363. PETにおける計数値の補正 : ROIサイズを考慮した回復係数

千葉大学病院放射線部 ・ 千葉療護センター

○ 梁川 範幸 ・ 伊藤 裕 ・ 安部 真 ・ 関口 力
 (Noriyuki Yanagawa) (Yutaka Itou) (Makoto Abe) (Tutomu Sekiguti)
 今井 博久 ・ 酒井 尚信 ・ 植松 貞夫
 (Hirohisa Imai) (Naonobu Sakai) (Sadao Uematu)

〔概要〕 PETを用いて代謝量などの定量測定を行う時、対象体が小さいほど定量情報の損失が大きく、そのため過小評価されてしまうことがある。しかし、これに対象体サイズによって異なった回復係数RC (PET画像上のRI濃度と丸型シンプレクシオンカントのRI濃度との比) として表すことが出来る。一方、PETによる定量解析は、pixel毎に計算された画像上にROIを設定し、そのROI内の全pixelの平均値を定量値としている。ROIサイズの選択は、統計的解析に重大な影響を及ぼすにもかかわらず、一般的に決められたものがなく、各施設ごとで異なったとり方をしている。PET画像は対象体サイズによって異なったRCを持ち、そのためPET画像に設定するROIから得られる定量情報はROIサイズによって異なったRCを持つ。よって定量解析する際には、対象体サイズとROIサイズのRCを考慮しなければならない。今回、対象体サイズとROIサイズを考慮したRCを求め、更に求めたRCに対する標準偏差SDを求めた。この計算の理論的モデルは、放射能分布が線形関係にあり、PET画像が点広がり関数PSFの重畳積分になると仮定して導いた。ただし、ここでは対象体を球に限定した。

〔理論的モデル〕

(1) PSF (点広がり関数) — システム応答関数 $PSF(x) = k_0 \cdot \exp(-x^2/2\sigma^2)$
 ただし、FWHM: 装置分解能、 σ : 標準偏差、 $FWHM = \{2(2\ln 2)\}^{1/2} \sigma$

(2) 均一濃度A、半径Rの球の応答Cは点線源の集合となり、中心からの距離 x_p でのガウス関数を $Fgs(R, x_p)$ とすると、 $C = A * Fgs(R, x_p)$

(3) $Fgs(R, x_p) = 1 / \{ (2\pi)^3 \sigma^2 \sigma_z \} \int_V \exp \{ -(x-x_p)^2 / 2\sigma^2 - z^2 / 2\sigma_z^2 \} dV$
 $= 2 / \{ (2\pi)^3 (\sigma^2 \sigma_z)^{1/3} \} \int_0^R [1 - \exp \{ -(R^2 - x^2) / 2(\sigma^2 \sigma_z)^{2/3} \}]$
 $\cdot [\exp \{ -(x-x_p)^2 / 2(\sigma^2 \sigma_z)^{2/3} \}] dx$ (V: 半径Rの球)

ただしXY面をX-Y平面、体軸方向をZ軸とし、X, Y, Zについての標準偏差を $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ としたが、使用した装置の場合は $\sigma_x = \sigma_y = \sigma$ ($\sigma < \sigma_z$) となる。

(4) 関心領域ROI_qの平均値Qと標準偏差SD_q

$Fgs(J)$: J番目における理論値 N: 矩形ROI_q内のPIXELの総和

$$Q = \sum_{J=1}^N Fgs(J) / N \quad SD_q = [1 / (N-1) \sum_{J=1}^N \{Fgs(J) - Q\}^2]^{1/2}$$

〔結果・考察〕 同一濃度で半径を1~25mmまで変化させた球をスキャンした時のプロファイル計算により求め、更に球とROIの中心を一致させ、ROIサイズを任意に変化させた時のRCを求めた。fig.1は対象体サイズに対するRCとROIサイズの関係を示し、fig.2はROIサイズに対するRCと対象体サイズの関係を示す。fig.1は、対象体サイズ半径が5, 10, 15, 20, 25mmの球のRCカーブで、各径についてROIサイズを小さくするほど、RCが大きくなることが確認できる。また、fig.2は、上から順にMAX値、ROIサイズが3×3, 5×5, 7×7 pixelのRCカーブで、半径10mm付近ではRCカーブの傾きがもっとも大きく、半径20mm付近ではRCがほぼ1に達している。対象体サイズやROIサイズの選択が限定されるような時には、fig.1やfig.2のRCカーブを用いて連続的に補正することが出来る。fig.3にfig.2で示したRCカーブに対する標準偏差SDと対象体サイズの関係を示す。各ROIサイズについて、SDのMAX値が半径10mm付近にあり、RCカーブの傾きの大きいところと一致している。今回は、対象体を球と仮定した時のcold B.G.における対象体サイズとROIサイズのRCを求めたが、今後は対象体を球体以外についてのwarm B.G.における対象体サイズとROIサイズのRCを検討したい。

fig. 1

fig. 2

fig. 3