

《原 著》

^{201}Ti -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET による心筋血流の比較検討 ——視覚的および定量的評価——

王 麗娟* 河邊 讓治* 重松 誠* 岡村 光英*
 小山 孝一* 越智 宏暢* 山岸 広幸** 秋岡 要**
 田中 聰彦**

要旨 非心筋梗塞 (non-MI) 患者 7 例および心筋梗塞 (MI) 患者 42 例を対象に、心筋血流について ^{201}Ti -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET を視覚的および定量的に比較検討した。方法： ^{201}Ti -SPECT および $^{13}\text{NH}_3$ -PET 像から視覚的には 4 段階の欠損スコア (DS) を、定量的には極座標図を用い % uptake を算出した。結果：non-MI 患者の左室各部位の NH_3 % uptake では側壁は中隔に比し有意に低かった。また側壁においては NH_3 % uptake は Tl % uptake に比し有意に低かった。MI 患者の各部位の DS では ^{201}Ti -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET との間に高い一致率が見られた。また前壁中隔梗塞領域では Tl % uptake と NH_3 % uptake の比は 1 に近い値を示し、両者の間には良好な正の相関が見られた。下壁梗塞領域ではその比は 1 より高い値を示したが、両者にも有意な正の相関が認められた。総括： ^{201}Ti -SPECT は $^{13}\text{NH}_3$ -PET と同等に前壁中隔および下壁の心筋血流を評価できるが、側壁では各々の分布に差異が見られるため、心筋血流を評価するとき側壁においては注意を要する。

(核医学 35: 131-140, 1998)

I. はじめに

1970 年代末から 1980 年代の初めに Schelbert らにより ^{13}N -ammonia ($^{13}\text{NH}_3$) による positron emission tomography (PET) が心筋血流の測定に応用され¹⁾、その後、心筋血流と ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}FDG) による心筋糖代謝の比較検討が行われてきた²⁾。虚血性心疾患の心筋 viability の評価に ($^{13}\text{NH}_3$, ^{18}FDG) PET が有用とされている³⁾。しかし、高価な PET 装置や院内サイクロトロンが必要なことから一般病院での PET 検査は広く普及して

いるとは言えない。

SPECT は PET に比し空間分解能および感度の点で劣っており、また現在のところ、本邦では transmission scan ができないなどの問題点がある⁴⁾。しかし、近い将来、 ^{18}FDG が放射性医薬品として供給されるようになれば、PET 装置のみあるいは SPECT-PET 装置があれば、 ^{18}FDG による心筋 viability の評価が可能となる。そうなれば、 $^{13}\text{NH}_3$ は半減期が短く供給不可能であるため、心筋血流の評価を $^{13}\text{NH}_3$ -PET に代わって $^{201}\text{TlCl}$ や ^{99m}Tc 心筋血流製剤を用いた single photon emission computed tomography (SPECT) で行う必要がある。そこで、今回われわれは、簡便で一般的施設で広く使われている $^{201}\text{TlCl}$ と $^{13}\text{NH}_3$ の心筋における分布態度の異同について、非心筋梗塞および心筋梗塞患者を対象に視覚的および定量的評価を行った。

* 大阪市立大学医学部核医学研究室

** 同 第一内科

受付：9 年 11 月 12 日

最終稿受付：10 年 2 月 13 日

別刷請求先：大阪市阿倍野区旭町 1-5-7 (〒 545-8585)

大阪市立大学医学部核医学研究室

王 麗娟

II. 対象および方法

1. 対象

非心筋梗塞(non-MI)患者7例(男性2例、女性5例、年齢59±9歳)および心筋梗塞(MI)患者42例(男性38例、女性4例、平均年齢62±10歳)を対象とした。非心筋梗塞患者の内訳は狭心症でPTCA術後約3か月の患者が4例で、冠攣縮性狭窄

心症が3例である。心筋梗塞の既往がなく、心電図、心エコーおよび左室造影では特に異常はなく、冠動脈造影でも有意な狭窄が認められなかつたので、これらの症例を相対的健常者とした。心筋梗塞患者42例(発症後4~90日、平均17±16日)は病歴、心筋逸脱酵素の上昇、心電図により診断された。その内訳は前壁中隔梗塞23例、下壁梗塞19例であった。全例に冠動脈造影(CAG)

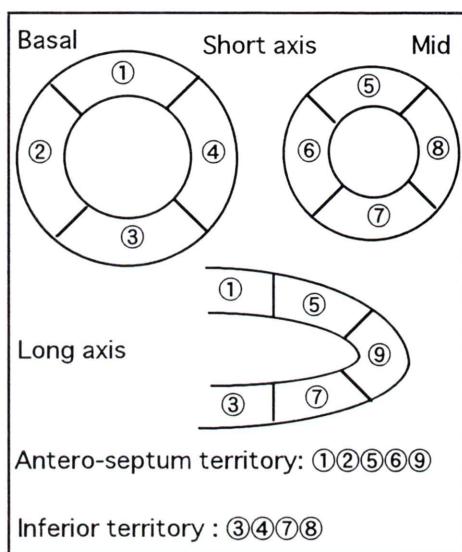


Fig. 1 Diagram of ventricular myocardial 9 segments in the ^{201}TI -SPECT and $^{13}\text{NH}_3$ -PET for visual evaluation of perfusion defects.

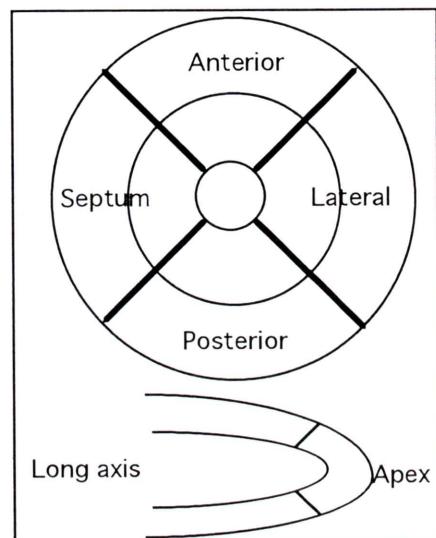


Fig. 2 Schematic representation of left ventricular segments on Bull's eye map and vertical long axial slice for quantitative evaluation.

Table 1 Comparison and distribution of regional mean values of $\text{TI} \%$ uptake and $\text{NH}_3 \%$ uptake in the 7 non-MI patients

	^{201}TI	ANOVA	$^{13}\text{NH}_3$	ANOVA	P
Basal segments					
anterior (1)	81.5±4.1	8	77.6±3.9		N
septum (2)	73.2±4.1	4, 5, 6, 7, 8	82.1±5.4	4	*
posterior (3)	73.2±6.8	4, 5, 6, 7, 8	73.6±7.9	6	N
lateral (4)	84.9±2.8	2, 3	72.1±5.5	2, 6	*
Middle segments					
anterior (5)	87.7±6.1	2, 3	82.3±3.3		N
septum (6)	87.3±3.7	2, 3	86.3±5.1	3, 4, 8	N
posterior (7)	83.8±6.1	2, 3	79.9±5.4		N
lateral (8)	92.6±2.9	1, 2, 3	76.4±4.3	6	*

% uptake in each segment was compared and segments that have showed significant difference was expressed by it's number. *p<0.05, N: no significant difference between $\text{TI} \%$ uptake and $\text{NH}_3 \%$ uptake.

Table 2 Comparison of segmental defect score of ²⁰¹Tl-SPECT and ¹³NH₃-PET in the 42 patients with myocardial infarction

All territory (n=378)						Antero-septum MI territory(n=115)						Inferior MI territory(n=76)					
²⁰¹ Tl-SPECT	3				55	3				37	3				13		
	2	4	1	43	4	2			18	1	2			15	2		
	1	14	34	7		1	3	17	4		1		12	2			
	0	203	7	6		0	35				0	25	2	5			
	DS	0	1	2	3	DS	0	1	2	3	DS	0	1	2	3		
	(a) ¹³ NH ₃ -PET	(b) ¹³ NH ₃ -PET	(c) ¹³ NH ₃ -PET	Concordance:	88.6%(335/378)	93.0%(107/115)	85.5%(65/76)	Discordance:	11.4%(43/378)	7.0% (8/115)	14.5%(11/76)						

を施行し、冠動脈狭窄が 75% 以上を有意な狭窄とした。1 枝病変 28 例、2 枝病変 11 例および 3 枝病変 3 例である。

2. プロトコールおよび装置

すべての症例に ²⁰¹Tl-SPECT および ¹³NH₃-PET を 1 週間以内の間隔で行った。

²⁰¹Tl-SPECT：12 時間以上絶食した後、安静状態で ²⁰¹TlCl 111 MBq を静注し、20 分後より撮像した。SPECT 像は低エネルギー汎用コリメータを装着した単検出器回転型ガンマカメラ (Siemens-gammasonics ZLC 7500) を用い、右前斜位 45 度から左後斜位 45 度まで 5.6 度ステップで 30 秒×32 方向で 180 度のデータ収集を行った。データは 64×64 マトリックスに収集し、画像の再構成は核医学用のコンピュータ (Shimadzu, SCINTIPAC-7000) を用い、まず体軸横断像を再構成し、ついで短軸および長軸像を作成した。その後、心尖部より心基部までの一連の短軸断層像を用い、極座標画像 (Bull's eye) を作成した。

¹³NH₃-PET：¹³NH₃ は院内に設置されているサイクロトロン (NKK・Oxford)，自動合成装置 (NKK) を用い Mulholland ら⁵⁾ の方法により合成した。PET 装置は HEADTOME IV (Shimadzu) を用い、患者は仰臥位安静空腹状態で、まず transmission scan を 10 分間行い、次いで ¹³NH₃ 370～555 MBq を静注し 3 分後から 10 分間撮像した。

TI % uptake / NH₃ % uptake

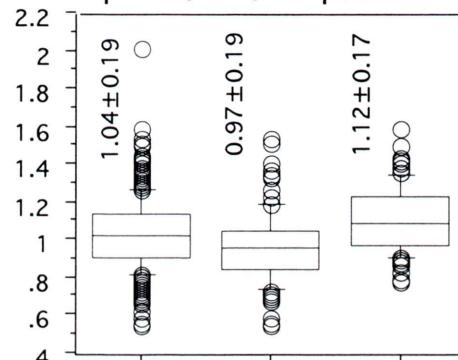


Fig. 3 Average TI % uptake/NH₃ % uptake in three territories in the 42 MI patients.

データは 256×256 マトリックスに収集し、Butterworth filter, Ramp filter を用い 14 スライスの心筋体軸横断像を得た。その空間分解能 (FWHM) は 6.5 mm である。再構成は computer system (Dr. view IV, Asahi-Kasei) により左室の短軸、垂直長軸、水平長軸像および Bull's eye 画像を作成した。

3. 心筋 SPECT と PET 画像の評価

視覚的評価：

²⁰¹Tl-SPECT 像および ¹³NH₃-PET 像において、短軸断層像上で、Fig. 1 のように左室の心基部お

および中央部についてはそれぞれ前壁、中隔、下壁および側壁に4分割し、心尖部は垂直長軸断層像から得た合計9セグメントについて欠損の程度を4段階の defect score (DS) で評価した。すなわち、normal=0, mildly reduced=1, moderately reduced=2, severely reduced=3とした。 ^{201}TI -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET について同一のセグメントの DS を比較し、両者の一致率を算出した。

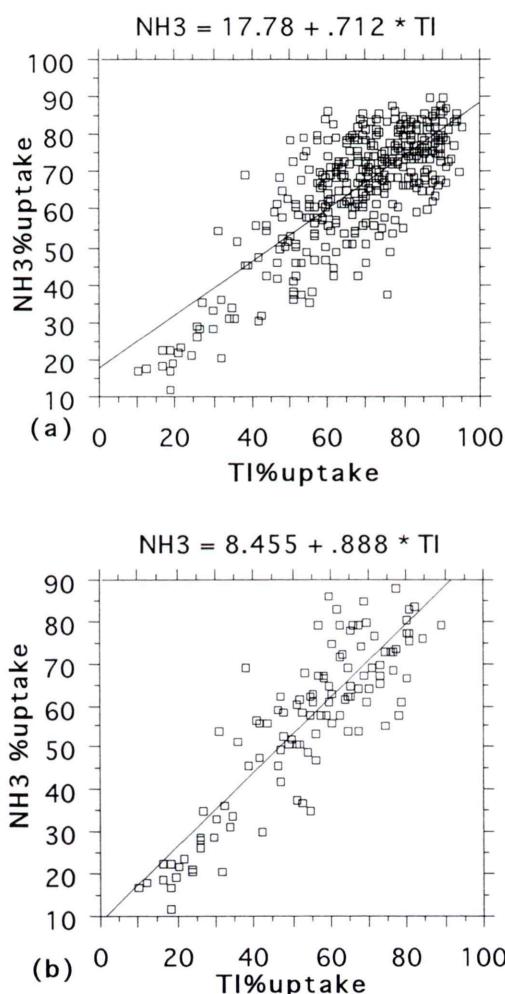


Fig. 4 (a) Regression analysis of segmental Tl % uptake on NH_3 % uptake in all territory of the 42 MI patients ($n=378$, $r=0.783$). (b) Regression analysis of segmental Tl % uptake on NH_3 % uptake in the territory with antero-septum MI ($n=115$, $r=0.873$). (c) Regression analysis of segmental Tl % uptake on NH_3 % uptake in the territory with inferior MI ($n=76$, $r=0.760$).

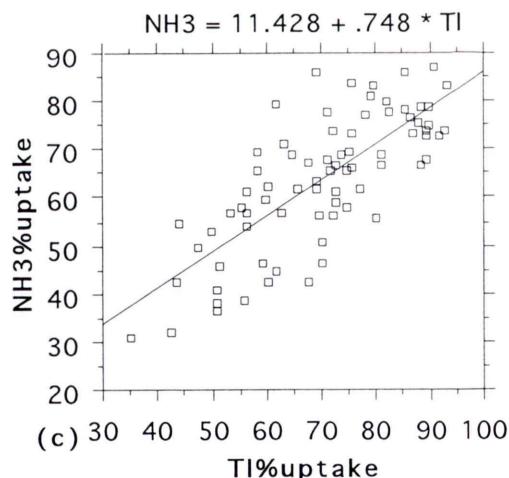
定量的評価：

^{201}TI -SPECT： ^{201}TI -SPECT の Bull's eye 画像において、視覚的評価と対応する中央部と心基部をそれぞれ4等分し、心尖部を除外した8セグメントの相対的 Tl 集積率 (% of maximal count, 以下 Tl % uptake) を測定した。垂直長軸断層像の心尖部については 4×4 pixel の正方形の関心領域の平均カウントを maximal count で除し心尖部の % uptake を算出した (Fig. 2)。

$^{13}\text{NH}_3$ -PET： $^{13}\text{NH}_3$ -PET の Bull's eye 画像において、 ^{201}TI -SPECT と同様に左室壁を心尖部を除いた8セグメントに分割し、それぞれのカウントを測定し、それらの値を maximal count で除し segmental % uptake (以下 NH_3 % uptake) を算出した。垂直長軸断層像では ^{201}TI -SPECT の断面にほぼ相当するスライスを抽出し、 ^{201}TI -SPECT と同様に心尖部の % uptake を算出した (Fig. 2)。

4. 統計学処理

すべてのデータは平均±標準偏差で表示した。左室各部位における % uptake の比較は ANOVA の Bonferroni correction test を用い、相関関係は



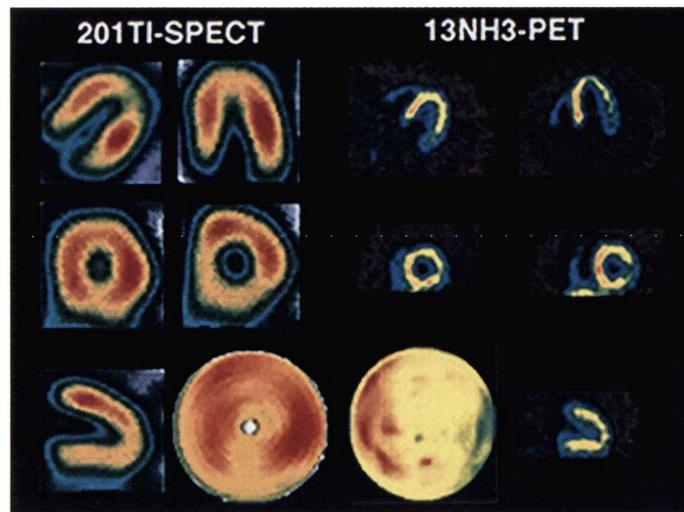


Fig. 5 A 58-year-old woman with vascular spasm angina produced by exercise. Defect was not found and high % uptake (86.2%, 83.6%) was found at lateral wall on the $^{201}\text{TI-SPECT}$, mild defect and decreased % uptake (72.4%, 67.4%) was found at lateral wall on the $^{13}\text{NH}_3\text{-PET}$.

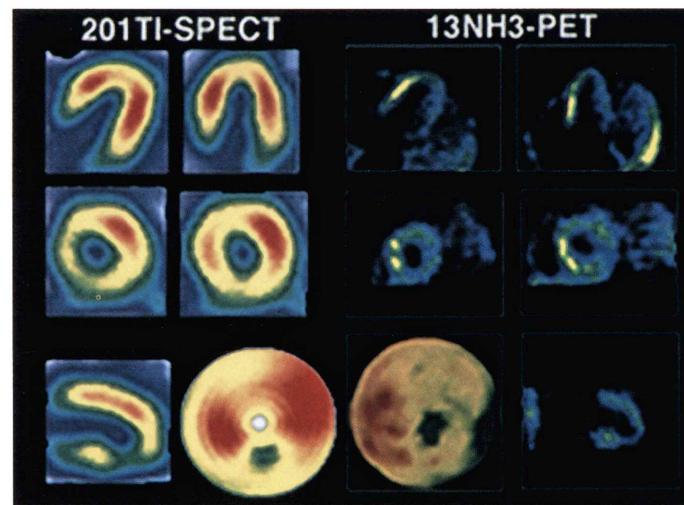


Fig. 6 A 62-year-old man. Acute myocardial infarction with non-Q wave and a 100% stenosis of LAD #8. In the $^{201}\text{TI-SPECT}$ and $^{13}\text{NH}_3\text{-PET}$, mild ~ moderate defect was found at apical ~ inferior, moreover, mild ~ moderate defect was also found at postero-lateral wall on the $^{13}\text{NH}_3\text{-PET}$. Tl % uptake (64.5%, 71.2%) were similar to NH₃ % uptake (61.9%, 70.9%) in the apical ~ inferior MI areas, however, NH₃ % uptake (68.1%, 62.3%) were significantly lower than the Tl % uptake (89.4%, 89.8%) in the lateral wall.

Linear regression analysis により行った。 $p < 0.05$ をもって有意とした。

III. 結 果

1. 非心筋梗塞患者における視覚的評価および左室各部位の% uptake の比較

非心筋梗塞患者 7 例の ^{201}TI -SPECT ではすべての部位の DS が 0 点であるが、 $^{13}\text{NH}_3$ -PET では DS 1 が 4 セグメント、DS 2 が 1 セグメントに見られた。その内訳は側壁では DS 1 が 3 セグメント、DS 2 が 1 セグメント、下壁では DS 1 が 1 セグメントである。左室各部位の Tl % uptake では側壁は心基部側の中隔および下壁に比し有意に高かった。NH₃ % uptake では心基部および中央側の側壁は中隔に比し、心基部側の下壁は中央部側の中隔に比し有意に低かった。Tl % uptake と NH₃ % uptake と比べると、心基部側の中隔では Tl % uptake は NH₃ % uptake に比し有意に低かったが、心基部および中央部側の側壁では NH₃ % uptake は Tl % uptake に比しともに有意に低かった ($p < 0.05$)。他の部位では Tl % uptake と NH₃ % uptake には有意差が認められなかった (Table 1)。

2. 心筋梗塞患者における欠損スコアの比較

心筋梗塞患者 42 例では左室全体の 9 セグメントについて ^{201}TI -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET における欠損スコアの一一致率は 88.6%，前壁中隔梗塞領域における前壁、中隔および心尖部の 5 セグメントについてその一致率は 93%，下壁梗塞領域における下壁および側壁の 4 セグメントについてその一致率は 85.5% であった (Table 2a-c)。

3. 心筋梗塞患者における Tl % uptake と NH₃ % uptake の比の比較

心筋梗塞患者 42 例の左室全体 (378 セグメント) では Tl % uptake と NH₃ % uptake の比は 1.04 であり、前壁中隔梗塞領域 (23 例、115 セグメント) ではその比は 0.97 と 1 に近い値を両者ともに示しているが、側壁を含む下壁梗塞領域 (19 例、76 セグメント) では Tl % uptake と NH₃ % uptake の比は 1.12 と 1 より高い値を示している (Fig. 3)。

4. 心筋梗塞患者における Tl % uptake と NH₃ % uptake との相関関係

左室全体では Tl % uptake と NH₃ % uptake には有意な正の相関が認められ、その相関係数 $r = 0.783$ ($p < 0.0001$) である。前壁中隔梗塞領域では Tl % uptake と NH₃ % uptake の間に良好な正の相関が見られ、 $r = 0.873$ ($p < 0.0001$) であったが、下壁梗塞領域ではその両者には有意な正の相関があるものの、 $r = 0.760$ ($p < 0.0001$) とやや低い値を示した (Fig. 4a-c)。

症例呈示

【症例 1】 58 歳、女性、非心筋梗塞症例である。安静時心電図は正常で、心エコーでは壁運動異常は認められなかった。冠動脈造影では冠動脈狭窄を示さなかったが、運動負荷 ^{201}TI -SPECT およびドブタミン負荷心エコー施行時心電図 II, III, aVF, V₄₋₆ では ST 上昇が認められたので、冠挙縦性狭心症と診断された。

安静時 ^{123}I -MIBG SPECT および ^{123}I -BMIPP SPECT でも運動負荷 ^{201}TI -SPECT および $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin SPECT でも欠損像が認められなかつたが、 $^{13}\text{NH}_3$ -PET では側壁領域の分布が不均一で、軽度な集積低下が認められた。前壁および下壁においては Tl % uptake と NH₃ % uptake はほぼ同様の数値を示した。心基部側の中隔では Tl % uptake は NH₃ % uptake に比し低かったが、側壁では NH₃ % uptake (72.4%, 67.4%) は Tl % uptake (86.2%, 83.6%) に比し明らかに低かった (Fig. 5)。

【症例 2】 62 歳、男性、急性心筋梗塞例。

左前下行枝 #8 の 100% 狹窄による急性非貫壁性心筋梗塞例である。心エコーおよび左室造影では心尖側下壁の壁運動に severe hypokinesis が認められた。

^{201}TI -SPECT では心尖部から下壁に軽度～中等度の集積低下が認められた。 $^{13}\text{NH}_3$ -PET でも同部に同様の集積低下を認めたが、後側壁にも $^{13}\text{NH}_3$ 分布が不均一で軽度～中等度の集積低下が認められた。心尖部および下壁梗塞領域 (中央部側) では Tl % uptake (64.5%, 71.2%) は NH₃ % uptake (61.9%, 70.9%) とほぼ同等であるが、側壁では

NH₃ % uptake (中央部側 68.1%, 心基部側 62.3%) は Tl % uptake (中央部側 89.4%, 心基部側 89.8%) より明らかな低値を示した (Fig. 6).

IV. 考 察

1970 年 Kawana ら⁶⁾ は ²⁰¹TlCl が心筋シンチグラフィ用薬剤として使用できると報告して以来、適当な物理的半減期および再分布などの特徴があるので、臨床上 ²⁰¹Tl-SPECT が心筋血流と心筋 viability の評価における重要性が認識されてきた。さらに、運動負荷 ²⁰¹Tl-SPECT は運動負荷 ¹³NH₃-PET と比べても虚血性心疾患の診断において、同様に高い感度が得られることが Tamaki ら⁷⁾ により報告されているが、本検討は安静状態で ²⁰¹Tl-SPECT と ¹³NH₃-PET による心筋血流を比較検討した。

今回の検討結果より、非心筋梗塞例の前壁、中央部側の中隔および下壁では Tl % uptake と NH₃ % uptake には有意差が認められなかつたが、側壁では NH₃ % uptake は Tl % uptake に比し明らかに低いことが示された。また心筋梗塞例の前壁中隔梗塞領域では Tl % uptake と NH₃ % uptake の比は 0.97 と 1 に近い値を示し、両者には良好な正の相関が見られた。下壁梗塞領域ではその比は 1.12 と 1 より高い値を示したが、両者の間にも有意な正の相関が認められた。これは下壁梗塞領域には下壁と側壁が含まれており、上述の結果により下壁では NH₃ % uptake と Tl % uptake との有意差は認められなかつたが、側壁では NH₃ % uptake が Tl % uptake に比し明らかに低かったためと考えられる。

この側壁における Tl % uptake と NH₃ % uptake との乖離の原因として ²⁰¹Tl は主なエネルギーピークが 70 keV 前後の低エネルギー核種であり、今回われわれは ²⁰¹Tl-SPECT では吸収補正 (transmission scan) を行っていないため、²⁰¹Tl-SPECT 撮像時身体表層に近く位置する左室側壁では γ 線の物理的吸収が少ないのでに対し、身体深部に位置する心基部側の左室後壁および中隔壁では横隔膜などの軟部組織により γ 線が吸収されるのに伴い

減衰するため、左室側壁における ²⁰¹TlCl 集積は中隔および下壁より有意に高くなるものと推測される⁸⁾。一方、¹³NH₃-PET では吸収補正が行われているので、身体の深部、浅部にかかわらず、真の分布表示がされると考えられる。しかし、Richard ら⁹⁾ は健常者を対象に ¹³NH₃-PET の dynamic image および static image の比較を行ったところ、早期の dynamic image では心筋各部位の血流分布 (MBF) に差は見られないが、後期の static image では後側壁および側壁の ¹³NH₃ 分布が明らかに低いと述べている。また、健常者の ¹³NH₃, H₂¹⁵O, ¹¹C-acetate および ¹⁸FDG による PET の体軸横断像を用い左室各壁の ¹³NH₃ 分布、心筋灌流、心筋酸素代謝および糖代謝を測定した結果は左室側壁の ¹³NH₃ 分布が前壁および中隔より明らかに低いが、他の検査では左室各壁が均一であることを示している¹⁰⁾。

さらに、Gerold ら¹¹⁾ は健常者の (¹³NH₃, ¹⁸FDG) PET の極座標図を用い左室各部位の ¹³NH₃ および ¹⁸FDG 分布 (糖負荷時) を比較したところ、左室壁において相対的に ¹³NH₃ 分布は不均一で、後側壁および側壁の分布は前壁、中隔および下壁に比し有意に低いが、¹⁸FDG 分布は均一で、¹³NH₃ と ¹⁸FDG 分布の差が後側壁および側壁において大きいことを報告している。今のところ、本施設では ¹³NH₃-PET の dynamic 収集が行われていないので、それによる絶対の心筋血流のデータが得られない。それで、われわれの症例では static image のみで心筋血流を評価している。非心筋梗塞症例の左室側壁における ¹³NH₃ 分布が中隔より明らかに低かったことは上述の報告とほぼ一致している。

健常者の左室後側壁における ¹³NH₃ 分布が低い理由は明らかではないが、dynamic および gated ¹³NH₃-PET では、壁運動および部分容積効果を補正しても、summed および収縮期の短軸像による Bull's eye 像における側壁の ¹³NH₃ 分布は前壁、中隔および下壁に比し有意に低かったが、MBF が均一であるため壁運動および部分容積効果による影響は否定されている¹²⁾。¹³NH₃ が心筋細胞に

おける trapping はいくつかの代謝過程により行われ、その中で glutamic acid から glutamine への過程および α -ketoglutarate から glutamic acid への過程が重要であるとしている¹³⁾。これらの代謝過程においては glutamine synthetase が最も重要な酵素であり、左室壁におけるこの酵素の濃度および活性が異なること、および $^{13}\text{NH}_3$ の代謝産物の不均等の放出あるいは取り込みによって、後側壁における異常分布をもたらすものと述べられている^{9,14,15)}。そのほか、健常者の左室各部位で $^{13}\text{NH}_3$ 代謝が違うのは、心臓全体の代謝の均一性に関連していることが推測されている⁹⁾。将来、 $^{13}\text{NH}_3$ 代謝の状態および glutamine synthetase が心筋細胞における活性分布および濃度についての検討が、後側壁の低分布を解明するのに必要であると思われる。

テクネシウム製剤である ^{99m}Tc -methoxyisobutylisonitrile (MIBI) および ^{99m}Tc -tetrofosmin を用いた心筋血流 SPECT では、 ^{99m}Tc の物理学的特性により ^{201}Tl のような物理的吸収による影響は比較的小さく、左室心筋の各部位における分布は ^{201}Tl -SPECT に比し均一なことが述べられている¹⁶⁾。今回の検討では広く用いられている $^{201}\text{TlCl}$ について $^{13}\text{NH}_3$ -PET との比較を行い、今後テクネシウム製剤を用いさらに検討する必要があると思われる。

V. まとめ

1. ^{201}Tl -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET による心筋血流について、非心筋梗塞および心筋梗塞患者を対象に、視覚的および定量的に比較検討した。

2. 非心筋梗塞患者の $^{13}\text{NH}_3$ 分布 (NH_3 % uptake) では、心基部および中央部側の側壁は中隔に比し有意に低かった。また前壁、下壁および中央部側の中隔では、 Tl % uptake と NH_3 % uptake には有意差が認められなかったが、側壁では NH_3 % uptake は Tl % uptake に比し明らかに低かった。

3. 心筋梗塞患者においては左室全体、前壁中隔梗塞および下壁梗塞領域の各部位の欠損スコアでは ^{201}Tl -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET との間に高い一致

率が見られ、前壁中隔梗塞領域 > 左室全体 > 下壁梗塞領域の順である。また前壁中隔梗塞領域では Tl % uptake と NH_3 % uptake の比は 1 に近い値を示し、両者の間には良好な正の相関が見られた。下壁梗塞領域ではその比は 1 より高い値を示したが、両者にも有意な正の相関が認められた。

4. この検討により ^{201}Tl -SPECT と $^{13}\text{NH}_3$ -PET とは前壁中隔および下壁の心筋血流を同等に評価できるが、側壁では各々の分布に差異が見られるため、心筋血流を評価するとき側壁においては注意を要する。

謝辞：本研究に際し、ご指導、ご協力いただいた大阪市立大学核医学研究室、第一内科教室の先生方ならびに放射線技師の方々に感謝の意を表します。

文 献

- Schelbert HR, Phelps ME, Hoffman EJ, Huang SC, Selin CE, Kuhl DE: Regional myocardial perfusion assessed with N-13 labeled ammonia and positron emission computerized axial tomography. Am J Cardiol **43**: 209-218, 1979
- Marshall RC, Tillisch JH, Phelps ME, Huang SC, Carson BS, Henze E, et al: Identification and differentiation of resting myocardial ischemia and infarction in man with positron computed tomography. ^{18}F -labeled fluorodeoxyglucose and N-13 ammonia. Circulation **67**: 766-778, 1983
- Tillisch J, Brunken R, Marshall R, Schwaiger M, Mandelkern M, Phelps M, et al: Reversibility of cardiac wall-motion abnormalities predicted by positron tomography. N Engl J Med **314**: 884-888, 1986
- Budinger TF, Derenzo SE, Gullberg GT, Greenberg WL, Huesman RH: Emission computer assisted tomography with single-photon and positron annihilation photon emitters. J Comput Assist Tomogr **1**: 131-145, 1977
- Mulholland GK, Kilbourn MR, Moskwa JJ: Direct simultaneous production of $[^{15}\text{O}]$ water and $[^{13}\text{N}]$ ammonia or $[^{18}\text{F}]$ fluoride ion by 26 MeV proton irradiation of a double chamber water target. Appl Radiat Isot **41**: 1193-1199, 1990
- Kawana M, Krizek H, Porter J, Lathrop KA, Charleston D, Harper PV: Use of ^{199}Tl as a potassium analog in scanning. J Nucl Med **11**: 333, 1970 (abstract)
- Tamaki N, Yonekura Y, Senda M, Yamashita K,

- Koide H, Saji H, et al: Value and limitation of stress thallium-201 single photon emission computed tomography: comparison with nitrogen-13 ammonia positron tomography. *J Nucl Med* **29**: 1181–1188, 1988
- 8) Eisner RL, Tamas MJ, Cloninger K, Shonkoff D, Oates JA, Gober AM, et al: Normal SPECT thallium-201 bull's-eye display: gender differences. *J Nucl Med* **29**: 1901–1909, 1988
- 9) Richard MJ, Paul KB, Antoon TMW, Rutger LA, Joan GM, Jan P, et al: Posterolateral defect of the normal human heart investigated with Nitrogen-13-Ammonia and dynamic PET. *J Nucl Med* **36**: 581–585, 1995
- 10) Baudhuim T, Melin JA, Marwick T, Bol A, Michel C, Vanoverschelde JL, et al: Regional uptake and blood flow variations with N-13 ammonia in normal subjects do not correlate with flow or metabolic measurements by other methods (Abstract). *J Nucl Med* **33**: 837, 1992
- 11) Gerold P, William K, Johannes C, Osman R, Richard CB, Michael EP: Semiquantitative assessment of myocardial blood flow and viability using polar map displays of cardiac PET images. *J Nucl Med* **33**: 1628–1636, 1992
- 12) Porenta G, Czernin J, Huang SC, Kuhle W, Brunken RC, Schelbert HR: Dynamic and gated PET N-13 ammonia imaging confirms inhomogeneous myocardial tracer retention but homogeneous perfusion in normal subjects [Abstract]. *J Nucl Med* **34**: 35p, 1993
- 13) White A, Handler P, Smith EL, Lehman IR: Principles of Biochemistry, 6th ed., McGraw-Hill, New York, 1978, pp. 651–655
- 14) Bergmann SR, Hack S, Tewson T, Welch MJ, Sobel BE: The dependence of accumulation of ¹³NH₃ by myocardium on metabolic factors and its implications for quantitative assessment of perfusion. *Circulation* **61**: 34–43, 1980
- 15) Laubenbacher C, Rothley J, Sitomer J, Beanlands R, Sawada S, Sutor R, et al: An automated analysis program for the evaluation of cardiac PET studies: initial results in the detection and localization of coronary artery disease using nitrogen-13-ammonia. *J Nucl Med* **34**: 968–978, 1993
- 16) 西村恒彦: ^{99m}Tc 標識心筋血流製剤による心筋イメージング, 西村恒彦編, 心筋 SPECT の新しい展開, 南江堂, 1994 年, pp. 103–104

Summary

A Comparative Study of Imaging of Myocardial Perfusion with ^{201}TI -SPECT and $^{13}\text{NH}_3$ -PET: Visual and Quantitative Evaluation

Lijuan WANG*, Joji KAWABE*, Makoto SHIGEMATSU*, Terue OKAMURA*,
Koichi KOYAMA*, Hironobu OCHI*, Hiroyuki YAMAGISHI**,
Kaname AKIOKA** and Akihiko TANAKA**

**Division of Nuclear Medicine, Osaka City University Medical School*

***First Department of Internal Medicine, Osaka City University Medical School*

We compared the results of visual and quantitative evaluation of imaging of myocardial perfusion with ^{201}TI -SPECT and $^{13}\text{NH}_3$ -PET in the 7 non-myocardial infarction (non-MI) and 42 myocardial infarction (MI) patients.

On the ^{201}TI -SPECT and $^{13}\text{NH}_3$ -PET imaging, the degree of accumulation of each radioisotope (RI) was visually classified into four grades of defect score. The percentage of uptake was also quantitatively evaluated. Results: In the 7 non-MI patients, NH_3 % uptake in the lateral wall was significantly lower than in the septum, and in the lateral wall NH_3 % uptake was significantly lower than Tl % uptake. For the 42 MI patients, segmental defect scores (DS) on ^{201}TI -SPECT were compared with those on $^{13}\text{NH}_3$ -PET, and a high degree of concordance in DS was found for all territories of the left ventricle, antero-septum MI and inferior MI territories. Average Tl % uptake/ NH_3 %

uptake was near 1, a highly positive correlation was found between Tl % uptake and NH_3 % uptake in all territories of the left ventricle and antero-septum MI territories, and Tl % uptake/ NH_3 % uptake was larger than 1, but, a significant positive correlation existed between Tl % uptake and NH_3 % uptake in the territory with inferior MI. Conclusion: These findings indicate that results of ^{201}TI -SPECT imaging were similar to those of $^{13}\text{NH}_3$ -PET in evaluation of myocardial perfusion in the antero-septum and inferior. However, a difference in distribution was observed between $^{201}\text{TlCl}$ and $^{13}\text{NH}_3$ in the lateral wall, indicating that particular attention should be paid to the results of imaging of myocardial perfusion in the lateral wall.

Key words: ^{201}TI -SPECT imaging, $^{13}\text{NH}_3$ -PET imaging, Myocardial perfusion, Visual and quantitative evaluation.