原 著

^{99m}Tc-GSA肝シンチグラフィにおけるRAO収集の有用性の検討宮川誠一郎・秋山真之・中澤靖夫・篠塚 明¹⁾論文受付
2007年10月18日論文受理
2008年11月12日

Code No. 331

昭和大学病院放射線部

1) 昭和大学医学部放射線医学教室

緒 言

肝臓は横隔膜の右下に存在する人体最大の臓器で、代謝、排出、解毒などさまざまな機能を持っている。主な肝疾患には、急性肝炎、慢性肝炎、肝硬変、門脈圧亢進症、脂肪肝、肝血管腫、肝膿瘍、肝細胞癌、転移性肝癌が挙げられる。それらを画像診断するうえで、CT検査、MRI検査、超音波検査、血管造影検査、核医学検査とさまざまなモダリティの検査が行われている^{1,2)}。そのなかでも核医学検査の^{99m}Tc-GSA肝シンチグラフィは、肝アジアロ糖蛋白受容体の肝内分布と量を画像から評価でき、その動態解析をすることで肝細胞機能の定量評価が可能で、かつ、局所のGSA集積の評価から従来の生化学検査では不可能であった局所肝機能を定量的に評価する

ことが可能となる利点を持っている。そのため、急性肝炎、慢性肝炎、肝硬変における重症度評価や肝移植後の移植肝の評価において有用な検査である^{3,4)}。

一般的に、^{99m}Tc-GSA肝シンチグラフィは、ガンマカメラを患者の前額断に対し平行にし、正面前方に設置して撮像している。しかしながら、肝臓は体の前側から右側にかけて存在しているため、従来の方法では肝臓の右側とガンマカメラとの距離が離れ、その領域カウントが減衰している可能性がある。

そこでわれわれは、ガンマカメラを右前斜位(right anterior oblique: RAO)方向に設置して肝臓からのカウントを増加させることで、より正確な肝機能評価ができるのではないかと考え、ファントムおよび臨床例により検討したので報告する。

Utility of Positioning the Gamma Camera at 30° at RAO on ^{99m}Tc-GSA Hepatic ScintigraphySeiichiro Miyakawa, Masayuki Akiyama, Yasuo Nakazawa, and Akira Shinozuka¹⁾

Department of Radiology, Showa University Hospital

1) Department of Radiology, Showa University School of Medicine

Received Oct. 18, 2007; Revision accepted Nov. 12, 2008; Code No. 331

Summary

^{99m}Tc-GSA hepatic scintigraphy can evaluate the physiopathology and hepatic functions in liver diseases. The procedure usually proceeds by placing a gamma camera in the anterior and frontal positions parallel to the frontal cross section of the patient. However, because the liver is situated from the front towards the right side of the body, the distance between the liver and the gamma camera can attenuate the isotope count. The present study examines the notion that placing the gamma camera at a RAO position for imaging will augment the counts from the liver, thus enabling a more accurate evaluation of hepatic function. We analyzed the Time Activity Curve on a RAO image selected from raw data acquired using dynamic SPECT. A comparison of images obtained in this manner with analytical data from frontal images indicated that positioning the gamma camera at 30° at RAO, can capture more radioisotope counts than the frontal view, thus enabling a more accurate evaluation of hepatic function.

Key words: ^{99m}Tc-GSA, hepatic scintigraphy, LU3, LU15別刷資料請求先: 〒142-8555 東京都品川区旗の台1-5-8
昭和大学病院 放射線部 宮川誠一郎 宛

1. 方 法

1-1 使用機器

使用装置は、低エネルギー用高分解能コリメータ(LEHR)また中エネルギー用コリメータ(MEGAP)を装着した対向2検出器型ガンマカメラのPRISM 2000XP[Philips(PICKER)社製]である。

画像処理装置は、ODESSEY VP[Philips(PICKER)社製]で、使用したトレーサは、 ^{99m}Tc -GSA(185MBq)、キュリーメータは、IGC-7(Alolas社製)である。

また、投影角度決定のCT装置は、Somatom Sensation(SIEMENS社製)を使用し、ファントム実験には、肝臓・腎臓ファントム体幹容器付き(京都科学株式会社製、肝容積1,840ml)を用いた。

1-2 CTによる肝臓が最も広く投影される角度の決定

肝臓が最も広く投影される角度は、20例(男性:10名, 女性:10名)の腹部CT横断像により、肝臓の最も左の辺縁(矢印の点A)から反対側の辺縁で最も遠い地点(点B)を直線で結び、その直線と前額断とのなす角度(C角)とした(Fig. 1)。

1-3 肝機能評価方法の選択

^{99m}Tc -GSAシンチグラフィにおける肝機能評価の指標として、視覚的Grade分類⁵⁾、心-肝カウント比(HH15, LHL15)⁶⁾、投与量に対する肝摂取率(LU3, LU15)⁷⁾、コンパートメント解析^{8,9)}、Patlak Plot法¹⁰⁾などがある。

本実験における肝機能評価法は、RAOの画像データを用いることを目的としており、心臓とガンマカメラとの距離が離れてしまうことから、心臓のカウントを用いず、かつ、簡便に算出可能な投与量に対する肝摂取率(LU3, LU15)を採用した。

1-4 投与放射能とカウントの換算式の作成

投与量に対する肝摂取率(LU3, LU15)を求めるには、肝臓に集積したカウントと全投与量のカウントが必要となる。そのため、投与した放射能をカウントに換算する計算式が必要となり、その方法は次のように行った。

体幹容器付きの肝臓・腎臓ファントムに25~175MBqまでの4段階の $^{99m}\text{TcO}_4^-$ 溶液を注入し、臨床例と同じ撮像条件で4回転のSPECT撮像を行った。得られたraw dataの正面像とRAO 30°の画像で肝臓にROIを設定してカウントを求めた。回転ごとの画像についてカウントを測定し、その平均値と投与放射能の回帰式を作成し、これを換算式とした。

Fig. 1 Angle (C) acquired the largest projection area of the liver was determined by using the axial CT image.

1-5 対象症例の選択

1回の検査で同時に多方向からのdataが収集できる ^{99m}Tc -GSA肝dynamic SPECT(以下Dynamic SPECT)を施行した症例を用いた。これらの症例の生化学検査データ等を調べ、Child-Pugh分類⁵⁾の点数を求め、5点となった30症例(男性19名, 女性11名, 平均年齢65.5歳)を今回の対象とした。

1-6 LU3, LU15の算出

Dynamic SPECTのraw dataから正面像と肝臓が最も広く投影される角度での画像(以下RAO像)を選び、肝臓にROIをとり時間放射能曲線を作成し、以下の方法により算出した。

$$\text{LU3} = (\text{RI静注 3 分後の肝臓のカウント} / \text{投与放射能のカウント}) \times 100(\%)$$

$$\text{LU15} = (\text{RI静注 15 分後の肝臓のカウント} / \text{投与放射能のカウント}) \times 100(\%)$$

なお、Dynamic SPECTは、背臥位にした絶飲食状態の被験者に ^{99m}Tc -GSA 185MBqを肘静脈より急速静注し、静注直後より収集マトリックス: 64×64 (1 matrix=1.0×1.0cm)、スライス厚1.0cmとし、60step/360°(円軌道)、90秒/1回転で21回転(31.5分収集)の連続収集を行った。 ^{99m}Tc -GSAの入ったシリンジを投与前と投与後でキュリーメータで測定し、投与後の残量を引いたものを真の投与量とした。

1-7 正面像とRAO像の比較

対象とした30症例はいずれもChild-Pugh分類の点数が5点であるので、類似した良好な肝予備能を有すると思われる。LU3, LU15はindocyanine green試験などの肝予備能検査と良好な相関を示し⁷⁾、またChild-Pugh分類の病期間で有意差があるため¹¹⁾、正

Fig. 2 Conversion function between given radioactivity measured by curiemeter and liver phantom count measured by gamma camera-equipped low-energy high-resolution collimeter.

Fig. 3 Conversion function between given radioactivity measured by curiemeter and liver phantom count measured by gamma camera-equipped medium-energy collimeter.

面像とRAO像のカウントの違いや、LU3、LU15を算出し、どちらが肝機能をより正確に評価できているかを比較した。

2. 結果

1) 肝臓が最も広く投影される角度はCT画像より男性でRAO 30.3°、女性でRAO 31.2°であった。この結果から、RAO 30°のdataを用いて正面像と比較を行うことにした。

2) 肝臓ファントムで求めた放射能とカウントの換算式は、次式となった(Fig. 2, 3)。

低エネルギー用高分解能コリメータの換算式

$$Y=111.99X+2378.3(\text{正面像用})$$

$$Y=108.74X+2424.9(\text{RAO30°像用})$$

中エネルギー用コリメータの換算式

$$Y=99.93X+2098.6(\text{正面像用})$$

$$Y=98.15X+2121.5(\text{RAO30°像用})$$

X：投与放射能(MBq)，Y：カウント

3) 正面像とRAO30°像のLU3の値を比較したグラフを示す(Fig. 4)。正面像に比べ、RAO30°像の方がばらつきが低下した。また、グラフより得られた平均と分散の値を示す(Table 1)。分散の値はグラフでもみ

Fig. 4 Comparison of LU3 of anterior image and RAO30° image in patients having a C-P score of 5.

Table 1 Mean and dispersion of LU3 acquired anterior image and RAO30° image in patients having a C-P score of 5.

	Anterior Image	RAO30° Image	Significant difference
Mean	31.8	29.4	n.s. (t test)
Dispersion	1.1	0.4	p<0.005 (F test)

n.s.: non-significant

Fig. 5 Comparison of LU15 of anterior image and RAO30° image in patients having a C-P score of 5.

てとれるようにRAO30°像の方が低く、二つの分散の差の検定(F検定)では、5%棄却で有意差がみられた。平均値はRAO30°像の方が低くなっているが、二つの平均値の差の検定(t検定)では、5%棄却にて有意差はなかった。

LU15の値を比較したグラフを示す(Fig. 5)。LU3の場合と同様に、RAO30°像の方がばらつきが低下する

傾向がみられた。グラフより得られた平均と分散の値を示す(Table 2)。分散の値にはほとんど差がなく、二つの分散の差の検定(F検定)の結果でも有意差はみられなかった。しかし、平均値においてはRAO30°像の方が高くなっており、二つの平均値の差の検定(t検定)を行った結果5%棄却にて有意差がみられた。

Table 2 Mean and dispersion of LU15-acquired anterior image and RAO30° image in patients having a C-P score of 5.

	Anterior Image	RAO30° Image	Significant difference
Mean	58.1	66.4	p<0.005. (t test)
Dispersion	2	1.8	n.s. (F test)

n.s.: non-significant

Fig. 6 Anterior image and RAO30° image of ^{99m}Tc-GSA SPECT raw data.

(a) Anterior Image.

(b) RAO30° Image.

a | b

3. 考 察

正面像とRAO30°像の画像をみると、正面像においてカウントが低いS5、S6領域がRAO30°像にすることで明瞭に描出できている(Fig. 6)。このように正面像では収集しにくい領域のカウントも、RAO30°像にすることで投与後早期から収集できるようになったため正確な肝機能評価が可能となり、LU3においてばらつきが低減したと考える。LU15においてばらつきの有意差はみられなかったのは、投与後時間が経過すると正面像においてもS5、S6領域のカウントが増え、十分に収集可能となったためと考えられる。

ところでLU15の平均値を比較すると、RAO30°像の方が正面像よりも高い数値となった。このことから、正面像よりもRAO30°像の方が肝全体のカウントをより多く効率的に収集できていると考えられ、正面

像よりもRAO30°像の方が有用であるといえる。RAO30°像でLU値のばらつきが低減し、肝臓のカウントが高くなった原因として、RAO30°像の方が肝臓を広く描出でき、特に、正面像では情報が乏しかった右葉下部が明瞭に描出可能となったためと考える。

4. 結 語

^{99m}Tc-GSA肝シンチグラフィにおいてガンマカメラをRAO30°に設置することで、肝臓のカウントをより多く収集でき、より正確な肝機能評価が可能であることが示唆された。

謝 辞

データ収集等に協力していただきました昭和大学病院放射線部技師室諸氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 大友 邦. 肝画像診断テキスト. 東京: 中外医学社, 1996.
- 2) 奥田邦雄, 永井 純, 兵頭春男, 他. 肝・胆・膵画像診断の要点. 東京: メジカルビュー社, 1989.
- 3) 久田欣一, 利波紀久, 久保敦史. 肝シンチグラフィ. 最新臨床核医学. 金原出版, 東京, 1986: 388-410.
- 4) 西村恒彦, 木村和美, 緒方利安, 他. IV-6 GSAによる肝受容体機能の評価. 機能・代謝画像診断法と分子画像. 南山堂, 東京, 2003: 217-219.
- 5) 河 相吉, 甲田勝康, 西田卓郎, 他. ^{99m}Tc -GSAによる肝シンチグラフィの視覚的評価—読影者間変動, 読影者内変動の検討. 核医 1996; 33(1): 1-7.
- 6) 鳥塚莞爾, 池窪勝治, 河 相吉, 他. 新しい肝機能イメージング剤 ^{99m}Tc -GSAの第1相臨床試験. 核医 1991; 28: 1321-1331.
- 7) Koizumi K, Uchiyama G, Arai T, et al. A new liver functional study using Tc-99m DTPA-galactosyl human serum albumin: evaluation of the validity of several functional parameters. Ann Nucl Med 1992; 6(2): 83-87.
- 8) Ha-Kawa SK, Tanaka Y. A quantitative model of technetium-99m-DTPA-galactosyl-HSA for the assessment of hepatic blood flow and hepatic binding receptor. J Nucl Med 1991; 32(12): 2233-2240.
- 9) 藤澤英文, 篠塚 明, 武中泰樹. ^{99m}Tc -GSA dynamic SPECTによる全肝および局所肝機能の評価. 核医 1997; 34(10): 885-899.
- 10) Hwang EH, Taki J, Shuke N, et al. Preoperative assessment of residual hepatic functional reserve using ^{99m}Tc -DTPA-galactosyl-human serum albumin dynamic SPECT. J Nucl Med 1999; 40(10): 1644-1651.
- 11) 秋山真之, 渡辺知子, 中澤靖夫. ^{99m}Tc -GSA肝摂取率評価の測定法の検討—各種肝機能との相関. 日放技師会誌 2000; 47(9): 1511.

図表の説明

- Fig. 1 CT横断像から求めた肝臓の最も広く投影される角度C
- Fig. 2 低エネルギー用高分解能コリメータ(LEHR)における投与放射能と肝臓ファントムカウントの換算式
- Fig. 3 中エネルギー用コリメータ(MEGAP)における投与放射能と肝臓ファントムカウントの換算式
- Fig. 4 Child-Pugh分類で5点となった症例での正面像とRAO30度像のLU3の比較
- Fig. 5 Child-Pugh分類で5点となった症例での正面像とRAO30度像のLU15の比較
- Fig. 6 ^{99m}Tc -GSA肝SPECのraw dataの正面像とRAO30°像

Table 1 正面像とRAO30°像におけるLU3の平均と分散の値

Table 2 正面像とRAO30°像におけるLU15の平均と分散の値