ノート

心筋 SPECT 再構成における左室長軸角度決定の自動化の検討

西 出 裕 子・宮 下 正 己・小 野 幸 一

谷 嶋 良 宣・岡 田 時 治

福井県立病院放射線室

(論文受理 1994年11月14日)

(最終論文受理 1995年 3 月17日)

(Code No. 332)

Key words: Single Photon emission computed tomography (SPECT), thallium-201, myocardial perfusion imaging, oblique slices, left ventricular long-axis

A NOVEL DEVELOPED METHOD OF AUTOMATICAL LONG-AXIS ANGLE DETERMINATION FOR CREATING OBLIQUE SLICES ; APPLICATION TO THALLIUM MYOCARDIAL SPECTHIROKO NISHIDE, MASAMI MIYASHITA, KOUICHI ONO,
YOSHINOBU TANISHIMA, TOKIJI OKADA

Department of Radiological Technology, Fukui Prefectural Hospital

Summary

Single photon emission computed tomography (SPECT) is being widely used for thallium-201 myocardial perfusion imaging. The reoriented oblique slices provide three-dimensional information. Since the position and rotation of the heart varies considerably according to the person, we need to determine the angle of the left ventricular long-axis in original transverse slices manually, which may result in a problem during reproducibility.

We have, thereby, developed two methods for automatic determination of the angle of the left ventricular long-axis using processing programs. One is to detect the minimum countpoints in heart chamber at each y level and draw a regression line, and another is to detect points in septal and lateral ventricular wall at a transverse slice and locate the central line of heart chamber at half width of the pairs of their points.

We have applied these methods to phantom as well as clinical studies. In the phantom studies, the angle of left ventricular long-axis obtained by each method matched the setting angle of the phantom. In addition, in the exercise myocardial perfusion studies, 18 of 23 patients showed good agreement using the second method with the standard data, which were manually determined by an experienced operator.

Thus, the second method is considered to be useful for creating oblique slices automatically during myocardial perfusion imaging.

1. はじめに

Single photon emission computed tomography (以下 SPECT と略す)の有用性は、画像解析により多方向からの診断が可能で、それにより 3 次元の情報が得られることである。心筋血流スキャンにおいても、体軸横断像のみでなく、左心室の傾きにあって再構成された長軸及び短軸断層像により、病変部位が容易に同定できる¹⁾。

しかし被検者の左心室の傾きには個人差があり、再構成角度の決定は解析者に任されている。そのため、設定角度は解析者の主観によって左右され^{2,3)}、常に一定の角度が得られるとは限らない。そこで今回、体軸横断像より自動的に左心室の傾きを求める方法を考案し、自動化の可能性について検討したので報告する。

2. 方法

2.1 使用機器および材料

東芝ガンマカメラ GCA901A, 画像処理装置 GMS550U, 心臓ファントム Data Spectrum's Cardiac Insert Model 7070

2.2 プログラムの作成

心筋血流製剤がとりこまれた心筋の SPECT 収集データを再構成することにより、体軸横断像が得られる。この像を x 軸方向に順に走査して得られたプロファイルカーブは、左心室心筋部の中隔側と側壁側、そして内腔のほぼ中心に極値を持つ。左心室の傾きは内腔の傾きと考えられるため、内腔の傾きを求めて長軸の角度を決定する 2 つの方法を考案した。内腔の最もカウントの低い点をプロットして中心線を得る方法、最小法 (MIN 法) と、両側の心筋部におけるカウントの最高値を示す点の中間点を内腔の中心とする方法、中心法 (CEN 法) である。この 2 つの方法について自動化プログラムを作成した。以下、その方法について述べる。

2.2.1 最小法について

体軸横断像において、まず心筋部の左上、数ピクセルの点から x 軸方向に順に走査して、ある一定カウントを超える領域を心尖部として検出し、その座標から左心室内腔の心尖近傍の y 座標を求める。その高さにおいて x 軸方向に走査し、内腔の最もカウントの低い点を求める。この操作を 1 ピクセルごとに心基部まで繰り返してそれぞれの y 座標における内腔の中心点を求める。求めた点を最小二乗法で近似して得られた直線を左心室の長軸として、その角度を求める。

2.2.2 中心法について

最小法と同様に内腔の心尖近傍の y 座標を求め、x 軸方向に走査し、心筋部の中隔側のカウントの最大の点と側壁側の最大値を示す点を求める。同様の操作を心基部まで繰り返す。はじめに求めた内腔の心尖近傍の y 座標

における中隔側の点と側壁側の点をそれぞれ A1 ($a1, y1$), B1 ($b1, y1$) とおく。左心室は傾いているために、B1 より始まるいくつかの点は側壁の傾きを反映しない。そこで、Fig. 1 のように A1 と B1 との距離、r ピクセル分 B1 より下がった点、すなわち A1 より 45 度の傾きを持つ線上の点の y 座標、 $y1+r$ における側壁の最高カウントを示す点 B2 ($b2, y1+r$) と A1 との中間点を内腔の中心とおき、同様に基部まで繰り返して得られた点を最小二乗法で近似する。

2.3 ファントムによる検討

心臓ファントムの心筋部を約 370 kBq/ml の濃度の Tc-99m 水溶液で満たし、心筋の水平からの傾きを 90 度、70 度、50 度、30 度と変化させて SPECT 用データ収集を行った。収集条件は、64×64 マトリクス、6 度ステップ、10 秒/ステップ、2.7 mm/pixel、180 度収集である⁴⁾。それを再構成して得られたそれぞれの体軸横断像について検討した。

2.4 臨床例による検討

過去にタリウムによる運動負荷心筋血流スキャンを行った 23 例を無作為に抽出し、早期像、遅延像それぞれについて検討した。年齢は 43 歳から 75 歳まで平均 58 歳で、男性 15 例、女性 8 例であり、症例の内訳は、心筋梗塞 1 例、狭心症 16 例、心筋症疑い 5 例、弁膜症 1 例で、今回用いた心筋血流スキャンにおいては、異常のみられなかったもの 9 例、1 カ所にカウント低下のみられたもの 11 例、2 カ所以上にカウント低下のみられたもの 3 例である。

3. 結果

ファントム実験により得られたそれぞれの角度における体軸横断像について、今回作成したプログラムにより心筋の長軸の傾きを求めた。結果を Table 1 に示す。最小法では、ファントムの傾きが 90 度のときは、プログラ

Fig. 1 A conceptual schema of CEN method; A1 shows a point of maximum counts in the septal wall and B1 shows a point of maximum counts in lateral wall of the left ventricle at $y1$. B2 shows a point of maximum counts in lateral wall at $y1+r$. A first point on the center line of heart chamber is the half length point from A1 to B2 and repeat to the valve plane.

ムにより求めた角度は設定角度と一致し、ファントムの傾きが水平に近くなるにつれて、設定角度と求められた角度との差が少しずつ大きくなっている。それに比べ、中心法では設定角度が30度の時に少し差が見られるが、他の角度ではほぼ一致した。

臨床例による検討では、23例の早期像、遅延像それぞれについて最小法と中心法により左心室の長軸の傾きを求め、経験5年以上の技師がマニュアル操作により求めた傾きを標準データとして比較した。結果を Fig. 2 に示す。標準データとの較差が2度以内のときを一致としたした場合、早期像、遅延像共に一致のみられたものは、最小法では23例中7例、中心法では18例であった。また、標準データとの較差の平均は、最小法では5.186度、中心法では2.236度であった。

4. 考 察

タリウムによる心筋血流スキャンの場合、そのほとんどは心筋等の諸臓器に取り込まれ、血液プール内には放射性物質は残存しないと考えられる⁵⁾。そのため理論的

には、内腔の中心が最もカウントの低い部分となる。実際、散乱体を用いなかったファントム実験では、最もカウントの低い点を内腔の中心とする最小法により良好な結果が得られた。しかし臨床においては、散乱や吸収によるノイズの発生や動きによるアーチファクト⁶⁾のために、内腔の中心のカウントが必ずしも最低の値を示すとは限らず、標準データとの一致率が低くなったと考えられる。

上記以外では、下後壁の湾曲している症例で、心基部の内腔が狭くなってカウントの低い部分が正しく求められない場合があった。

一方、両側の心筋の傾きより左心室の長軸の傾きを求める中心法は、解析者がマニュアル操作で角度を決定する方法と比較的似ており、心筋部が正しく検出されれば計算により求めることができるために、臨床例において8割近い一致率が得られたと考えられる。ファントム実験においても良好な結果が得られたが、中心法は心筋の傾きを約45度と仮定しているために、それより浅い30度では、側壁側の傾きを正しく検出できず、したがって真の傾きを求めることができなかった。また、臨床例において一致しなかった症例は、中隔壁の基部の描出が不良で得られた両側の心筋の組み合わせの数が十分でなく、側壁の傾きを反映できなかった例であった。これは、傾いている心筋を水平に走査しているために起こる問題でもあり、画像を回転して傾きを補正できれば、角度決定に用いる点が増えることが予想される。しかしその較差は、最大でも6度であり、おおむね良好な結果が得られ

Table 1 Comparison of the long-axis angle in a phantom study

Tilt angle	90°	70°	50°	30°
Angle obtained by the MIN method	90.0	70.1	51.5	32.5
Angle obtained by the CEN method	90.0	69.7	49.8	33.7

Fig. 2 A comparison between the MIN and CEN methods; Panel a plots the differences of the long-axis angle of left ventricle between the data taken by the MIN method and the standard data in early and delayed imaging on exercise myocardial perfusion studies. Panel b plots differences between the data taken by the CEN method and the standard data.

た。

ただ、今回の検討では症例数も23例と少なく、実用化するためには、左心室のあらゆる形状に対応できるか、また、梗塞部位のように灌流欠損がある場合でも、心筋部を検出できるかどうかについても検討する必要があると思われる。

5. 結 語

今回、心筋血流 SPECT の再構成における左室長軸の角度決定の自動化のために、2つの方法による自動化プログラムを作成し、自動化の可能性について検討した。その結果、両側の心筋の傾きより内腔の中心線を求めて角度を決定する方法で、臨床例について検討したところ、標準データと8割近くが一致し、自動化の可能性は高いと考えられた。

なお、本論文の要旨は、第14回日本核医学技術学会総会(1994年、東京)において発表した。

参 考 文 献

- 1) 三塩宏二, 中島哲夫, 杉山純夫, 他: シングルフォトンエミッション CT における任意軸断層像再構成プログラムの開発と応用, 核医学, **19**(3), 507-511, (1982).
- 2) 分校久志, 南部一郎, 関 宏恭, 他: Tl-201心筋ファントムにおける SPECT 斜断層再構成の再現性と定量性の検討, 核医学, **21**(6), 723-729, (1984).
- 3) Tracy L. Faber and Russell D. Folks: Computer Processing Methods for Nuclear Medicine Images, J. Nuc. Med. Technology, **22**(3), 145-162, (1994).
- 4) 久田欣一: SPECT の臨床, 金原出版, 85-111, (1986).
- 5) 久田欣一, 他: 最新臨床核医学 改訂第2版, 金原出版, 255-270, (1991).
- 6) 向井孝夫: SPECT の再構成, 日放技会誌, **49**(12), 2007-2021, (1993).