

The reproducibility of time-of-flight PET and conventional PET for the quantification of myocardial blood flow and coronary flow reserve with ^{13}N -ammonia

メタデータ	言語: eng
	出版者:
	公開日: 2017-11-09
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者:
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/45793

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



様式4A

学 位 論 文 要 旨

学位請求論文題名

The reproducibility of time-of-flight PET and conventional PET for the quantification of myocardial blood flow and coronary flow reserve with ^{13}N -ammonia

(^{13}N アンモニアによる心筋血流量および冠血流予備能算出による time-of-flight PET と従来型 PET の再現性)

著者名・雑誌名

Masaya Suda

Journal of Nuclear Cardiology

金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻

医療科学	領域
量子医療技術学	分野
学籍番号	0827022013
氏 名	須田 匡也
主任指導教員名	小野口 昌久
指導教員名	越田 吉郎
指導教員名	川井 恵一

【背景】非侵襲的な心筋血流 (MBF) や冠血流予備能 (CFR) 測定が ^{13}N アンモニア心筋 PET により得る事ができる。近年では臨床においても定性的な評価に加え、MBF や CFR 算出の解析が増えてきており、解析の再現性が今まで以上に求められる。一方腫瘍 PET においては、心臓に比べ撮像範囲が広範囲であり、消滅放射線が対向する検出器に到達するわずかな時間差から陽電子の存在範囲を限局することが可能な time-of-flight (TOF) TOF は、SNR が従来の PET に比べ優れ普及してきている。心筋 PET においては TOF 情報を利用した報告はない。

【目的】我々はファントム実験より、MBF と CFR の解析に影響する部分容積効果とノイズ特性を、臨床例では MBF と CFR の解析値の再現性を TOF PET と従来型 PET で評価することを目的とした。

【方法】同一データから画像再構成の過程で TOF 情報の有無 (with TOF, without TOF) し以下の比較を行った。ファントムスタディ；ファントムには 30cm, 50cm 外径で、サイズの異なる球が内挿された NEMA NU2 ファントムを T/B 比 4:1 で作成し、Recovery coefficient (RC) および臨床でのフレームの %コントラスト/%バックグラウンド変動性を比較した。クリニカルスタディ；健常ボランティア 8 人と冠動脈疾患患者 13 人で、安静時およびアデノシン負荷 ^{13}N アンモニア心筋 PET を施行した。各フレームの画像にて心筋、LV および RV に ROI を設定し SD を比較した。また MBF と CFR は PMOD ソフトウェアを用い MBF と stress MBF/rest MBF である CFR を算出した。intra-observer は数カ月後に再解析し、inter-observer には十分なソフトウェアの使用経験のあるもう一人の解析者が両データでそれぞれ解析を行い、算出された値を Student's t 検定、ピアソンの相関係数および Bland-Altman 解析にて比較を行った。また、 $p < 0.01$ を有意差ありとした。

【結果】ファントムスタディ；小さいサイズの球では両データとも濃度が過小評価されたが、with TOF にて 10mm 球の RC は 30cm 径で 0.38 から 0.45, 50cm 径で 0.26 から 0.43 に改善し 50cm で顕著であった。%コントラスト/%バックグラウンド変動性は全てのサイズの球とフレーム時間で with TOF で大きかった。クリニカルスタディ；with TOF では without TOF に対し、各フレームにおける血液プールおよび心筋壁のノイズは減少し、RV や中隔を中心に SD は優位に小さかった。冠動脈テリトリーで全症例の MBF と CFR に有意差はなく、セグメントにおける intra-, inter-observer は両データで強い相関が保たれていたが (全て $r = 0.97$ 以上, $p < 0.0001$)、Bland-Altman 解析では、ほとんどはよく一致していたが、without TOF では心尖部および RV に隣接したセグメントにおいてバラツキが大きいものがあった。

【考察】ファントムスタディより、TOF は陽電子の存在確率をより限局する事でノイズの発生を抑制し、小さい球の RC および %コントラスト/%バックグラウンド変動性が高く、部分容積効果と SNR が改善することを示した。そして TOF の利得の程度は被験者のサイズに依存し、脳より心臓に重要である。

3D 収集装置では数え落としがある中、投与量 500MBq 程度であったが、我々は TOF-PET でより低投与の 370MBq にて高い再現性を示した。また、ノイズを減少させるための強いスムージング処理は算出値を過小評価させるが、TOF はノイズ自体の発生を抑制し、高い SNR を有するため精度の高い算出値と再現性を担保できる。そしてこの研究の一番の知見は、TOF を利用した ^{13}N アンモニア心筋 PET の再現性は今までに報告されていないことである。これまでの研究の中で、心尖部の算出はいわゆる apical thinning と呼ばれ、薄い心筋に加え心臓拍動と呼吸の動きによるアーチファクトにより難しいとされ、さらに RV からの血液プールの補正を行うパラメータは重要であるが、VOI 設定が困難な例があり、RV に隣接するセグメントはバラツキが大きいとされてきた。しかし、TOF は部分容積効果と SNR の向上により迷いなく VOI を設定が可能であり、それらのセグメントの再現性が向上したと考えられる。さらに、部分容積効果と SNR の問題は ^{82}Rb や ^{15}O などの他の核種においても共通であり、再現性の向上に貢献できると思われる。

【結語】TOF でのノイズ特性や RC, %コントラスト/%バックグラウンド変動性は優れており、心尖部や RV に隣接するセグメントで定量値のバラツキを改善できた。