

《ノート》

腎性骨異栄養症における全身骨シンチグラフィの
画像解析および定量化の試みA Trial of Quantitative Analysis of Skeletal Whole Body Scintigraphy
in Renal Osteo-dystrophy

木 田 利 之* 成 田 滋**

Toshiyuki KIDA and Shigeru NARITA

*Department of Radiology, Fukushima Medical College.

**Department of Internal Medicine, Fujita General Hospital

1. はじめに

骨シンチグラム用放射性医薬品として、1971年 Subramanian ら^{1),2)}により Tc-99m-リン酸化合物が開発されて以来、鮮明な骨シンチグラムが容易に得られるようになり、癌の骨転移巣の早期発見ならびに各種骨疾患の診断に Tc-99m-リン酸化合物による骨シンチグラムの有用性が高く評価されていることは、周知の事実である。われわれは、慢性血液透析患者で、明らかに二次性副甲状腺機能亢進症と診断された患者について全身骨シンチグラフィを行う機会を得た。本症は、癌の骨転移や局所性骨疾患とは異なり、全身性、左右対称性に骨変化をきたすため、シンチグラム読影上、骨異常の判定が非常に困難である。そこで、われわれは、カラーテレビジョンディスプレイシステムによる全身骨シンチグラムの画像解析および定量化を試みたところ、ある程度満足する結果が得られたので報告すると共に、活性ビタミン D₃ 剤 (1 α -OH-D₃) の治療効果判定にも役立つか否かを

検討したので報告する。

2. 対象および方法

2-1 検索対象

血液透析を受けている慢性腎不全患者 6 例 (男: 4 例, 女: 2 例) で、全例が二次性副甲状腺機能亢進症の臨床検査成績を示した (Table 1)。平均年齢は 40 歳 (25~65 歳) で、平均透析期間は 16 カ月 (8~37 カ月) である。全例に活性ビタミン D₃ 剤 (1 α -OH-D₃) を投与し、その治療効果判定に供した。対照群としては、背部痛、腰痛などを訴え、他科より骨シンチグラフィを依頼された患者の中、レ線像および骨シンチグラムで異常を認めなかった 9 例を選んだ。平均年齢は 40 歳 (25~57 歳) である。

2-2 方 法

全身骨シンチグラフィは、全例に Tc-99m-MDP (methylene-diphosphonate) 5~10 mCi を静注、3 時間後に東芝製全身ガンマカメラ (マイクロドッド・イメージャー付) により、1:7 の縮少率で正面および背面より全身像を撮像した。次に、得られた全身骨シンチグラムをカラー化し、画像解析ならびに定量化するために、日立製 FVC-203

* 福島県立医科大学放射線科学教室

** 公立藤田病院内科

受付: 53 年 5 月 25 日

最終稿受付: 53 年 5 月 25 日

別刷請求先: 福島市杉妻町 4 番 45 号 (☎ 960)

福島県立医科大学放射線科学教室

木 田 利 之

Key words: Color display, Quantitative analysis, Skeletal whole body scintigraphy, Renal osteodystrophy

Table 1 Clinical and Laboratory Data in 6 Patients on Chronic Hemodialysis

No. of Patient	Age and Sex	Primary Renal Disease	Duration of Dialysis (month)	Ca (mg/dl)	P (mg/dl)	Al-p (K.A.u.)	PTH (ng/dl)
1	30 m	CGN	37	8.4	8.0	10.1	2.0
2	42 m	„	14	7.5	8.2	15.5	9.0
3	34 f	„	13	7.4	4.4	6.1	1.7
4	43 f	PK	13	8.2	7.6	3.8	2.9
5	25 m	CGN	8	8.5	5.3	9.0	1.8
6	65 m	„	8	7.8	6.1	9.6	1.2
Mean Value	40		16	8.0	6.6	9.0	3.1

CGN: Chronic Glomerulonephritis. PK: Pregnancy Kidney

形カラービデオサブトラクション装置を利用して、全身骨シンチグラムの4色カラー処理（黄，赤，緑，青）を行い，プランメーターにより各色調の面積比百分率を測定し，定量的評価を行った³⁾。黄色がRI集積の最も多い部位を示し，次いで，赤，緑の順で，青はバックグラウンドを示す。治療効果判定については，全例に，活性ビタミンD₃剤投与前と投与中の全身骨シンチグラフィーを行い，両者について比較検討した。

3. 結 果

まず第一に，本法による正常値を決定するため

に上述の対照群について検討した。全身骨シンチグラムの4色カラー処理後の黄，赤，緑および青の各色調面積比(%)をY, R, G, Bとする。対照群の正面像では， $Y=1\pm0$, $R=6\pm2$, $G=17\pm3$, $B=76\pm4$ (%)，背面像では，それぞれ 1 ± 0 , 6 ± 2 , 15 ± 4 , 78 ± 6 (%)であった。この値をそのまま正常値としたいところであるが，青はバックグラウンドであり，実際に骨に集積したRIは，黄，赤，緑の3色で表現され，したがって，骨のRI集積分布の評価には，Y, R, G について考えるのが妥当である。そこでBを差引いた値を100%としてY, R, G 値を求めた。その結果，正面像では $Y=$

Table 2 Area percentages of color distribution of color-processed skeletal whole body scintigram

ANTERIOR VIEW		Patient No. Duration of Dialysis (month)	POSTERIOR VIEW	
BEFORE TREATMENT	DURING TREATMENT		BEFORE TREATMENT	DURING TREATMENT
20 34 46	18 45 37	1 37	20 33 47	16 41 43
17 31 52	16 33 51	2 14	14 10 59	28 62
23 34 43	8 50 42	3 13	22 33 45	15 41 44
30 35 35	4 44 52	4 13	23 32 45	8 36 56
27 31 42	3 31 66	5 8	26 30 44	4 29 67
26 35 39	15 45 53	6 8	24 33 43	6 39 55
71 25	4	CONTROL	68 27	5
Yellow			Red	
			Green	

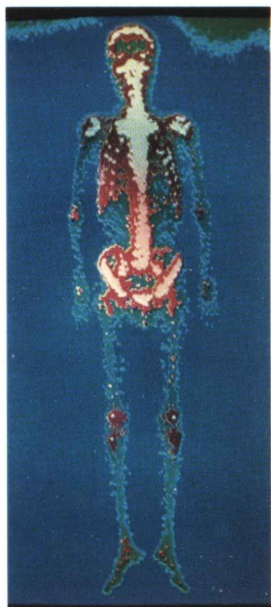


Fig. 1a Before treatment, colorprocessed scintigram of case 2 (42y)

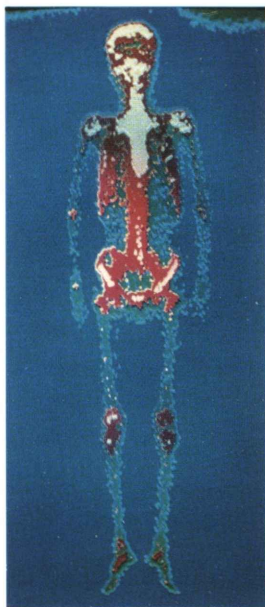


Fig. 1b During treatment, colorprocessed scintigram of the same case

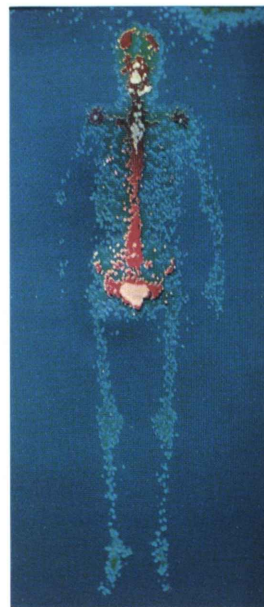


Fig. 2 Normal case (42y)

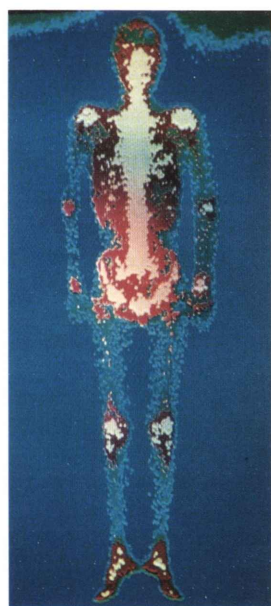


Fig. 3a Before treatment, colorprocessed scintigram of case 5 (25y)

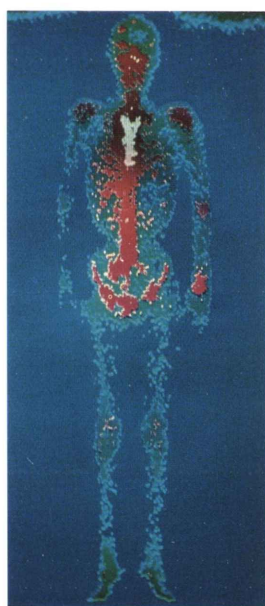


Fig. 3b During treatment, colorprocessed scintigram of the same case

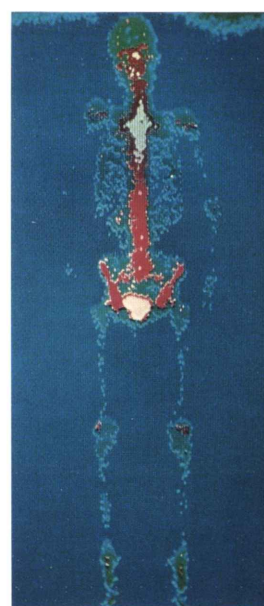


Fig. 4 Normal case (25y)

4 ± 1 , $R = 25 \pm 5$, $G = 71 \pm 5$ (%), 背面像では, それぞれ 5 ± 1 , 27 ± 5 , 68 ± 4 (%) となった. この値を本法における正常値として検討した.

Table 2 は, 対照群ならびに各症例ごとの全身骨正面および背面像における治療前, 中の各色調面積比の比較を示した表である. 対照群と対象群の投与前の平均値を Welch 検定法により検討すると, Y, R, G 値は正面像, 背面像ともに有意の差を認めた ($P < 0.01$).

これを各症例ごとの色調面積比について正常値と比較すると, 全例とも有意の異常分布を示した ($P < 0.05$, χ^2 検定).

次に, 全症例について活性型ビタミン D_3 剤投与による治療効果を t 検定により検討すると, 投与前に比し投与中では Y が有意に減少していた ($P < 0.05$). しかしながら, R, G に有意差はみられなかった. このことは, 活性型ビタミン D_3 剤投与中にみられる骨シンチグラム上の改善は, Y の減少が先行するように思われる. これを各症例ごとに検討してみると, 症例 1, 2 は治療中にも拘わらず, 治療前に比して有意の差は認められなかったが, 症例 3 は正面像では有意差あり, 背面像では有意差なく, やや改善と判定した. 症例 4, 5, 6 では, 明らかに有意に改善していた ($P < 0.05$). このように治療効果を色調面積比から定量的に判定できる結果を得た.

さて, われわれが本法により得られた実際例について提示する.

Fig. 1a は, 42 歳の男で, 14 カ月間血液透析を行った症例の 4 色カラー処理像である. これを同一年令の正常例 (Fig. 2) と比較すると, 明らかに RI 集積の多いことがわかる. また, プラニメーターにより各色調の面積比を自動的に求めることにより一層定量的に観察できる. Fig. 1b は, 活性型ビタミン D_3 剤を 3 カ月間投与時のものであるが, 投与前の Fig. 1a と比較すると治療効果がなかったことが定量的に観察できる.

Fig. 3a は, 25 歳の男で, 8 カ月間血液透析を行った症例の 4 色カラー処理像である. これを同一年令の正常例 (Fig. 4) と比較すると, 一見して

RI 集積の多いことがわかる. Fig. 3b は, 活性型ビタミン D_3 剤を 3 カ月間投与時のもので, 治療前 (Fig. 3a) のものに比べ治療効果のあったことが, 客観的に把握できた.

4. 考 察

全身骨シンチグラムは, 正常であれば左右対称的に描記されるのが原則である. したがって, 全身骨シンチグラムの正常像か異常像かの判定は, まず正中線を中心として左右の対称性について観察し, 放射能集積に左右差が認められた場合には異常所見ありとして判定される. ところが, 二次性副甲状腺機能亢進症に伴う腎性骨異栄養症は, 前述のごとく, 全身性にかつ左右対称性に骨変化を来すため, 骨異常の判定がしばしば困難となり, 全身骨シンチグラムの読影に際し, 読影者の主観が可成り入って来る. そこでわれわれは客観的に把握できる一つの手段として, 腎性骨異栄養症における全身骨シンチグラムの画像解析および定量化法についての検討を試みたのである.

従来までも, 骨シンチグラフィーによる腎性骨異栄養症の定量的評価の試みがなされていないわけではない. Bessler (1973)⁴⁾ は, ^{85}Sr 投与後, 脊柱の各部分の計数率を計測して正常例では 200 cpm 以下, 病的状態では 300 cpm 以上を示し, 本症では 494 cpm と異常高値を示したことを報告している. Sy ら (1975)⁵⁾ は, Tc-99m -ポリリン酸を用いてもっとも骨変化の来し易い 7 部位 (頭蓋冠, 下顎骨, 胸骨, 肩峰・鎖骨部, 脊椎, 骨盤および大腿・脛骨部) を選び, これらの部位について個々に検討し, 随意に正常部を 0, 最大放射活性部を 4 とスコアを決め, これら 7 部位の全スコアより, 半定量的に検討している. Olgaard ら (1976)⁶⁾ は, Tc-99m -ピロリン酸を用いて下肢における RI-uptake の程度および範囲に応じて, 4 グループに分類し, 骨変化の重症度を決定している. 一方, Hermann ら (1976)⁷⁾ も Tc-99m -ピロリン酸を用いて比較的頭蓋骨に骨異常が多くみられるということで, 頭蓋部 / 胸部のカウント比を算出し, 半定量的観察を試みている.

このように、従来試みられている方法は、主としてある特定部位の骨変化について定量的評価がなされているに過ぎない。しかるに本症は全身性に骨変化を来す以上、特定部位についての定量的評価だけではきわめて不満足で、全身骨シンチグラムによる定量的評価が最も適当であろう。そのためには、まず全身骨シンチグラムの読影に際して主観の入らない画像解析法が必要であり、それを基盤とした定量的評価が最適であると考えた。われわれは、宮前ら⁸⁾の方法に着目し、データカラーシステムによる全身骨シンチグラムの解析を行った所、単色シンチグラムよりも一層判読し易くなり、各色調面積比も簡単に求められるので定量的評価も可能となり、客観性のあるデータが得られた。活性型ビタミン D₃ 剤投与前と投与中の全身骨シンチグラムを比較し、本法が治療効果判定に役立つか否かを検討したが、比較的クリアカットに治療効果の判定ができる結果を得ている。本法による治療効果判定成績では、症例数は少ないが長期透析に改善がみられず、短期透析例に著明な改善を認める傾向があることから、活性型ビタミン D₃ 剤の治療は、透析期間の早期から開始すべきであることを示唆しているものと思われる。

5. 結 語

1) 全身骨シンチグラムをカラー処理することにより、単色シンチグラムよりも判読し易くなり、各色調の面積比も簡単に求められるので定量的評

価が可能である。

2) 本法は、腎性骨異栄養症の治療効果判定にも有用である。

以上、今回の経験から、本法は代謝性乃至内分泌性骨疾患の診断にも大いに役立つものと考えている。

文 献

- 1) Subramanian G, McAfee JG: A new complex of ^{99m}Tc for skeletal imaging. *Radiology* **98**: 192-196, 1971
- 2) Subramanian G, McAfee JG, Bell EG, et al: ^{99m}Tc labeled polyphosphate as a skeletal imaging agent. *Radiology* **102**: 701-704, 1972.
- 3) 木田利之, 成田 滋: カラーテレビジョンディスプレイによる腎性骨異栄養症の全身骨シンチグラフィの画像解析および定量化. *映像情報*. **10**: 306-308, 1978
- 4) Bessler W: Szintigraphische Untersuchungen bei Skelettsystem-erkrankungen. *Radiologe* **13**: 117-124, 1973
- 5) Sy WM, and Mittal AK: Bone scan in chronic dialysis patients with evidence of secondary Hyperparathyroidism and renal Osteodystrophy. *Brit J Radiol* **48**: 878-884, 1975
- 6) Ølgaard K, Heerfordt J and Madsen S: Scintigraphic skeletal changes in uremic patient on regular hemodialysis. *Nephron* **17**: 325-334, 1976
- 7) Hermann HJ, and Gahl G: Knochenszintigraphie bei der renalen Osteopathie. *Nucl. Med* **15**: 223-227, 1976
- 8) 宮前達也, 竹中栄一: データーカラーシステムの RI シンチグラム解析への応用. *映像情報*. **3**: 15-18, 1971