

増田陽子 論文内容の要旨

主 論 文

Comparison of Imaging Protocols for 18F-FDG PET/CT in Overweight

Patients: Optimizing Scan Duration Versus Administered Dose

(FDG PET/CT において過体重患者における至適投与量および至適撮像時間の検討)

共著者名 増田陽子 近藤千里 松尾有香 上谷雅孝 日下部きよ子

Journal of Nuclear Medicine • 50 巻 6 号 2009 年

5 ページ

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科放射線医療科学専攻

(主任指導教員：上谷雅孝教授)

緒 言

PET/CT が導入され PET 単独装置に比べ FDG PET の撮影画像の画質は向上した。しかし依然として過体重者においては画質劣化が認められる。我々は、過体重者において FDG 投与量と収集時間を補正することで PET/CT の画質がどのように改善するかを検討した。

対象と方法

初めに、体重と FDG PET/CT の画質の関係を調べるために、筆者らの通常のプロトコール（体重(Kg)当たり 3.7MBq 投与、1 ベットあたり 2 分収集）で過去に撮像された 80 症例を後方視的に検討し、基準群とした。画質を評価する指標としては既報告を参照し、肝臓実質を最も広く含むような ROI を設定し、その中で 1 ピクセル毎に集積程度(SUV 最大値)を測定し、この ROI 内 SUV の平均値を標準偏差で除して信号雑音比(SNR)を求めた。また基準群は以下の体重により 4 群に分類(各群 20 名)し、G1:60Kg 未満群、G2:60Kg 以上 70Kg 未満群、G3:70Kg 以上 85Kg 未満群、G4:85Kg 以上とした。PET 画像の SNR の二乗は FDG の雑音等価計数率(NECR)と収集時間の積を用いて表すことができる(式 1 参照)。そこで、まず通常プロトコールにおける体重と SNR の関係を求め、ついで最も体重が軽い G1 群と G2、G3、G4 群の SNR の比を算出し、さらにこの比の 2 乗値を補正係数とし以下の検討に用いた。基準群における SNR は、G1 群を 1 とすると、G2 群が 0.8、G3 群が 0.72、G4 群が 0.59 と体重が増加するにつれて低下した。これより、G2~4 群が G1 群と同程度の画質を得るためには、G2 群が 1.55 倍、G3 群が 1.89 倍、G4 群が 2.82 倍の投与量もしくは収集時間の延長が必要と予想された。本研究では実際の補正係数として G2 群に 1.5 倍、G3 群に 2.0 倍、G4 群に 2.5 倍の係数を適用した。

次に前方向視的検討により、上記の補正係数を基準群の時間および投与量の条件に乗することで投与量補正群と収集時間補正群を設定し、SNR への補正効果を調べた。なお体重の分類は補正投与量群と補正収集時間群においても基準群と同じ分類を用い群毎の例数も各々20 例とし、投与量補正群は G2dose, G3dose, G4dose、収集時間補正群は G2time, G3time, G4time と表記した。

式 1

$$\text{SNR}^2 = \text{NECR} \times \Delta t$$

SNR : 信号雑音比 NECR : 雑音等価計数率 Δt : 収集時間

結 果

投与量補正群において、肝から放出される光子の総カウント数は投与量に比例し上昇したが、SNR は投与量補正群では基準群に対し有意な上昇が認められなかった。これに対して収集時間補正群では基準群に対して G4time 群において有意な SNR の上昇を認めた。また収集時間補正を加えた他の 2 群においても SNR が改善する傾向を認めた。

考 察

本研究の結果から、過体重者において PET/CT の画質を改善するには収集時間の延長のみが有効で、FDG の投与量を補正しても画質の改善は得られないことが示唆された。通常よりも 1.5~2.5 倍投与した FDG は投与量に比例して肝から放出される光子量を上昇させたが、画質の改善に寄与しなかった。これより、投与量の増加により増大した光子量のうち多くの部分が信号形成よりはむしろ雑音形成に費やされたことが推測された。コンピューター近似モデルを用いた既報告において、散乱計数と偶発計数の真の同時計数に対する比率は体重が増加するにつれて増すことが示唆されていたが、本研究によりこの仮説が臨床例において確認された。同様に、雑音成分を増加させずに信号成分を効果的に増加させるに至適な投与量は、先のコンピューター近似モデルによれば 90kg のヒトでは 529MBq とされるが、本研究の 90kg に相当する投与量は 832MBq であり補正量として過剰であり、雑音成分を増した可能性がある。また PET/CT の吸収補正に用いる CT の画質が過体重の場合に劣化し、PET の画質に影響を与えた可能性はあるが、本研究でも用いた segmentation 法を CT による吸収補正に応用すると、CT の管電流を極端に落としても PET の画質に影響しないという研究結果が報告されており、本研究でも影響はなかったと考えられる。本研究の限界として、同一被験者において、通常プロトコル、収集時間補正、投与量補正の撮像を行うほうが、より正確な相互比較が可能と思われるが、今回のように臨床症例において繰り返し同様の検査を行うことは難しいと思われる。また、本研究では ROI 内ピクセル毎の集積程度のバラツキ(標準偏差)を雑音としたが、この指標では視野内均一性などが影響して、統計的雑音の程度を正しく反映しない可能性があり、ROI 内標準偏差は画像雑音の代理的指標としての限界を有する。