

## 《原 著》

# 頭部専用リング型断層装置の $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT 像による 脳血管障害の診断精度に関するグループ研究 ——ROC 解析を中心に——

町田喜久雄*1	松本 徹*2	本田 憲業*1	間宮 敏雄*1
高橋 卓*1	瀧島 輝雄*1	釜野 剛*1	玉城 聡*1
飯沼 武*2	館野 之男*2	福久健二郎*2	村田 啓*3
趙 圭一*3	宇野 公一*4	蓑島 聡*4	岡田 淳一*4
久保 敦司*5	塚谷 康司*5	石井 勝己*6	油井 信春*7
石原真木子*7	川上 憲司*8	小山田日吉丸*9	中島 哲夫*10

**要旨** 1 施設の頭部専用リング型断層装置で撮像された画質の揃った  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT 像を自施設および他施設に所属する多数の医師が読影し、欠損や再分布を検出する実験を行った。実験データを ROC 解析することにより SPECT 診断の医師全体の精度とその医師間変動（客観性）を評価した。さらに、XCT 像やその診断報告書も併用して  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT を再読影する実験を行い、XCT の情報が SPECT 診断の結果にどの程度関与するか（独自性）を評価した。

その結果、SPECT による病変の存在診断のシステム全体としての性能およびその全体的な医師間変動は XCT を追加しても顕著な変化はなく、診断の独自性を認めた。しかし、医師個人のレベルでは、医師間における診断能の個人差は XCT の併用により拡大される傾向があり SPECT 診断の客観性に影響を与えたことが確認された。

## I. はじめに

現在、 $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT（以下 SPECT と略）による脳血管障害の診断は、XCT や MRI とは独自

の情報を提供する検査法として臨床に広く普及している。しかし、撮像装置、撮像法、画像表示法等の技術面での標準化は XCT などに比し不十分なため、最終的に医師に提示される SPECT 像の画質は施設により差異がある。われわれは前回の報告<sup>1)</sup>で、複数施設で撮像された SPECT 像の画質の差異が読影結果に及ぼす影響について検討した。

画像を読影して診断を下すのは医師であるから、画像診断技術の評価は上記技術的因子のみならず、読影者因子の面からも検討する必要がある<sup>2)</sup>。しかし、その見地より SPECT 診断の精度を検討した報告は少ない。また、SPECT 診断に際して医師が XCT や MRI からの情報をどの程度取り入れるものかを多数の医師による読影実験で、客観

\*1 埼玉医科大学総合医療センター

\*2 放射線医学総合研究所

\*3 虎の門病院

\*4 千葉大学

\*5 慶應大学

\*6 北里大学

\*7 千葉県がんセンター

\*8 東京慈恵会医科大学

\*9 癌研究会癌研究所附属病院

\*10 埼玉県がんセンター

受付：3 年 1 月 16 日

最終稿受付：3 年 8 月 9 日

別刷請求先：川越市鴨田辻道町 1981 (☎350)

埼玉医科大学総合医療センター放射線科

町 田 喜久雄

的、定量的に評価し、SPECT 診断の独自性を確認した報告も少ない。

そこで、今回われわれは、技術的因子を固定するため、1 施設の頭部専用リング型断層装置で撮像された画質の揃った SPECT 像を対象として、これらを自施設および他施設に所属する多数の医師が読影し、欠損や再分布等の所見を検出する実験を行い、SPECT による所見の存在診断 (以下 SPECT 診断と略) の医師全体の精度とその医師間変動を評価した。また、XCT 像やその診断報告書も併用して再読影する実験も行い、XCT が SPECT 診断にどの程度関与するかを検討し、SPECT 診断の独自性についても評価したので報告する。

## II. 方 法

本研究では以下のような手順により 2 回の読影実験を行った。すなわち、1 回目は神経学的所見データを参照しつつ、SPECT 像を読影し、欠損と再分布を検出する実験、2 回目は神経学的所見データ、SPECT 像のほか XCT 像とその診断報告書 (放射線診断専門医による) も併せて参照し、欠損と再分布を検出する実験である。

実験 1, 2 に参加した読影者は 7 施設に所属する核医学を専門とする医師 14 人であった。

読影対象の SPECT 像は全例、虎の門病院の頭部専用リング型断層装置 (HEADTOME SET-050) により撮像された脳血管障害 50 例 (脳梗塞 29, 脳出血 5, TIA 3, RIND 3, その他の脳血管障害 13), 正常 5 例, 合計 55 例に対する early scan, delayed scan の SPECT 像である。撮像条件は以下のとおりである。ファンビームコリメータ HR を装着し、ベッド軸方向に 5 mm 厚 20 スライス (合計 10 cm 厚) の横断像のデータ収集を行った。撮像時間は 30 分である。 $^{123}\text{I}$ -IMP の投与量は 222 MBq (6 mCi), 静注前後 10 分間仰臥位, 安静状態にて目隠し, 静注後 20 分より early scan, 4 時間後 delayed scan を施行した。

読影に供された SPECT 像は 5 mm 厚 20 スライス,  $128 \times 128$  の画像を再構成後, 2 スライスを分

加算して得られた 1 cm 厚の 10 スライスをカラーハードコピーにてセピア色のモノクロームトーンおよびレインボウカラーで表示した画像である。

1 例を Fig. 1 に示す。

SPECT 像の読影結果はあらかじめ用意した実験-1, 2 用ワークシートに記載された。Fig. 2 に実験-1 用ワークシートを示す。主な診断項目は脳萎縮の部位, 脳室拡大の程度, 欠損および再分布の存在確信度 (脳全体), その存在部位である。病変は 3 個まで記録し, その広がりを左右 8 区画ずつ, 計 16 区画に分けて記載するとともに, 各スライスの定型シェーマ上にもスケッチし, さらに各病変ごとに描出の程度と存在確信度を記入することとした。

実験-2 用シートの形式もこれとほぼ同様であるが, 実験-2 においては, 医師は実験-1 用シートに記載された結果を再確認しながら画像診断を行い, 診断の変更を生じた時のみ, それを実験-2 用シートに記載した。

なお, 実験-2 で比較読影に供された XCT 像は全例, 虎の門病院の GE-9800 highlight により撮影されたものである。また, XCT 診断報告書は放射線診断専門医 2 名が読影し, 合議した結果をまとめたものであり, SPECT 診断との対比を容易にするため Fig. 2 と同形式のワークシートが

Fig. 1 An example of  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT and XCT images with left cerebral infarction used in the image reading experiments which 14 physicians participated.

(a):  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT early scan.

(b):  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT delayed scan.

Upper images are printed in rainbow color and lower in iron color. Early scan shows perfusion defect in left hemisphere and delayed scan shows redistribution of  $^{123}\text{I}$ -IMP.

(c): XCT reveals a relatively smaller low density area in left hemisphere.

Results of the  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT image reading without and with reference to XCT images, all observers assigned a rating score 5 (definitely present) for the existence of perfusion defect. Thirteen observers assigned a score 5 and only one a score 4 (probably present) for the redistribution of  $^{123}\text{I}$ -IMP.

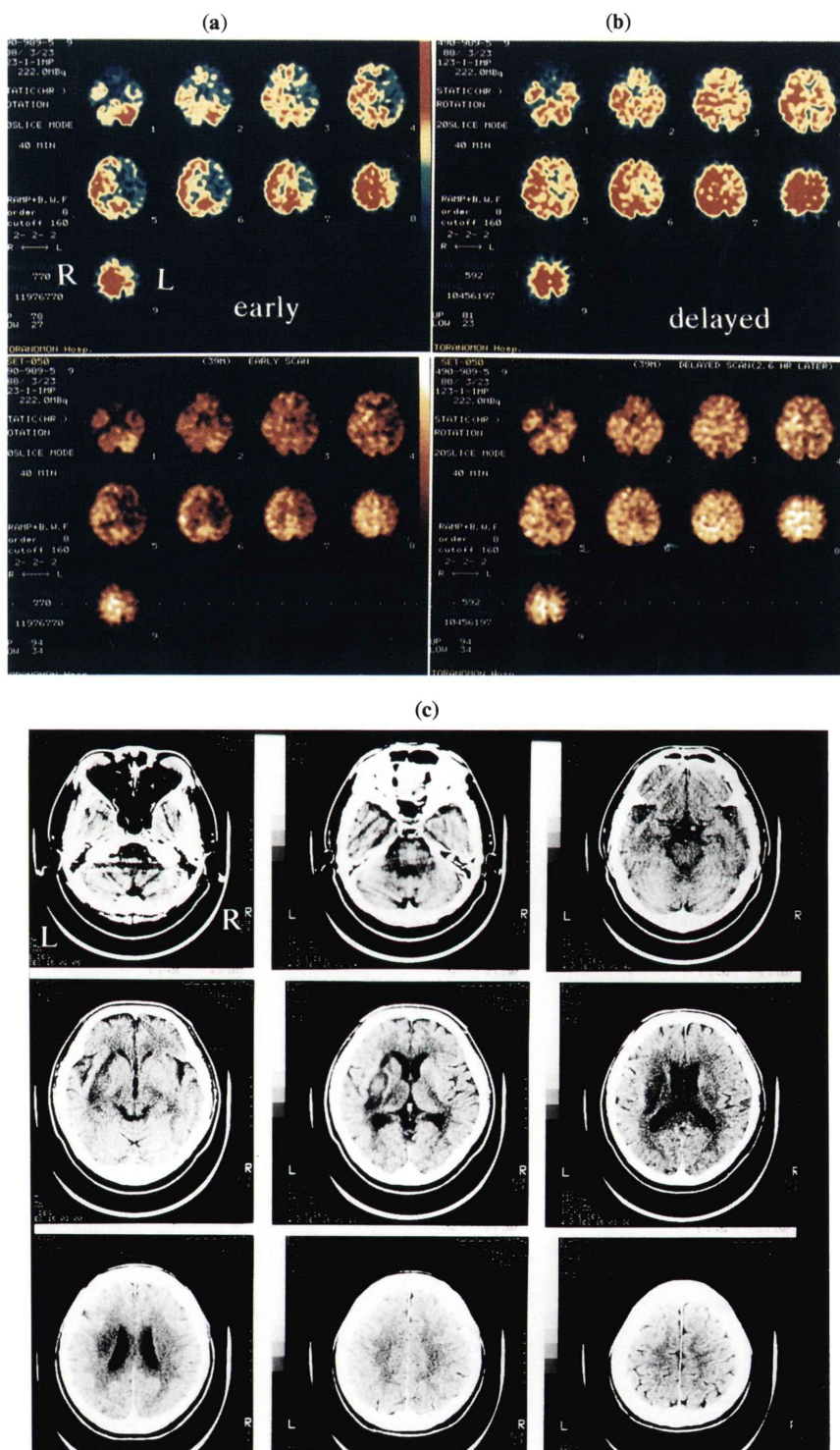


Fig. 1



記入しない I M P (early, delayed scan) 診断シート 川越研究会

1. 症例番号 11 患者氏名 \_\_\_\_\_ 2. 診断医: 氏名 \_\_\_\_\_ 医師コード 215

3. IMP 診断結果 a. 脳萎縮 ☐ 右: ☐ 前頭葉 ☐ 頭頂葉 ☐ 側頭葉 ☐ 後頭葉 ☐ 小脳 ☒ 不明  
☐ 左: ☐ 前頭葉 ☐ 頭頂葉 ☐ 側頭葉 ☐ 後頭葉 ☐ 小脳 ☒ 不明

b. 脳室拡大 ☐ 軽度 ☒ 中等度 ☐ 高度 ☐ 不明

c. 欠損の存在確信度 (脳全体) 5 d. 再分布の存在確信度 (脳全体) 5  
(確信度 5: あり 4: 多分あり 3: 五分五分 2: 多分ない 1: ない)

区 域	1		2		3		4		5		6		7		8		程 度 高 中 低	存在 確信度 5-1を 記入
	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左	右	左		
欠 損 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<u>5</u>
再分布	<input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 全体 <input checked="" type="checkbox"/> 一部																	

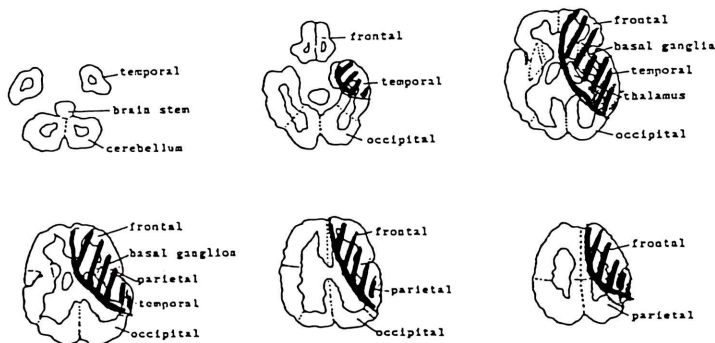


Fig. 2 The report-sheet for  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT used in this image reading experiment.

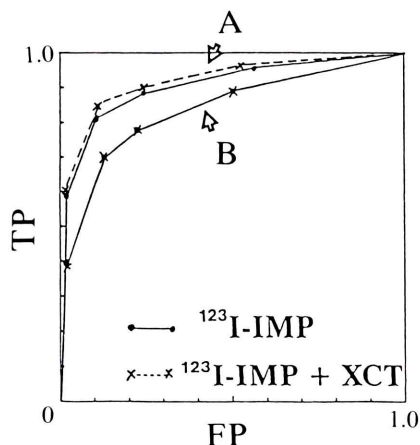


Fig. 3 A: Pooled ROC curves of 14 physicians in detecting perfusion defects. A solid line is the case of SPECT image reading without XCT images and a dotted line is that with reference to XCT images. No statistically significant difference was observed between two lines. B: Pooled ROC curves in detecting redistributions of  $^{123}\text{I}$ -IMP in which a dotted line is overlapped on a solid line. Detectability of redistribution is lower than that of defect and XCT images had no effect in detecting redistribution.

用いられた。ただし、ここでは、病変部の存在確信度や存在部位は「低吸収域」に対して行われ、病変部のスケッチには XCT 用の定型シェーマが用いられた。

実験-1, 2 で参照された神経学的所見は、実験前、虎の門病院の患者カルテより抽出されたもので、症状の程度、意識状態および運動麻痺や感覚障害、言語障害、小脳症状、不随意運動、痴呆の有無、等の情報からなる。

以上のような実験で得られた SPECT 読影データに対し、次のような ROC 解析を行った。

まず、読影対象となった SPECT 像を最終診断に基づいて、欠損あり群、なし群、再分布あり群、なし群の 4 群に分けた。ただし、ここで、最終診断とは 2 回の読影実験終了後、実験を企画した核医学専門の医師 4 名が神経学的所見データ、SPECT 像、XCT 像、専門医による XCT 診断報告書を総合し、合議によって判定した SPECT 診断を指す。

次に、SPECT 像単独、XCT 像併用の各場合における上記 4 群について、欠損および再分布に対する存在確信度（スコア 1：ない、2：多分ない、3：五分五分、4：多分ある、5：ある）の頻度分布を求めた。これより欠損と再分布の検出能を表

す医師 14 人による pooled ROC 曲線と個人ごとの ROC 曲線を描いた。また、各検出能を定量的に示す一つの方法<sup>3)</sup>として ROC 曲線下面積（以下面積と略）を計算した。ただし、以上のような ROC 曲線の基になった所見の存在確信度は脳全体としてのもの (Fig. 2 参照) であり、所見の存在位置の情報は使用しなかった。したがって、ROC 曲線で評価される SPECT の所見検出能は欠損や再分布の存在診断能を表し、所見の位置を正確に検出したかどうかの、いわゆる局在診断能は評価の対象外である。

これより、SPECT 単独時または XCT 併用時、欠損または再分布に対して得られた pooled ROC 曲線や個人ごとの ROC 曲線を相互に比較した。ROC 曲線間の有意性 ( $p < 0.05$ ) の検定は、面積に Hanley, MacNeil の方法<sup>4)</sup>を適用して行った。また、SPECT 単独時、XCT 併用時における面積の平均値の差を対応のある  $t$  検定で、分散の差を  $F$  検定でそれぞれの有意性 ( $p < 0.05$ ) を確認した。

### III. 結 果

Figure 3 に SPECT 像単独時、XCT 併用時における欠損検出能、再分布検出能を医師 14 人の pooled ROC 曲線で示す。欠損に対する ROC 曲

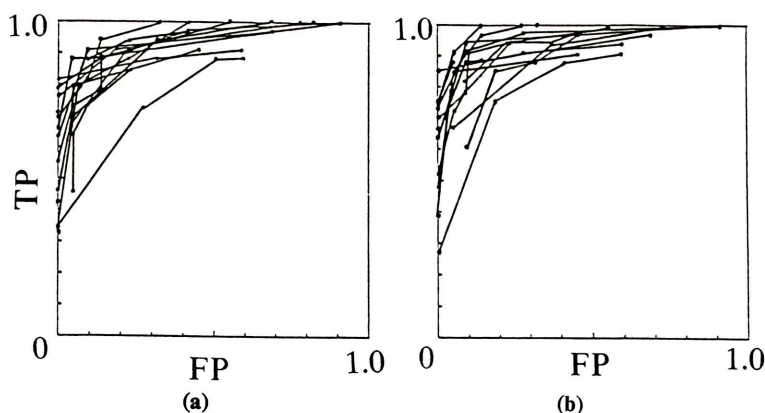


Fig. 4 (a): ROC curves of each physician in detecting perfusion defects without XCT images. Except the lowest one, the variation among ROC curve is relatively small. (b): ROC curves in detecting defects with reference to XCT images. The variation revealed a slight increase.

線は SPECT 像単独よりも XCT 像を併せて読影した時の方が良い傾向にあるが、面積の差は統計的に有意でなかった。再分布に対する pooled ROC 曲線は SPECT 像単独時、XCT 像併用時でほとんど重なっている。再分布の ROC 曲線は欠損のそれよりも下方にあり、面積に有意の差を認めた。

Figure 4(a) に SPECT 像単独時、(b) に XCT 併用時の医師ごとの欠損に対する ROC 曲線を示す。また、それぞれに対応した面積を Table 1(a), (b) に示す。

これら 2 群の面積の平均値の差は有意でなかった。ROC 曲線が極端に低い 1 人を除くと Fig. 4(a) の医師間変動は Fig. 4(b) のそれよりも少ないように見えるが、2 群全体の面積の分散に有意の差はなかった。

Table 1(a) SPECT 像単独時における欠損検出能の医師間変動は最大 0.967 (No. 7)～最小 0.791 (No. 10) の範囲にあり、最大値 (No. 7) に対して No. 10 と No. 14 の 2 人が有意に個人差を生じた。

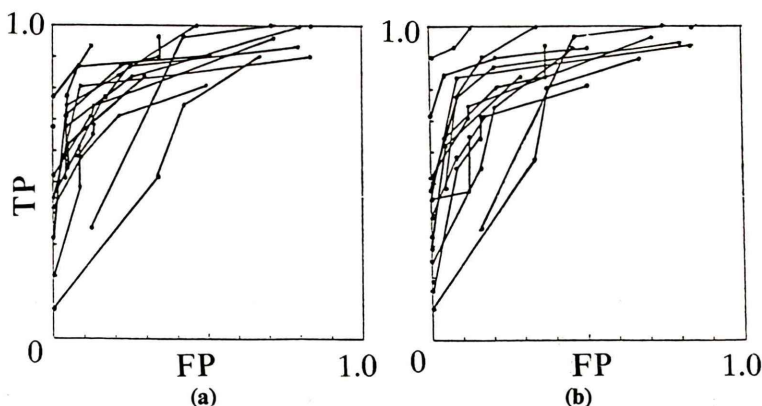
Table 1(b) XCT 併用時においては、面積は最大 0.988 (No. 7)～最小 0.833 (No. 10) の範囲となり、最大値 No. 7 に対して有意に個人差を生じた医師は No. 3, 5, 9, 10 の 4 人となった。

Figure 5 に医師ごとの再分布検出能を表す

**Table 1** Area under the ROC curve of each physician in detecting perfusion defect without and with reference to XCT images. Nonpaired t test for the two conditions showed that the difference was not significant. But the difference between the maximum area for No. 7 and the area for No. 10 or No. 14 physician was significant when SPECT images were read without XCT images. Also, the difference between the maximum area for No. 7 and the area for 4 physicians (No. 3, 5, 9, 10) was significant when SPECT images were read with XCT images

Doctor- No.	SPECT only (a) Area±(STD)		SPECT+XCT (b) Area±(STD)
1	0.952 (0.025)	<	0.965 (0.021)
2	0.918 (0.044)	=	0.909 (0.045)
3	0.910 (0.041)	>	0.896 (0.044)*
4	0.935 (0.034)	=	0.926 (0.036)
5	0.894 (0.044)	=	0.897 (0.043)*
6	0.904 (0.042)	<	0.930 (0.036)
7	0.967 (0.020)	<	0.988 (0.010)
8	0.913 (0.041)	<	0.963 (0.023)
9	0.943 (0.029)	>	0.875 (0.052)*
10	*0.791 (0.060)	<	0.833 (0.055)*
11	0.939 (0.030)	<	0.972 (0.021)
12	0.904 (0.044)	<	0.930 (0.037)
13	0.942 (0.031)	<	0.956 (0.027)
14	*0.863 (0.053)	<	0.935 (0.033)
	0.913 (0.044)		0.927 (0.042)

\*p<0.05: The significant difference from No. 7



**Fig. 5** (a): ROC curves of 14 physicians in detecting redistributions of  $^{123}\text{I}$ -IMP without XCT images.

(b): ROC curves in detecting redistribution with reference to XCT images.



**Table 2** Area under the ROC curve of each physician in detecting the redistribution of  $^{123}\text{I}$ -IMP without and with reference to XCT images. According to t test, difference between conditions had no significance. But the number of the case which showed significant difference between the maximum area for No. 7 and the area for other physician increased in comparison with Table 1

Doctor- No.	SPECT only (a) Area $\pm$ (STD)		SPECT+XCT (b) Area $\pm$ (STD)
1	0.914 (0.043)	<	0.929 (0.037)
2	0.913 (0.040)	<	0.876 (0.048)*
3	*0.794 (0.065)	<	0.759 (0.070)*
4	*0.862 (0.049)	=	0.862 (0.049)*
5	*0.850 (0.052)	=	0.851 (0.052)*
6	*0.790 (0.062)	=	0.791 (0.061)*
7	0.942 (0.033)	<	0.992 (0.007)
8	*0.862 (0.051)	<	0.884 (0.048)*
9	0.885 (0.044)	<	0.828 (0.056)*
10	*0.677 (0.074)	<	0.708 (0.072)*
11	0.914 (0.040)	<	0.931 (0.038)
12	*0.795 (0.060)	=	0.798 (0.060)*
13	*0.858 (0.052)	<	0.880 (0.050)*
14	*0.777 (0.063)	=	0.778 (0.062)*
	0.845 (0.072)		0.848 (0.076)

\*p<0.05: The significant difference from No. 7

ROC 曲線を示す。また、それぞれに対応した面積を Table 2 に示す。(a) は SPECT 像単独時、(b) は XCT 像併用時である。検定の結果、2 群全体の面積の平均値と分散に有意の差はなかった。しかし、最大の面積を示した医師 No. 7 に対して有意に個人差を生じた医師は SPECT 単独時で 9 人、XCT 併用時では 11 人に増加した。

#### IV. 考 察

一般に、画像診断の有効度は技術的成熟度と検査法としての成熟度の両面から検討する必要がある<sup>5)</sup>。われわれは以前より各種核医学画像の臨床的有効度を評価するため、グループ研究<sup>1,2,6-16)</sup>を行ってきた。SPECT 画像については、前者の観点より、施設あるいは装置により生じた画質の差異が読影診断の結果にいかなる影響を与えるか検討し報告<sup>1)</sup>した。本報では後者の観点より、

XCT と対比した時の SPECT 診断の独自性および診断の客観性 (医師間変動) について検討した。

SPECT による脳血流シンチグラフィ診断の独自性を XCT との比較において検討したこれまでの報告は、自施設例を自施設の少数の医師が主観的に評価したもの (例えば文献<sup>17-19)</sup> など) が大部分であり、他施設の多数の医師も参加して客観的に評価した実験は本報が初めてである。

画像診断の有効度は医師という人間系をも含めて評価せざるを得ないが、本報では画質の揃った SPECT 画像を用いることで、技術的因子による診断の変動を抑える方法を採用した。これより医師全体の pooled ROC 曲線から画像診断システムの性能を評価する一方、医師ごとの ROC 曲線から SPECT 診断の医師間変動や個人差を定量し、SPECT 診断の客観性を検討した。 $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT についてこのような評価を行った研究は本報が初めてである。

##### 1) SPECT 診断の独自性について

Figure 3 で SPECT 像単独時と、XCT 像併用時の pooled ROC 曲線がほとんど同じであり、Tables 1, 2 で示された両群における面積の平均値と分散の間に有意の差がなかったという事実は SPECT 診断システムが XCT の影響をあまり受けない独自の検査法であることを示唆したものと考える。なお、XCT 情報の SPECT 診断への反映のさせ方は個人により異なると思われたので、Tables 1, 2 において医師個人ごとに SPECT 像単独時と XCT 像併用時の面積の差を検定してみたが、有意であった医師は一人もいなかった。ただし、有意差が出なかったのは面積が個人ごとの ROC 曲線から計算され統計変動が大きくなったためとも考えられるので、この結果のみから医師個人のレベルでも SPECT 診断に独自性を認めたとは断言できない。ちなみに面積に 2% 以上の差があれば変化あり、なければ変化なしという便宜的方法で、XCT が SPECT 診断に関与したことの個人差を Tables 1, 2 より分けてみると、欠損に対しては 14 人中 3 人 (14%) は検出能が変化せず (=), 9 人 (64%) は向上 (<) し、2 人 (21%)

は低下(>)した。一方、再分布の場合では、XCT像との比較読影によりSPECT像の検出能が変化しなかったのは5人(36%)、向上は6人(43%)、低下は3人(21%)であった。

Figure 6に欠損の場合、Fig. 7に再分布の場合の上記典型例を示す。

Figure 3においてSPECT単独時、XCT併用時の欠損検出能に有意の差を生じなかったのは、これらの個人差が相殺されたためである。また、ここで、再分布検出能に全く変化が見られなかったのは、大きな医師間変動が相殺された効果のほか、delayed scanによる再分布の有無は、early

scan上で欠損の有無が定まった後判定されるので、XCT像併用の影響は間接的で現れにくいことも原因したと思われる。

Figure 4(a)でSPECT単独時の検出能が特に低い1本のROC曲線を除くと、XCT併用時(Fig. 4(b))の医師間変動はやや大きくなった印象を受ける。これは、XCT像を併用したことでROC曲線が以前より向上した医師と劣化した医師が出たためである。再分布の場合(Fig. 5)には、もともと医師間変動が非常に大きかったため、このような変化は観察できなかった。

$^{123}\text{I}$ -IMP SPECTの臨床的有効度を評価する目

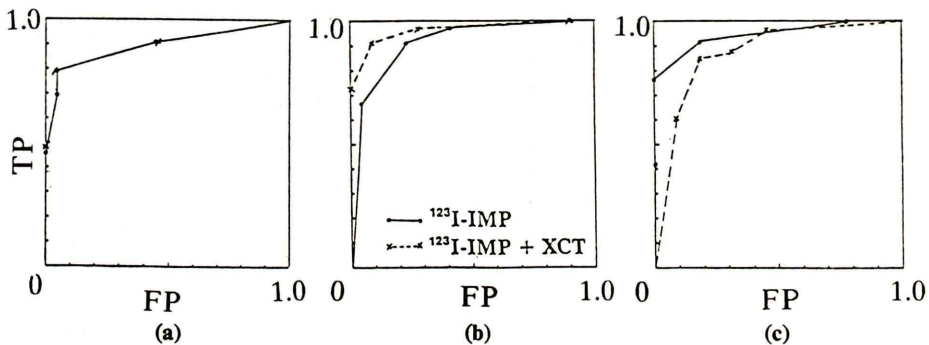


Fig. 6 ROC curves of three physicians presented typical response in detecting perfusion defect. (a): XCT image reading had no effect on the diagnosis of SPECT. (b): XCT image reading improved the ROC curve. (c): XCT image reading worsened the ROC curve.

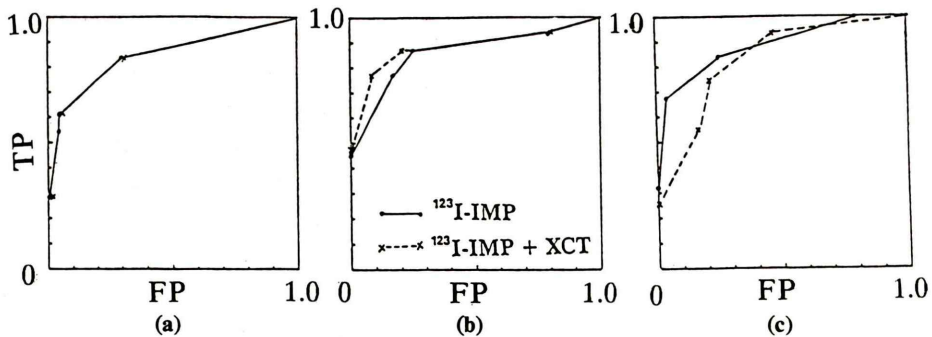


Fig. 7 ROC curves for three physicians presented typical response in detecting the redistribution of  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT. (a): XCT image reading had no effect on the diagnosis of SPECT. (b): XCT image reading improved the ROC curve. (c): XCT image reading worsened the ROC curve.



的で前著者らが行った読影実験<sup>15,16)</sup>では、まず、early scan から欠損を検出し、次に early scan と delayed scan を読影して欠損と再分布を検出したが、その際、XCT 像がどちらの場合にも併用された。そうした理由は実験計画の段階で、読影医の大半が「XCT 像なしには  $^{123}\text{I}$ -IMP SPECT の読影は困難と感じている」と判断されたためである。医師が XCT 像を頼りにした事情は以下のようなことにあったと思われる。

当時の  $^{123}\text{I}$ -IMP は治験の段階から臨床に応用されて間もないころであり、それによる SPECT 像の診断基準は確立途上にあった。医師の読影経験は浅いのが一般的で、SPECT 撮像技術、表示技術も未完成な部分があり、SPECT 像は画質的に不十分な面があったと思われる。各施設において、 $^{123}\text{I}$ -IMP の臨床応用はまだ少なく、読影実験用の例数を十分確保するためには、複数施設から症例を収集する必要があった。それゆえ画質は不揃いで、画像表示法も統一がとれず、医師はこのような他施設の、不慣れな SPECT 像を読影しなければならなかった。それに比べて XCT の撮影技術、読影診断基準の標準化は SPECT より進んでいた。

一方、本報の読影実験に参加した医師は、XCT 像なしで SPECT 像を読影することに難色を示さなかったし、現実には、XCT 像併用の影響は Fig. 3 に示すごとく、医師全体としては少なかった。その理由として、おおよそ次のようなことが考えられる。

今回の実験に用いられた SPECT 像は全例、1 施設からのものであった。最新の頭部専用リング型断層装置で一定のプロトコルに従って撮像されたこれらの SPECT 像は Fig. 1 に示されたごとく数年前のガンマカメラ回転型のものより全般的に画質は良好であり、また、early scan, delayed scan はモノクロームトーン画像のほか、レインボウカラー画像としても表示されたので、前回実験の画像よりも診断しやすかったと想像される。

読影医14人中11人は前回の実験にも参加した医師であり、医師全体としての SPECT 像の読影経

験は明らかに前回よりも多かった。さらに読影医が所属する各施設をはじめ、他の多くの施設でも臨床応用の蓄積が進み、したがって SPECT の診断基準の標準化は以前より図られていた。

## 2) SPECT 診断の客観性について

同一対象の SPECT 画像を異なった医師が読影した時の変動、すなわち診断の客観性は実際にどの程度か、それが XCT の情報を追加したことによってどう変化するか検討した。この時、客観性の指標として、Tables 1, 2 で示された面積データを基に、最大の診断能を示した医師に対して診断能が統計的に有意に低かった医師が何人いたかを調べた。その結果、SPECT 単独で欠損を検出した時は14人中2人(14%)、再分布の場合は9人(64%)であったが、XCT 併用時には、それぞれ4人(29%)、11人(79%)と増加した。これより再分布の存在診断の医師間変動(または診断能の個人差)は欠損の場合よりも明らかに大きく、XCT の情報は欠損および再分布を診断する時、それぞれ2人(14%)の診断に影響を与えたといえる。再分布診断の医師間変動が顕著に大きかったのは、再分布は欠損より検出が難しい場合が多く、さらに、欠損の描出の程度と比較して判定するものであることから、診断基準に不統一が生じたためと想像される。

## 3) SPECT の最終診断について

一般に、ROC 曲線を描いて画像診断能を評価するには対象画像が示す病態の正解が必要であり、その正解は対象と独立に確定されなければならない<sup>20)</sup>。しかし、本報のような臨床的 efficacy study では確定診断を得るのに限界がある。検査終了時点で直後に対象から SPECT 像上の欠損や再分布の有無、その広がりに対応する病理所見が得られることはまずほとんどあり得ないからである。そこで、この研究では、患者の神経学的所見、XCT、脳 SPECT など、利用できるすべての所見を参照して、4名の医師の合議により決めたものを正解と(本報ではこれを最終診断と表現)した。そしてこの最終診断は、真の確定診断とは100%一致しないまでも、かなり近い可能性があると推測さ

れる。しかし、第3の診断基準で確定されたものでないことは確かであるから、厳密にはここで示された各 ROC 曲線は SPECT 診断能の絶対値を示すものではなく、専門医の合議による標準的な診断結果との相対的な偏りを示すと解すべきであろう。いずれにしても SPECT 診断の独自性や客観性に関してこれまで述べてきた結果や考察、それにより導かれる結論は変わらないと考える。

#### 4) XCT の併用が SPECT 診断を左右した原因について

XCT の併用は、医師群全体としては SPECT 診断にあまり影響しなかったが、個人的には影響したという結論は Tables 1, 2 等ではっきり裏づけられている。曖昧なのはなぜ、XCT の併用が SPECT 診断に良くも悪くも働いたかということである。その原因を明らかにするには2つの側面からの検討が必要と思われる。

第1は実験対象となった症例の XCT 診断および SPECT の最終診断の結果がどのようなものであったかということである。XCT 診断の結果、正常 CT は15例、異常 CT は40例であった。一方、SPECT の最終診断は欠損なし22例、あり33例であり、この時の神経症状の程度は正常16例、軽度21例、中等度12例、重度1例、不明5例であった。

第2は読影者がこれら各症例の XCT 情報を SPECT と絡めて判断する能力および態度の問題である。XCT の併用によって SPECT 診断能が向上した医師は、SPECT の最終診断が下された時と同じ重みでもって XCT 情報を利用し、SPECT 診断能が低下した医師は重みの与え方が前者とは逆転し、SPECT 診断能に変化のなかった医師は XCT 情報をまったく考慮しなかったか、利用の効果が相殺されたものと想像される。

このような読影結果が現れた一因は、医師としての経験や訓練の相違、近年の画像診断の専門化傾向による影響などにより、読影能力および態度に個人差があったためと推定される。

複数検査の ROC 曲線が単独検査のそれより常に向上するとは限らない<sup>2,9,21,22)</sup>ことは文献的に

知られているが、その原因は対象症例の質的な偏りと読影者の能力および態度の組み合わせにより、また、評価対象となった検査法により様々である。XCT 情報が SPECT 診断を左右した原因を明らかにするには、今後さらに詳細な検討が必要と思われる。

#### V. まとめ

<sup>123</sup>I-IMP SPECT による存在診断の独自性、客観性を評価するため、まず、SPECT 像単独で、次に XCT 像も併用して欠損および再分布を検出する読影実験を行った。ROC 解析の結果、

(1) SPECT による病変の存在診断のシステム全体としての性能およびその全体的な医師間変動は XCT を追加しても顕著な変化はなく、診断の独自性を確認した。

(2) しかし、医師個人のレベルでは、XCT の併用により、所見の存在診断の精度が向上した医師、劣化した医師、診断能が変化しなかった医師を生じ、その結果、医師間における診断能の個人差は大きくなり、XCT の情報が診断の客観性に影響を与えたことを確認した。

(3) 欠損検出能は高く、その医師間変動は比較的小さかったが、再分布検出能は欠損よりも低く、その医師間変動は非常に大きかった。診断の客観性をさらに向上させるため診断基準の統一を図る必要があると考える。

本論文の要旨は第30回日本核医学会総会において発表した。

#### 文 献

- 1) 養島 聡, 安西好美, 内田佳孝, 他: <sup>123</sup>I-IMP 脳血流 SPECT における画質と病変検出率の検討. 核医学 27: 323-332, 1990
- 2) 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男, 他: 肝シンチグラムの臨床の有効度の定量的評価——(2) SOL 診断の医師間変動の解析——. 核医学 19: 441-451, 1982
- 3) Hanley JA, McNeil BJ: The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. Radiology 143: 29-36, 1982
- 4) Hanley JA, McNeil BJ: A method of comparing the area under receiver operating characteristic



- curve derived from the same cases. *Radiology* **148**: 839-843, 1983
- 5) 飯沼 武: 臨床的有効度の評価基準. *臨放* **28**: 533-536, 1981
  - 6) 松本 徹, 飯沼 武, 館野之男, 他: 肝シンチグラムの臨床的有効度の定量的評価——(1) 方法論と SOL 診断の ROC 解析を中心に——. *核医学* **19**: 51-65, 1982
  - 7) 宇野公一, 内山 暁, 松本 徹, 他: 肝シンチグラムにおける脾腫の判定. *RADIOISOTOPES* **32**: 469-472, 1983
  - 8) 松本 徹, 飯沼 武, 石川達雄, 他: 肝 SPECT イメージの SOL 検出能——SOL 検出モデルによる解析——. *RADIOISOTOPES* **34**: 414-420, 1985
  - 9) 松本 徹, 飯沼 武, 石川達雄, 他: 肝 SPECT イメージの SOL 検出能——ROC 曲線の構造解析——. *RADIOISOTOPES* **34**: 486-492, 1985
  - 10) 小山田日吉丸, 町田喜久雄, 松本 徹, 他: 肝 SPECT の臨床的有効度に関する協同研究結果について. *RADIOISOTOPES* **36**: 340-346, 1987
  - 11) 森 豊, 川上憲司, 町田喜久雄, 他: 肝 SPECT の臨床的有効度に関する研究——とくに肝区域およびびまん性肝疾患の合併に関する検討——. *RADIOISOTOPES* **36**: 457-464, 1987
  - 12) 秋山芳久, 油井信春, 松本 徹, 他: Prospective study による骨シンチグラフィの臨床的有効度——臨床データの集積結果——. *RADIOISOTOPES* **37**: 140-147, 1988
  - 13) 秋山芳久, 油井信春, 松本 徹, 他: Prospective study による骨シンチグラフィの臨床的有効度——ROC による解析結果——. *RADIOISOTOPES* **37**: 148-154, 1988
  - 14) 油井信春, 秋山芳久, 松本 徹, 他: Prospective study による骨シンチグラフィの臨床的有効度評価——乳癌と前立腺癌での有効性の評価——. *RADIOISOTOPES* **37**: 608-614, 1988
  - 15) 松本 徹, 飯沼 武, 町田喜久雄, 他: 脳血管障害に対する  $^{123}\text{I}$ -IMP による SPECT の臨床的有効度評価に関する共同研究——(1) 方法論について——. *核医学* **25**: 924, 1988
  - 16) 本田憲業, 町田喜久雄, 間宮敏雄, 他: 脳血管障害に対する  $^{123}\text{I}$ -IMP による SPECT の臨床的有効度評価に関する共同研究——(2) 実験結果について——. *核医学* **25**: 924, 1988
  - 17) 曾根昭喜, 福永仁夫, 大塚信昭, 他: 脳血管障害患者における N-isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]-iodoamphetamine および  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA SPECT による血流シンチグラフィ. *核医学* **22**: 1448-1459, 1985
  - 18) 松田博史, 寺田一志, 東壮太郎, 他:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -d,l-hexa-methyl-propyleneamine oxime による脳血流シンチグラフィの基礎的, 臨床的検討. *核医学* **24**: 1329-1341, 1987
  - 19) 小野志磨人, 福永仁夫, 大塚信昭, 他: 虚血性脳疾患患者の  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -hexamethyl propyleneamine oxime による single photon emission computed tomography (SPECT): N-isopropyl-p-[ $^{123}\text{I}$ ]-iodoamphetamine および  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DTPA SPECT との比較. *核医学* **26**: 811-820, 1989
  - 20) Politser P: A Structural Method to Guide Test Evaluation. *Med Decis Making* **5**: 417-436, 1983
  - 21) 松本 徹: BVC (bias to variance characteristic) 解析. *臨放* **34**: 1539-1549, 1989
  - 22) Politser P: Reliability, Decision Rules, and the Value of Repeated Tests. *Med Decis Making* **2**: 47-69, 1982



## Summary

### The Group Study of Diagnostic Efficacy of Cerebro-Vascular Disease by I-123 IMP SPECT Images Obtained with Ring Type SPECT Scanner —The ROC Analysis on the Diagnosis of Perfusion Defect and Redistribution—

Kikuo MACHIDA<sup>\*1</sup>, Toru MATSUMOTO<sup>\*2</sup>, Norinari HONDA<sup>\*1</sup>, Toshio MAMIYA<sup>\*1</sup>,  
Taku TAKAHASHI<sup>\*1</sup>, Teruo TAKISHIMA<sup>\*1</sup>, Tsuyoshi KAMANO<sup>\*1</sup>, Satoshi TAMAKI<sup>\*1</sup>,  
Takeshi A IINUMA<sup>\*2</sup>, Yukio TATENO<sup>\*2</sup>, Kenjiro FUKUHISA<sup>\*3</sup>, Hajime MURATA<sup>\*4</sup>,  
Keiichi CHO<sup>\*4</sup>, Kimiichi UNO<sup>\*5</sup>, Satoshi MINOSHIMA<sup>\*5</sup>, Junichi OKADA<sup>\*5</sup>,  
Atsushi KUBO<sup>\*6</sup>, Yasushi TSUKATANI<sup>\*6</sup>, Katsumi ISHII<sup>\*7</sup>, Nobuharu YUI<sup>\*8</sup>,  
Makiko ISHIHARA<sup>\*8</sup>, Kenji KAWAKAMI<sup>\*9</sup>, Hiyoshimaru OYAMADA<sup>\*10</sup>  
and Tetsuo NAKAJIMA<sup>\*11</sup>

<sup>\*1</sup>Department of Radiology Saitama Medical Center, Saitama Medical School

<sup>\*2</sup>Division of Clinical Research, National Institute of Radiological Sciences

<sup>\*3</sup>Division of Technical Services, National Institute of Radiological Sciences

<sup>\*4</sup>Department of Nuclear Medicine, Toranomon Hospital

<sup>\*5</sup>Department of Radiology, Chiba University

<sup>\*6</sup>Department of Radiology, Keio University

<sup>\*7</sup>Department of Radiology, Kitasato University

<sup>\*8</sup>Department of Nuclear Medicine, Chiba Cancer Center

<sup>\*9</sup>Department of Radiology, Jikei Medical School

<sup>\*10</sup>Department of Nuclear Medicine, Ganken Hospital

<sup>\*11</sup>Department of Radiology, Saitama Cancer Center

We performed two image reading experiments in order to investigate the diagnostic capability of I-123 IMP SPECT obtained by the ring type SPECT scanner in cerebro-vascular disease. Fourteen physicians diagnosed SPECT images of 55 cases with reference to clinical neurological informations, first without brain XCT images and second with XCT images. Each physician detected perfusion defects and redistributions of I-123 IMP and assigned a confidence level of abnormality for these SPECT findings by means of five rating method. From results obtained by ROC analysis, we concluded as follows: (1) Generally, I-123 IMP SPECT is a stable diagnostic modality in the diagnosis of cerebro-vascular disease and the image

reading of XCT had no effects on the diagnosis of SPECT on the whole of physician, (2) However, there were unnegligible differences among individuals in the detectability of findings and the effect of XCT image reading, (3) Detectability of redistribution of I-123 IMP was lower than that of perfusion defect and inter-observer variation in the diagnostic performance for redistribution was larger than that of perfusion defect. The results suggest that it is necessary to standardize diagnostic criteria among physicians for redistribution of I-123 IMP.

**Key words:** Brain SPECT, Efficacy study, Reading experiment.