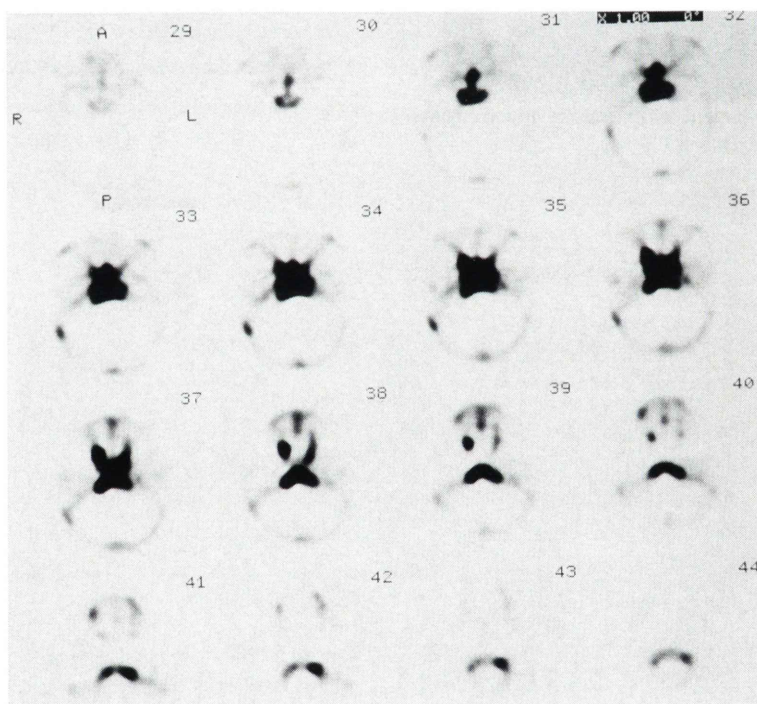


Fig. 5B SPECT images show marked accumulation in the sphenoid bone.

が X 線検査よりも鋭敏であることを述べている<sup>7)</sup>。しかし頭蓋顔面骨は複雑な解剖学的構造を有し、平面的な画像では深部の異常集積を正確に示すことは困難である。鼻周辺の生理的に高い集積も診断の妨害因子となる。この複雑な骨の構造を

SPECT によって重なりのない画像として表示することの有効性を示したのは Brown<sup>8)</sup>であった。顔面骨の複雑な解剖の重なりを除いた断層像として見れば、頭蓋底の異常集積の有無や、局在、伸展もより正確になる。場合によっては planar で



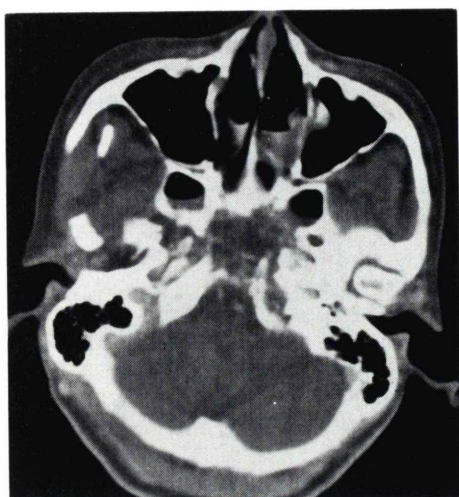


Fig. 5C CT taken after 6 months clearly shows the bone destruction.

まったく指摘されなかった異常集積を検出できる可能性もあるし<sup>10,12,14</sup>，疑わしい所見の確認もできる．われわれはすでに SPECT によって上咽頭癌の骨浸潤が早期に検出可能であることを報告した<sup>11</sup>．しかし従来用いていたガンマカメラ回転による SPECT 装置によって得られたイメージでは，異常の有無の判断はできても，解剖学的に部位を特定したり，伸展範囲を正確に知ることでは十分ではなかった．Esser は slant-hole collimator を用いてカメラに角度をつけて回転させることにより，30% の分解能の改善があったとし，実際に副鼻腔炎の顔面骨 SPECT 像を示している<sup>13</sup>．しかし，それでも骨の構造の明確さは十分ではない．このたびわれわれの施設に導入された GCA 9300A は回転型ガンマカメラ SPECT 装置であっても，検出器が三角形に配列され，頭部に近接してデータ収集が可能であり，fan-beam collimator を装着した時の FWHM が 8 mm 以下となって感度，分解

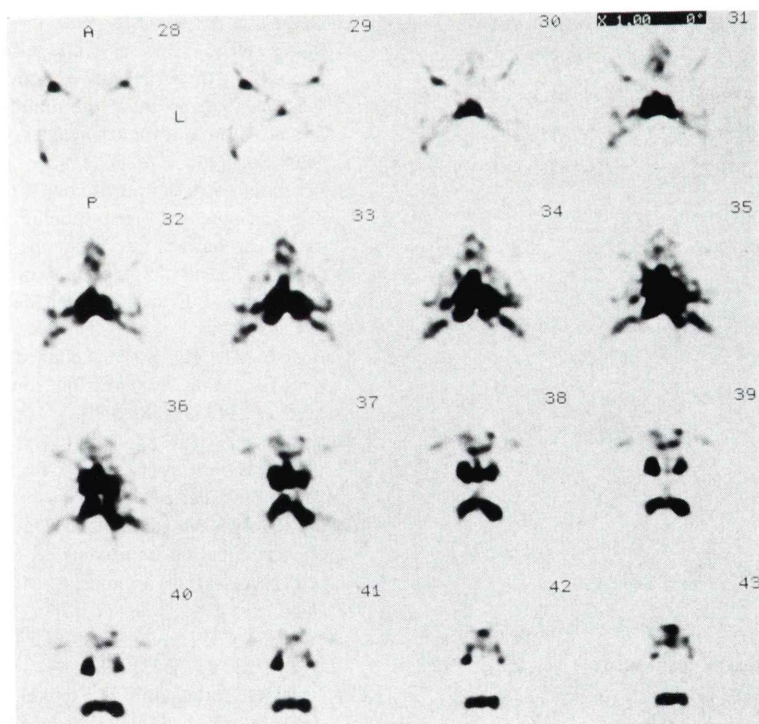


Fig. 5D SPECT images taken at this time show more extended abnormal accumulation in the skull.

能ともに著しく改善されている。fan-beam collimator を装着しての本装置は脳血流の検査を想定して設計されているが、上顎骨より上部の篩骨、蝶形骨、側頭骨、後頭骨などを含めた骨 SPECT を撮ることは可能である。この装置によって上咽頭癌患者の頭蓋底骨 SPECT を行うことは十分に可能であり、実際に従来の装置による SPECT 像と比較してはるかに鮮明な像を得ることができた。この検査によって上咽頭癌患者で臨床的に骨浸潤のあると考えられた T4 症例に全例異常集積が見られたことは、本法が信頼性のある検査であることを示していると考えられる。さらに骨浸潤がないと考えられていた症例において、SPECT で異常が指摘され、後になって他の検査でも骨破壊所見が得られたものが出てきたことは、骨浸潤の早期検出に有効であることを示している。上咽頭癌は放射線治療を主として、化学療法も併用して行われるのが一般的であり、ここに示した症例もすべて手術されていない。したがって頭蓋底骨からの組織を得ることが困難であり、診断が確かか否かは臨床経過によるしかないが、骨 SPECT の結果は臨床経過とよく合致していると考えられた。もちろん軽度の集積が浸潤によらずに現れる可能性は否定できないが、これまでの経験では浸潤の場合、きわめて強い集積であり、ある程度経験を積みば見誤ることはないと考えられる。異常集積が指摘されながら、放射線治療効果が得られて良好な経過を辿っている症例もあり、さらに長い経過観察の必要があるが、骨転移の頻度の高い上咽頭癌患者において全身骨サーベイと併用して頭蓋骨の SPECT を行うことは、照射野の設定、予後の推測にさらに多くの情報を提供するものであると考える。

## V. 結 語

3 検出器ガンマカメラ回転型 SPECT 装置東芝 GCA 9300 に fan-beam collimator を装着し、12 例の上咽頭癌患者の頭蓋骨 SPECT を行った。SPECT は解剖学的に複雑な構造を有する頭蓋、顔面骨の重なりを分離して表示することが可能

であり、頭蓋底の骨異常の診断に有利である。本装置による SPECT は旧装置に比較してはるかに画質が向上し、異常集積の解剖学的な伸展の範囲がかなり正確に把握できるようになった。3 例の CT で描画された骨の異常は SPECT ですべて陽性像が得られた。CT で異常ないものでも SPECT で異常が示され、それが後になって骨浸潤が確認された例があり、SPECT は上咽頭癌の頭蓋底骨浸潤を早期に検出できる検査であると考えられる。

## 文 献

- 1) Bergstedt HF, Lind MG: Temporal bone scintigraphy. *Acta Otolaryngol* **89**: 464-473, 1974
- 2) Alexander JM: Radionuclide bone scanning in the diagnosis of maxillofacial region. *J Oral Surg* **34**: 249-256, 1976
- 3) Higashi T, Sugimoto K, Shimura A, et al: Technetium-99m bone imaging in the evaluation of cancer of the maxillofacial region. *J Oral Surg* **37**: 254-259, 1979
- 4) Bergstedt HF, Lind MG: Facial bone scintigraphy VIII. Diagnosis of malignant lesion in the maxillary, ethmoid and palate bones. *Acta Radiol Diagnosis* **22**: 609-618, 1981
- 5) Baker HL, Woodbury DH, Krause CJ, et al: Evaluation of bone scan by scintigraphy to detect subclinical invasion of the mandible by squamous cell carcinoma of the oral cavity. *Otolaryngol Head Neck Surg* **90**: 327-336, 1982
- 6) Weissman RA, Kimmelman CP: Bone scanning in the assessment of mandibular invasion by oral cavity carcinoma. *Laryngoscope* **92**: 1-4, 1982
- 7) O'Mara RE: Role of bone scanning in dental and maxillofacial disorders. *Nucl Med Ann* **1985**: 265-284, 1985
- 8) Brown ML, Keys JW, Leonard PF, et al: Facial bone scanning by emission tomography. *J Nucl Med* **18**: 1184-1188, 1978
- 9) 嶋田文之, 小村 健, 油井信春: 頭頸部領域における Single photon emission CT の有用性について。頭頸部腫瘍 **10**: 29-30, 1983
- 10) De Roo M, Mortelmans L, Devos P, et al: Single photon emission computerized tomography of the skull. *Nucl Med Commun* **6**: 649-656, 1985
- 11) 油井信春, 関谷雄一, 秋山芳久, 他: Single photon emission CT による上咽頭癌頭蓋底骨浸潤の診断。核医学 **23**: 367-373, 1986
- 12) Israel O, Jerushalmi J, Frenkel A, et al: Normal and abnormal single photon emission computed tomography of the skull: Comparison with planar scintigraphy. *J Nucl Med* **29**: 1341-1346, 1988

- 13) Esser PD, Alderson PO, Mitnick RJ, et al: Angled-collimator SPECT (A-SPECT): An improved approach to cranial single photon emission tomography. *J Nucl Med* **25**: 805-809, 1984
- 14) Collier SD, Carrera GF, Messer EJ, et al: Internal derangement of the temporomandibular joint: Detection by single-photon emission computed tomography. *Radiology* **149**: 557-562, 1983

### Summary

#### Assessment of Skull Base Involvement of Nasopharyngeal Carcinoma by Bone SPECT Using Three Detectors System

Nobuharu YUI\*, Takashi TOGAWA\*, Fujimi KINOSHITA\*,  
Fumiyuki SHIMADA\*\* and Yoshihisa AKIYAMA\*\*\*

*\*Division of Nuclear Medicine, \*\*Division of Head and Neck Surgery,*

*\*\*\*Division of Radiation Physics, Chiba Cancer Center Hospital, Chiba, Japan*

SPECT of the skull was performed on twelve patients with histologically proven nasopharyngeal carcinoma using newly developed three detectors SPECT system (Toshiba GCA 9300A) mounted with fan-beam collimators, for the purpose of early detection of skull base involvement of the disease. This SPECT system has extremely improved resolution with FWHM of 8 mm in the center, and it provides clear tomographic images of the skull which has anatomically complex structure. SPECT image was taken 3 hours after injection of 740 MBq (20 mCi) of  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP following whole body skeletal survey. In twelve patients

with confirmed nasopharyngeal carcinoma, 8 patients showed positive findings on SPECT. Three of SPECT positive patients also showed destructive findings on CT. Other five positive patients did not show destructive findings on CT at their initial examinations, but in three of them CT findings turned to positive later. SPECT was superior to CT in early detection of skull base involvement. We believe that SPECT of the skull is a diagnostic tool for early detection of skull base involvement of nasopharyngeal carcinoma.

**Key words:** Bone scintigraphy, SPECT, Nasopharyngeal carcinoma, Skull base.