

《原 著》

 ^{99m}Tc -DTPA-HSA による心 RI アンギオグラフィ

—in vivo 赤血球標識法との比較—

浜田 星紀^{*,**} 西村 恒彦^{*} 林田 孝平^{*} 植原 敏勇^{*}
 片渕 哲朗^{*} 林 真^{*}

要旨 新しく開発された ^{99m}Tc -DTPA-HSA による心 RI アンギオグラフィを心疾患31例に施行し、従来の in vivo 赤血球標識法と対比し臨床の有用性を検討した。(1) Tc-HSA-D 静注後 5~60 分の血中カウントの変動率は 10.1% で、in vivo 赤血球標識法の 1.0% に比し大きかった。(2) 体内臓器分布では、肺臓・肝臓への取り込みは有意に高かったが、全身と心・大血管系のカウント比は $21 \pm 3.5\%$ で in vivo 赤血球標識法 ($20.4 \pm 2.9\%$) と有意差は認めなかった。(3) 心電図ゲート法拡張末期像では、in vivo 赤血球標識法と比べて心室の RI 局在およびバックグラウンドは定量的に有意差を認めなかった。(4) Tc-HSA-D は 1 回静注法により操作は簡便で、かつ診断能の高い画像が得られる。なお、全例副作用は認められなかった。

I. はじめに

RI 心血管造影は非観血的に行え、形態診断と同時に心機能の算出が行える確立された検査法である¹⁾。現在、最もよく用いられている方法は 1977 年 Pavel ら²⁾ により開発された in vivo 標識 ^{99m}Tc -赤血球 (以下 in vivo RBC 標識法とする) による。しかし、この方法による赤血球標識は標識過程が不明であること、2 回の静注と 30 分以上の待ち時間が必要なこと、赤血球と結合しない遊離の ^{99m}Tc が血液中に存在するなど、問題点はないとは言えない。従来 ^{99m}Tc ヒト血清アルブミン³⁾ は、赤血球標識法が開発されるまで広く用いられていた薬剤であるが、標識率や静注後の体内での安定性に問題があった。ヒト血清アルブミンにキレート能力の強い DTPA (ジエチレントリアミン五酢酸) を結合させ⁴⁾、より安定な ^{99m}Tc 標識体

であるテクネチウム (^{99m}Tc)-DTPA-ヒト血清アルブミン (以下 ^{99m}Tc -HSA-D とする) が開発された⁵⁾。今回われわれはこの薬剤を用い心大血管系への臨床応用を試み、従来の in vivo 赤血球標識法と対比させて、臨床的有用性を検討した。

II. 方 法

1) ^{99m}Tc -HSA-D

使用した装置はシンチカメラ (Ohio-Nuclear Σ 410S 型) とオンラインで接続した RI データ処理装置 (DEC, PDP 11/64, 128 kB) である。 ^{99m}Tc -HSA-D 10~30 mCi 急速静注によるファーストパス法を施行した後、5~10 分経過した平衡時相で MUGA 法^{6,7)} によるデータ収集を行った。すなわち、心電図同期にて R-R 間隔を 20 等分し、 64×64 マトリックスにて 2,000 k カウント (500~1,500 心拍加算) イメージモード (100 k カウント/フレーム) にてデータを収集した。体位は LAO とし、低エネルギー用高分解能コリメータを装着した。ただし、症例により左右心室の分離が良好な角度により施行した。対象は心疾患を有する 31 症例 (男女比 21: 10, 27 歳~77 歳, 平均年齢 58 ± 13 歳) である。その内訳は冠動脈疾患 13 例、

* 国立循環器病センター放射線診療部

** 現; 大阪大学医学部放射線科

受付: 63 年 1 月 6 日

最終稿受付: 63 年 1 月 6 日

別刷請求先: 大阪府吹田市藤白台 5-7-1 (☎ 565)

国立循環器病センター放射線診療部

西村 恒彦

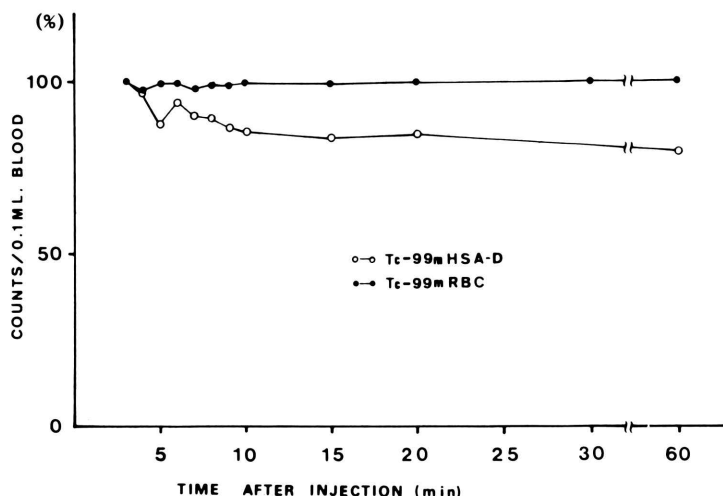


Fig. 1 Curves of corrected count rates by sequential venous blood sampling in radio-nuclide angiography with $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ (○) and in vivo $^{99m}\text{Tc-RBC}$ labeling (●).

弁膜疾患 8 例, 大動脈炎症候群 3 例, うっ血型心筋症 1 例, 心房中隔欠損症 2 例, その他 4 例である。

用いた $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ の投与量は 10~30 mCi であるが, 診断能向上のため大部分の症例ではわれわれの施設で使用している 30 mCi を用いた。まず既報のごとく⁶⁾ インターミットtent 21 G (テルモ社製) をセットした RI アンギオセット (トップ社製) を用いて, ボーラス注入にてファーストパスを施行した後, プリセットタイム 1 分にて胸部, 腹部骨盤を仰臥位にて撮影, コンピュータシステムにカウントを記憶させた。引き続き ECG-ゲートイメージを best septal LAO view にて撮像した。

2) $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ と in vivo RBC 標識法の比較

対象症例のうち 3 症例には, 1 週間の間隔をあけ通常の in vivo RBC 標識法と両者施行して比較した。全身イメージを静注直後, 1 時間後, 3 時間後を原則として撮像した。また心大血管系, 肺, 肝臓, 脾臓での前面のカウントを, 頸部から大腿中部までの前面像のトータルカウント (プリセットタイム 1 分) に対する % activity として求めた。なお $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ と比較するため当センターに

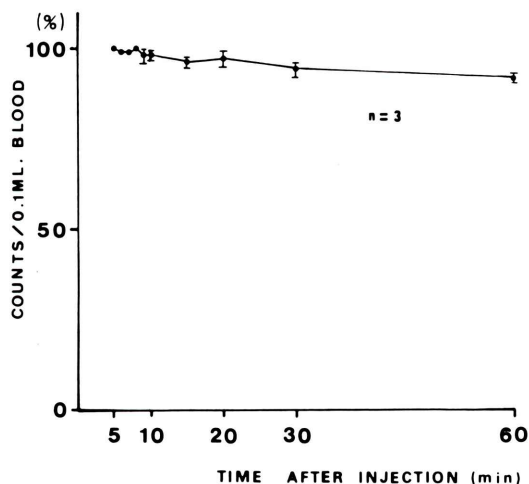


Fig. 2 Blood disappearance curve with $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ in 3 patients.

てルーチン検査として施行している in vivo RBC 標識法を施行した患者 33 症例 (男女比 22: 11, 37 歳~72 歳, 平均年齢 53 ± 11 歳) にも同様な画像評価を施行した。その内訳は冠動脈疾患 9 例, 後天性弁膜疾患 10 例, 心筋症 3 例, 大動脈炎症候群 2 例, 動脈管開存症 1 例, その他の心臓疾患 8 例である。In vivo 赤血球標識法と $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ の比

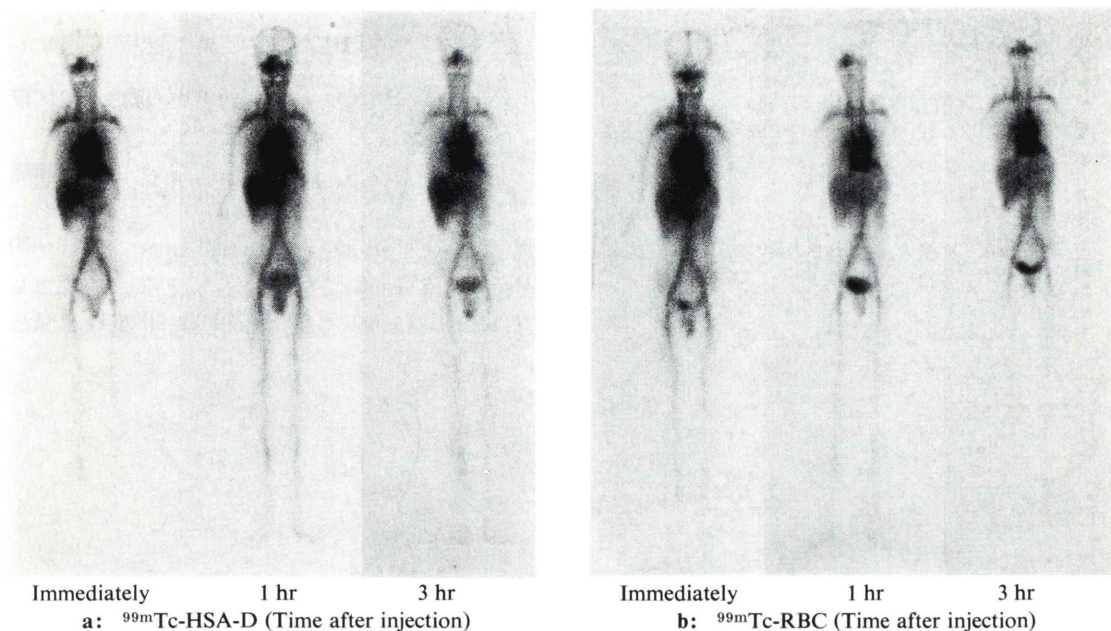


Fig. 3 Anterior whole body images by ^{99m}Tc -HSA-D and in vivo ^{99m}Tc -RBC labeling taken immediately, and, one hour and three hours after injection (43 y.o., Male, post-MVR). (a) ^{99m}Tc -HSA-D, (b) ^{99m}Tc -RBC

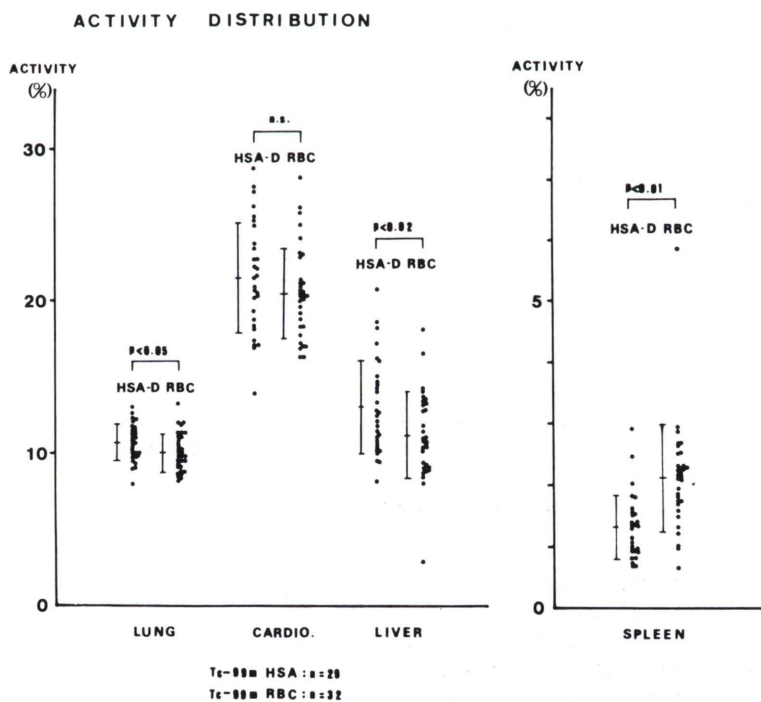


Fig. 4 Comparison of organ % activity with ^{99m}Tc -HSA-D and in vivo ^{99m}Tc -RBC labeling.

較をみるため以下の項目について検討した。

- (a) 静脈血による放射能活性の推移
- (b) イメージの比較
- (c) ECG-ゲート像拡張期における左室/バックグラウンド比の比較

3) 統計処理

^{99m}Tc -HSA-D 法と *in vivo* RBC 標識法の比較は t-study にて検討した。

III. 結 果

1. ^{99m}Tc -HSA-D と *in vivo* RBC 標識法の比較

(a) 静脈血による放射能活性の推移

左肘静脈より RI をボラス注入し、右肘静脈から採血を行い、全血 0.1 ml のカウント数を計測した。1~10分後まで1分間隔、ついで10~20分後まで5分間隔、次に30分、1時間にて採血した。In vivo RBC 標識法と ^{99m}Tc -HSA-D 標識法

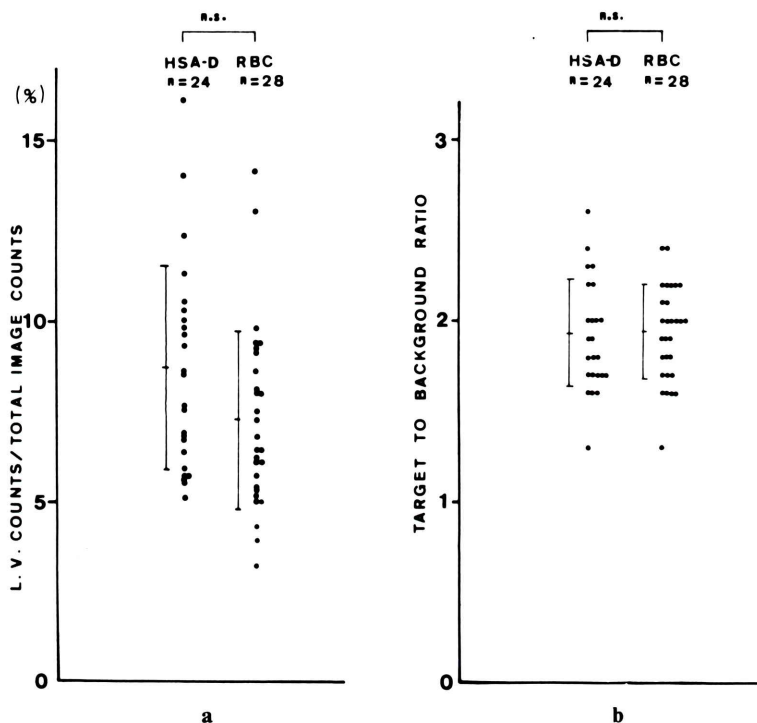
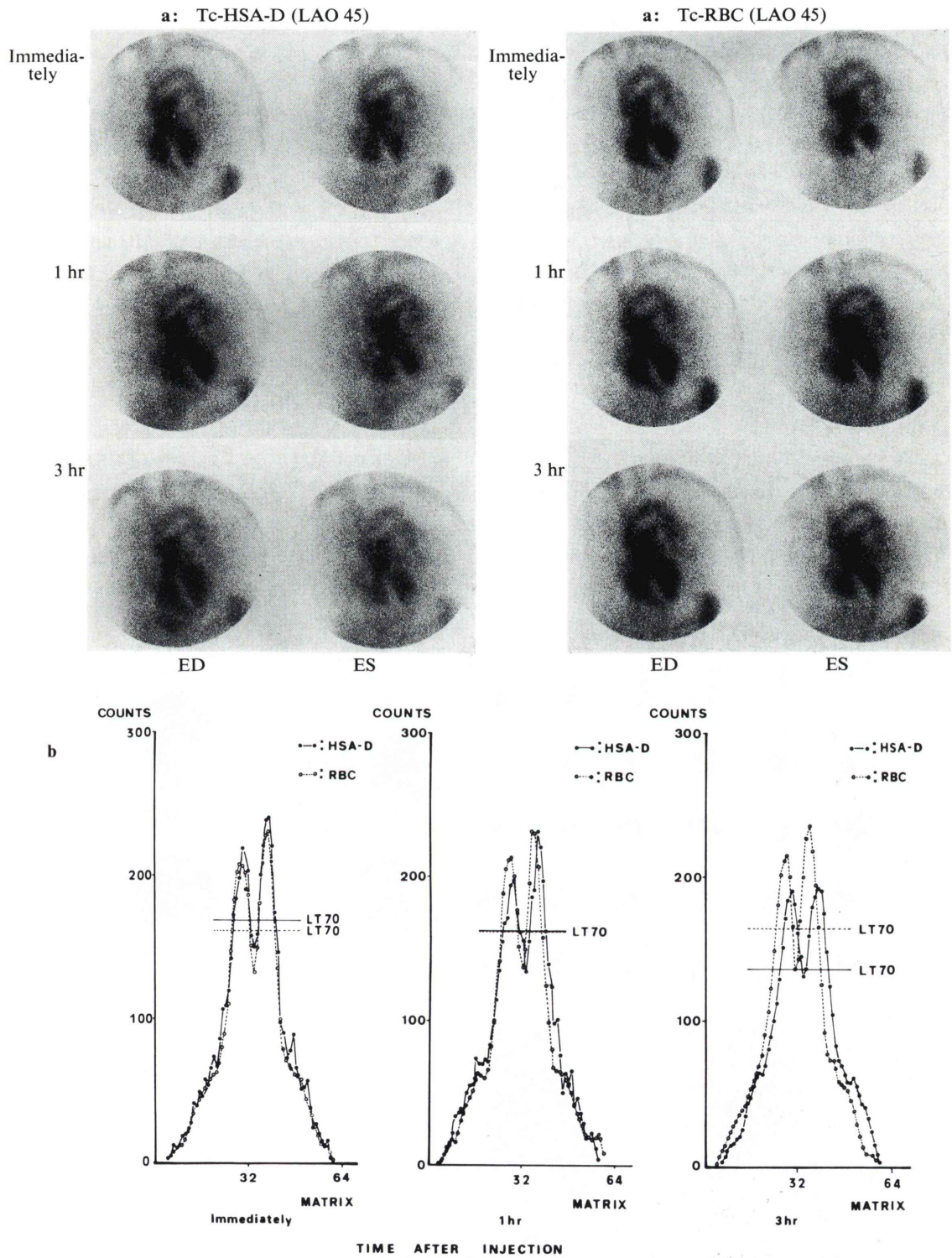


Fig. 5 ^{99m}Tc -HSA-D and ^{99m}Tc -RBC distribution at end-diastolic frame.

- (a) Net end-diastolic activity in the left ventricle, as a percentage of total image counts.
- (b) Left-ventricular target-to-background ratios.

Fig. 6 End-diastolic frame in left anterior oblique projection from ECG-gated image by ^{99m}Tc -HSA-D and *in vivo* ^{99m}Tc -RBC. →

- (a) Comparison of serial images. (From top to bottom, immediately, and, one hour and three hours after injection.)
ES: End-systolic phase
ED: End-diastolic phase
- (b) Comparison of profile curves. (LT=threshold level)



のおおのの静注後3分のカウント数を100とし、同一症例での血中消失曲線を示す(Fig. 1). 静注後5分から1時間までのカウント数の変動率はin vivo RBC 標識法で1.02%, $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ で10.09%であった. なお, この症例の赤血球標識率は, Kato ら⁸⁾の方法によれば静注後20分で94.04%, 60分で94.95%であった. Fig. 2に $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ の血中安定性を確認するため3人の患者(59歳男性・大動脈弁狭窄症, 43歳男性・大動脈弁置換術後, 45歳男性・僧帽弁置換術後)で60分までの血中変化率を示した. 静注後5分を100%として20分で $97 \pm 2.1\%$, 60分で $91 \pm 1.2\%$ であった.

(b) イメージの比較

Ohio-Nuclear Σ 410S 型シンチカメラで, 同一症例におけるin vivo RBC 標識法と $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ での全身の平衡時画像の比較を行った. 症例は45歳男性, 僧帽弁閉鎖不全にて人工弁置換術後である. $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ では肝臓のバックグラウン

ド, in vivo RBC 標識法では脾臓のバックグラウンドは高いが, 両者とも心大血管プール像に関しては鮮明なイメージが得られた. 以下に示すように定量的にも心大血管の% activity には差を認めない. Fig. 3にRI静注直後, 1時間後, 3時間後の全身イメージ像を示す.

心大血管プール像を鮮明に得るためには, バックグラウンドである肺臓, 肝臓のRI-uptakeが低い方がよい. その比較を定量的に行うためAtkinsらの方法⁹⁾に従い, プリセットタイム1分にて頸部から大腿中部までの前面のトータルカウントに対する肺臓, 肝臓, 脾臓, 心大血管の% activity を比較した(Fig. 4).

臓器別の% activity は, 心大血管に関してはin vivo RBC 標識法ならびに $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ には有意差を認めなかったが, 心プール像に対してバックグラウンドとなる肺臓, 肝臓に関しては有意に $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ の方が高かった. 脾臓に関してはin vivo RBC 標識法の方が有意に高かった.

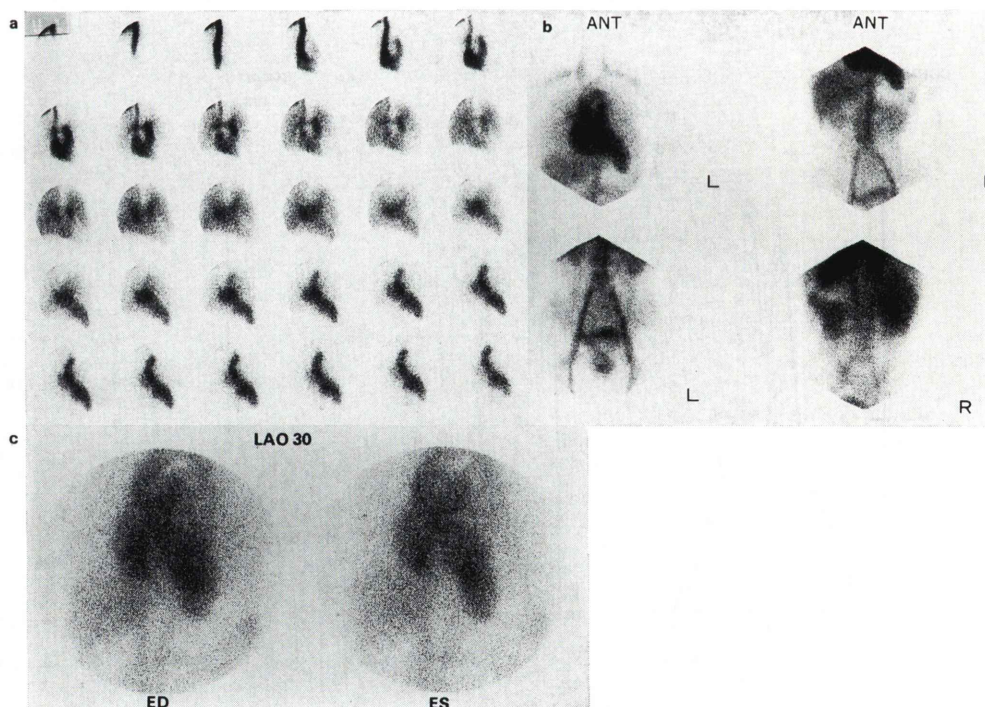


Fig. 7 $^{99m}\text{Tc-HSA-D}$ imaging in the case of mitral valvular disease and LV aneurysm.

(c) ECG-ゲート像拡張期における左室/バックグラウンド比の比較

心プール像において、一つの重要な指標に LVEF の算出がある。この場合、LV 内腔に対するバックグラウンドの影響は非常に大切である。ECG-ゲート後、拡張末期像においての LV 内腔カウントとバックグラウンドとして既報のごとく心尖部付近のカウントをとり、 ^{99m}Tc -HSA-D と in vivo RBC 標識法両者にて比較した。一画面に対する左心室内腔のカウントは、両者において統計的有意差を認めなかった (Fig. 5a)。Thrall ら¹⁰⁾のごとく、左心室内腔とバックグラウンドの平均カウントの比をとり、両者の画像を定量的に比較した。この比も両者では有意差を認めなかった (Fig. 5b)。画像の例として、Fig. 6a に同一症例における両薬剤での心電図ゲート像を示す。視覚的には ^{99m}Tc -HSA-D のバックグラウンドがやや高いが、臨床的には in vivo RBC 標識法に劣らない。

2. ^{99m}Tc -HSA-D の臨床応用

^{99m}Tc -HSA-D 投与前後で、血圧、脈拍、体温に明らかな変化はみられなかった。血液生化学、尿検査にも変化はみられず、全例副作用なく施行可能であった。以下代表症例をファーストパス像 (1 フレーム/秒)、血液プール像、心電図ゲート像 (拡張末期像、収縮末期像) にて呈示する。

(1) 50 歳男性。労作時呼吸困難出現、胸部レ線・心エコーにて左心室拡大が認められ入院となる。心血管造影にて僧帽弁狭窄閉鎖不全、大動脈弁狭窄閉鎖不全と診断された。左心室は拡大著明 (LVEDV=314 ml, LVEF=29%) で、特に心尖部に瘤状変化を認めたが、冠動脈は正常であった。

2 週間後に施行した心プールシンチグラフィでも、左心室、左心房の拡大が認められ、心室瘤の状態が良くわかる (Fig. 7a, b)。ゲート像で全体に動きの悪い心室 (LVEF=30%) が示されている (Fig. 7c)。

(2) 60 歳男性。拡張性心筋症のため心不全とな

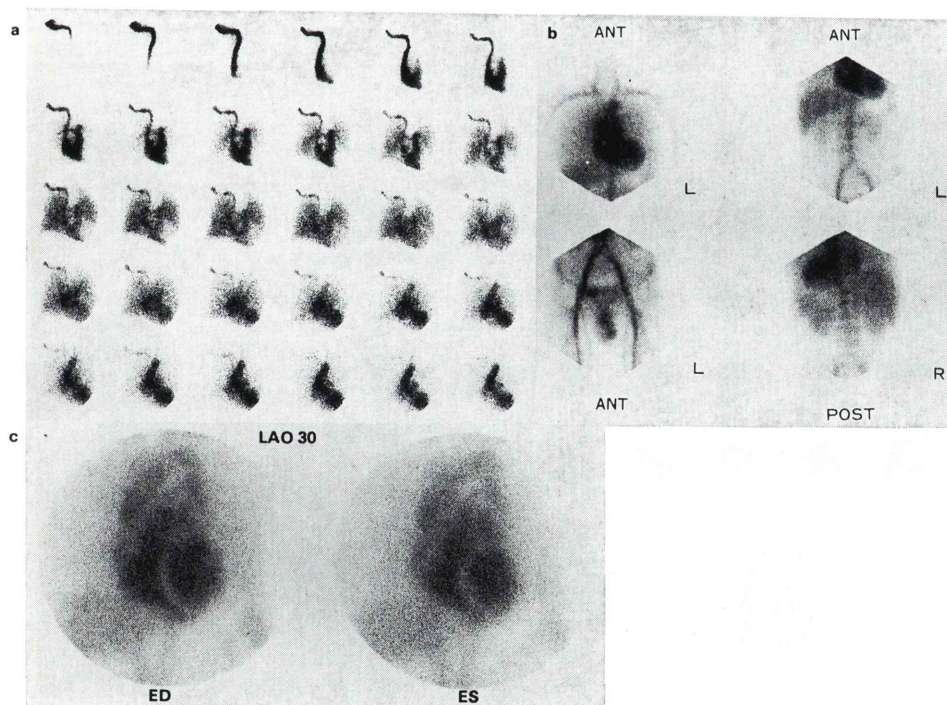


Fig. 8 ^{99m}Tc -HSA-D imaging in the case of dilated cardiomyopathy.

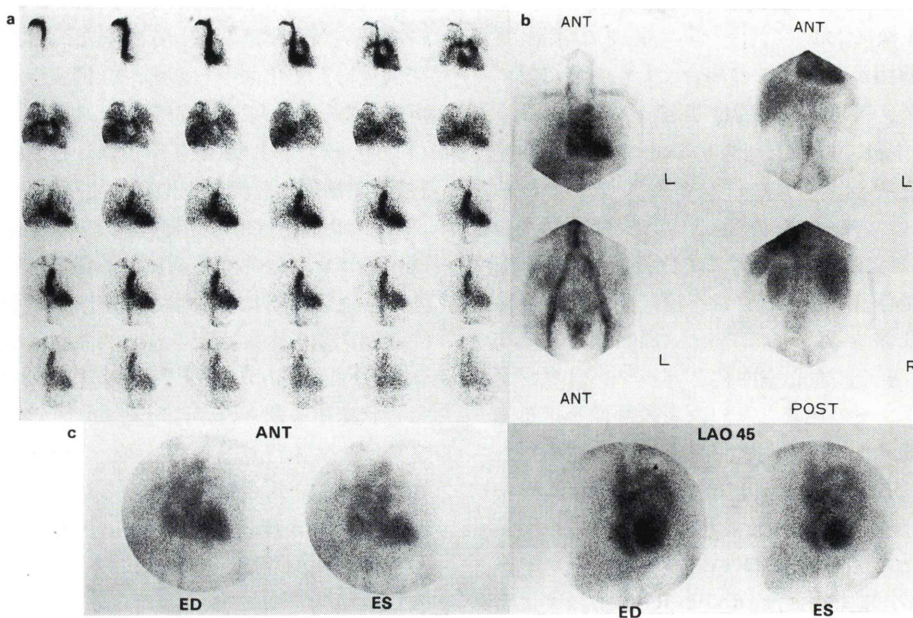


Fig. 9 ^{99m}Tc -HSA-D imaging in the case of myocardial infarction (Triple vessel disease).

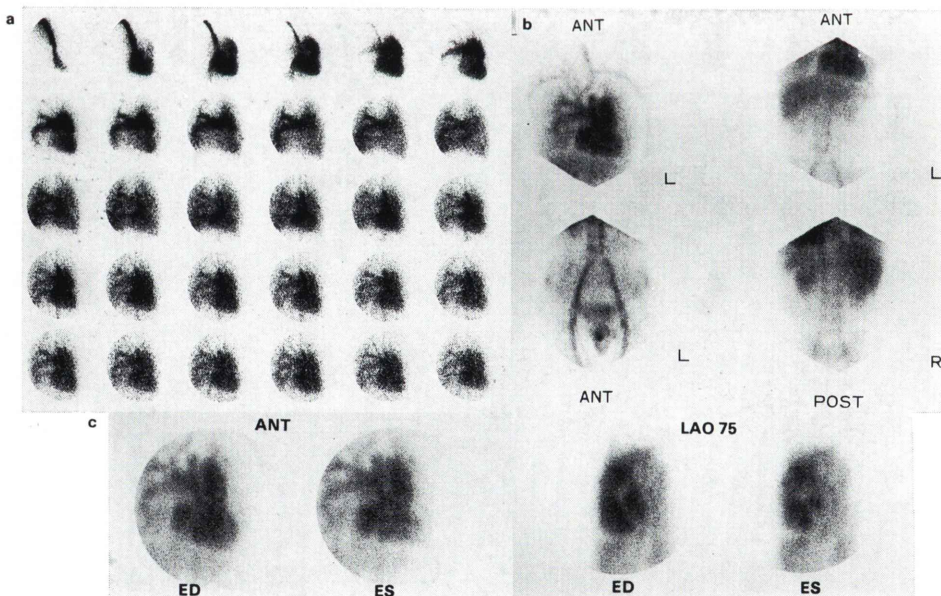


Fig. 10 ^{99m}Tc -HSA-D imaging in the case of atrial septal defect.

った患者である。心プールシンチグラフィで肺循環時間は15秒と延長し、右室駆出率も35%と低下し、左心室拡大を認める (Fig. 8a)。ゲート像にて、左心室の駆出率は19%で著明な低下を示している (Fig. 8c)。2週間後に施行した心血管造影では、左心室、右心室とも全体的に動きが悪く (LVEF=18%), 左心室拡張末期容量は314 mlと著しい拡大を認めた。冠状動脈は正常であった。

(3) 62歳男性。14年来より心筋梗塞を繰り返し、今回、下側壁梗塞 (max CPK=2,844) にて手術を施行した患者である。冠動脈造影では3枝病変であった。1か月後に施行した心プールシンチグラフィでは右心系は正常であるが、左心室の拡大を認める (Fig. 9a)。ゲート像にて下壁・前中隔から心尖部の動きが認められない。左心室駆出率は45%であった (Fig. 9c)。

(4) 50歳男性。心房中隔欠損症で外来経過観察されていたが、症状悪化のため入院となる。心プールシンチグラフィでは肺循環時間の延長を認め、肺動脈はきわめて太く右心系の拡大は著しい。右室駆出率は39%と低下を示す (Fig. 10a)。ゲート像で右心室拡大が良く描出されている (Fig. 10c)。翌日施行した心臓カテーテル検査では、肺体血流量比1.46、平均肺動脈圧45 mmHgで肺高血圧が認められた。

IV. 考 察

RIを用いた心プールシンチグラフィは、現在では確立された非侵襲的検査の一つである。用いられる放射性医薬品は *in vivo* あるいは *in vitro* Tc-99m RBC 標識法¹¹⁾ が一般的であり、 Tc-99m を直接 HSA に標識して得られる Tc-99m HSA 標識法は Tc-99m の HSA に対する結合力が比較的弱いため、血中では不安定なことから現在はいられない傾向にある。しかし *in vitro* RBC 標識法は操作が煩雑であること、また *in vivo* RBC 標識法は前者同様2回注射が必要であり、しかも Tc-99m の結合部位がいまだ明らかでないこと、必ずしも RBC 標識率が一定しないこと、甲状腺・胃への取り込みが認められることなど、問題

点が少なからずある。かつわれわれの施設でもルーチンに用いている *in vivo* 赤血球標識法は2回注射が必要であり、なんらかの循環動態異常を有している対象患者にとって SnCl_2 投与後30分の待ち時間は負担となることが多い。

本研究で用いた ^{99m}Tc -HSA-D は二官能キレート剤である DTPA をヒト血清アルブミンと Tc-99m との間に介在させ、より安定な ^{99m}Tc -心プール製剤として開発されたものである。本剤の Tc-99m 標識率は95%以上であり、もしこの薬剤で RBC 標識法と遜色のない臨床評価が得られれば1回注射法で済むため検査時間の短縮、患者・術者への負担軽減を期待できる。今回われわれはこの製剤を用い、従来の *in vivo* RBC 標識法に置き代わりうるかをイメージその他の面から比較検討した。心大血管プール像をきわだたせるためにはバックグラウンドのカウントがなるべく低い方がよい。HSA 標識製剤は ^{99m}Tc -RBC に比べてバックグラウンドが高くなるのは広く知られている事実である。今回われわれの検討でも肺臓および肝臓の % activity は統計的に有意な高い結果が出た。しかしながら、心大血管への % activity には有意差なく、心大血管プール像としてみた場合、臨床的には十分用いられると思われる。Thrall ら¹⁰⁾ による検討では、*in vivo* RBC 標識法の全身と心大血管系のカウント比は24%であり、今回のわれわれの検討でも同様な値が出ている。同報告ではヒト血清アルブミンによる Tc-99m 標識法は14%と低い値が出ているが、今回の ^{99m}Tc -HSA-D では $21.4 \pm 3.5\%$ で *in vivo* Tc -RBC 標識法と比べて定量的には差がない。この結果も臨床に耐える一つの根拠である。同一症例に対する比較でも、十分臨床で ^{99m}Tc -RBC 法に代わりうると思われる。

In vivo RBC 標識法は比較的長く血中に留まることがバックグラウンドを減少させている一つの要因である。今回の血中消失率でも明らかに ^{99m}Tc -HSA-D と比較して消失が遅い。 ^{99m}Tc -RBC に比べて ^{99m}Tc -HSA は循環系から逃れ外細胞液系内に入ることが知られているため、これは妥当

である^{2,12)}。肝臓の外細胞液系は他の臓器に比べて比較的大きいこと¹³⁾が、^{99m}Tc-HSA-D の肝臓等での取り込みの高い理由である。骨の描出も数例に認められたが、これも外細胞液系のためと思われる。同一症例の比較でもやはり肝臓の描出は目だつものの、心大血管への保持は画像的に十分であり、臨床利用可能と考える。また、特に心電図ゲート像では肝臓をなるべく視野内に入れない位置あわせ、または同部へのフィルター等の使用が必要と思われる。このようにすれば、バックグラウンドの影響を軽減可能である。

バックグラウンドの検討に加え、データ処理においては、左心室の辺縁設定も駆出率等の心機能指標の算出にあたり影響を与える。Fig. 6 は経時的心プールイメージングにおいて拡張末期像の画像と横断曲線をおのおの表示したものであり、既報したごとく⁷⁾ スレッシュホールドレベルが最大カウンターの 70% のときに左右心室の分離がきわめて良好である。このような profile curve を同一症例にて心電図同期の左心室拡張末期像を用いて両薬剤を比較した。両薬剤とも、直後、1 時間後、3 時間後の画像での左右心室の分離がきわめて良好で心腔内に保持されるカウントも不足ない。ただし profile curve に示すように時間経過につれ in vivo RBC 標識法の方が心腔内の保持は良好である。

In vivo RBC 標識法では脾臓の描出が特徴の一つであるが、脾臓に重なる側面像には有効ではない。本法では心房中隔欠損症のような右心系拡大症例 (Fig. 10c) の平衡時プール像、この付近の大血管病変のための側面像に有効であると思われる。われわれの経験では、^{99m}Tc-HSA-D による心プール・スキャンは非常に良い画像が得られ、ほぼ満足できる方法と思われる。

今回の検討では副作用、臨床検査値異常は認められなかったが、動物ではヒト血清アルブミンの頻回の静注による granulomatous interstitial pneumonia の発生の報告¹⁴⁾があり、この問題は今後の検討が待たれる。

V. 結 論

(1) ^{99m}Tc-HSA-D 標識法と in vivo RBC 標識法を比較した。

(2) ^{99m}Tc-HSA-D の血中保持率は 60 分で 91 ± 1.2% と Tc-RBC 標識法に比較して劣っていた。

(3) 臓器別の % activity に関しては肺臓、肝臓では有意に高かったが、心大血管では有意差を認めなかった。脾臓では in vivo RBC 標識法が有意に高かった。

(4) 心電図ゲート像では定量的に有意差を認めず、左心室、右心室の分離もきわめて容易である。

(5) 全例副作用なく施行可能であった。

(6) 心プールシンチグラフィの薬剤として ^{99m}Tc-HSA-D は優れた放射性医薬品と考えられる。

^{99m}Tc-HSA-D をご提供いただいた日本メジフィジックス株式会社に感謝します。

文 献

- 1) 西村恒彦：心臓核医学の臨床。永井書店、1983
- 2) Pavel DG, Zimmer AM, Patterson VN, et al: In vivo labeling of red blood cells with ^{99m}Tc: A new approach to blood pool visualization. J Nucl Med 18: 305-308, 1977
- 3) Benjamin PP: A rapid and efficient method of preparing ^{99m}Tc-human serum albumin: Its clinical application. Int J Appl Radiat Isot 20: 187-194, 1969
- 4) Hnatowich DJ, Layne WW, Childs RL: The preparation and labeling of DTPA-coupled albumin. Int J Appl Radiat Isot 33: 327-332, 1982
- 5) 白神宜史, 松本康浩, 山内優子, 他：心プールスキャンニング剤 ^{99m}Tc-DTPA {テクネチウムヒト血清アルブミン D (^{99m}Tc)} 注射液の開発。核医学 24: 475-477, 1987
- 6) 林田孝平, 西村恒彦, 植原敏男, 他：in vivo 標識 ^{99m}Tc-赤血球における標識率の検討——RI アンギオグラフィにおける応用——。核医学 18: 495-501, 1981
- 7) 西村恒彦, 香川雅昭, 今井行雄, 他：心アンギオグラフィによる左室駆出分画 (EF) の精度に関する検討 (II)——MUGA 法について——。核医学 17: 269-275, 1980
- 8) Kato M: In vivo labeling of red blood cells with

- Tc-99m with stannous pyridoxylideneaminates. J Nucl Med 20: 1071-1074, 1979
- 9) Atkins HL, Kloppe JF, Ansari AN, et al: A Comparison of Tc-99m-labeled Human Serum Albumin and In Vitro Labeled Red Cells for Blood Pool Studies. Clinical Nucl Med 5: 166-169, 1980
 - 10) Thrall JH, Freitas JE, Swanson D, et al: Clinical comparison of cardiac blood pool visualization with technetium-99m red blood cells labeled in vivo and with technetium-99m human serum albumin. J Nucl Med 19: 796-803, 1978
 - 11) Atkins HL, Eckelman WC, Kloppe JF, et al: Vascular imaging with ^{99m}Tc-red blood cells. Radiology 106: 357-360, 1973
 - 12) Rhodes BA: Considerations in the Radiolabeling of Albumin. Semin Nucl Med 4: 281-293, 1974
 - 13) Kloppe JF, Spencer RP, Srivastava SC, et al: Studies on radionuclide determination of regional hematocrit in dogs. Int J Nucl Med Biol 6: 68-72, 1979
 - 14) Whinnery JE, Young JT: Granulomatous interstitial pneumonia in a miniature swine associated with repeated intravenous injections of Tc-99m human serum albumin: Concise communication. J Nucl Med 21: 207-210, 1980

Summary

Radionuclide Cardioangiography Using ^{99m}Tc-DTPA-HSA in Comparison with In Vivo ^{99m}Tc-RBC Labeling

Seiki HAMADA*,**, Tsunehiko NISHIMURA**, Kohei HAYASHIDA**, Toshiisa UEHARA**, Tetsuro KATABUCHI** and Makoto HAYASHI**

*Present institution: Department of Radiology, Osaka University School of Medicine

**Department of Radiology, National Cardiovascular Center

^{99m}Tc-diethylene triamine penta-acetic acid-human serum albumin (^{99m}Tc-HSA-D), a new radiopharmaceutical for cardiac radionuclide angiography was employed in 31 patients with cardiac diseases and was assessed for its capability of clinical usefulness comparing with the in vivo ^{99m}Tc-RBC (red blood cell) labeling method.

The conclusions were as follows:

(1) After taking sequential blood samples, the activity of ^{99m}Tc-HSA-D was less stable than that of in vivo ^{99m}Tc-RBC. The ratios of variation in the counts were 10.1% and 1.0%, respectively, between 5 and 60 minutes after injection.

(2) The biodistribution studies demonstrated higher ^{99m}Tc-HSA-D accumulation than ^{99m}Tc-RBC in the liver and lung, and lower accumulation in the spleen, in proportion to extra-cellular space, however, the cardiovascular uptake of ^{99m}Tc-HSA-D in the whole body image (neck to mid-tight)

was $21 \pm 3.5\%$ for ^{99m}Tc-HSA-D and $20.4 \pm 2.9\%$ for ^{99m}Tc-RBC. There was thus no significant difference between the cardiovascular uptakes with ^{99m}Tc-HSA-D and ^{99m}Tc-RBC.

(3) Comparing the LV end-diastolic frame of the ECG-gated images between ^{99m}Tc-HSA-D and ^{99m}Tc-RBC, the statistical differences in RI localization and target-to-background ratios in LV between ^{99m}Tc-RBC and ^{99m}Tc-HSA-D was not significant.

(4) In comparison with ^{99m}Tc-RBC, ^{99m}Tc-HSA-D was sufficiently useful for clinical blood pool imaging even with a single injection. No adverse reaction was observed in any of the subjects.

Key words: ^{99m}Tc-DTPA-HSA, ^{99m}Tc-RBC, Radionuclide cardioangiography, In vivo stability, Biodistribution.