

## VIII. 全身計測法

座長 宮川 正教授（東大）

### 60. 全身計数法による鉄吸収率測定法；新らしい“100%”値算出法とその評価について

○永井輝夫  
(放射線医学総合研究所・臨床研究部)  
飯沼 武, 石原十三夫  
(物理研究部)

全身計数法を利用し消化管<sup>59</sup>Fe 吸収率を求める場合<sup>59</sup>Fe 経口投与初期の体内分布の変動による計数効率の変化を考慮しなければならない。したがって体内分布の変動に影響されない全身計数法を開発し、また正しい100%値の算出法を開発することは重要である。われわれは $8\phi \times 4$ 吋 NaI (Tl) 結晶2個を有するヒューマンカウンターを利用し、分布の変化に対応でき、かつ感度も落ちないスキャン法により全身計数率を求め、同時に鉛スリットコリメーターを検出器に装着し体内分布のプロフィール像を求めた。<sup>59</sup>Fe 投与量は約0.1～0.3 $\mu$ cであった。プロフィール像の分析から<sup>59</sup>Fe 静注直後の分布は静注7日後のそれとほぼ同一と考えて良く、また経口投与約4日後非吸収<sup>59</sup>Fe が排泄された後の分布は静注時の分布と類似し、経口投与7日後の分布は本質的に静注7日後のそれとほぼ同一と考えて良いことを知った。

以上のプロフィール分布像の分析を基礎に次の2式から100%値を算出した。1)  $C_{100} = K_1 A, K_1 = C_1 / A' (C_{100} : 100\% \text{ 値}, A : \text{経口量}, A' : \text{静注量}, C_1 : \text{静注直後の全身計数率})$  2)  $C_{100} = K_1 A, K_1 = C_7 / A_7 - F_7 (A_7 : 7\text{日後に減衰した経口量}, F_7 : 7\text{日後までの排泄量}, C_7 : 7\text{日後の全身計数率})$ 。なお $K_1$  値は各症例について求めれるが、分布像を確認した上、多数症例についてあらかじめ平均恒数として求めておけば必ずしも各症例について改めて求める必要はない。

本法は従来の報告にみられる100%値算出法の欠点をおぎなうものであり、より優れた実際的方法である。

またわれわれの利用しているスキャン法は体内放射能分布の変化に対応しえ、かつ高感度の方法として、広く他核種の全身計数にも利用できる良法と考えられる。

さらに各症例につき全身計数率と同時に分布像を確認するので、口中に残留する<sup>59</sup>Fe、あるいはヘモクロマトージス、骨髄外造血等の極端な<sup>59</sup>Fe分布異常に基因する

計数効率の変化についても正しい評価が行なえることについて言及した。

### 61. K-40 測定法による身体構成成分の年令的变化

○永井輝夫  
(放射線医学総合研究所・臨床研究部)  
飯沼 武, 石原十三夫  
(物理研究部)

身体カリウム中に一定の比率(0.0119%)で存在する天然放射性 K-40 (半減期 $1.25 \times 10^9$ 年,  $\gamma$ 線エネルギー 1.46MeV) をプラスチック型ヒューマンカウンターで測定し、正常健康者約200例(6～89才)の身体総カリウム量(TBK), カリウム体重比率(K/BW), 脂肪体重比率(F/BW)の年令的推移を追究した。使用したヒューマンカウンターは $50 \times 50 \times 15$ cm の大型プラスチックシンチレーター・ブロック8個、およびこれに接続する5吋径光電子増倍管32個より成り、鉄室内に収められている。2チャネル波高分析器を用い Cs-137、および K-40 放射能が同時に計数された。計数時間は15分で、身体カリウム測定時の標準誤差は約±1.30%であった。カリウム瓦数算出のキャリブレーションには大小の KCl 人体ファントムが利用された。計算の一部には電子計算装置(Burroughs-220)が利用された。TBK から Forbes の係数を基礎に lean body mass が求められ、体重との差から脂肪量が算出された。

TBK の平均は成年男 128g、女 103g、老年男 94g、女 70gで、K/BW はそれぞれ 0.23, 0.20, 0.21, 0.17% であった。成熟若年者89例の TBK と体重の関係から、体重40kg 以上の女子では F/BW が急激に増加することがわかった。体重、TBK、K/BW、F/BW の年令的推移曲線から、男子が一般に女子に比し筋肉質で、男女とも19才まで筋肉量が急激に増加し、男子では 9～12 才間に急激な骨格の発達が考えられ、男女とも 19～24 才はいわゆる充実期と考えられ、成年以降は男女とも F/BW の増加を伴なう、筋肉量の絶対的減少が認められ、この傾向は70才以後の男子、45才以後の女子に著明であった。なおスポーツ関係者は一般に筋肉質であり、また日本人は男女とも欧米人に比し TBK は低いが、K/BW は高

く、F/BW は低かった。

本法は従来分析困難であった身体構成成分研究の実際的良法であり、今後栄養、体育、妊娠などに伴なうこれら構成成分の生理的変化、および神経筋肉性疾患、脂肪代謝異常を伴なう内分泌性疾患の経過把握、治療効果などの追究を行なう予定である。

## 62. ヒューマン・カウンターによる全身体中に存在する放射性核種の校正法

( $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  について)

飯沼 武、○石原十三夫  
<物理研究部>

永井輝夫<臨床研究部>  
(放射線医学総合研究所)

全身体中に存在する放射性核種の絶対量を知ることは核種の吸収率測定などにおいて必要である。ヒューマン・カウンターを用いて体内核種の定量を行なう場合、計数値を体内核種の絶対量に換算するため、校正常数を求めておかなければならぬ。われわれは放医研のヒューマン・カウンターを使って生物学的に重要な  $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  を内部標準法とファントム法により校正した。

(1) 内部標準法：この方法は既知量の校正したい核種を人体に投与する方法で厳密には絶対量の判った  $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  を人体に投与し、体内分布が平衡になった後、計数すれば校正常数は正確に求められる。しかし、Kは化学的毒性のため、 $^{137}\text{Cs}$  は長半減期のため、人体に投与することは危険である。そこで  $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の同位元素で半減期が短かく、放出する  $\gamma$  線エネルギーがほとんど等しい  $^{42}\text{K}$  (半減期: 12.45h,  $E\gamma$ : 1.51 MeV) と  $^{132}\text{Cs}$  (半減期: 6.55d,  $E\gamma$ : 0.669 MeV) の既知量 ( $\mu\text{c}$  程度) を人体に投与すれば  $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  と同じ体内分布を示し、人体による  $\gamma$  線の吸収や散乱が等しくなるので校正常数は正確に求められる。

(2) ファントム法：この方法は人体模型に既知量の校正したい核種を注入して、これをスタンダードとして使用する方法である。 $^{40}\text{K}$  と  $^{137}\text{Cs}$  は全身の筋肉組織中に一様に分布するので一定濃度 (人体内量の数倍) の  $\text{KCl}$   $^{137}\text{CsCl}$  の溶液を人体模型に満して計数すれば良い近似がえられ、校正常数が求められる。

以上の2方法で NaI, plastic 型カウンターで校正常数を求めた。

NaI 型では2クリスタル・スキャニングとスタンダード・チェアのジオメトリーで行なわれ前者の方が後者の方がよい効率を示している。プラスティック・カウンターは大きなジオメトリーを持つため NaI 型に比べ約30倍の効率を示している。小数例ではあるが校正常数が体重の函数として表わされるような傾向を示している。今後とも同じ傾向が表われるとすれば将来はこの函数を基に校正できるだろう。内部標準法とファントム法はよく一致しており、人体に害のある放射性核種を投与しなくとも人体模型でも十分校正できることを示している。

質問： 有水 畏 (千大・放射線科)

人体内の RI の distribution の差により計数が変化することが考えられるが、plastic counter と NaI crystal とではこの計数の変化はどちらが少ないですか。

答弁： 飯沼 武 (放医研)

人体内での核種の分布に対する whole body counter の感度の変化は主として、体内分布の変化と測定すべき人体の体位の変化による。放医研の2種のヒューマン・カウンターのうち、NaI 型は幾何学的効率が小さく、さらに人体各部からクリスタルまでの距離が一定でないため分布の変化によって感度は多少変わる。plastic 型は幾何学的効率が大きく、point source を counter 内部の各位置においていた時の変化が少ないので分布の変化にあまり関係せずに一定の感度を有する。ただし、人体の体位の変化主として厚さの変化に対しては両 counter とも感度の変化が認められる。したがって体重 + 身長を parameter として感度 (校正常数) を求めることが必要である。

## 63. 全身 RI 計測の臨床的応用

覧 弘毅、有水 畏  
三枝健二、○館野 翠  
(千葉大学・放射線科)

High level RI whole body counter 装置を用いて  $^{131}\text{I}$  投与患者を経時的に全身計測して検討を加えた。測定方法、3" × 2" NaI 結晶付の検出器にフラットフィールド型コリメーターを付けメディカルスペクトロメーター、スケーラーを用いて、differential 計測法を行なった。結晶患者間距離を 2m とするとコリメーターの完全視野内に患者は入る。背腹二方向より患者を測定し測定値の相乗平均値を標準線源と比較し体内残留 RI 量を計測した。投与後 2~3 時間後排泄のない状態での計測値を 100% としてその後経時的に計測し、片対数グラフ上にプロット