

《短 報》

Transmission CT と Emission CT の同時収集による
不均一吸収体の吸収補正の評価

——心筋ファントムによる検討——

大竹 英則*	行広 雅士**	福島 裕美**	今井 俊幸*
細野 紀一*	羽鳥 昇*	渡辺 直行**	平野 恒夫**
井上登美夫**	高橋 宗尊***	伴 隆一***	遠藤 啓吾**

要旨 Transmission computed tomography (TCT) と emission computed tomography (ECT) の同時収集による不均一吸収体の吸収補正 (STEP) の基礎的検討を、心筋ファントムを用いて行った。3 検出器型ガンマカメラに心臓用ファンビームコリメータを装着し、 ^{99m}Tc を外部線源とした TCT 像より吸収体の分布画像を作成し、吸収補正を行った。同方法によって得られた心筋断層像は、心筋内 RI 分布の均一性が優れており、かつ高分解能の SPECT 像が得られた。本法は TCT と ECT を同時に収集できるため両者の位置ずれがなく、かつ検査時間の短縮が計られる画期的な方法である。このため実用化に適しており臨床への応用が期待される。

(核医学 33: 273-277, 1996)

I. はじめに

Single photon emission computed tomography (SPECT) を用いた核医学検査では、放出される放射線の体内での吸収や散乱は原理的に避けられない。特に ^{201}Tl による心筋血流シンチグラフィでは、肥満体型による下壁の描出不足や乳房の吸収による前壁の濃度低下などが読影上問題となる。これまで SPECT 画像の吸収補正に関する様々な研究^{1,2)} が行われているが、その多くはトランスミッションスキャンとエミッションスキャンを別々に行う sequential mode が主である。最近 2 検

出器型あるいは 3 検出器型 SPECT 装置の普及に伴い、その特性を生かした新たな画像処理法が開発されている。

本研究では、3 検出器型ガンマカメラに心臓用のファンビームコリメータを用い、このうち 1 つの検出器の焦点に外部線源として ^{99m}Tc を線線源として装着し transmission computed tomography (TCT) と ^{201}Tl による emission computed tomography (ECT) を同時収集する simultaneous transmission emission protocol (STEP) について検討した。本法は TCT 像より得られる吸収体分布画像を用いて ^{201}Tl 心筋 SPECT 像の吸収補正をするものである。今回、心筋ファントムを用いて STEP 法による ^{201}Tl 心筋血流 SPECT の基礎的検討を行ったので報告する。

II. 方 法

データ収集および解析は 3 検出器型ガンマカメラ Prism 3000 (島津製作所, 京都), データ処理装

* 群馬大学医学部附属病院中央放射線部

** 同 核医学教室

*** 島津製作所医用機器事業部技術部第 3 グループ

受付: 7 年 7 月 22 日

最終稿受付: 7 年 12 月 25 日

別刷請求先: 前橋市昭和町 3-39-15 (☎ 371)

群馬大学医学部附属病院中央放射線部

大 竹 英 則

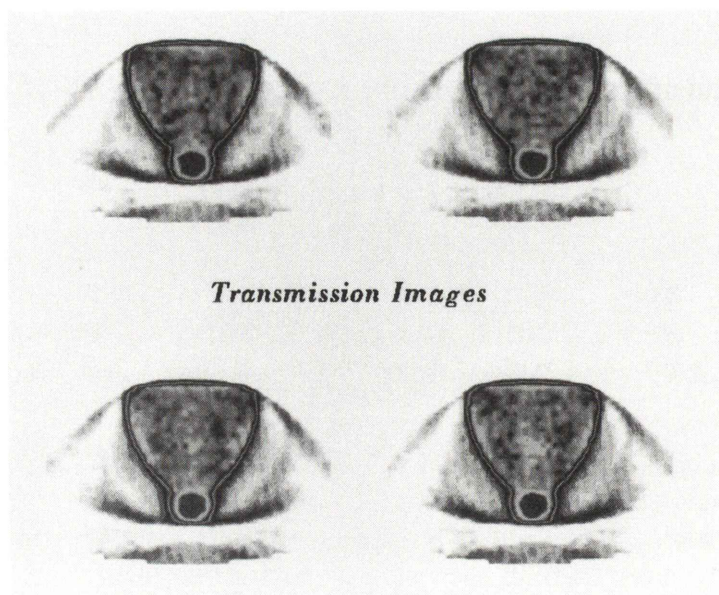


Fig. 1 Transmission computed tomography (TCT) image used for attenuation correction.

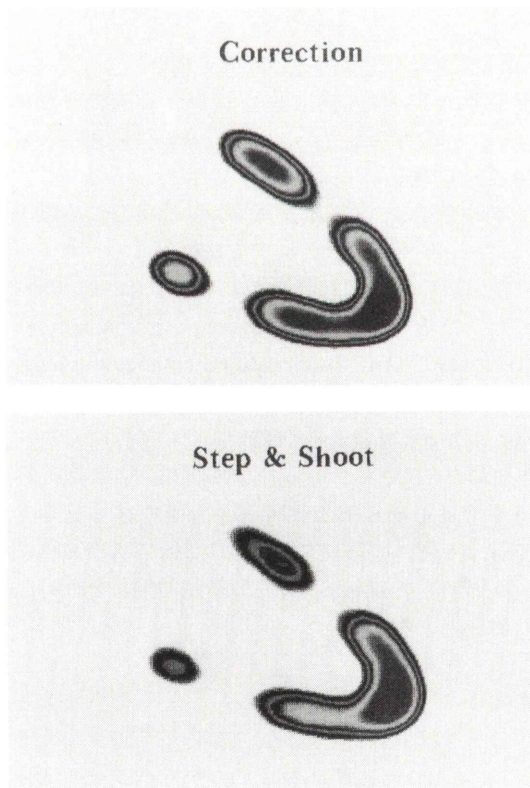


Fig. 2 Tomographic images: STEP with attenuation correction (upper) STEP without attenuation correction (upper), and conventional SPECT with parallel hole collimator (lower).

置 Odyssey VP を使用した。また心筋ファントムは RH-2 型 (京都科学標本社製) を用いた。心筋部に ^{201}Tl を 18.5 MBq, 9.25 MBq, 3.7 MBq 混入した水溶液を封入し、縦隔部には水を、また胸郭部には木屑を封入した。欠損なしと前壁および後壁の欠損を設置した 2 つの条件で SPECT を施行した。STEP による収集では外部線源として $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (555~740 MBq/3 ml) を第 3 検出器の焦点上 (65 cm) に装着した。コリメータは心臓用ファンビームコリメータを用い、ガントリは連続的 360 度収集とした。マトリックスサイズは 64×64 とし、エネルギーウィンドウは dual ウィンドウ (^{201}Tl : 70 keV および $^{99\text{m}}\text{Tc}$: 140 keV) で 1 方向 10 秒で 120 方向より撮像した。また、対照としてコンベンショナルな収集では、コリメータは低エネルギー用汎用パラレルコリメータを使用し、ガントリはステップ収集で一検出器は 120 度収集とした。マ

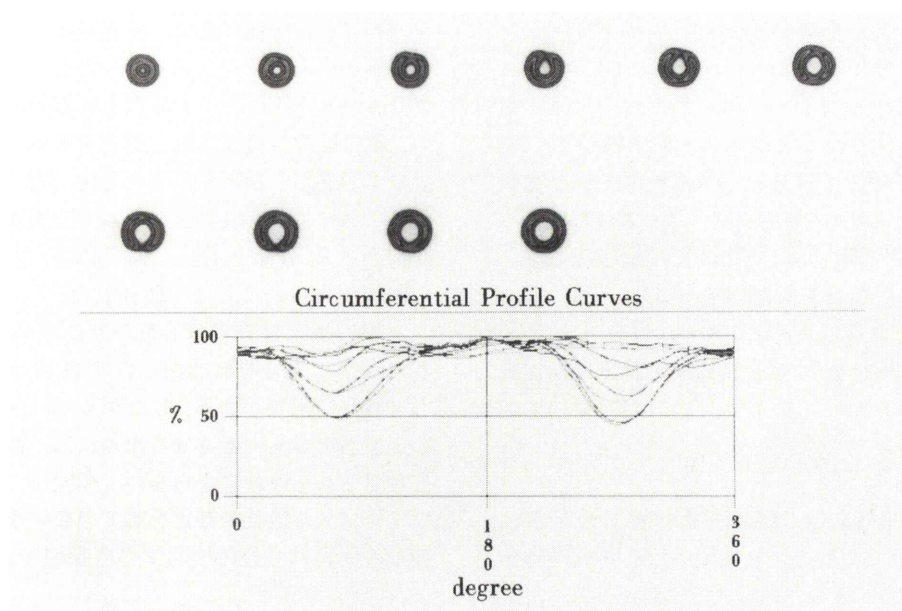


Fig. 3 Two-dimensional polar display (upper two rows) and circumferential profile analysis (lower) on the images of STEP with attenuation correction.

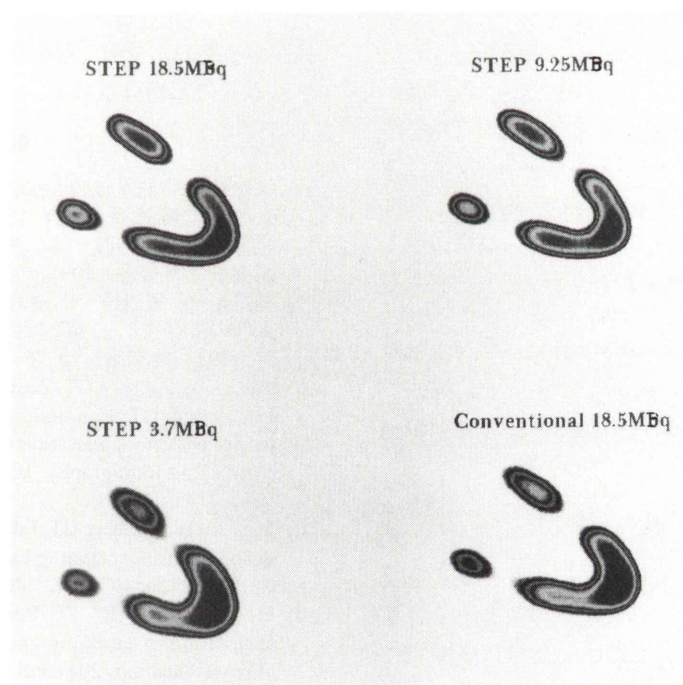


Fig. 4 Tomographic images: STEP with attenuation correction containing the radioactivity of 18.5 MBq (upper left), 9.25 MBq (upper right) and 3.7 MBq (lower left), and SPECT of 18.5 MBq ^{201}Tl phantom conventional acquisition (lower right).

トリックスサイズは 64×64 , エネルギーウィンドウは ^{201}Tl の 2 ピークウィンドウで 1 方向 50 秒で 60 方向より撮像した。得られたデータは、すでに報告されている Tung ら³⁾ の方法を用いて TCT と ECT 間のクロストーク補正および吸収補正を行った。データ処理装置により STEP による収集データから吸収補正された心筋断層像とコンベンショナルな心筋断層像を作成し、2D polar display (サーカムフェレンシャル・プロファイル) 法により心筋内 RI 分布と欠損描出能を比較検討した。

III. 結 果

データ収集時間は STEP 法で約 20 分、通常法でも約 20 分であった。収集後のデータ処理時間は STEP 法で約 10 分、通常法では数秒であった。吸収補正に用いた心筋ファントム TCT 像を Fig. 1 に示す。この TCT 像より吸収係数分布を得て、不均一体の吸収補正を行った。Fig. 2 に STEP で吸収補正された長軸断層像 (上段) とコンベンショナルの長軸断層像 (下段) を示す。吸収補正された長軸断層像では優れた心筋内 RI 分布の均一性が認められた。サーカムフェレンシャル・プロファイルにおいても、コンベンショナルの心筋断層像に比べ STEP 法では明らかに均一性は向上した (Fig. 3)。今回使用したコリメータは、ほぼ同等の感度であるにもかかわらず心筋ファントムの ^{201}Tl 放射能を 18.5 から 3.7 MBq と減少させても、STEP で吸収補正された像ではコンベンショナルな像 (Fig. 4 右下 放射能: 18.5 MBq) に比較して均一性、分解能の劣化がそれほど認められなかった (Fig. 4)。

IV. 考 察

^{201}Tl と $^{99\text{m}}\text{Tc}$ との simultaneous mode による吸収補正法 (STEP) を用い、吸収補正の基礎的検討を行った。これまでの sequential mode ではまず TCT を行ってから、RI を投与して ECT を行うため、両者の間での体動による位置のずれや撮影時間が長くなる欠点がある。これに対し、TCT と ECT

を同時に行う STEP 法は、検査時間が短く、体動の影響が少ない利点がある。しかもファンビームコリメータを用い、その焦点上に線線源を置くため、散乱線の隣接検出器に到達する割合が比較的少なく、適切な補正がなされる^{4,5)}。吸収補正を用いることにより心筋ファントムでの実験では、より均一な RI 分布を示し、欠損に対し分解能の高い画像が得られることを確認した。

実際の臨床検査では心筋ファントムとは異なり、隣接する腹部臓器からの ^{201}Tl 自身のコンプトン散乱の影響がある。したがって、心筋 SPECT の定量性をより向上させるためには、散乱線補正も考慮されなければならない。今回は、 ^{201}Tl 自身のコンプトン散乱の補正をしていないが、散乱線補正の問題は今後の検討すべき課題である。

V. 結 語

STEP による吸収補正は、TCT と ECT を同時に収集して行う実用化に適した吸収補正法であり ^{201}Tl 心筋血流 SPECT のみならず脳、腫瘍などの核医学検査の定量的な解析に、さらに幅広く応用されるものと期待される。

文 献

- 1) 久保敦司: “脳血流の SPECT 定量解析を目的としたガンマ線透過型 CT による吸収補正法の開発”, 平成 5, 6 年度科学研究費補助金一般研究 (B) 研究成果報告書, 1995
- 2) 神戸紀洋, 尾川浩一: “透過型 CT を用いた SPECT 画像の吸収補正”, 第 24 回画像工学コンファレンス, 1993 (論文集, pp. 75-78)
- 3) Tung CH, Gullberg GT, Zeng GL, Christian PE, Datz FL, Morgan HT: Non-uniform attenuation correction using simultaneous transmission and emission converging tomography. IEEE Trans Nucl Sci **39**: 1134-1143, 1992
- 4) Tsui BMW, Gullberg GT, Edgerton ER: Correction of nonuniform attenuation in cardiac SPECT imaging. J Nucl Med **130**: 497-507, 1989
- 5) Frey EC, Tsui BMW, Perry JR: Simultaneous acquisition of emission and transmission data for improved thallium-201 cardiac SPECT imaging using a technetium-99m transmission source. J Nucl Med **133**: 2238-2245, 1989

Summary

Evaluation of Non-Uniform Attenuation Correction Using Simultaneous Transmission and Emission Computed Tomography —Basic Analysis with Myocardial Phantom—

Hidegori Otake*, Masashi Yukihiro**, Yumi Fukushima**, Toshiyuki Imai*,
Kimitoshi Hosono*, Noboru Hatori*, Naoyuki Watanabe**, Tsuneo Hirano**,
Tomio Inoue**, Munehiro Takahashi***, Ryuuichi Ban*** and Keigo Endo**

**Division of Central Diagnostic Radiology, **Department of Nuclear Medicine,
Gunma University School of Medicine*

****Shimadzu CORP, R & D Department Medical Systems Division*

Simultaneous transmission emission protocol (STEP), developed for the non-uniform attenuation correction of single photon emission computed tomography (SPECT) was evaluated using the cardiac phantom prepared with and without a myocardial wall defect. Emission computed tomography (ECT) of the cardiac phantom using ^{201}Tl was acquired. Transmission data (TCT) were taken using a line source of $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Myocardial images with STEP method were

superior in the homogeneity of intramyocardial radioactivity and spatial resolution to the conventional SPECT images. This is an excellent method because of the accurate matching position between TCT and ECT images and shortening the examination time by simultaneous data acquisition. It would be clinically useful for diagnosing various myocardial diseases.

Key words: Simultaneous transmission emission protocol, TCT, SPECT, Attenuation correction.