

《研究速報》

脳腫瘍の放射線治療前後における

 ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT 像の検討

荒井 正彦* 早川 和重* 高橋 健夫* 加藤 真吾*
 新部 英男* 永井 輝夫* 佐々木康人** 井上登美夫**
 柴崎 尚***

要旨 放射線治療が施行された脳腫瘍 17 例と放射線治療後の脳障害の 2 例に ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT を施行し X 線 CT 像と比較検討した。17 例中 15 例に治療前の造影 X 線 CT 像で濃染部位が認められ、 ^{201}Tl -SPECT 像でもそれに一致する集積が認められた。治療前後の比較では、X 線 CT 像の濃染部位と ^{201}Tl 集積には高い相関が認められた。しかし、治療後に濃染部位が残存しても ^{201}Tl 集積の認められない例があること、放射線治療後の脳障害の 1 例も濃染部位は認められるが ^{201}Tl 集積は認められないことから、 ^{201}Tl の集積は血液-脳関門の破壊のみでは説明できないと考えられ、脳腫瘍の質的評価の可能性が期待された。 ^{123}I -IMP-SPECT 像は ^{201}Tl 集積部位の判定と腫瘍周囲脳組織の血流改善の評価に有用であると考えられた。以上から、 ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT 像は脳腫瘍の治療効果の判定と経過観察、および放射線治療後の脳障害と再発腫瘍との鑑別に有用であると考えられた。

I. はじめに

X 線 CT は脳腫瘍の治療効果の判定に不可欠であるが、必ずしも腫瘍の質的な評価をしているとは限らない。今回われわれは、脳腫瘍の放射線治療例に対して、腫瘍の質的評価の可能性を目的として ^{201}Tl および ^{123}I -IMP による脳の single photon emission computed tomography (以下 SPECT と略す) を施行し、X 線 CT 像との比較検討を行った。

II. 対象および方法

1) 対 象

対象は、放射線治療前後で検査が施行しえた脳

腫瘍 17 例 (6 例は手術前と放射線治療後に施行) と、放射線治療後の脳障害の 2 例である (Tables 1, 2)。

2) 装置ならびに検査方法

装置は、島津社製リング型 ECT 装置 SET 010 を用いた。検査方法は、 ^{123}I -IMP 111 MBq (3 mCi) を静注して 15 分後から X 線 CT 像で腫瘍が最もよく描出されたスライス面にあわせて 1-2 スライス撮像した。エネルギーウィンドウは 128 KeV-192 KeV に設定し、データ収集カウントは 1 スライス当たり 0.7-1 メガカウントとした。次に、 ^{201}Tl 111 MBq (3 mCi) を静注し 20 分後に同一スライスの撮像を行った。エネルギーウィンドウは 56-84 KeV に設定し、データ収集カウントは ^{123}I -IMP-SPECT と同じにした。イメージマトリックスサイズは 128×128 とし、画像再構成フィルターは Shepp and Logan および Butterworth filter を用いた。

3) 画像の比較検討方法

SPECT 像での腫瘍への集積程度および造影 X 線 CT 像での腫瘍に対する照射効果を以下の基準

* 群馬大学医学部放射線医学教室

** 同 核医学教室

*** 同 脳神経外科学教室

受付：元年 9 月 18 日

最終稿受付：元年 12 月 13 日

別刷請求先：前橋市昭和町 3-39-22 (☎ 371)

群馬大学医学部放射線医学教室

荒 井 正 彦

Table 1 ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT and X-CT before and after treatment

A: comparison before and after radiation therapy

B: comparison before surgery and after radiation therapy

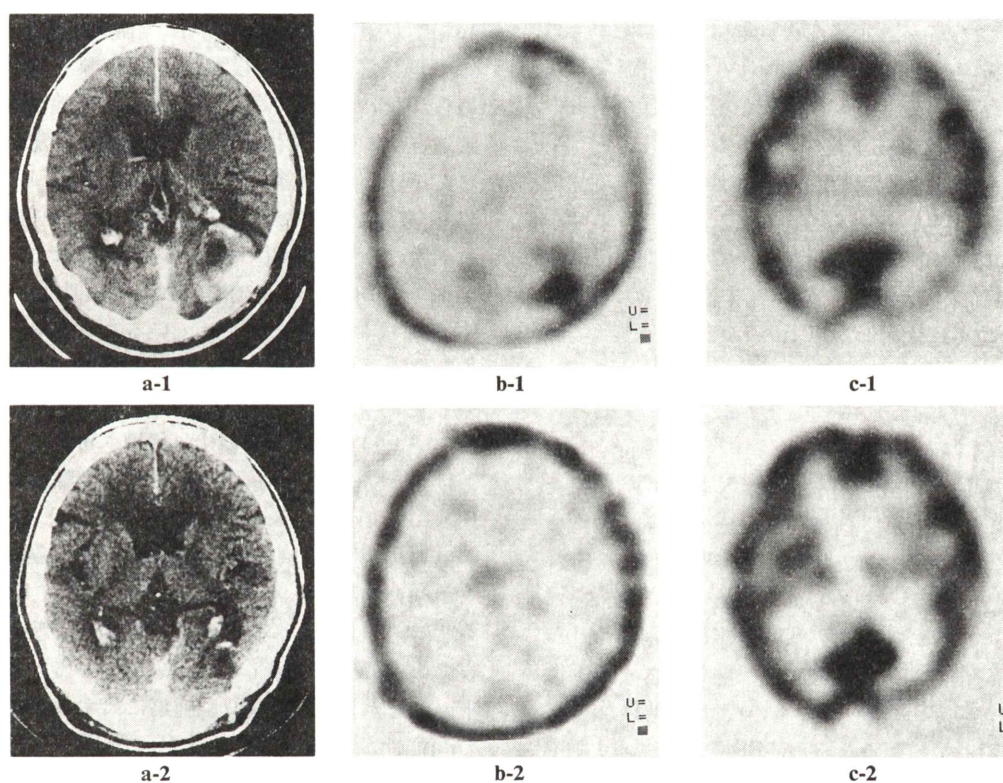
Case	X-CT		^{201}Tl -SPECT		^{123}I -IMP-SPECT	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
A	Meta from LC	EL (+)	CR	++	—	—
	57 Y M				DAT (+)	↑
	Meta from GC	EL (+)	PR	++	±	—
	63 Y F				DAT (+)	↑
	Glioblastoma	EL (+)	PR	+	—	—
	34 Y M				DAT (+)	↑
	Meta from GC	EL (+)	PR	++	+	±
	71 Y M				DAT (+)	↑
	Glioblastoma	EL (+)	PR	++	+	+
	74 Y M				DAT (+)	↑
	Glioblastoma	EL (+)	MR	++	—	—
	59 Y F				DAT (+)	→
	Glioblastoma	EL (+)	MR	++	—	—
	53 Y M				DAT (—)	
	Glioblastoma	EL (+)	NC	++	±	±
	56 Y F				DAT (+)	↑
B	Meta from LC	EL (+)	NC	++	—	—
	52 Y M				DAT (+)	→
	Glioblastoma	EL (—)	EL (—)	—	—	—
	48 Y M				DAT (—)	
	Astrocytoma	EL (—)	EL (—)	—	—	—
	40 Y M				DAT (+)	↑
	Glioblastoma	EL (+)	PR	++	—	—
	63 Y F				DAT (+)	↓
	Glioblastoma	EL (+)	PR	++	—	—
	53 Y F				DAT (+)	→
	Malignant lymphoma	EL (+)	PR	++	+	±
	60 Y M				DAT (+)	→
	Glioblastoma	EL (+)	PR	++	±	—
	67 Y F				DAT (+)	→
	Meta from LC	EL (+)	PR	++	—	—
	42 Y M				DAT (+)	↑
	Glioblastoma	EL (+)	PR	++	±	±
	45 Y F				DAT (+)	↑

Pre: pre-treatment, Post: post-treatment, Meta: metastasis, LC: lung cancer, GC: gastric cancer, EL: enhanced lesion, DAT: decreased activity around the tumor, ↑: improvement of DAT, ↓: deterioration of DAT, →: no change of DAT, [X-CT] CR: disappearance of EL, PR: $50\% \leq$ decrease of EL, MR: $25\% \leq$ decrease of EL $< 50\%$, NC: decrease of EL $< 25\%$ and increase of EL $< 25\%$, PD: $25\% \leq$ increase of EL, [^{201}Tl -SPECT] ++: accumulation higher than that to cranial region, +: accumulation lower than that to cranial region, ±: unclear accumulation, —: no accumulation, [^{123}I -IMP-SPECT] ++: accumulation higher than that to intact cerebral cortex, +: accumulation lower than that to intact cerebral cortex, ±: unclear accumulation, —: no accumulation,

Table 2 Two patients with radiation injury after radiation therapy for brain tumor

Case	X-CT	^{201}Tl -SPECT	^{123}I -IMP-SPECT
39 Y, F, four year and six month after radiation therapy for pituitary adenoma, injury of right temporal lobe.	LDA (+) EL (+)	—	—
64 Y, M, two year and eight month after radiation therapy for malignant lymphoma, injury of left internal capsule.	LDA (+) EL (—)	—	—

LDA: low density area, EL: enhanced lesion

**Fig. 1** Metastasis from lung cancer, 57 Y, M.

a-1: X-CT before radiation therapy: enhanced lesion in the right occipital lobe.

a-2: X-CT after radiation therapy: complete response (CR).

b-1: ^{201}Tl -SPECT before radiation therapy: ^{201}Tl accumulation ++.b-2: ^{201}Tl -SPECT after radiation therapy: ^{201}Tl accumulation —.c-1: ^{123}I -IMP-SPECT before radiation therapy: ^{123}I -IMP accumulation —, decreased activity around the tumor.c-2: ^{123}I -IMP-SPECT after radiation therapy: ^{123}I -IMP accumulation —, improvement of decreased activity around the tumor.

で評価し、比較検討した。

(1) ^{123}I -IMP-SPECT 像 (以下 ^{123}I -IMP 像)

(++)：腫瘍への集積が、健側の脳皮質への集積と比較して同等以上に高いもの。(+)：腫瘍への集積は明らかであるが、健側の脳皮質への集積に比し低いもの。(±)：腫瘍への集積は認められるが、明瞭ではないもの。(－)：腫瘍への集積が認められないもの。

(2) ^{201}Tl -SPECT 像 (以下、 ^{201}Tl 像)

(++)：腫瘍への集積が、頭蓋部への集積と比較して同等以上に高いもの。(+)：腫瘍への集積は明らかであるが、頭蓋部への集積に比し低いもの。(±)：腫瘍への集積は認められるが、明瞭ではないもの。(－)：腫瘍への集積が認められないもの。

(3) 造影 X 線 CT 像

CR：濃染部位が消失したもの。PR：濃染部位の縮小が50%以上のもの。MR：濃染部位の縮小が25%以上50%未満のもの。NC：濃染部位の縮小が25%未満かつ増大が25%未満のもの。PD：濃染部位の増大が25%以上のもの。

III. 結 果

脳腫瘍 17 例の放射線治療前後に施行された ^{201}Tl 、 ^{123}I -IMP-SPECT と造影 X 線 CT の結果を Table 1 に示す。17 例のうち治療前 X 線 CT 像で濃染部位が認められた 15 例に、 ^{201}Tl 像でもそれに一致する集積が認められ、濃染部位が認められない残りの 2 例では、 ^{201}Tl の集積は認められなかった。治療前後の比較では、照射後 X 線 CT 像で濃染部位が NC、MR のものでは、 ^{201}Tl 像でも集積が++のままであった。PR になった 10 例中 ^{201}Tl の集積は 4 例で－に、1 例で±に、3 例で+になったが、2 例は++のままであった。CR になった 1 例は ^{201}Tl の集積は－となった (Fig. 1)。 ^{123}I -IMP 像では、17 例中腫瘍への集積が+のものは 3 例、±のものは 4 例、－のものは 10 例であった。腫瘍の周囲に集積の低下が認められたものは 15 例あった。手術後放射線治療前に腫瘍周囲の集積低下がみられた 9 例中 7 例に放射線治療後の改善が認められた。

放射線治療後の脳障害の 2 例は、X 線 CT 像では 1 例が低吸収域、他の 1 例は濃染部位を伴う低吸収域を示したが、いずれも ^{201}Tl 像、 ^{123}I -IMP 像では集積は認められなかった (Table 2)。

IV. 考 察

脳腫瘍に対する ^{201}Tl の脳シンチグラフィの有用性に関してはすでに報告されているが^{1,2)}、今回われわれは、その SPECT 像について検討し、放射線治療前後の X 線 CT 像と ^{201}Tl 像の比較では、X 線 CT 像の濃染部位と ^{201}Tl 集積とには高い相関が認められた。しかし、治療後の X 線 CT 像で濃染部位が残存しても、 ^{201}Tl 像で集積が認められない例があること、また、放射線治療後の脳障害の 1 例は X 線 CT 像で濃染部位が認められるが ^{201}Tl 集積は認められないことから、 ^{201}Tl の集積機序は $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA のように血液—脳関門の破壊のみでは説明できないと考えられる。 ^{201}Tl が K (カリウム) と生物学的に強い類似性を有し、K が腫瘍に多量に含まれていることから、 ^{201}Tl の腫瘍への集積機序は、K の代謝機構が関係していると考えられ、また、Na-K-ATPase pump において ^{201}Tl が K と置換する機構も可能性としてあげられる^{2,3)}。すでに著者らは、脳腫瘍の ^{18}F -FDG-Positron Emission Tomography 像と ^{201}Tl 像の高い相関性と、脳腫瘍の悪性度と ^{201}Tl 集積程度との強い相関性を報告している⁴⁾。また、Kaplan ら²⁾ も ^{201}Tl 集積が脳腫瘍の組織像を反映し、生存腫瘍部によく集積していると報告している。以上のことから ^{201}Tl 像の脳腫瘍に対する質的評価の可能性が期待される。ただ、 ^{201}Tl 像の方が X 線 CT 像より分解能が劣るため、小集積部位が描出されない可能性もあり、今後さらに検討する予定である。

また、腫瘍の縮小で周囲脳組織への圧迫が低下し、その血流が改善すると考えられるが、 ^{123}I -IMP 像はその血流改善の評価と ^{201}Tl 集積部位の判定に有用であると考えられた。

V. ま と め

^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT 像は、脳腫瘍の治療効果の判定と経過観察、および放射線治療後の脳障害と再発腫瘍との鑑別に有用であると考えられた。

なお、本研究は、文部省科学研究費がん特別研究 I 「鳥塚班」の援助を受けた。また、本稿の要旨は第 48 回日本医学放射線学会総会(神戸)にて発表した。

文 献

- 1) Ancrì D, Basset JY, Lonchampt MF, et al: Diagnosis of cerebral lesions by Thallium 201. *Radiology* **128**: 417-422, 1978
- 2) Kaplan WD, Takvorian T, Morris JH, et al: Thallium-201 brain tumor imaging: a comparative study with pathologic correlation. *J Nucl Med* **28**: 47-52, 1987
- 3) 利波紀久: 最新臨床核医学, 第 1 版, 久田欣一, 古館正徳, 佐々木康人, 金原出版, 東京, 1986, p. 519
- 4) 永井輝夫: 脳腫瘍における ^{18}F FDG-PET 像と ^{201}Tl -SPECT 像の比較検討—— ^{201}Tl -SPECT 像の有用性について——. 文部省科学研究費がん特別研究 I 「鳥塚班」昭和 63 年度研究報告: 84-88, 1989

Summary

The Study of ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT before and after Radiation Therapy for Brain Tumor

Masahiko ARAI*, Kazushige HAYAKAWA*, Takeo TAKAHASHI*,
Singo KATO*, Hideo NIIBE*, Teruo NAGAI*, Tomio INOUE**,
Yasuhito SASAKI** and Takashi SHIBASAKI***

*Department of Radiology, **Department of Nuclear Medicine, ***Department of Neurosurgery,
Gunma University School of Medicine

^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT were performed in 17 patients with brain tumors before and after radiation therapy, compared with X-CT. 15 of 17 patients showed enhanced areas on X-CT and higher accumulations on ^{201}Tl -SPECT in the same lesions before radiation therapy. There was significant correlation between enhanced lesions on X-CT and lesions of higher accumulation on ^{201}Tl -SPECT before and after radiation therapy. But, the patients with residual enhanced lesions on X-CT did not always show higher accumulation on ^{201}Tl -SPECT after radiation therapy. And, 2 patients with radiation injury after radiation ther-

apy for brain tumor did not show higher accumulation on ^{201}Tl -SPECT, though one patient showed enhanced lesion on X-CT. ^{201}Tl -SPECT was expected to evaluate viability of brain tumor. ^{123}I -IMP-SPECT was useful to recognize the site of higher ^{201}Tl accumulation and evaluate blood flow around brain tumor. It is concluded that ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT is useful for the evaluation of treatment effect of brain tumor and for the differentiation of cerebral radiation injury from recurrent tumor.

Key words: ^{201}Tl -SPECT, ^{123}I -IMP-SPECT, Brain tumor, Radiation therapy.