

《ノート》

 ^{201}Tl シンチグラフィにおける骨・骨髓集積の検討

—特に骨髓異常との関係—

Study of ^{201}Tl Uptake by Bone and Bone Marrow on ^{201}Tl Scintigraphy
—With Special Reference to Bone Marrow Abnormalities—藤井 忠重* 田中 正雄* 広瀬 芳樹* 平山 二郎*
半田健次郎* 中西 文子** 矢野今朝人** 上田 仁**Tadashige FUJII*, Masao TANAKA*, Yoshiki HIROSE*, Jiro HIRAYAMA*,
Kenjiro HANDA*, Fumiko NAKANISHI**, Kesato YANO** and Hitoshi UEDA***The First Department of Internal Medicine, **Division of Radiology,
Shinshu University School of Medicine, Matsumoto

I. はじめに

骨髓シンチグラフィには主として ^{111}In -chloride¹⁻⁵⁾ と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -コロイド^{2,5,6)} が用いられているが、 ^{67}Ga -citrate⁷⁻¹³⁾ も白血病や多発性骨髓腫などに利用されている。一方、 ^{201}Tl -chloride は心筋シンチグラフィや腫瘍シンチグラフィに汎用されているが、骨・骨髓シンチグラフィへの利用は少なく、骨腫瘍に関する報告^{14,15)} が散見されるのみである。 ^{201}Tl は骨・骨髓集積の少ない核種といわれるが、著者らは胸骨、上腕骨などに明瞭な ^{201}Tl 集積を示した溶血性貧血の1例を経験してから、 ^{201}Tl 胸骨集積をしばしば経験するようになった。そこで本論文では血液・造血管疾患を中心に、骨・骨髓、特に胸骨における ^{201}Tl 集積の実態を検討し、骨髓所見と対比することでその臨床的意義を考察した。

II. 対象・方法

 ^{201}Tl シンチグラフィは Table 1 に示すごとく、

* 信州大学医学部第一内科

** 同 中央放射線部

受付: 62年12月1日

最終稿受付: 元年2月6日

別刷請求先: 松本市旭 3-1-1 (☎ 390)

信州大学医学部第一内科

藤井 忠重

血液・造血管疾患を主体に 93 例に実施した。赤血球増多症は真性または原因不明の症例 19 例、二次性 22 例である。 ^{201}Tl 全身シンチグラフィは赤血球増加症 4 例、悪性リンパ腫 (1 例は白血性)、鉄芽球性貧血、原発性マクログロブリン血症、多発性骨髓腫、急性骨髓性白血病などの各 2 例、溶血性貧血、不応性貧血、急性リンパ性白血病などの各 1 例、合計 17 例に実施した。

大部分の症例はレトロスペクティブに検討したため、 ^{201}Tl シンチグラフィは心筋または肺におけるシンチグラフィの条件で実施した。すなわち、 ^{201}Tl -chloride (以下 ^{201}Tl) 2~3 mCi の静注後 10~30 分の間に胸部において前面、左前斜位 30°, 60°, 左側面の各像を撮像し、一部の症例には後面像も追加した。装置は平行多孔コリメータを装着した GCA-401 (東芝) または ZLC-7500 (Siemens) を用い、 $80 \pm 20\%$ keV のエネルギーを選択し、画像当たり 40~50 万カウントで撮像した。また、全身シンチグラフィは本装置またはスキャニカメラ MEV-1901 (CGR) を用いて前・後面の全身像を撮像した。

 ^{201}Tl の骨・骨髓集積 (以下骨集積) の評価は

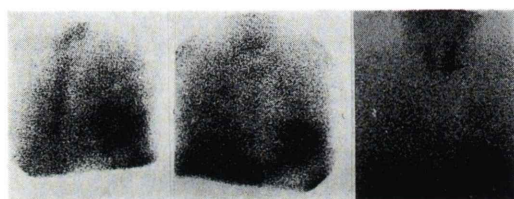
Key words: Bone marrow scintigraphy, ^{201}Tl -chloride, ^{111}In -chloride, ^{67}Ga -citrate, Hematological disorders.

Table 1 Positive results of ^{201}Tl bone marrow uptake in hematological disorders

N=93

	No. of cases	^{201}Tl bone marrow uptake							
		Sternum		Shoulder		Clavicle		Rib	
		++	+	++	+	++	+	++	+
Polycythemia	41	5	24	2	1	1	3	1	2
Hemolytic anemia	2	2	0	1	1	0	0	1	0
Iron deficiency anemia	3	1	2	0	1	0	0	0	0
Aplastic anemia	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sideroblastic anemia	2	2	0	1	0	1	0	2	0
Refractory anemia	1	1	0	1	0	0	1	1	0
Myelodysplastic syndrome	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Acute myelocytic leukemia	5	1	2	0	1	0	0	0	1
Chronic myelocytic leukemia	4	0	3	1	0	0	1	0	1
Acute lymphocytic leukemia	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Chronic lymphocytic leukemia	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Megakaryoblastic leukemia	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Multiple myeloma	5	2	2	1	0	0	0	0	1
Primary macroglobulinemia	2	2	0	2	0	0	1	0	2
Malignant lymphoma	10	4	1	1	0	0	1	0	2
Others	13	5	7	0	0	0	0	0	0

++: Moderate uptake, +: Slight uptake

Fig. 1 a|b|c Grade of ^{201}Tl bone marrow uptake in the sternum.

a: Moderate uptake (++), b: Slight uptake (+), c: No uptake (-).

Fig. 1 の胸骨集積例で示すごとく、骨輪郭を明瞭に識別できる程度の中程度集積(++), 骨輪郭はやや不鮮明であるが、周囲より強く(++)より弱い軽度集積(+)および陰性(-)の三段階に区分し、(+)以上を骨集積陽性とした。なお、肋骨集積は肺集積との鑑別が困難なため、びまん性肺集積を示す心肺疾患の有無を考慮し、しかも ^{111}In 骨髄シンチグラフィや骨シンチグラフィも参考にして、肋骨集積を強く疑わせる散在性、不均等な集積を陽性とした。四肢の骨集積は筋肉集積との鑑別を要するため、骨と一致し四肢の中心に強い限局性集

積を陽性とした。

一部の症例には ^{111}In -chloride 骨髄シンチグラフィおよび ^{67}Ga -citrate シンチグラフィを実施し、 ^{201}Tl シンチグラムの読影の参考にした。前者は ^{111}In 3 mCi の静注後 48 時間に、また、後者は ^{67}Ga 3 mCi の静注後 48 時間に前・後面の全身像を撮影した。

骨髄所見は 93 例中 38 例において胸骨の骨髄穿刺標本により評価した。胸骨の骨髄穿刺は原則として ^{201}Tl シンチグラフィ施行時の前後 1~2 週間以内に実施した。

III. 結 果

^{201}Tl 骨集積の陽性率を Table 1 に示す。胸骨集積でみると、赤血球増加症は 41 例中 29 例 (70.7%) が集積陽性であり、そのうちの 5 例が明瞭な(++)の集積を示した。症例数は少ないが、溶血性貧血 (遺伝性球状赤血球症と自己免疫性溶血性貧血)、鉄芽球性貧血、不応性貧血、原発性マクログロブリン血症、多発性骨髄腫などにも(++)の集積を認めた。慢性骨髄性白血病や慢性リンパ

Table 2 Relationship between cellularity of bone marrow and grade of ²⁰¹Tl bone marrow uptake

N=64

	Cellularity of bone marrow		
	hyper-cellular N=38	normo-cellular N=22	hypo-cellular N=4
Grade of ²⁰¹ Tl uptake			
++	16 (42.1)	6 (27.3)	1 (25.0)
+	17 (44.7)	11 (50.0)	1 (25.0)
-	5 (13.2)	5 (22.7)	2 (50.0)
(%)			

Table 3 Relationship between cellularity of erythroid series and grade of ²⁰¹Tl bone marrow uptake

N=18

	Cellularity of bone marrow		
	hyper-cellular N=13	normo-cellular N=4	hypo-cellular N=1
Grade of ²⁰¹ Tl uptake			
++	8 [2] (61.5)	2 [1] (50.0)	0
+	5 (38.5)	1 (25.0)	0
-	0	1 (25.0)	1 (100)

[]: Cases with atypical erythroblast, (%)

性白血病は軽度な(+)の集積であり、急性骨髓性白血病は5例中1例が(++), 2例が(+)の集積であった。悪性リンパ腫では10例中4例が(++)の集積を示した。なお、肩、鎖骨、肋骨などの集積陽性例は少なかった。

骨髓の細胞増生度と²⁰¹Tl 胸骨集積の関係 (Table 2) をみると、過形成骨髓は38例中33例(86.8%)が陽性で、しかも16例(42.1%)が(++)の集積であり(-)は5例のみであった。正形成骨髓では22例中17例(77.3%)が集積陽性であったが(++は27.3%と過形成骨髓に比し少なかった。低形成骨髓は4例と少なかったが、(+)および(++の集積がそれぞれ1例ずつ認められた。

Table 4 Relationship between cellularity of granulocytic series and grade of ²⁰¹Tl bone marrow uptake

N=24

	Cellularity of bone marrow		
	hyper-cellular	normo-cellular	hypo-cellular
Grade of ²⁰¹ Tl uptake			
++	M N+E N+E N+E E		
+	M M M M M N N N N	M N N E	Mk
-	N N E	M	M

M: Case with proliferated myeloblasts, N: Case with increased neutrophils, E: Case with increased eosinophils, N+E: Case with increased neutrophils and eosinophils, Mk: Megakaryoblastic leukemia

赤芽球系疾患において、骨髓細胞増生度と胸骨集積の関係 (Table 3) をみると、過形成骨髓の13例は全例が陽性で、しかも8例(61.5%)が(++の集積を示した。正形成骨髓では4例中2例(50.0%)が(++の集積であった。なお、異型赤芽球が認められた3例および前赤芽球が2%以上(2.0~5.9%)に認められた4例は(++の集積を示した。低形成骨髓で集積陰性の症例は再生不良性貧血である。

顆粒球系の疾患において、骨髓の細胞増生度と胸骨集積の関係 (Table 4) をみると、好中球系細胞の増加を示す症例(N)では、過形成骨髓の9例中7例(77.8%)が集積陽性であり、集積陰性は2例のみであったが、陽性例のうち4例は(++の集積であり、また、(++の集積を示した3例も同時に好酸球増多を伴う症例(N+E)であった。骨髓芽球の増生を伴う9例(M)では、過形成骨髓を示した6例中1例が(++、5例が(+)の集積であったが、正形成骨髓の2例中1例および低形成骨髓の1例は集積陰性であった。なお、正形成骨髓で(+)の集積を示した症例は不明熱で発症し、骨髓像で骨髓芽球の増生を伴う骨髓異形成症候群様の

Table 5 Relationship between grade of cellularity of plasma cells, lymphocytic series, other cells and grade of ^{201}Tl bone marrow uptake

N=22

Cellularity of bone marrow			
	hyper-cellular	normo-cellular	hypo-cellular
Grade of ^{201}Tl uptake			
++	My My Pl	Pl Mly Lpl Lpl	Mly
+	My My Cll	Pl Pl Mly Mly Lpl Ly	
-	My All	Rly Rly Rly	

My: Multiple myeloma, Mly: Malignant lymphoma, Cll: Chronic lymphocytic leukemia, All: Acute lymphocytic leukemia, Pl: Case with increased plasma cells, Lpl: Case with increased lymphoplasmotoid cells, Ly: lymphocytosis, Rly: Relative lymphocytosis

所見が確認された例であり、胸骨集積が骨髓異常を診断する糸口となった。好酸球系細胞の増加を示した6症例(E)では、過形成骨髓の5例中4例が集積陽性であり(好酸球系細胞3.4~14.0%),すべて(++)の集積を示した。この4例中3例は好中球系細胞の増生も伴っていた(N+E)が、他の1例は好酸球増多が単独に認められ、胸骨集積により骨髓異常を推定できた症例である。(+)の集積を示した他の1例は正形成骨髓(有核細胞数 $8 \times 10^4/\text{mm}^3$)で、好酸球増多(14.0%)を単独に示した。

その他の細胞増生度と胸骨集積の関係を Table 5 に示す。多発性骨髓腫(My)の5例では全例が過形成骨髓であり、そのうちの2例(骨髓腫細胞1.4%, 19.0%)は(++)の集積を、他の2例(同30.4%, 41.0%)は(+)の集積を示したが、骨腫瘍を形成した1例(同90.8%)では集積陰性であった。形質細胞の増生を示した4例(Pl)では過形成骨髓と正形成骨髓の各1例が(++)の集積を、正形成骨髓の2例が(+)の集積を示し、全例が集積陽性であった。リンパ形質細胞様細胞の増生を認めた3

Table 6 Findings of ^{201}Tl bone marrow uptake on the whole body scintigram

N=17

Bones	Grade of ^{201}Tl bone marrow uptake		
	++	+	-
Sternum	11 (64.7)	3 (17.6)	3 (17.6)
Shoulder	5 (29.4)	4 (23.5)	8 (47.1)
Clavicle	1 (5.9)	6 (35.3)	10 (58.8)
Vertebrae	4 (23.5)	10 (58.8)	3 (17.6)
Ribs	4 (23.5)	5 (29.4)	8 (47.1)
Pelvis	4 (23.5)	10 (58.8)	3 (17.6)
Femur			
proximal	4 (23.5)	2 (11.8)	11 (64.7)
distal	3 (17.6)	6 (35.3)	8 (47.1)
Knee	3 (17.6)	1 (5.9)	13 (76.5)
Tibia	2 (11.8)	3 (17.6)	12 (70.6)
Foot	2 (11.8)	3 (17.6)	12 (70.6)
Humerus	0	0	17 (100)
Elbow	0	1 (5.9)	16 (94.1)
Skull	0	3 (17.6)	14 (82.4)

(%)

++: Moderate uptake, +: Slight uptake

例(Lpl)では正形成骨髓の2例(Lpl 6.2%, 31.7%)は(++)の、1例は(+)の集積を示した。慢性リンパ性白血病(Cll)の1例(過形成骨髓、リンパ球系78.6%)は(+)の集積であり、急性リンパ性白血病(All)の1例(化学療法治療後、過形成骨髓でリンパ芽球76.0%)は集積陰性であった。悪性リンパ腫(Mly)の4例では正形成骨髓と低形成骨髓(治療後)の各1例は(++)の集積を示したが、正形成骨髓の2例は(+)の集積であった。そのほか、リンパ球増多(Ly)を示した1例は(+)の集積であったが、相対的リンパ球増多(Rly)の3例は全例が集積陰性であった。

^{201}Tl 全身シンチグラムの成績(Table 6)をみると、集積陽性率は胸骨、胸・腰椎、骨盤などが82.3%と高率であった。(++)の集積は胸骨で64.7%と最も高率に、また、肩、胸・腰椎、肋骨、骨盤大腿骨などで20.0%以上に認められたが、鎖骨、脛骨、足などではより低率であり、上腕骨、肘、頭蓋には認められなかった。なお、肋骨と鎖骨の集積は肺集積と、また、腰椎や骨盤の集積は周囲の集積と識別し難い場合があった。肩の集積は低率であるが、判定が容易なため骨集積診断の糸口

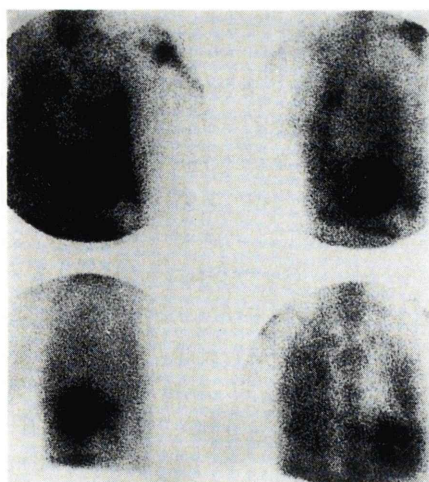


Fig. 2 a|b ^{201}Tl image of a case of hemolytic anemia.
c|d

a: 30° left anterior oblique (LAO 30°) image.

b: 60° left anterior oblique (LAO 60°) image.

c: Left lateral image, d: Anterior image.

Marked ^{201}Tl uptake was shown in the sternum, left shoulder, left humerus and both lungs. The right ventricle was visualized.

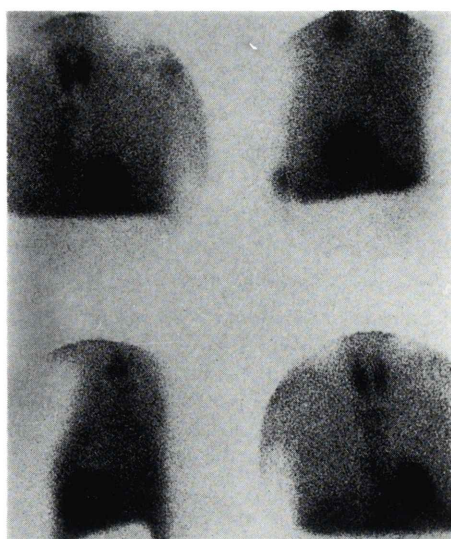


Fig. 3 a|b ^{201}Tl image of a case of macroglobu-
c|d linemia.

a: LAO 30° image, b: LAO 60° image, c: Left lateral image, d: Anterior image.

Marked ^{201}Tl uptake was shown in the sternum and left shoulder.

となった。なお、これらの症例のうち、鉄芽球性貧血、不応性貧血、真性赤血球増多症などで ^{201}Tl 全身シンチグラムを ^{111}In 骨髓シンチグラムと対比した結果、 ^{201}Tl 骨集積は ^{111}In の造血髄分布とほぼ一致し、また、白血化した悪性リンパ腫、原発性マクログロブリン血症などで ^{67}Ga 全身シンチグラムと対比した結果、 ^{201}Tl 骨集積部と ^{67}Ga 骨・骨髓集積の増強した部位が比較的良好に一致した。

IV. 症例呈示

1) M.F., 66歳, 女性

自己免疫性溶血性貧血で、過形成骨髓を呈し、赤芽球系の増生 (34.8%, G/E 1.0) を認めた。 ^{201}Tl 像 (Fig. 2) では前面像で明瞭な (++) の胸骨集積を、左前斜位像で左肩と左上腕骨の (++) の集積を認めた。なお、明瞭な肺集積と右室壁の描出も認められた。

2) K.S., 57歳, 男性

原発性マクログロブリン血症で、IgM 4,385

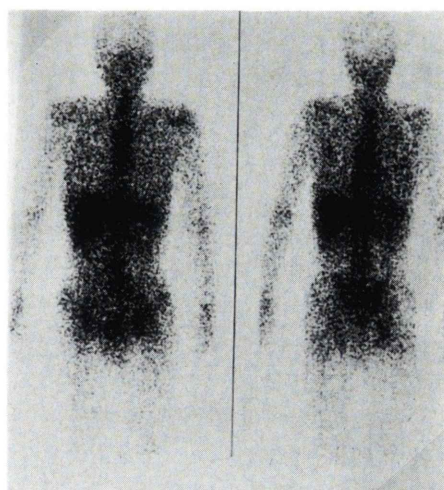


Fig. 4 a|b ^{67}Ga whole body image of the case shown in Fig. 3.

a: Anterior image, b: Posterior image.

Generalized increase of ^{67}Ga bone marrow uptake was shown.

mg/dl と高値であり、骨髓は正形成骨髓であるがリンパ形質細胞様細胞の増生 (31.7%) を認めた。

^{201}Tl 像 (Fig. 3) で胸骨、左肩に明瞭な (++) の集積

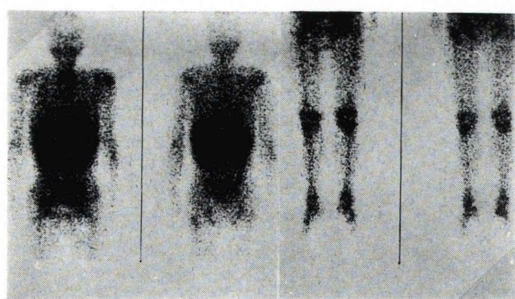


Fig. 5 a|b|c|d ^{201}Tl whole body image of the case shown in Fig. 3.

a,c: Anterior image, b,d: Posterior image.

Generalized marked increase of ^{201}Tl bone marrow uptake was shown. This image was easier in judging abnormalities of bone marrow uptake than ^{67}Ga image in Fig. 4.

を認めた。 ^{111}In 骨髄像は正常像を示し、 ^{67}Ga 像 (Fig. 4) では全般的な骨・骨髄集積の増加が認められた。 ^{201}Tl 全身像 (Fig. 5) では胸骨、胸椎、骨盤、四肢骨 (特に下肢骨) などに明瞭な (++) の集積を認めた。 ^{201}Tl の集積パターンは ^{67}Ga のそれとほぼ一致するが、後者に比し異常集積としての判定が容易であった。

V. 考 案

骨髄シンチグラフィは骨髄の分布・形態を描画する方法であり、主として $^{111}\text{In-chloride}$ ¹⁻⁵⁾ や $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -コロイド^{2,5,6)} が造血髄を描画する目的で利用されているが、 $^{67}\text{Ga-citrate}$ も骨髄病巣を陽性描画する目的で白血病などに利用され、その報告⁷⁻¹³⁾ が散見される。一方、 ^{201}Tl シンチグラフィの骨・骨髄疾患への応用^{14,15)} は少なく、ことに骨髄疾患に関する報告はほとんど見当たらない。 ^{201}Tl は本来、骨・骨髄集積が少なく、縦隔病巣の検出に有利とされる¹⁶⁾ が、本集計では胸骨を主体に骨・骨髄集積が少なからず認められた。

^{201}Tl 胸骨集積は血液・造血器疾患に多く認められ、骨髄異常との関連性が示された。胸骨集積度と骨髄の細胞増生度との関係を見ると、Table 2 に示したごとく、両者の間に関連性を認めるもののその相関はそれほど良好ではなかった。この点

に関し、両者の関係は細胞増生度以外の骨髄集積の諸要因にも影響されること、また、骨髄穿刺による骨髄像 (ミクロの骨髄像) が胸骨全体の骨髄像 (マクロの骨髄像) を必ずしも忠実に反映しないため、ミクロの骨髄像である細胞増生度とマクロの骨髄像である胸骨集積の関係に見掛け上の解離が生ずることなどの点も考慮すべきである。これらの点を踏まえ、 ^{67}Ga や ^{111}In の骨髄シンチグラムと対応する成績が得られたことも考慮すると、前述した成績は本法の意義を低めるものでなく、むしろ本法はより広範囲で平均的な骨髄像を描画する点で骨髄穿刺法による骨髄評価の相補的役割を果たすと考えられる。

胸骨集積度と骨髄の細胞成分との関係を見ると、赤芽球の増生を示す疾患の胸骨集積度は赤芽球系全体の増生度と関連するが、異型赤芽球や前赤芽球の存在・増生との関連も推定された。好中球系の増生を示す疾患では一般に軽度の胸骨集積であった。リンパ性、骨髄性を問わず白血病、特に白血病細胞の増生の少ない症例では胸骨集積が軽度であり、本法の診断的意義は少ないと考えられる。形質細胞系の増生は胸骨集積と比較的密接な関連を有し、明瞭な集積を示したが、多発性骨髄腫の1例は集積陰性であり、その原因として骨髄腫細胞の過度の増生・圧迫による骨髄血流量の減少も一因と考えられた。

^{111}In 骨髄シンチグラムは赤芽球増生を有する疾患では中心性骨髄の集積増加と末梢性骨髄への集積進展を、また、白血病、多発性骨髄腫や悪性リンパ腫では中心性骨髄の集積低下、末梢性骨髄での集積増加、髄外造血巣の描出などを示す¹⁻⁶⁾。これら ^{111}In の特徴に加え、今回の成績を考慮すると、 ^{201}Tl は赤芽球系の増生する疾患では ^{111}In とほぼ同様の集積パターンを示し、造血髄の状態、特に過形成髄を概略的に評価しうる点で、また、多発性骨髄腫や悪性リンパ腫では ^{111}In と異なり骨髄異常を直接陽性描画しうる点で有用と考えられる。

^{67}Ga シンチグラムは白血病、多発性骨髄腫、悪性リンパ腫などに骨髄病変の陽性描画法として

利用され、その意義が報告⁷⁻¹³⁾されている。本集計でも原発性マクログロブリン血症や白血化した悪性リンパ腫などで骨髓集積の増加を認め、 ^{201}Tl とほぼ同様な成績を示した。 ^{67}Ga は本来生理的骨髓集積を有するため、異常集積としての識別は必ずしも容易でないが、これに対し、 ^{201}Tl は骨集積の有無で骨髓異常の有無を推定できる点で有用である。

^{201}Tl は投与後1回の循環でその大半が血管外に漏出し、ただちに $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{ ATPase}$ 系の活性に関連して細胞内に移行・摂取され、その分布は血流分布、拡散スペースの大きさに従って配分される¹⁷⁾。この ^{201}Tl の特徴と本集計の成績を考慮して、 ^{201}Tl の骨髓集積に関与すると推定される要因を検討すると以下のものが挙げられる。1) ^{201}Tl 拡散スペースの大きさ：過形成骨髓では細胞増生により拡散スペースが細胞性に増大する。2) ^{201}Tl 親和性：増生細胞の種類により親和性の異なる可能性があり、赤芽球系や形質細胞系の増生で明瞭な胸骨集積を示す傾向がある。3) 血管透過性： ^{67}Ga の骨髓集積で血管透過性亢進の関与が報告¹³⁾されている。4) 骨髓血流量：一般に細胞増生度に応じて骨髓血流量が増大^{18,19)}し骨髓集積も増大するが、過度な増生では圧迫により逆に血流量が減少する可能性もある。以上のごとく、 ^{201}Tl の骨髓集積には複数の要因が関与し、骨髓の増生細胞の種類と増生度が主要因と推定されるが、症例により骨髓血管の透過性や骨髓血流量の変化など他の要因も関与すると考えられる。

^{201}Tl の骨・骨髓集積は血液・造血器疾患を主体に骨髓異常を有する種々の疾患に認められるため、 ^{201}Tl シンチグラムの読影の際には胸骨などの骨・骨髓集積の有無に注意する必要がある。 ^{201}Tl 骨集積を念頭に置くことにより、骨髓異常の診断が可能となり、また、腫瘍シンチグラムの読影の際にも ^{201}Tl 集積部の鑑別に役立つ場合がある。症例を選択すれば本法は全身の骨髓像を評価する方法として利用しうる可能性もあり、撮影条件を含め、今後さらに検討すべきと考えられる。

VI. 結 語

各種疾患93例を対象に ^{201}Tl の骨・骨髓集積を検討した。1) ^{201}Tl 胸骨集積は血液・造血器疾患を主体に骨髓異常を有する各種疾患に認められた。2) 胸骨集積は骨髓の各種細胞や未熟細胞の増生と関連し、ことに赤芽球系や形質細胞系の増生で明瞭な胸骨集積を示した。3) ^{201}Tl 全身像において ^{201}Tl 集積は胸骨、胸・腰椎、骨盤などで82.3%に認められた。4) 赤血球増加症5/41、溶血性貧血2/2、鉄芽球性貧血2/2、多発性骨髄腫2/5などで明瞭な胸骨集積を認めたが、白血病では軽度集積ないし陰性が多かった。5) ^{201}Tl シンチグラフィは骨髓異常の描出に役立ち、その読影上、骨・骨髓集積にも注意すべきである。

文 献

- 1) Lilien DL, Berger HG, Anderson DP, et al: ^{111}In -chloride: A new agent for bone marrow imaging. *J Nucl Med* **14**: 184-186, 1973
- 2) 刈米重夫：核医学大系8(血液・網内系/腫瘍). 実業公報社, 東京, 1977, p. 37
- 3) Pauwels EKJ, Velde JT, Hermans J, et al: ^{111}In Indium chloride bone marrow scintigraphy in aplastic anemia. *Scand J Haematol* **26**: 81-90, 1981
- 4) Saile BA, Helmer RE, Birdsong BA, et al: Bone-marrow imaging with ^{111}In Indium-chloride in aplastic anemia and myelofibrosis; Concise communication. *J Nucl Med* **23**: 121-125, 1982
- 5) 油野民雄, 上野恭一, 杉原政美, 他：塩化インジウムによる骨髓シンチグラフィ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -コロイドとの対比). *核医学* **14**: 863-869, 1977
- 6) Kinsley RM: Marrow studies with radionuclides. *Semin Nucl Med* **2**: 71-85, 1972
- 7) Milder MS, Glick JH, Henderson ES, et al: ^{67}Ga scintigraphy in acute leukemia. *Cancer* **32**: 803-808, 1973
- 8) Zuraw MS, Ko B, Siddiqui A, et al: The lack of correlation of gallium (^{67}Ga) scans with known prognostic indicators in childhood acute lymphocytic leukemia. *Med Pediatr Oncology* **5**: 39-50, 1978
- 9) Gates GF: The gallium bone scan in acute leukemia. *J Nucl Med* **20**: 854-856, 1979
- 10) Hoppin EC, Lewis JP, DeNardo SJ: Bone marrow scintigraphy in the evaluation of acute nonlymphocytic leukemia. *Clin Nucl Med* **4**: 296-301, 1979
- 11) Waxman AD, Siemos JK, Levine AM, et al:

- Radiographic and radionuclide imaging in multiple myeloma: The role of gallium scintigraphy: Concise communication. *J Nucl Med* **22**: 232-236, 1981
- 12) 横溝 雄, 仲山 親, 木本龍也, 他: 骨髓性疾患における RI 診断法の有用性——2 例の報告——. *臨放* **28**: 915-918, 1983
- 13) Lentle BC, Penney H, Ensslen R: A generalized increase in uptake of gallium-67 in bone. *Semin Nucl Med* **14**: 143-145, 1984
- 14) 中間 昌博, 渋谷 光柱, 菅原 正: ^{201}Tl -chloride の骨疾患への応用. *核医学* **16**: 7-15, 1979
- 15) 穴戸文男, 津屋 旭, 洪 誠秀, 他: 骨病変に対する ^{201}Tl -chloride シンチグラフィの臨床的価値について. *核医学* **18**: 455-462, 1981
- 16) 利波紀久, 道岸隆敏, 分校久志, 他: ^{201}Tl -chloride による臨床腫瘍スキャンニング. *Radioisotopes* **25**: 829-831, 1976
- 17) 鳥塚莞爾: 核医学大系 7 (心・血管系). 実業公報社, 東京, 1976, p. 49
- 18) Wootton R, Reeve J, Veall N: The clinical measurement of skeletal blood flow. *Clin Sci Mol Med* **50**: 261-268, 1976
- 19) Van Dyke D, Anger HO, Parker H, et al: Markedly increase bone blood flow in myelofibrosis. *J Nucl Med* **12**: 506-512, 1971