



Title	Gliomaに対する201TI-SPECT検査-特に造影検査を含めたMRIとSPECT像の比較-
Author(s)	山田, 隆之; 丸岡, 伸; 山田, 章吾 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1999, 59(8), p. 402-408
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/18480
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

Gliomaに対する²⁰¹Tl-SPECT検査 —特に造影検査を含めたMRIとSPECT像の比較—

山田 隆之¹⁾ 丸岡 伸¹⁾ 山田 章吾¹⁾ 園部 真²⁾

1) 東北大学医学部放射線医学教室 2) 国立水戸病院脳神経外科

Comparison of ²⁰¹Tl-SPECT and MRI Using Gd-DTPA for Glioma

Takayuki Yamada¹⁾, Shin Maruoka¹⁾,
Shogo Yamada¹⁾ and Makoto Sonobe²⁾

²⁰¹Tl-SPECT was performed in 25 patients with a pathological diagnosis of glioma. The lesion-to-normal (L/N) ratio of the glioblastoma group (n = 7) was found to be higher than that of the low-grade glioma group (n = 7; Mann-Whitney U-test, p < 0.0167).

²⁰¹Tl accumulation in the tumor corresponded to contrast enhancement on MRI in 95% of cases. An insufficient blood-brain barrier was considered to be the primary contributor to ²⁰¹Tl accumulation. In five cases, there was a discrepancy between the extent of ²⁰¹Tl accumulation and the Gd-DTPA enhanced area. In these cases, the area of ²⁰¹Tl accumulation was larger than the area of Gd-DTPA enhancement. This may result from damage to the blood-brain barrier that is not severe enough to be detected with Gd-DTPA or from additional factors other than change in the blood-brain barrier. ²⁰¹Tl-SPECT is able to demonstrate the extent of glioma more accurately than contrast-enhanced MRI.

はじめに

現在、塩化タリウム(以下²⁰¹Tl)を用いた脳SPECTはX線CTやMRIと組み合わせて施行されているが、特にgliomaに対する²⁰¹Tl-SPECTの研究は今までに多く報告されている¹⁾⁻¹³⁾。脳SPECT検査においてTI index (L/N比)を算出し、gliomaの組織学的悪性度の評価ができるとした研究⁴⁾⁻⁷⁾、L/N比の低下を見ることによって治療効果の判定が可能とする研究^{8),9)}や再発病変と放射線壊死の鑑別ができたとする研究^{10),11)}が報告されてきた。一方で、悪性のgliomaのみならず転移や髄膜腫など良性でもhypervascularな腫瘍、さらには梗塞巣でも集積は高くなり、病変の質的診断には限界があった^{10),12),13)}。

今回われわれはglioma病変のMRIと²⁰¹Tl-SPECT像をretrospectiveに比較観察した。過去に造影T1強調像での病変の造影効果の有無と²⁰¹Tlの集積の有無の一致度を検討した研究が見られる^{13),14)}が、MRI造影T1強調像にて造影される領域と²⁰¹Tlの集積部位の比較については言及されていない。このような研究は過去にPETを用いたものは認めるが¹⁵⁾⁻¹⁷⁾、²⁰¹Tl-SPECTでは認められず、²⁰¹Tl-SPECTが造影MRI以上に病変を描出できうるかについて検討した。

目 的

1. Gliomaに対する²⁰¹Tl-SPECT検査において組織学的悪性度診断の有用性をretrospectiveに再検討すること。
2. Gliomaに対する²⁰¹Tl-SPECT像をMRI(主に造影T1強調像)とretrospectiveに比較観察し、²⁰¹Tlの集積の有無とMRIの造影効果の有無の一致度を検討すること、さらに集積領域と造影される領域の比較観察を行い、²⁰¹Tl-SPECTが造影MRI以上に病変を描出できうるかについて検討すること。

対象と方法

1. 対象

1994年より1998年2月の間に国立水戸病院にて²⁰¹Tlによる脳SPECT検査を施行された92例の中で、手術あるいは生

Research Code No. : 721.1

Key words : ²⁰¹Tl-SPECT, MRI, Glioma

Received Sept. 10, 1998; revision accepted March 26, 1999

1) Department of Radiology, Tohoku University School of Medicine

2) Department of Neurosurgery, National Mito Hospital

検にてgliomaと病理診断された25例である。病理診断は神経病理学を専門とする病理医によりなされている。内訳をTable 1に示すが、Glioblastomaは術前例5例、術後再発例2例の計7例である。Anaplastic astrocytoma, anaplastic oligodendroglioma, anaplastic oligoastrocytomaからなるanaplastic gliomaは術前例9例、手術後再発例1例、放射線および化学療法後再発例1例の計11例、low-grade gliomaは術前例6例、術後再発例1例の計7例である。

2. SPECTデータ収集条件

データ収集には1検出器の回転式ガンマカメラ(東芝社製GCA90)を用いた。ウインドー幅は71keV $\pm$ 10%で、コリメータは低エネルギー高分解能用あるいは汎用を用いた。半値幅(FWHM)で示した空間分解能は高分解能用が17mm、汎用が18mmである。 $^{201}\text{TlCl}$ を74MBq静注5~10分後より収集を開始した。6度ステップ、1ステップ当たりのデータ収集時間は30秒で、360度回転である。

3. SPECT画像条件

まずChangの方法で吸収補正を行い、生データに対して9点スムージングを行った。画像再構成にはShepp-Logan filterを用い、イメージマトリックスは128 $\times$ 128とした。画像はOMラインにあわせた横断像のみを作成した。スライス厚は5.4mmの連続画像である。

4. MRI撮像および画像条件

使用機種は東芝社製MRT-200(1.5T)およびシーメンス社製Magnetom Impact(1.0T)である。T1強調像はスピンエコー法500/15/2あるいは570/12/2(TR/TE/excitations)にて、T2強調像は高速スピンエコー法4000/112/4あるいは5000/96/1(TR/TE/excitations)にて撮像されており、OMラインにあわせた横断像が全例撮像されている。スライス厚とギャップは、8mm/0.8mmあるいは5mm/1mmである。

SPECT検査とMRI検査の間隔は0日から197日で、中央値は5日である。2例で74日、197日と検査間隔が長い。74日の症例はlow-grade gliomaの症例で、197日の症例はglioblastoma術後の症例である。

5. 画像の検討方法

MRIにて病変部位を確認の後に、SPECTにて病変の ^{201}Tl の肉眼的集積の有無を判定した。検討したSPECT画像は今回初期像のみである。次に、 ^{201}Tl が肉眼的に集積していると判断した症例については、L/N比を算出した。L/N比を算出するためのROIは4 $\times$ 4ピクセルの正方形で計16ピクセルである。正方形の1辺は10.7mmである。

まず腫瘍部を含む複数のSPECTのカラー画像をモニタ上で観察しながら、画像表示ウインドーを変化させて、病変部の中で最もカウントの高い領域を抽出した。次に、この領域を中心として上述の正方形ROIを設定した。ROIの16ピクセル中の平均カウント値で病変のカウント値を代表した(L)。対側の正常脳実質も同じ形状のROIで囲んだが、そのROIは病変に対するROIを左右方向に平行移動させ正常脳と思われる位置に置いた。原則として病変部と対称性に置くが、腫瘍が正中に存在したり、対側にも集積が及ぶ場合、

Table 1

Low-grade glioma	Astrocytoma	6
	Oligoastrocytoma	1
Anaplastic glioma	Astrocytoma	9
	Oligodendroglioma	1
	Oligoastrocytoma	1
Glioblastoma		7
Total		25

脈絡叢などの集積を認め対称性にROIを置くことが困難な場合には、画像X軸水平線上の正常と思われる領域に置いた。腫瘍が大きく、平行移動では病変の集積を避けることが困難な場合にはさらに画像前後方向にもROIをずらし任意に正常脳と思われる部位にROIを置いた。正常部のカウントに関しても病変部と同様、平均カウント数(N)で代表させた。病変部のROI内平均カウント値(L)/対側正常脳の平均ROIカウント値(N)を計算し、これをL/N比とした。肉眼的に集積を認めないものは、病変のROIの設定が困難であるためL/N比は一律に1とした。

次に連続するMR横断像とSPECT画像を比較し、ほぼ一致すると思われるレベルのMR画像とSPECT画像から、病変のGd-DTPAによる造影効果の有無と ^{201}Tl の集積の有無の一致度、および病変の造影される領域と ^{201}Tl が集積する領域の一致度を肉眼的に検討した。さらにMRIに関しては造影される領域とT2強調像にて高信号を示す領域も比較した。対象の項目で述べたようにglioblastoma術後の1例で両者の検査間隔が197日と長く、これに関しては画像の比較検討からは除外した。もう1例のlow-grade gliomaの症例は74日間であったが ^{201}Tl の集積を肉眼的に認めず、また造影T1強調像にても病変の造影効果は認めず、比較検討には影響を与えなかった。

6. L/N比の検討

上述の方法で算出された各疾患群のL/N比(平均値 $\pm$ 標準誤差)に対してKruskal-Wallisの検定を施行した。有意差($p < 0.05$)を認めた場合、次にMann-Whitney U検定を3群に行い、3回の比較を行った。Bonferroniの方法による修正を行い、 $p = 0.05/3 = 0.0167$ を有意確率とし、多重比較を行った。

結 果

1. ^{201}Tl の肉眼的集積の有無とL/N比

各疾患群の ^{201}Tl -SPECTにおける肉眼的集積の有無について検討した結果をTable 2に示す。Glioblastomaは7例中7例(100%)、anaplastic gliomaでは計11例中10例(91%)において肉眼的集積を認めた。Low-grade gliomaでは7例中4例(57%)において集積を認めた。肉眼的集積の頻度はhigh grade gliomaで高いものの、low-gradeでも半数を越えた。

各疾患群のL/N比の平均値 $\pm$ 標準誤差はglioblastoma 4.56

Table 2 TI uptake tumor

	TI uptake (+)	TI uptake (-)
Low-grade glioma Astrocytoma	4	2
Oligoastrocytoma	0	1
Anaplastic glioma Astrocytoma	8	1
Oligodendroglioma	1	0
Oligoastrocytoma	1	0
Glioblastoma	7	0
Total	21	4

Table 3 L/N ratio of each group (mean $\pm$ SE)

	Low-grade glioma	Anaplastic glioma	Glioblastoma	Kruskal-Wallis
L/N ratio	2.13 $\pm$ 0.51	3.41 $\pm$ 0.57	4.56 $\pm$ 0.534*	p < 0.05

*Mann-Whitney U-test: vs. low-grade glioma (p < 0.0167).

Table 4 TI uptake vs. contrast enhancement on MRI

		TI uptake (+)		TI uptake (-)	
		CE (+)	TI (+)	CE (-)	TI (-)
Low-grade glioma	Astrocytoma	1	2	2	2
	Oligoastrocytoma	0	0	1	1
Anaplastic glioma	Astrocytoma	6	6	1	1
	Oligodendroglioma	1	1	0	0
	Oligoastrocytoma	1	1	0	0
Glioblastoma		6	6	0	0
Total		15	16	4	4

± 0.53 , anaplastic glioma 3.41 ± 0.57 , low-grade glioma 2.13 ± 0.51 であった。これら3群間には有意差を認め(Kruskal-Wallisの検定: $p = 0.022$), glioblastomaのL/N比の平均値が low-grade gliomaの平均値に対し有意に高い(Mann-Whitney U検定: $p = 0.007$)という結果を得た(Table 3)。しかし, anaplastic gliomaとlow-grade gliomaの間やglioblastomaとanaplastic gliomaの間には有意差は認められなかった。

2. 病変の²⁰¹Tlの肉眼的集積とMRI造影効果の関係

MRI造影T1強調像と²⁰¹Tl-SPECT像をretrospectiveに比較できたものは20例であった(Table 4)。²⁰¹Tlが集積した16例のうち15例が造影されており, ²⁰¹Tlが集積しなかった4例はすべて造影効果を認めなかった。すなわち, 病変に対する²⁰¹Tlの集積の有無と造影剤による造影効果の有無は95%で一致していた。

しかし, ²⁰¹Tlの集積領域とMRIにて病変の造影される領域との間に不一致を5例認めた。不一致例の所見とその例数は, 第一に腫瘍に²⁰¹Tlの集積を認めるもののGd-DTPAによる造影効果を全く認めないものが1例, 第二にGd-DTPAにて造影される腫瘍の周囲にT2強調像で高信号を示す領域(腫瘍様あるいは浮腫様ともに含む)の一部にも²⁰¹Tlの集積を認めるものが3例, 第三にリング型に造影される腫瘍の内部にも²⁰¹Tlの集積を認めるものが1例であった。

症 例 呈 示

²⁰¹Tl-SPECT画像とMR画像にて所見の不一致を認めた代表的症例を呈示する。

症例1: 54歳, 男性 Low-grade astrocytoma (Grade II)

造影T1強調像にて左前頭, 頭頂葉の脳回が対側よりもやや肥厚している(Fig. 1A)。脳回の内部に低信号を示す部分もある。T2強調像では肥厚した脳回が全体的に高信号を示しているが, 造影T1強調像で低信号の部分は特に高信号を示している(Fig. 1B)。造影T1強調像では, いずれのスライスでも病変は造影されていない。²⁰¹Tl-SPECTでは肥厚した脳回部分に相当する場所に集積を認める(Fig. 1C, 矢印)。

この患者はステレオCTにてFig. 1A, Bのスライスレベルに近いところに位置決めを行い, 開放生検が施行された。組織像(Fig. 1D)では, わずかに細胞密度の高くなった腫瘍組織であり, 類円形核と細長い細胞突起を持つ星状膠細胞様の腫瘍細胞がびまん性に増殖しており, 間質は繊維性ないし水腫性であった。Fibrillary astrocytomaと病理診断された。

症例2: 54歳, 男性 Anaplastic oligoastrocytoma

MRI造影T1強調像にて左後頭葉に周囲が不整なリング型に造影される病変が認められる。さらに前方の脳回が肥厚し腫瘍様になっているが, この部分は造影されていない(Fig. 2A, 矢印)。T2強調像では白質部分に広がる強い高信号領域が認められるが, 上記の肥厚した脳回の部分も造影されている領域と同等の高信号を示している(Fig. 2B, 矢印)。²⁰¹Tl-SPECTでは造影されている領域に相当すると思われる集積から突出する形の集積が認められ, 肥厚し腫瘍様になった脳回の部分に相当するものと考えられた(Fig. 2C, 矢印)。この患者は, 腫瘍の亜全摘術を受けた。組織像(Fig. 2D)では, 壊死を伴う細胞密度の高い腫瘍である。腫瘍細胞

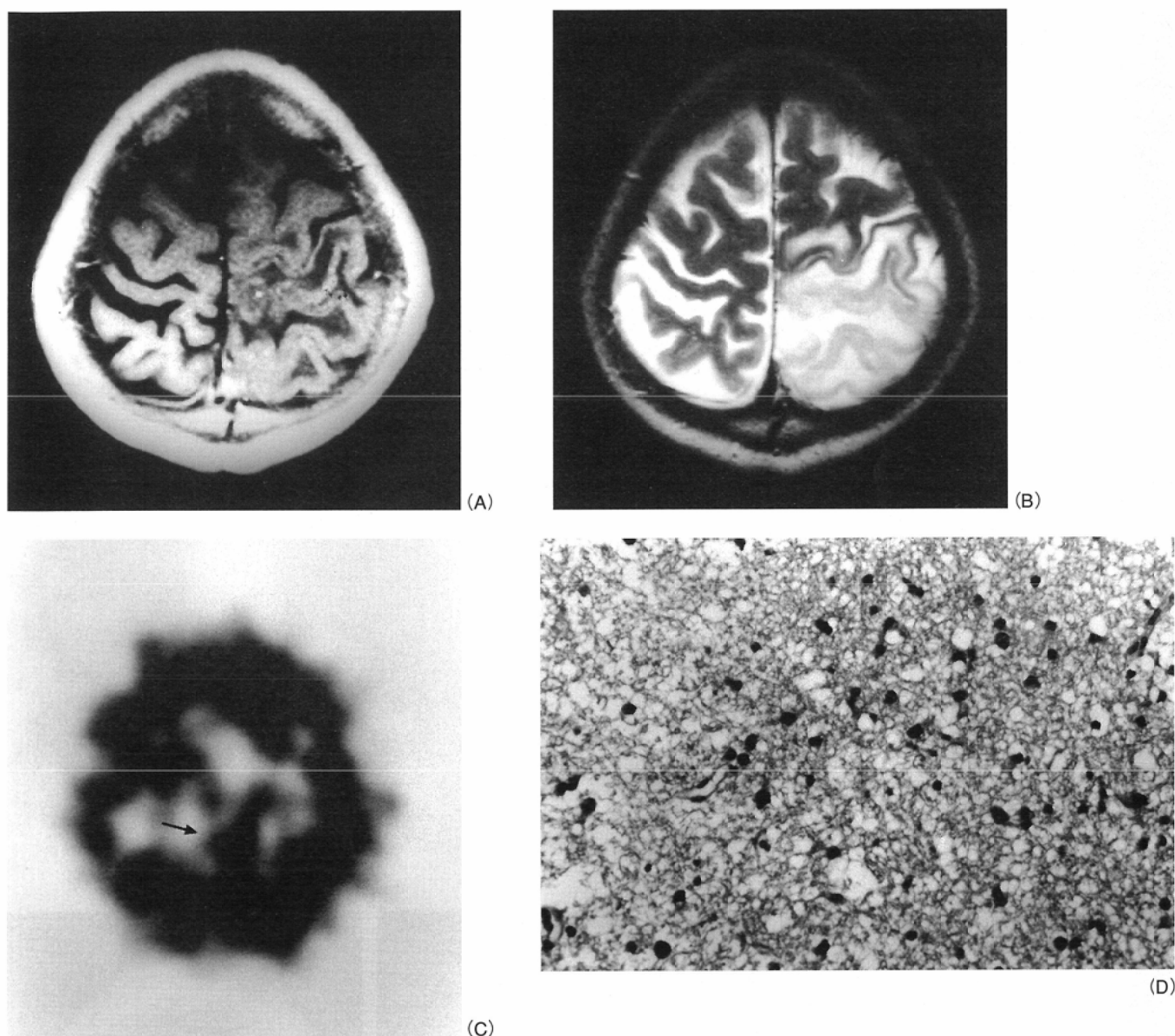


Fig. 1 A 54-year-old man.

A: Gyri in the left frontal and parietal lobes are thicker than on the contralateral side. The postcontrast T1-weighted image demonstrates a hypointense area in the thick gyri. The lesion does not show contrast enhancement.

B: Thick gyri show hyperintensity on the T2-weighted image.

C: ^{201}Tl -SPECT. ^{201}Tl has accumulated in the area of the thick gyri (arrow).

D: Histology (HE stain, $\times 200$). Cellularity is slightly increased. Neoplastic cells of the astrocytic type with round nucleus and long fibrils proliferate diffusely. The interstitium is fibrous and edematous.

には好酸性の強い胞体を持つ星状膠細胞系の細胞が見られ、壊死巣の周囲には腫瘍細胞のpseudopalisadeが見られた。Glioblastomaに近い腫瘍であるが、perinuclear haloを伴う乏突起膠細胞系の細胞も認められ(Fig. 2E, 矢印)、両者への分化が認められることから病理診断はanaplastic oligoastrocytomaとなった。手術1カ月後のMRIでは、造影される腫瘍は切除されている。造影されないが ^{201}Tl -SPECTにて集積を認めた部位は残存していると思われる(Fig. 2F, G)。術後約10カ月後、吐き気と嘔吐を主訴に受診したところ、CTにて造影される腫瘍構造が出現した(Fig. 2H)。残存部位の腫瘍が大きくなったものと考えられた。その約5カ月後に患者は死亡した。

考 察

Gliomaに ^{201}Tl が集積することが報告されてから¹⁾⁻³⁾、脳SPECT検査においてTl index (L/N比)を算出し、gliomaの組織学的悪性度の評価ができるとした研究⁴⁾⁻⁷⁾、L/N比の低下を見ることによって治療効果の判定が可能とする研究^{8),9)}や再発病変と放射線壊死の鑑別ができたとする研究^{10),11)}が報告されてきた。一方で、悪性のgliomaのみならず転移や髄膜腫など良性でもhypervascularな腫瘍、さらには梗塞巣でも集積は高くなり、病変の質的診断には限界があった^{10),12),13)}。

今回は、glioma病変に対し ^{201}Tl の集積ならびL/N比と組織学的悪性度との関係をretrospectiveに検討したが、悪性度が

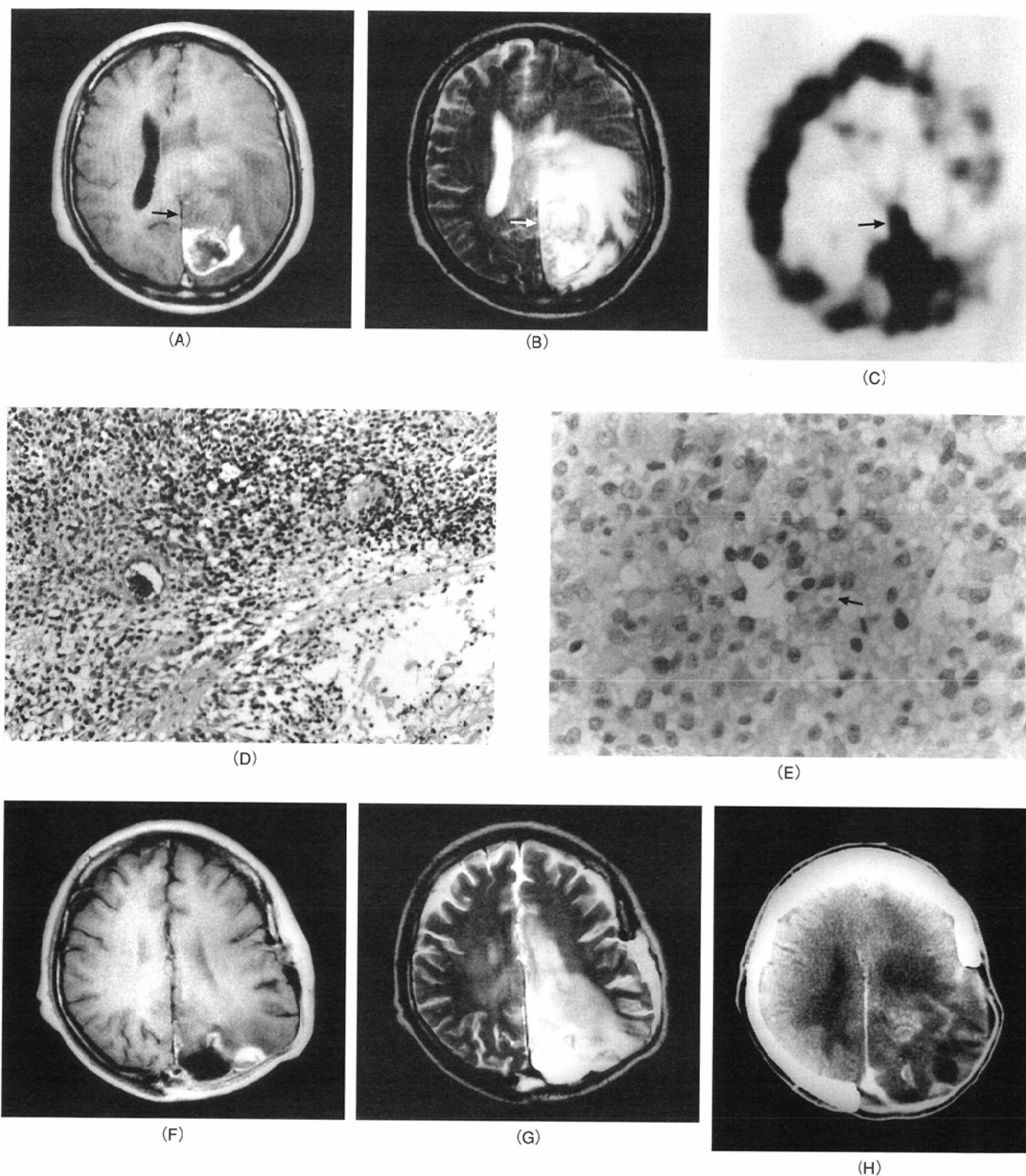


Fig. 2 A 54-year-old man.

A: Postcontrast T1-weighted image reveals an irregular ring-enhancing tumor in the left occipital lobe. It also shows thick gyri anterior to the tumor, but contrast enhancement is not recognized (arrow).

B: On the T2-weighted image, the thick gyri demonstrate hyperintensity and are isointense to the enhancing tumor (arrow).

C: ^{201}Tl -SPECT. Protruded accumulation (arrow) is demonstrated. This area corresponds to the thick gyri on MRI.

D: Histology (HE stain, $\times 100$). The tumor consists of astrocytic cells with eosinophilic cytoplasm. Cellularity is increased. A necrotic area with perinecrotic pseudopalisade is also demonstrated.

E: Histology (HE stain, $\times 400$). A cell with round nucleus surrounded by a clear halo of cytoplasm is demonstrated (arrow), suggesting well-defined oligodendroglia.

F, G: MR images obtained one month after surgery. F: The enhancing tumor is resected. G: Thick gyri seem to be residual on the T2-weighted image.

H: Precontrast and postcontrast CT (about 10 months after surgery). The enhancing tumor is seen in the left parieto-occipital region. The tumor is considered to have grown from the residual lesion.

増すにつれ²⁰¹Tlの病変への集積頻度は増し、またL/N比もlow-grade gliomaとglioblastomaとの間に統計学的有意差を認めた。過去のgliomaの組織学的悪性度の評価が⁵できるとした報告ではglioblastomaが⁵anaplastic gliomaやlow grade gliomaと⁴⁾、glioblastomaが⁵low grade astrocytomaと⁵⁾、high grade gliomaが⁵low grade gliomaと⁶⁾L/N比に統計学的有意差を認めたとしており、今回の結果は今までの報告と同様の結果である。しかし個々の症例のL/N比を見ると、各群間にオーバーラップも認められ、必ずしも全例が明確に鑑別できるとは限らないのが問題点として残る。さらに、今回報告した病変のL/N比は過去の報告と比べ高い数値を示しているが、その理由としては病変の最もカウントの高い領域を含むROIを置き、そのROIの平均カウント数をもって病変のカウントを代表させた(L)ためと考えられる。

次に、²⁰¹Tl-SPECT像とMRIの造影像を比較観察したところ、²⁰¹Tl集積の有無と造影の有無は95%において一致した。

²⁰¹Tlが脳腫瘍に集積する機序としては、vascularity、血液脳関門での透過性の変化、Na-K ATPase活性の亢進と3つの因子が挙げられている^{1),2)}。さらに各々の因子ごと、vascularityとTl indexの間に相関を認めるとする報告や¹²⁾、²⁰¹Tlの集積が⁵Na-K ATPaseの活性に依存することを実験的に証明した報告がある¹⁸⁾。Na-K ATPaseの活性は正常並びに変異細胞の成長速度と平行することより¹⁹⁾、腫瘍細胞の増殖能と²⁰¹Tlの集積に相関があることが推測されるが、実際相関があったとする報告も認める⁵⁾。in vivoでは3つの因子が混在して、²⁰¹Tlの集積の有無とその程度が決定されていると考えられる。

一方、MRIの造影効果は血液脳関門に依存し、造影される領域は血液脳関門が欠損し透過性が亢進していると考えられる。従って、同領域に高率に²⁰¹Tlが集積する原因として3つの因子の中でも血液脳関門での透過性亢進が重要な役割を占めることを示唆するものである。²⁰¹Tlはイオンであり、血液脳関門の存在のために正常脳実質には集積できず、その欠損あるいは破綻が基本にないと²⁰¹Tlが血管外に出て病変に集積できないと考えられることも、上記を支持すると思われる。但し、初期像での²⁰¹Tlの集積には血液脳関門の破綻の他にvascularityも重要な役割を果たしていると報告されており²⁰⁾、集積の程度に関してはvascularityの修飾も受けるものと考えられる。次に、²⁰¹Tlの集積する領域とMRI造影T1強調像にて造影される領域を比較観察すると、両者に不一致が存在した。過去に両者の不一致を記載した報告では、造影T1強調像にて病変が造影されるが²⁰¹Tlにて集積を認めない症例が記載されているが¹²⁾、われわれのように造影されないにも関わらず²⁰¹Tlの集積を認めたとする逆のパターンはYoshiiらの報告に認められるものの、画像を含め症例の詳細は触れられていない¹³⁾。今回の検討では、症例1のように脳回が腫瘍様に肥厚し、T2強調像にて高信号を示しながら造影T1強調像にて造影されない領域に²⁰¹Tlが集積したパターンにおいて、病理学的に腫瘍の存在を認めたり、症例2の

ように術後不一致領域が残存し、経過観察中、同領域近傍より残存腫瘍の増悪と考えられる画像所見を得た。MRIの造影所見よりも広い範囲に²⁰¹Tlが集積することがあり、そのような例では²⁰¹Tlの集積した領域にも腫瘍細胞の存在を疑うべきと考える。

Gd-DTPAにて造影されない領域にも²⁰¹Tlが集積した機序としては、第一にmethionineを用いたPETでの報告¹⁵⁾のようにMRIで用いる造影剤では描出できない程度の血液脳関門の透過性の変化を²⁰¹Tlでも描出できた可能性がある。Gd-DTPAは、分子量743のキレート製剤であり、²⁰¹Tlとは明らかに分子量の大きさが異なる。即ち、²⁰¹Tlは通過できてもGd-DTPAは通過できない程度の血液脳関門の欠損が生じていたということである。例えば、症例1のlow-grade astrocytomaではMRI上白質に浮腫の所見が認められ、また組織像でも間質は水腫様の所見を示していた。血液脳関門での透過性の亢進が疑われる所見である。しかしMRIでは病変はGd-DTPAにて造影されず²⁰¹Tlの集積は認められた。このことは、分子量の大きさの違いにて説明することはできない。

第二に血液脳関門での透過性亢進による²⁰¹Tlの血管外への漏出だけではなく、前述したようなNa-K ATPase活性の亢進など他の因子も関与している可能性がある。佐古らの報告では、血液脳関門の障害の指標として^{99m}Tc-DTPAを用い、Tl indexと比較検討したところ、malignant gliomaでは両者の集積に相関関係はなかったとしている²¹⁾。このことは、²⁰¹Tlの集積の程度は血液脳関門の透過性亢進のみでは説明できないことを示唆するものである。

MRIにて浮腫様の領域の一部に²⁰¹Tlの集積を認めたが、gliomaは他の腫瘍と異なり軸索や血管の基底膜に沿った浸潤を示すという特徴がある²²⁾。浮腫状に見える部分に腫瘍細胞は存在しているが²³⁾、現在のところMRIでは診断するのが困難である。過去にMRIと核医学断層画像で腫瘍の進展範囲の描出の比較に関しては、¹¹C-methionineを用いたPET検査が¹⁸F-FDGを用いたPET検査やCT、MRIよりも有用と報告されている¹⁵⁾⁻¹⁷⁾。今回、retrospectiveな検討のため病理学的に浮腫状の領域を必ずしも検討しているとは言えず、このパターンに関しては同領域の病理学的検討が必要である。しかし、浮腫様領域での腫瘍細胞の存在を²⁰¹Tl-SPECTでも描出できることを示したことは臨床的に重要な点と考える。

結 語

1. Gliomaに対する²⁰¹Tl-SPECT検査をretrospectiveに検討した。²⁰¹Tlの病変への集積頻度やL/N比は組織学的悪性度が増すにつれ高くなり、L/N比はlow-grade gliomaとglioblastomaとの間に統計学的有意差を認めた(Mann-Whitney U検定; $p < 0.0167$)。
2. ²⁰¹Tl-SPECT像とMRI造影T1強調像を比較すると、病変への²⁰¹Tlの集積の有無とGd-DTPAでの造影効果の有無は

95%で一致していた。しかし、²⁰¹Tlの集積する領域とMRI造影T1強調像にて造影される領域との間に不一致を5例で認めた。

3. 1例で不一致領域の病理学的検索を行い、腫瘍組織の存在を確認した。さらに1例で、術後不一致領域が残存し、経過観察中、同領域近傍より残存腫瘍の増悪と言える画像所見を得た。

4. 不一致領域の²⁰¹Tlの集積に関しては、Gd-DTPAが描出できない程度の血液脳関門の透過性亢進を描出しうることで、あるいは血液脳関門以外の因子も同時に寄与していることが考えられる。

MRIの造影所見よりも広い範囲に²⁰¹Tlが集積することがあり、そのような例では²⁰¹Tlの集積した領域にも腫瘍細胞の存在を疑うべきで、造影される腫瘍外への腫瘍の進展を²⁰¹Tl-SPECTでも指摘しうる可能性がある。

謝辞

本研究に際し多大な助言を頂きました東北大学附属加齢医学研究所機能画像医学講座福田寛教授、協力をしていただいた茨城県核医学研究センターの飯田修一、西部雅和両技師に感謝いたします。

文 献

- 1) Ancrì D, Basset J-Y, Lonchamp, et al: Diagnosis of cerebral lesions by Thallium-201. *Radiology* 128: 417-422, 1978
- 2) Ancrì D, Basset Y: Diagnosis of cerebral metastases by thallium-201. *Br J Radiol* 53: 443-453, 1980
- 3) 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
- 4) Oriuchi N, Tamura M, Shibasaki T, et al: Clinical evaluation of Thallium-201 SPECT in supratentorial gliomas: Relationship to histologic grade, prognosis and proliferative activities. *J Nucl Med* 34: 2085-2089, 1993
- 5) Ishibashi M, Taguchi A, Sugita Y, et al: Thallium-201 in brain tumors: Relationship between tumor cell activity in astrocytic tumor and proliferating cell nuclear antigen. *J Nucl Med* 36: 2201-2206, 1993
- 6) Black KL, Hawkins RA, Kim KT, et al: Use of thallium-201 SPECT to quantitate malignancy grade of gliomas. *J Neurosurg* 71: 342-346, 1989
- 7) 瀬尾弘志, 藤田登志也, 中井 昂, 他: 星状膠細胞腫の悪性度診断におけるSPECTを用いた²⁰¹Thallium chloride集積の定量的評価の有用性. *脳神経* 46: 168-174, 1994
- 8) 瀬尾弘志, 佐藤 清, 藤田登志也, 他: 神経膠腫の治療経過に伴う²⁰¹Tl-SPECTの変化—治療効果判定に関する有用性について—. *脳神経* 45: 537-543, 1993
- 9) 戸村則昭, 小林 満, 清野康夫, 他: 脳腫瘍に対する放射線化学併用療法の効果判定における²⁰¹Tl-SPECTの利用. *日本医放会誌* 53: 484-486, 1993
- 10) Kosuda S, Fujii H, Aoki S, et al: Reassessment of quantitative thallium-201 brain SPECT for miscellaneous brain tumors. *Ann Nucl Med* 7: 257-263, 1993
- 11) Kline JL, Glanz M: Single-Photon emission CT in the evaluation of recurrent brain tumor in patients treated with Gamma knife radiosurgery or conventional radiation therapy. *AJNR* 17: 1681-1686, 1996
- 12) 荒木有三, 今尾幸則, 平田俊文, 他: Thallium-201 Single photon emission CTによる脳腫瘍の検討. *核医学* 26: 1363-1369, 1989
- 13) Yoshii Y, Satou T, Yamamoto T, et al: The role of thallium-201 single photon emission tomography in the investigation and characterisation and brain tumors in man and their response to treatment. *Eur J Nucl Med* 20: 39-45, 1993
- 14) Maria BL, Drane WB, Quisling RJ, et al: Correlation between gadolinium-diethylene-triaminepentaacetic acid contrast enhancement and thallium-201 chloride uptake in pediatric brainstem glioma. *J Child Neurol* 12: 341-348, 1997
- 15) Bergstrom M, Collins VP, Ehrin E, et al: Discrepancies in brain tumor extent as shown by computed tomography and PET using [⁶⁸Ga]-EDTA, [¹¹C]-glucose and [¹¹C]-methionine. *J Comput Assist Tomogr* 7: 1062-1066, 1983
- 16) Tovi M, Lilja A, Bergstrom M, et al: Delineation of gliomas with magnetic resonance imaging using Gd-DTPA in comparison with computed tomography and PET. *Acta Radiol* 31: 417-429, 1990
- 17) Goldman S, Levivier M, Pirotte B, et al: Regional methionine and glucose uptake in high-grade gliomas: A comparative study on PET-guided stereotactic biopsy. *J Nucl Med* 38: 1459-1462, 1997
- 18) Carlin RD, Jan KM: Mechanism of thallium extraction in pump perfused caline hearts. *J Nucl Med* 26: 165-169, 1985
- 19) Elligsen JD, Thompson JE, Frey HE, et al: Correlation of (Na+K+)-activated ATPase activity with growth of normal and transformed cells. *Exp Cell Res* 87: 233-240, 1974
- 20) Ueda T, Kaji Y, Wakisaka S, et al: Time sequential single photon emission computed tomography studies in brain tumor using thallium-201. *Eur J Nucl Med* 20: 138-145, 1993
- 21) 佐古和廣, 遠山義浩, 川田佳克, 他: Dynamic SPECTによる²⁰¹Tl, ^{99m}Tc-DTPAの悪性神経膠腫, 髄膜腫における動態の検討. *CI研究* 18: 125-130, 1996
- 22) Alf G, Manfred W: Glioma invasion in the central nervous system. *Neurosurgery* 39: 235-252, 1996
- 23) Johnson PC, Hunt SJ, Drayer BP: Human cerebral gliomas: Correlation of postmortem MR imaging and neuropathologic findings. *Radiology* 170: 211-217, 1989