

《ノート》

## シンチレーションカメラの診療用ヒューマン カウンターへの応用

—鉄吸収試験について—

Clinical Application of Scintillation Camera to the Whole Body Counter  
—Iron Absorption Test—

鳥住 和民\* 川端 衛\* 三島 隆生\* 岡田多加志\*\*  
西端 治美\*\*\* 芝崎 恒子\*\*\* 若林 厚子\*\* 上芝 教昭\*

Kazutami TORIZUMI\*, Mamoru KAWABATA\*, Takao MISHIMA\*, Takashi OKADA\*\*,  
Harumi NISHIBATA\*\*\*, Kyoko SHIBAZAKI\*\*\*, Atsuko WAKABAYASHI\*\*  
and Noriaki UESHIBA\*

\* Wakayama Medical College, Department of Radiology  
\*\* Wakayama Saiseikai Hospital, Division of Nuclear Medicine  
\*\*\* Hidaka Sogo Hospital, Division of Nuclear Medicine

### I. 緒 言

1976 年以来、著者らは 5 インチ対向 2 チャンネルシンチスキャナーを、何ら改造することなく、臨床用簡易型全身計測装置として鉄吸収試験<sup>1)</sup> および <sup>47</sup>Ca 吸収試験<sup>2)</sup> の臨床検査に応用し、きわめて良好な成績を得ている。

今回はシンチレーションカメラの利用を試み、これによる鉄吸収試験の基礎的並びに若干の臨床的検討を行なったので、ここに報告する。

### II. 装 置

- 1) LFOV シンチレーションカメラ (Searle 社)
- 2) ホールボディースキャン用ベッド

\* 和歌山県立医大放射線科

\*\* 済生会和歌山病院 RI 室

\*\*\* 国保日高総合病院 RI 室

受付: 55 年 5 月 29 日

最終稿受付: 55 年 6 月 30 日

別刷請求先: 和歌山市七番丁一番地 (640)

和歌山県立医科大学附属病院放射線科

鳥 住 和 民

130 cm/min

### III. 方 法

幾何学的配置は最上段に移動させた検出器とベッド間の距離を最大の 56 cm とし、コリメータは検出器から外した状態で、かつホールボディースキャン撮影時の位置決め用に使用する Set up 視野 (Set up 有効視野: 幅 33.6 × 長さ 15.9 cm<sup>2</sup>) を採用する。

測定は検出器を固定した状態で、仰臥位および腹臥位にてベッドを体軸方向に自動走査 (ベッド可動距離 218 cm, ベッドスピード 130 cm/min, 全身計測時間 100.5 sec) してそれぞれの積分値の合計でもって全身計測値とする。

### IV. 基礎的検討および結果

#### 1. 人体内での RI 検出感度の均一性について

体内の断面における <sup>59</sup>Fe の検出感度を均一に

**Key words:** Scintillation camera, Whole body counter, <sup>59</sup>Fe-ferrous citrate, Iron absorption

する為に以下のように実験を行なった。即ち幾何学的配置<sup>1)</sup>は横向きにした検出器から水槽ファントム(幅30×長さ25×深さ25cm<sup>3</sup>)表面までの距離を36cmとし、<sup>59</sup>Fe 5 μCiを点線源として利用し、水槽ファントム中で深度1, 5, 10, 15, 20cmの各位置での計数率が直線的な減衰関係になるようなウインド幅を求めた。LFOVシンチレーションカメラの仕様書にはエネルギー使用可能範囲は0~680keVとなっており、また日常使用するRIのベッド汚染の影響を避ける意味からも、これらRIエネルギーから外れた、つまり<sup>59</sup>Feのコンプトン散乱領域<sup>3)</sup>400~680keVを採用することにした。かかる条件下では計数率が水の深さに比例して直線的に減衰する結果を示した。よって、減衰曲線が水の深さに対し直線的になる条件下であれば、仰臥位および腹臥位で測定したそれぞれの計数率を加算することで、人体内における<sup>59</sup>Feの位置に左右されることなく同一検出感度で測定し得ることになる。

## 2. 等感度曲線

検出器とベッド上の水槽ファントム(幅36×長さ60×深さ20cm<sup>3</sup>)水面間距離を36cmとし、中央の幅26cmの部分について<sup>59</sup>Fe点線源による等感度曲線を求めたのがFig. 1-左である。実際には仰臥位および腹臥位で測定した計数値を加算する為、上記で得られた等感度曲線を合成する必要があり、Fig. 1-右がその合成された等感度曲

線である。これより中央部分の幅26×深さ20cm<sup>2</sup>の縦断面は80~100%の感度領域で、実際の人体測定もほぼこの範囲内におさまると考えられる。

## 3) RI濃度と計数率の関係

ベッド上の水槽ファントム(幅29×長さ51×深さ20cm<sup>3</sup>)を検出器を固定した状態で、体軸方向に自動走査(130cm/min)してその積分値を求めた。<sup>59</sup>Feを均一に溶かした場合とファントムの中心に点線源として置いた場合の計数率はほぼ0.1~25μCi(実際の測定範囲)間で直線的で、かつ線源の形状にかかわらず等値であった(Fig. 2)。

## 4. バックグラウンドについて

15日間のバックグラウンドの平均値とそれからの日差変動の標準偏差、CVを求めたところ19165.4±122.3counts/100.5sec, CV 0.6%で、物理的減衰の補正を計算にて行なった<sup>59</sup>Fe 0.4μCiの測定値は2990.9±172.9counts/100.5sec CV 5.8%であった。また、連続15回測定した<sup>59</sup>Fe 0.4μCiの測定値は2987.2±142.6counts/100.5sec, CV 4.8%といずれも僅かな変動であった(Fig. 3)。

## 5. 人体ファントム内の各RI分布による計数値の変動について

人間の形をした水槽ファントムを用いて<sup>59</sup>Feの点線源、拡散線源の分布を変化させた計数値の変動を調べた。Table 1に示す如く投与量やRI分

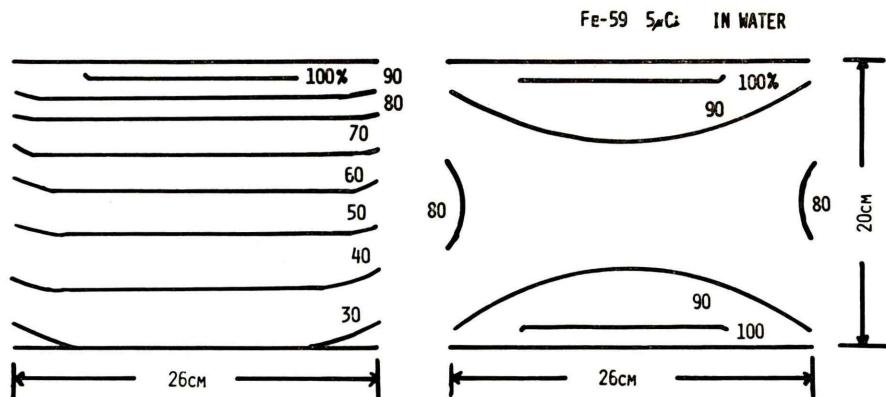


Fig. 1 Fe-59 point source isoresponse curves in water

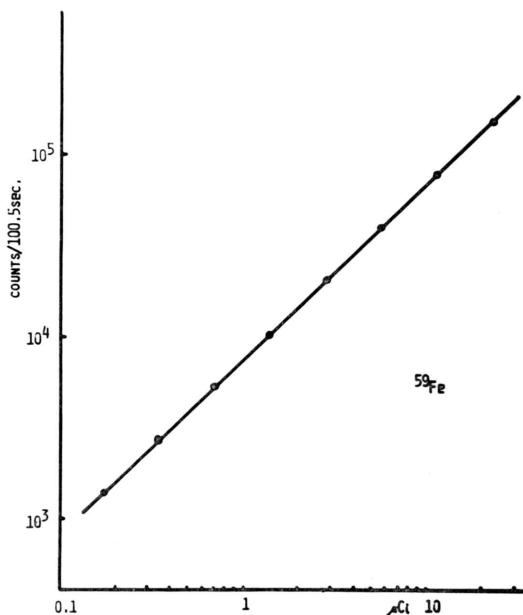


Fig. 2 Counting efficiency of the human counter

布差による影響は無視しうる程度であった。

#### V. 臨床応用（鉄吸収試験）

12時間絶食患者に塩化第二鉄 ( $^{59}\text{Fe}$ ) 3~5  $\mu\text{Ci}$  を硫酸鉄 5 mg, ビタミン C 100 mg と共に経口投与する。投与後 2 時間<sup>4)</sup> の放射能の計数値を 100% とし, 10~15 日後に再び計測して鉄吸収率 (= 体内残留率) を算出する。

##### 1. 全身計測法と便測定法の比較

5 症例について両測定法で鉄吸収率を測定した結果, 回帰直線  $y = 1.08x - 3.10$ , 相関係数  $r = 0.989$  ときわめてよい相関を示した (Fig. 4).

##### 2. 臨床結果

正常人 3 例の鉄吸収率はそれぞれ 23.5% (28 歳, 男, TIBC 282  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 198  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), 25.0% (31 歳, 女, TIBC 318  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 245  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), 26.2% (40 歳, 女, TIBC 320  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 234  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) であったのに対し, 鉄欠乏性貧血 3 症例はそれぞれ 58.4% (6 歳, 女, TIBC 408  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 392  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), 63.6% (29 歳, 女, TIBC 439  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 412  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), 78.8% (41 歳, 男, TIBC 399

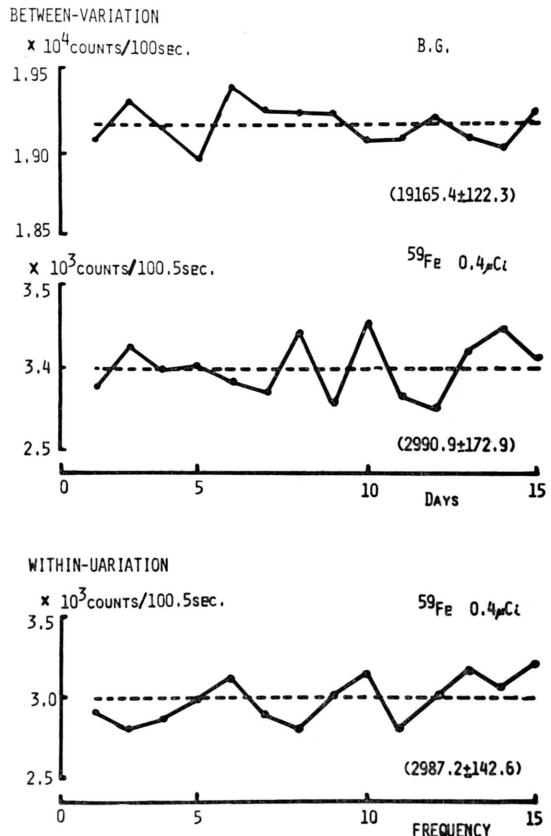


Fig. 3 Between-variation and within-variation

Table 1 Alternation of response following the difference of  $^{59}\text{Fe}$  point source distribution in the phantom

Fe-59 SOURCE	2.5 $\mu\text{Ci}$	5 $\mu\text{Ci}$	10 $\mu\text{Ci}$
□ × □	100 %	100 %	100 %
□ ∙ ∙ □	99.2	99.1	99.0
□ - - □	96.9	96.6	97.4
□ ∙ ∙ □	99.0	97.9	98.0
□ ∙ ∙ □	98.2	98.0	97.8
□ □ □	97.8	98.1	98.0

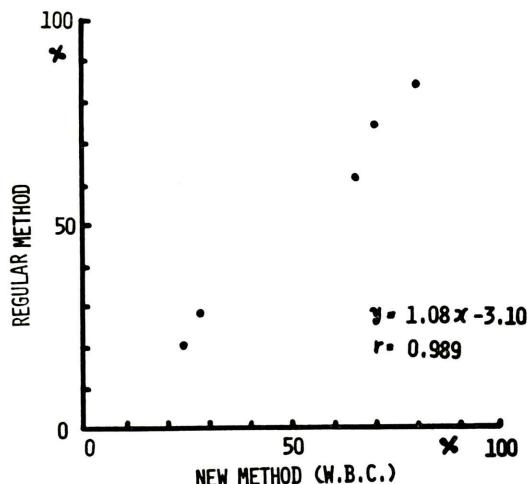


Fig. 4 Fe-59 absorption rate

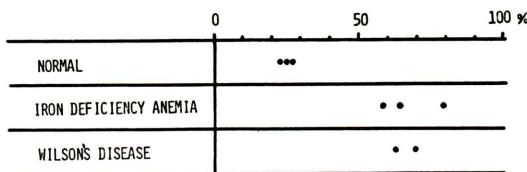


Fig. 5 Fe-59 absorption rate in the various diseases

$\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 382  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), ウィルソン氏病 2 症例は 62.9% (14 歳, 男, TIBC 293  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 229  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ), 69.0% (11 歳, 女, TIBC 342  $\mu\text{g}/\text{dl}$ , UIBC 250  $\mu\text{g}/\text{dl}$ ) と高値を示した. (Fig. 5)

## VI. 考察および結論

0.1~25  $\mu\text{Ci}$  の測定範囲では,  $^{59}\text{Fe}$  のコンプトン散乱領域 400~680 keV を使用することにより, 人体内の RI の位置に左右されることなく, ほぼ同一の検出感度を得ることが出来た. なお, Palmer ら<sup>3)</sup> もフォトピークを外したコンプトン散乱領域を採用する報告を行なっている. バックグラウンドについては 15 日間のバックグラウンドの平均値とそれからの日差変動の標準偏差を求めた

ところ  $19165.4 \pm 122.3 \text{ counts}/100.5 \text{ sec}$ , CV 0.6% と非常に高いが装置としては安定しており, また物理的減衰の補正を計算にて行なった  $^{59}\text{Fe} 0.4 \mu\text{Ci}$  の測定値は  $2990.9 \pm 172.9 \text{ counts}/100.5 \text{ sec}$ , CV 5.8% であった.

次に, 臨床応用として鉄吸収試験を検討した結果, 蕁便を行なう従来の方法との相関係数  $r = 0.989$  と良好な成績で, 正常人 3 例の鉄吸収率はそれぞれ 23.5, 25.0, 26.2% であったのに対し, 鉄欠乏性貧血 3 症例はそれぞれ 58.4, 63.6, 78.8% と高値を示した.

元来, ヒューマンカウンター (Human, Whole Body Counter) は保健物理的立場から開発されたものであるが, 最近では医学診断分野にもとり入れられ, その重要性が認められている. しかしながら, いずれも非常に高値であり, 一般病院には臨床用として普及するまでに至っていない<sup>5)</sup>.

今回, 著者らの検討したシンチレーションカメラによる計測法は体内における絶対量の測定には問題があるものの, トレーサー量の  $^{59}\text{Fe}$  を投与して行なう Metabolic Study には十分使用出来ると考えられる. また, 蕁便などの煩わしさがなく, 手軽に, かつ精度よく測定できるとあって一般病院ではおおいに役立つものと考える.

## 文 献

- 1) 鳥住和民, 他: シンチスキャナーの診療用ヒューマンカウンターへの応用 (鉄吸収試験について) 核医学 **14**: 145-149, 1977
- 2) 鳥住和民, 他:  $^{47}\text{Ca}$  吸収試験について. 日本放射線技術学会, **33**: 577-579, 1978
- 3) Palmer, H.E. et al: A whole-body counter for precision in vivo measurement of radioiron. Phy. Med. Biol. **15**: 457-465, 1970
- 4) 館野 翠: 全身 RI 計測の臨床的応用  $^{131}\text{I}$  投与例について. 日本医学放射線学会雑誌 **25**: 66-71, 1962
- 5) 古松薫子, 他: Whole body counter (plastic scintillators) による鉄吸収試験 (1) その基礎的検討. 核医学, **16**: 1365-1371, 1980