

CR による RI イメージング の試み

西 克機* 小島 敏典* 森元 勝浩*
 多田 明* 立野 育郎*

〔目的〕

輝尽性蛍光体を使った IP (イメージングプレート) は蛍光体が薄いため γ 線が透過する割合が高い。このため IP へ情報量を高めようと IP の重ね合わせや、フィルタとの組合せによる RI イメージングの基礎実験を行い、臨床応用に付いて検討を行った。

〔方法〕

基礎実験として(1)フラットファントム (76-807 型) に $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (211KBq/ml) と $^{201}\text{TlCl}$ (123KBq/ml) をそれぞれ封入し、その上に総合評価ファントム (JSR-T 型: 鉛スリット部, ハウレットチャート部, コントラストチャート部から構成) を置く。

この総合評価ファントムに密着させた低エネルギー用汎用コリメータの上に IP (ST-III) を直接置き撮像する。

IP への撮像法として次の組合せを行う。

- ① IP ② IP+IP ③ IP+BM (増感紙) 裏向け
- ④ IP+BM+ 銅 (Cu: 0.3mm) ⑤ IP+Cu
- ⑥ IP+ 鉛 (Pb: 0.3mm)

これらの組合せから IP への収集状態を検討し、これと平行してシンチカメラによる撮像も行い CR との画像比較を行う。なお、収集条件はシンチカメラで 50 万カウントに要した時間の 10 倍を IP への撮像時間とする。また、CR システムによる読み取りは AUTO MODE で統一する。

(2) 心臓ファントム (RH-2 型) の左室心筋内の前壁および心尖部に 30mm ϕ ディフェクトを付け、心筋内に $^{201}\text{TlCl}$ (74KBq/ml) を封入し、planar 正面像によるディフェクトの検出能について CR 画像とシンチカメラ画像の比較を行い検討する。

〔結果〕

(1) 総合評価ファントムのハウレットチャート部分分解能は $^{99m}\text{TcO}_4^-$ では IP+IP の画像が最も良く、鉛 1mm および銅 2mm 厚のところでは 2.0mm ϕ のドーナツ型チャートが可視できた。

なお、シンチカメラの画像では鉛 3mm 厚のところでは 3.0mm ϕ 、鉛 1mm 厚のところでは 3.5mm ϕ 、銅 3mm 厚のところでは 4.0mm ϕ 、銅 2mm 厚のところでは 5.0mm ϕ のドーナツ型チャートまでが可視できた (図 1)。

$^{201}\text{TlCl}$ でも IP+IP の画像が最も良く、鉛および銅 3mm 厚のところでは 2.5mm ϕ 、鉛 1mm 厚で 2.5mm ϕ 、銅 2mm 厚のところでは 3.0mm ϕ のドーナツ型チャートが可視できた。

なお、シンチカメラでは鉛 3mm 厚のところでは 4.5mm ϕ 、鉛 1mm 厚のところでは 5.0mm ϕ 、銅 3mm 厚のところでは 5.0mm ϕ 、銅 2mm 厚のところでは 5.5mm ϕ のドーナツ型チャートまでが可視できた (表 1)。

また、両核種での IP+IP の画像では加算処理による収集量の増加がみられ、分解能にほとんど影響を与える事なく、約 1/2 の時間短縮も可能であった。

IP + 増感紙の画像では、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ はフィル

タ効果による約 7% の濃度増加が確認できた。また、 $^{201}\text{TlCl}$ では約 9% の濃度増加が確認できたが、IP + 銅、IP + 鉛の画像では両核種ともフィルタ効果が認められなかった。

(2) 心臓ファントムの心筋部における前壁、心尖部のディフェクトは、CR、シンチカメラの画像とも描出されているが、CR 画像がより明瞭にディフェクトを捕らえていた (図 2)。しかし、生体での CR 画像は病巣を捕らえているものの、X 線一般撮影用パラメータでは周りからの散乱線の影響が伴ってコントラストが付きにくく、長時間を要した (図 3)。

〔考察〕

CR を用いた RI イメージングについて、弘前大学・淀野らや栃木県立がんセンター・萩原らによって報告がされている。そのなかで、IP の感度が RI に対して低く、淀野らは IP の感度は NaI と光電子増倍管を用いる現行のシンチカメラの約 1/10 倍である。このため RI 核種 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ では 0.3mm 厚鉛板を用いると感度が高くなり、分解能も良くなったと報告している。

一方、萩原らは 1.0mm 厚前後の銅板や X 線増感紙 G-8 を用いると感度が高くなったと報告している。

しかし、我々の実験では 0.3mm 厚の鉛板や銅板の使用では、感度の増加がまったく認められず、かえって情報不足に伴う分解能の悪化が認められた。このため、フィルタ効果よりしゃへい効果が現われているのではないかと考えられる。

輝尽性蛍光体: バリウムフロロハライド化合物 ($\text{BaFX} : \text{Eu}^{2+}$, X=Cl, Br, I) を使った IP は NaI より感度は低いが空間分解能ははるかに優れており、1mm 以下の分解能を有すると思われる。また、このような IP という検出器がシンチカメラに取り付けられたならば、飛躍的な精度の高い画像を与えてくれると期待できる。

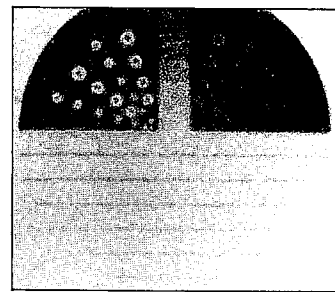
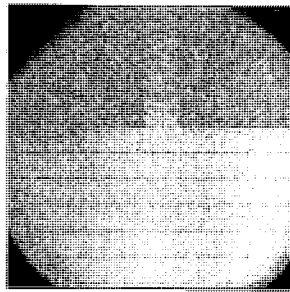
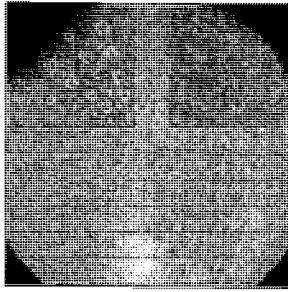
〔結語〕

◎ IP は γ 線に対して感度は低いが、空間分解能はシンチカメラよりはるかに優れており、銅板の 2mm 厚におけるハウレットチャート部では最小形状の 2.0mm ϕ が可視できた。これに対して、シンチカメラ画像では 5.0mm ϕ までしか可視できなかった。

◎ 現行の IP は RI の高エネルギーに対して感度が低く、臨床では 30 分の長時間を要した。しかし、IP の重ね合わせ撮像ではその画像の加算処理による方法で感度を高くでき、撮像時間が 20 分以下に短縮できた。

◎ 銅板や鉛板によるフィルタ効果は認められなかったが、X 線用増感紙裏向けを用いることによって約 10% 弱の濃度増加があった。

◎ 現行の輝尽性蛍光体 (バリウムフロロハライド化合物: $\text{BaFX} : \text{Eu}^{2+}$, X=Cl, Br, I) を使った X 線エネルギー蓄積型イメージングプレートに代わる化合物や、結晶体の厚さなどを変えた感度の高い IP の開発が望まれる。



$^{99m}\text{TcO}_4^-$ による CR 画像
IP (撮像時間 6 分) IP+IP (撮像時間 3 分)

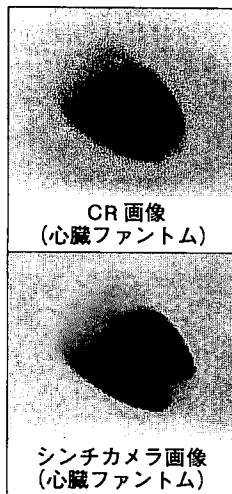
$^{99m}\text{TcO}_4^-$ によるシンチカメラ画像
(撮像時間 36 秒)

▲図 1 総合評価ファントム

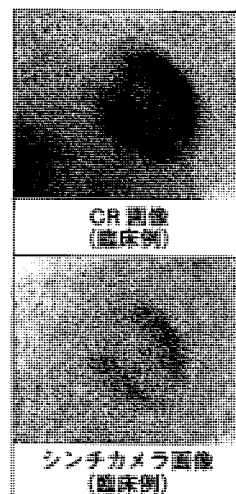
IPとの組合せ 鉛、銅の厚み mm		IP		IP+IP		IP+BM		IP+BM+Cu		IP+Cu		IP+Pb		シンチカメラ	
		Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu	Pb	Cu
6.5	Tc														
	Tl														
6.0	Tc														
	Tl														
5.5	Tc														
	Tl														●
5.0	Tc														○
	Tl													●	●
4.5	Tc														
	Tl												●	●	
4.0	Tc													○	○
	Tl									●					
3.5	Tc									○	○			○	○
	Tl									●		●	●	●	
3.0	Tc												○	○	
	Tl		●	●		●		●	●	●	●	●	●	○	
2.5	Tc												○	○	
	Tl	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	
2.0	Tc	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Tl									○	○				

(注) IP: ST-□, BM:増感紙, Cu:銅, Pb:鉛
 IPとの組合せでCu及びPbの厚さは0.3mm
 ○印 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ の可視限界
 ●印 $^{99m}\text{Tl}-\text{Cl}$ の可視限界
 斜線 可視範囲

▲表 1



▲図 2



▲図 3