

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（医学）	氏名	高内 孔明
学位授与の条件	学位規則第 4 条第①・2 項該当		
論文題目 Control of Whole-Body FDG-PET Image Quality by Adjusting the Acquisition Time: A new physical image quality index and patient-dependent parameters for clinical imaging (撮像時間による全身 FDG-PET 画質の制御：臨床画像のための新しい物理的画質指標と患者依存指標)			
論文審査担当者			
主 査	教授	保田 浩志	印
審査委員	教授	三原 直樹	
審査委員	講師	秋田 智之	
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>^{18}F-FDG を使用した全身 PET/CT 検査では、高体重の患者において画質が劣化し診断が困難になることがある。すべての患者において十分な診断能を有する PET/CT 画像を得るためには、患者の体格や ^{18}F-FDG の投与量に応じて PET/CT 検査における撮像時間の調整が必要であるが、撮像時間と画質の関係は現在まで明らかになっていない。本研究の目的は、PET/CT 検査の撮像時間をコントロールすることにより、患者の体格によらず一定の画質を担保する方法論を確立することであった。</p> <p>最初に、臨床における PET/CT 画像の評価に最適な物理的画質指標を決定した。対象患者は PET/CT を撮像した連続 30 名とし、それぞれの物理的画質指標と視覚的評価を算出した。物理的画質指標は、$\text{NEC}_{\text{density}}$、$\text{NEC}_{\text{patient}}$、肝 SNR と $\text{NEC}_{\text{weight}}$ を用いた。物理的画質指標とは PET 画像やカウント情報から得られる物理的な数値を組み合わせた画質と相関のある指標である。NEC(noise equivalent count)は撮像範囲内の有効カウントの総和であり、撮像対象の総体積と撮像長に依存する。しかし、$\text{NEC}_{\text{density}}$ は撮像長が反映されず、$\text{NEC}_{\text{patient}}$ は撮像対象の体積が反映されない。そこで、それらを組み合わせた $\text{NEC}_{\text{weight}}$ を新たに考案した。視覚的評価は 6 人の観察者（3 人の放射線科医および 3 人の放射線技師）で、Sheffé の一対比較法を使用し、平均値を視覚的評価点数とした。我々は視覚的評価と最も相関の高い物理的画質指標を最適物理的画質指標とした。次に、最適物理的画質指標と最も相関が高い患者依存指標を決定した。対象患者は PET/CT を撮像した連続 100 名とし、最適物理的画質指標と患者依存指標を算出した。患者依存指標とは FDG の投与量や患者体重等の撮像前に把握可能な PET 画質と相関のある数値の組み合わせである。我々は撮像する前に判明している患者依存パラメータと最適物理的画質指標の散布図から近似曲線を描出し、撮像前に撮像後の画質が予測できると考えた。de Groot EH らは最適化された投与量は体重の約 2 乗に相関するとしており、本研究では投与量を体重の累乗で除した患者依存指標を独自に作成した (Activity/Weight の X 乗)。患者依存パラメータから最適物理的画質指標を予想する精度は、近似曲線の決定係数から判断した。最後に、我々は 189 名の患者を対象に撮像時間をコントロールして画質が一定になるかを調べた。最適物理的画質指標と最適患者依存パラメータの近似式を、撮像時間が含まれた式に変換し、変換式に目標画質を代入して、各患者の撮像時間を算出し、189 名の患者を撮像した。体格の異なる患者の画質が一定になったかを確認するため、最適物理的画質指標と体重の相関図を描出し、平均値と標準偏差を求めた。</p> <p>視覚的評価との相関係数は $\text{NEC}_{\text{weight}}$ で 0.90、$\text{NEC}_{\text{patient}}$ で 0.82、$\text{NEC}_{\text{density}}$ で 0.79、肝 SNR で 0.77 を示した。$\text{NEC}_{\text{weight}}$ は視覚評価と最も高い相関を示し、最適物理的画質指標であった。$\text{NEC}_{\text{weight}}$ と最も相関する患者依存指標は</p>			

Activity/Weight³で、決定係数は 0.978 を示した。一定の画質を得るための撮像時間の検証では、平均 0.60 ± 0.034 (%SD: 5.74)であり、任意の画質が得られた。

結論として、申請者が考案した指標 (NEC_{weight}) を用いることにより、PET/CT 検査において任意の画質を実現する撮像時間を検査前に推定することが可能であると考えられた。

以上の結果から、本論文で示された方法により PET/CT 画像において画質改善を図れる可能性があり、PET/CT 検査の進歩に資するところが大きく今後の臨床における有用性が期待される。

よって審査委員会委員全員は、本論文が高内孔明に博士（医学）の学位を授与するに十分な価値があるものと認めた。