

注射時の体位や運動負荷が塩化タリウム-201 の 心筋摂取に及ぼす影響

宮崎吉春 谷口 充* 塩崎 潤
井上 寿 伊藤 廣 村田義治
藤岡正彦 村本信吾 油野民雄*

要 旨

注射時の体位や運動負荷が塩化タリウム-201 (以下、塩化タリウムと略) の心筋摂取率に及ぼす影響を検討した。結果として、体位の変化は心筋摂取率に有意な変化を及ぼさなかった。しかし、運動負荷時は大腿筋への集積が亢進し心筋摂取率は安静時に比し有意に低下した。

はじめに

心筋スキャン製剤として広く使われている塩化タリウムは非常に高価である。通常の使用量は74~111 MBq (2~3 mCi) であり、一般には安静時使用より運動負荷時使用の方が多量に使用されている。投与された塩化タリウムは全身に分布するが、目的の心筋には投与した量の5% 前後しか集積せず、高価な薬剤の割には非効率的な検査との感は否めない。心臓は体位を変えただけの僅かな動きにも微妙に反応し、冠動脈血流にも影響を及ぼす。

今回、注射時の体位を変えることで効率的に心筋の塩化タリウムの集積率を上げる方法があるか、また運動負荷が塩化タリウムの心筋摂取率に如何に影響を及ぼすかを検討したので報告する。

対 象

対象は、公立能登総合病院核医学で塩化タリウムによる心筋 SPECT を行ない、広範な欠損像のなか

った18歳から87歳までの男女61名(男性34名、女性27名、 62.4 ± 15.5 歳)である。37~87歳の男性10名、36~87歳の女性6名の合計16名のグループ(66.1 ± 15.8 歳)には立位安静時で、44~84歳の男性9名、18~84歳の女性9名の合計18名のグループ(63.9 ± 16.3 歳)には坐位安静時で、52~77歳の男性5名、53~82歳の女性6名の合計11名グループ(66.1 ± 10.5 歳)には臥位安静時で塩化タリウムを投与し検査を行なった。このうちの立位5名、坐位3名の合計8名には3時間後の全身 delayed image を追加した。

また、35~69歳の男性10名、36~72歳の女性6名の合計16名のグループ(54.1 ± 11.7 歳)には運動負荷中に塩化タリウムを投与して検査を行ない、全例心筋 SPECT 後の全身 early image および3時間後の全身 delayed image を撮像した。

方 法

1) 投与時の体位と心筋摂取率の検討

投与時の体位により塩化タリウムの心筋摂取率が異なるか否かを調べるため、立位、坐位および臥位で塩化タリウムを投与し心筋摂取率を検討した。塩化タリウム投与は、安静時の立位、坐位および臥位に暫く同一姿勢をとった後に行なった。delayed image は3時間後に撮像し、washout rate (%) を算出し検討した。

The influence of body position or exercise during the injection on the myocardial uptake of $^{201}\text{TlCl}$
Yoshiharu Miyazaki, Mitsuru Taniguchi*, Jyun Shiozaki, Hisashi Inoue, Hiroshi Ito, Yoshiharu Murata,
Masahiko Fujioka, Shingo Muramoto and Tamio Aburano*

Noto General Hospital and Department of Nuclear Medicine, Kanazawa University
公立能登総合病院 〒926 七尾市藤橋町午部22 *金沢大学医学部核医学教室 〒920 金沢市宝町13-1

2) 運動負荷と心筋摂取率の検討

運動負荷は、臥位での自転車エルゴメータによる多段階負荷を行ない、delayed image は3時間後に撮像し、心筋摂取率および washout rate (%) を算出し検討した。

3) その他の部位の集積率の検討

心筋の他に頭部、両下肢部の摂取率および3時間後の washout rate (%) を算出し検討した。

4) データ処理方法

心筋 SPECT 後に前面より全身スキャンを行な

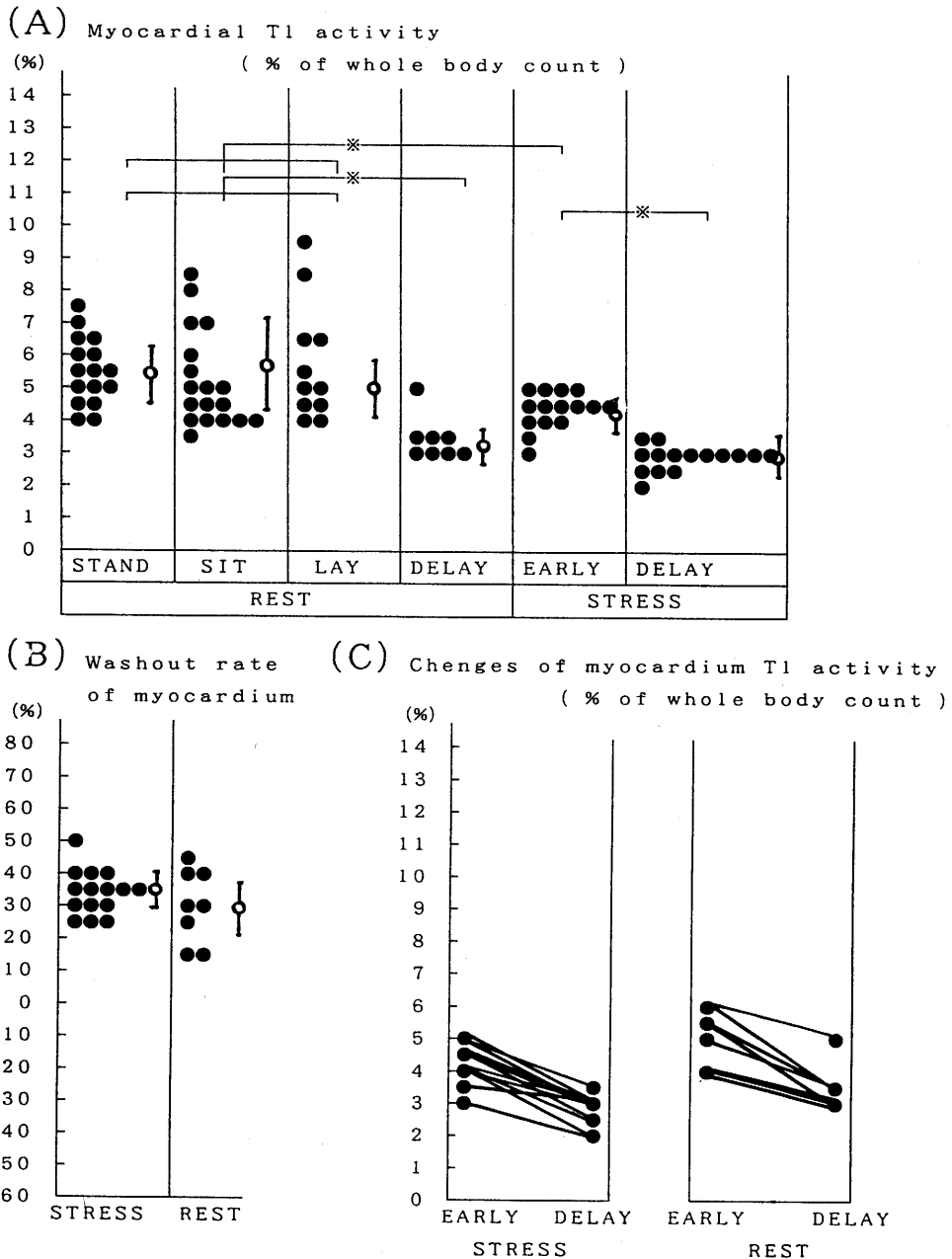


Fig. 1 (A) Myocardial Tl activity (% of whole body count) in each method. (B) Washout rate of myocardium in stress and rest study. (C) Changes of myocardial Tl activity (% of whole body count) from early to delayed image. *P<0.01

い、全身像より心筋部、頭部および両下肢と全身のカウントを求め、摂取率および3時間後の washout rate (%) を算出した。また、同像の肺野と心筋部のピクセル当たりのカウント数より、心筋/肺カウント比 (以下、心筋/肺比と略) を算出した。

結果

1) 心筋部の摂取率および washout rate

各方法による心筋部の摂取率および3時間後の washout rate (%) を Fig. 1 に示した。安静群の坐位、立位、臥位の心筋摂取率はそれぞれ $5.24 \pm 1.43\%$, $5.41 \pm 1.04\%$, $5.77 \pm 1.71\%$ であり、投与時の体位によって心筋摂取率に有意な差は見られな

かった。一方、運動負荷群の摂取率は $4.38 \pm 0.53\%$ と安静時に比べ有意に低下した ($P < 0.01$)。心筋の washout rate (%) は、負荷群 ($33.80 \pm 5.26\%$) と安静群 ($29.75 \pm 9.78\%$) には有意な差は見られなかった。

2) 心/肺比

各方法による心/肺比および3時間後の変化率を Fig. 2 に示した。安静群における坐位、立位、臥位の心/肺比はそれぞれ 2.44 ± 0.67 , 2.28 ± 0.44 , 2.24 ± 0.52 であり、三者には有意な差は見られなかった。一方、運動負荷群の心/肺比は 2.95 ± 0.79 となり、安静群に比べ有意に高値であった ($P < 0.01$)。3時間後の心/肺比は、運動負荷群では early 時に比し

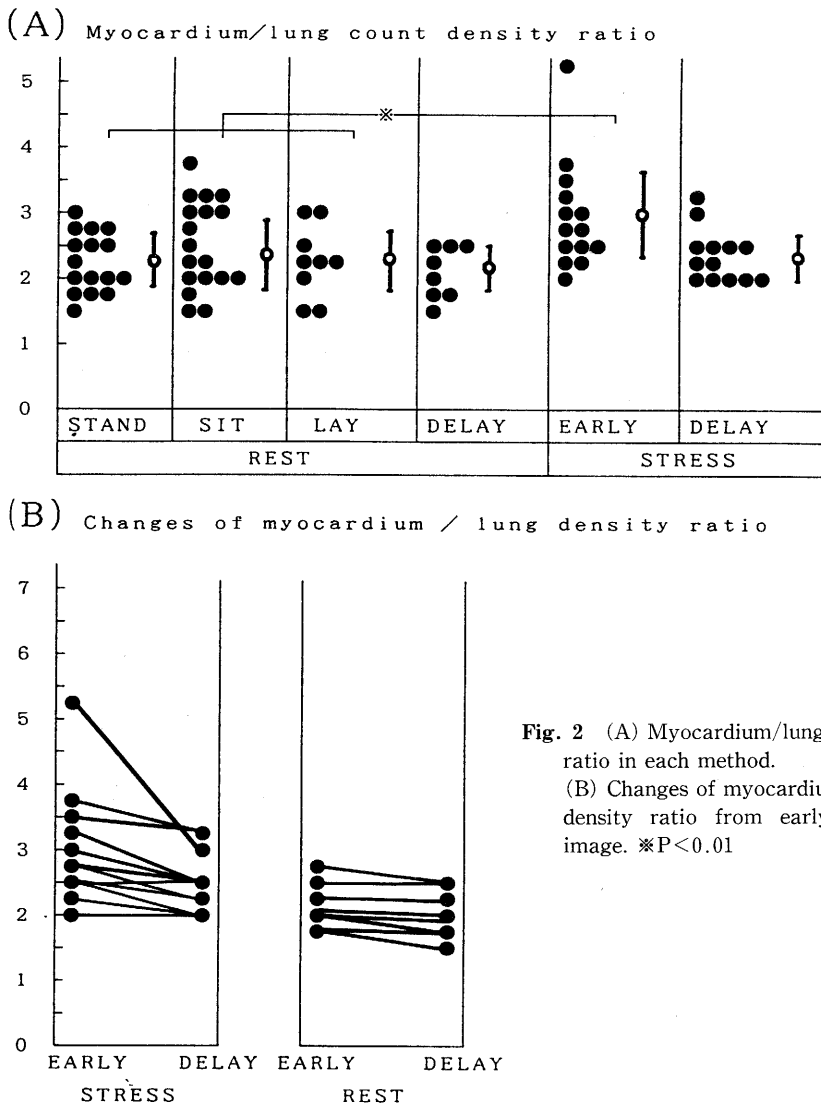


Fig. 2 (A) Myocardium/lung count density ratio in each method.
(B) Changes of myocardium/lung count density ratio from early to delayed image. * $P < 0.01$

19.3%低下し、安静群の0.3%の低下に比べると変動が大きかった。

3) 頭部の摂取率および washout rate

各方法による頭部の摂取率および3時間後の washout rate (%) を Fig. 3 に示した。安静群の坐位、

立位、臥位および運動負荷群の頭部摂取率はそれぞれ $6.91 \pm 1.28\%$, $6.91 \pm 1.21\%$, $7.68 \pm 1.50\%$, $6.61 \pm 1.38\%$ であり、四者には有意な差は見られなかった。washout rate (%) は負荷群 $-7.80 \pm 13.0\%$, 安静群 $-7.88 \pm 13.4\%$ と、両群共に集積

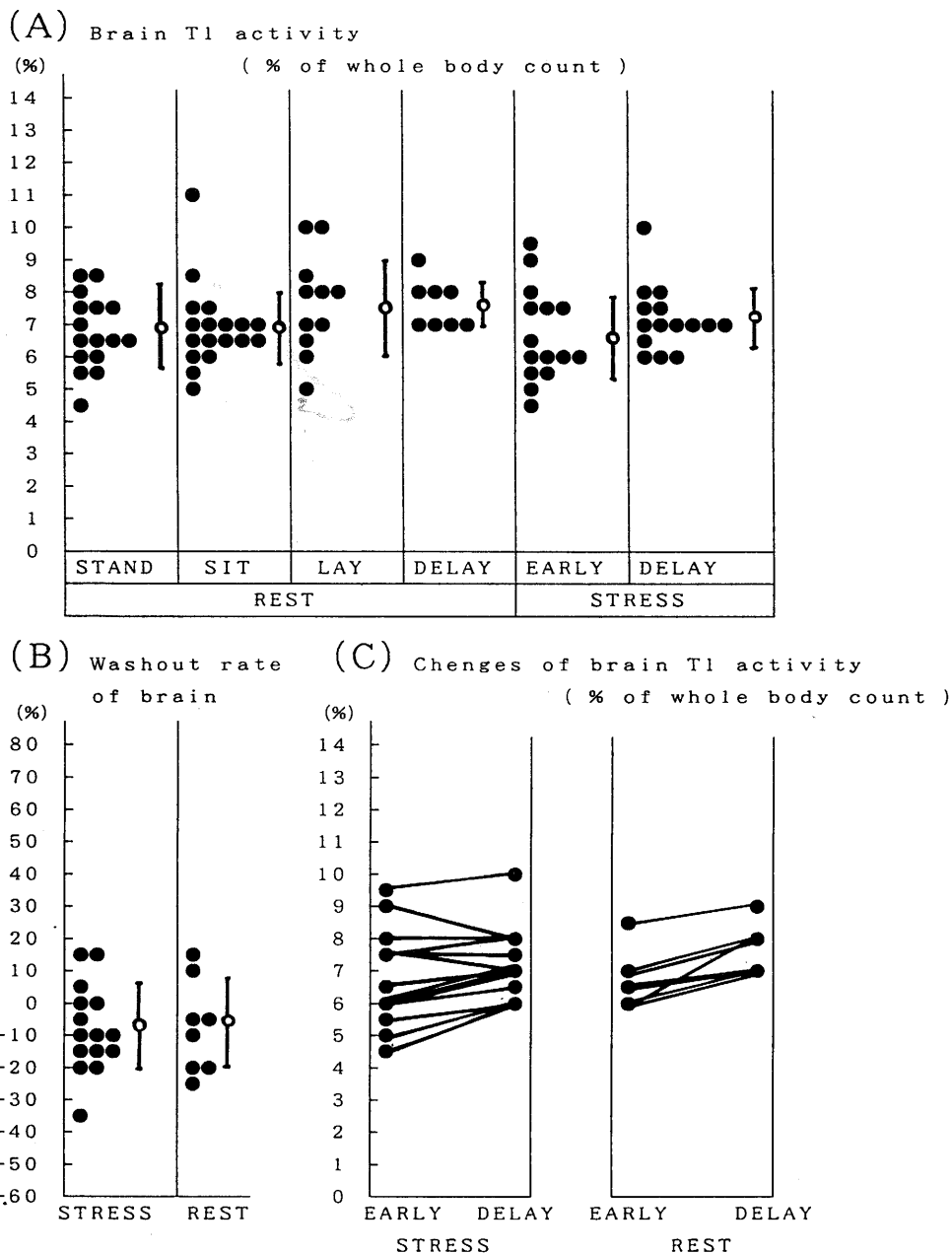


Fig. 3 (A) Brain Tl activity (% of whole body count) in each method. (B) Washout rate of brain in stress and rest study. (C) Changes of brain Tl activity (% of whole body count) from early to delayed image.

が early 時より若干増加した。

4) 下肢の摂取率および washout rate

各方法による下肢の摂取率および3時間後の washout rate (%) を Fig. 4 に示した。安静群の坐位, 立位, 臥位の下肢摂取率はそれぞれ $13.67 \pm 3.37\%$, $15.15 \pm 2.26\%$, $12.46 \pm 2.48\%$ であり坐位と臥位

には有意な差は見られなかったが, 立位は坐位, 臥位に比して有意に高値であった ($P < 0.05$)。一方, 運動負荷群では大腿筋の集積が増加し, $32.27 \pm 4.14\%$ と安静群に比べ有意に高値であった ($P < 0.01$)。

3時間後の washout rate (%) は負荷群が

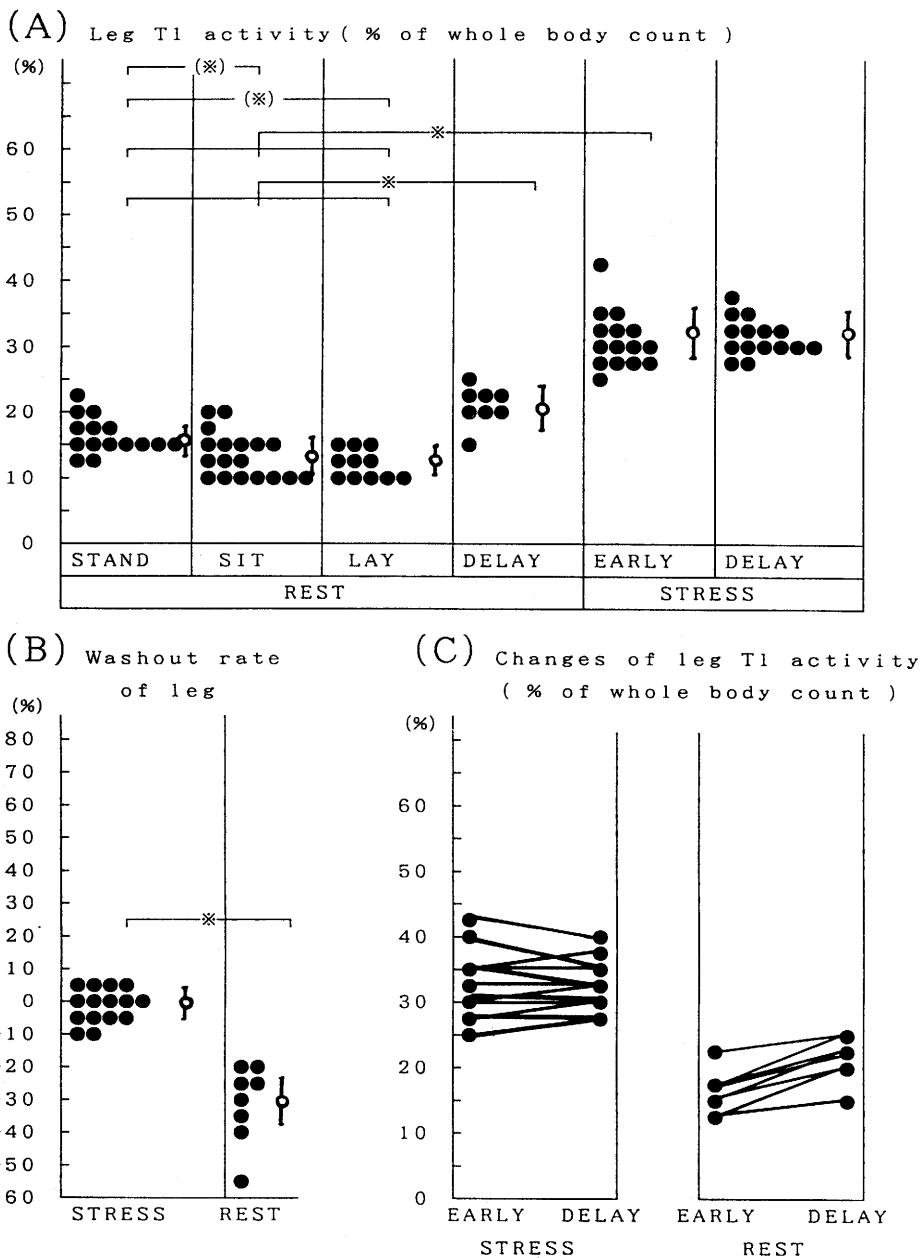


Fig. 4 (A) Leg Tl activity (% of whole body count) in each method. (B) Washout rate of leg in stress and rest study.

(C) Changes of leg Tl activity (% of whole body count) from early to delayed image. * $P < 0.01$ (※) $P < 0.05$

-0.47±5.15% と負荷直後と差がなかったが、安静群では-31.88±12.36% と early 時に比し有意に下肢の集積が増加した (P<0.01)。

考 察

塩化タリウムは投与された量の5% 前後¹¹⁻³⁾しか心筋イメージングに利用されていないので、高価な薬剤の割には非効率的な検査との感は否めない。James L.Lear⁴⁾らは、運動負荷を臥位と立位で行なって塩化タリウムを注射した結果、立位負荷の場合が臥位負荷に比べ塩化タリウムの心筋への集積が高く肺への集積が低く、かつ delayed 時への変化率が低いと報告している⁴⁾が、その他に塩化タリウムの投与方法と心筋摂取率を検討した報告はない。

一方、運動負荷時と安静時での塩化タリウムの心筋摂取率の報告は、Krahwinkel W, 足立らが報告しており、各々集積率は若干異なるが何れも運動負荷時が安静時に比べ塩化タリウムの心筋摂取率が低いと報告している⁵⁾⁶⁾。

今回の検討では、立位で塩化タリウムを注射した時の方が坐位・臥位で注射した時より下肢の塩化タリウム集積率が高く算出された。このことは、体位の変化による体内の血流分布の変化でも塩化タリウム集積が変わることを意味している。しかし、安静群の心筋摂取率は3~9% までの個人差が認められたものの、体位毎のグループ間には有意差は見られなかった。大嶽らは、運動負荷時塩化タリウムを注射すると、正常域の初期集積は負荷時冠血流の増加のために高くなると報告している³⁾。そのため、従来より運動負荷時に塩化タリウムを注射すると、安静時に注射した時に比べ心筋摂取率が高いように思われてきた。しかし今回は、同一例で各種の検討ができなかったためグループ間での検討であるが、運動負荷時に注射した場合が安静時に注射した場合に比べ塩化タリウムの摂取率が低く算出され、Krahwinkel W や足立らの報告を支持する結果であった。

心/肺比では、運動負荷群が安静群に比べ高く算出された。運動負荷時では安静時に比べ心筋の集積率が低下したが、肺の集積がより低下したため心/肺比が高く算出されたものである。肺への塩化タリウムの取り込みは肺動脈楔入圧や肺静脈圧が上昇したり、肺循環時間が長くなると増加することが知られている⁷⁻⁹⁾。今回の結果より運動負荷による肺動脈楔入圧や肺静脈圧の上昇のための取り込み増加より、肺循環時間の短縮による取り込み減少が勝った

ため、運動負荷時が安静時より肺への取り込みが減少するものと思われる。

頭部については体位の変化や運動負荷の有無、early 時と3時間 delayed 時での集積度合いに有意差がなかった。頭部には筋肉が少なく塩化タリウムの集積は少ない。生理的には脳正常組織の集積が少なく、眼窩・頭蓋底周辺・唾液腺等にわずかに集積する¹⁰⁾¹¹⁾。このことが各血流状態において塩化タリウムの集積率に変化が見られなかった原因と思われる。

運動負荷時には安静時に比べ冠血流量が増えることや、塩化タリウムの集積率における心/肺比が高くなることは知られているが、通常的心筋スキャンでは、胸部のみのタリウム像を計測し、全身的な計測をしていないため、運動負荷時の心筋摂取率が安静時の摂取率に比べ高いように思われていたものと考えられる。今回の我々の検討により、運動負荷時には下肢への集積率が亢進し、心筋集積率はむしろ低下することが明らかになった。

結 論

注射時の体位や運動負荷が塩化タリウムの心筋摂取に及ぼす影響を検討し、以下の結論を得た。

- 1) 心筋では運動負荷時は安静時に比べ心筋摂取率は低く、心/肺比が高い傾向を示した。安静注射時の体位の違いは心筋摂取率に有意な変化をもたらさなかった。
- 2) 頭部の集積率は、安静注射時の体位や運動負荷の有無により有意な変化を受けなかった。
- 3) 安静時の下肢集積は、立位での投与が臥位や坐位での投与に比して有意に高く、3時間後では注射早期より有意に集積増加した。一方、運動負荷時の下肢集積率は安静時に比べ有意に増加し、3時間後でも負荷早期と大差がなかった。

文 献

- 1) 分校久志, 利波紀久, 久田欣一: 大視野ガンマカメラによる ²⁰¹Tl 心筋スキャンにおける撮像条件と早期臓器集積の検討. *Radioisotopes* **25**: 32-37, 1976
- 2) 鈴木雅紹, 森川正浩, 富田一穂, ほか: 塩化タリウム-201 その体内挙動に関する基礎的ならびに臨床的検討. *核医学* **15**: 27-39, 1978
- 3) 大嶽 達, 西川潤一, 町田喜久雄ほか: Single Photon Emission CT による負荷タリウム心筋スキャンにおける wash out rate の測定. *核医学* **22**: 783-883, 1985
- 4) James L.Lear: Effect of Exercise Position During

- Stress Testing on Cardiac and Pulmonary Thallium Kinetics and Accuracy in Evaluating Coronary Artery Disease. *J Nucl Med* **27**:788-794, 1986
- 5) Krahwinkel W, Herzog H, Feinendegen LE: Pharmacokinetics of thallium-201 in normal individuals after routine myocardial scintigraphy. *J Nucl Med* **29**:1582-1586, 1988
 - 6) 足立 至: Tl-201 心筋シンチグラフィにおける心筋摂取率の検討. *核医学* **28**:729-735, 1991
 - 7) 藤井忠重, 平山二郎, 金井久容, ほか: 各種心肺疾患における ^{201}Tl 肺摂取率の算定. *核医学* **20**:159-169, 1983
 - 8) 田中 健, 木全心一, 広沢弘七郎ほか: 急性心筋梗塞における Tl-201 肺内取り込み. *核医学* **22**:321-329, 1985
 - 9) 平岡俊彦: 虚血性心疾患における運動負荷時 Thallium-201 肺野集積度と心ポンプ機能不全の関係. *核医学* **23**:1541-1551, 1986
 - 10) Daniel Ancrì, Jean-Yves Basset, M.F. Lonchampt et al: Diagnosis of Cerebral Lesions by Thallium 201. *Radiology* **128**:417-422, 1978
 - 11) 荒井正彦, 早川川重, 高橋健夫, ほか: 脳腫瘍の放射線治療前後における ^{201}Tl , ^{123}I -IMP-SPECT 像の検討. *核医学* **27**:279-283, 1990