

PET-CT 検査のより良い説明を行うために ～チーム医療をめざして～

○田中 大吾

独立行政法人 国立病院機構 岩国医療センター

【背景】 今年の4月にPET-CTの新規導入を行った。PET-CT検査は、前日からの運動制限や検査前の食事制限・血糖値のコントロールなど患者様に十分な説明を行う必要があり、検査に対する質問等は多く寄せられている。

近隣にPET-CT装置を導入している施設も少なく、職員もどのような説明をしていいかという問い合わせもある。

【目的】 患者様の検査に対する質問に対して、予約の際に患者様への説明を十分に行うことで、検査当日にむけての質問を解消できるのではないかと考え、外来看護師との協力のもと、説明方法の見直しについて取り組みを行った。

【方法】 検査予約に携わる外来看護師45名に対し、PET-CT検査についてのアンケート調査を行う。

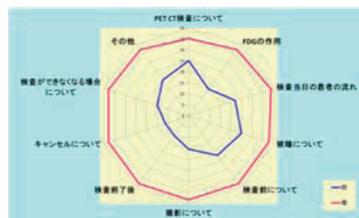
結果をもとに、PET-CT検査内容に対する勉強会・検査室の見学等を行い、PET-CT検査の知識を備える。

説明の際に使用するパンフレットについて検討し、病院独自の検査手順用のパンフレットを作成する。

アンケート結果

外来看護師アンケート調査結果(勉強会前・後) n=40

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
検査前	25	15	22	25	22	15	11	11	15	20
検査後	35	37	39	39	38	38	38	38	38	37



知らない率が50%以上であった項目(主なもの)	知らない率	
	前	後
18F-FDG(フルオロデオキシグルコース)という薬剤を使用している	90%	10%
18F-FDGは毎日決められた時間に岡山から1本づつ運搬されている	82.00%	10%
18F-FDGには半減期があり、検査時間に遅れると検査ができなくなるおそれがある	61.00%	10%
検査当日、当院では水分を約500ml摂取してもらう	53.70%	3%
検査当日、18F-FDG投与前に血糖検査を受ける	53.70%	3%
検査当日、専用の処置室で医師により投与される	73.20%	10%
患者様は投与後一人で待機室に戻り、水分を摂取する	80.50%	12%
撮影時間は20分である	75.00%	6%
検査は全身撮影を行う	61%	18%
撮影終了後20分程度回復室にて安静にしてもらう	61%	10%
キャンセルは検査予約日の2日前・午後2時までにはPET-CT検査室に連絡しなければならない	80.10%	12%
連絡が当日来院しなかった場合、薬剤の費用を自己負担していただく場合がある	65.90%	3%

【結果】 今回の取り組みにより、各々の診療科の看護師がPET-CT検査に対する知識が向上した。

予約の際、わかりやすい説明が行えるようになったという意見が多く、患者様からの検査に対する当日の質問が少なくなった。

独自でパンフレットを作成することで自覚や責任もよまれた。

PET-CT検査担当の看護師も数名でき、日々の診察での質問などにもすぐに対応できるようになった。

【まとめ】 PET-CT検査を新しく始めるにあたって、技師・看護師間での役割を明確にし、それぞれが役割や内容を理解し連携することで、検査の安全と質の向上になったと考える。

検査を始めて間もないため、いろいろな問題が見えてないと思われる。その問題に対し、チーム医療として検査の安全や質を損なわぬよう患者様の状況に的確に対応していきたい。

【PET-CT パンフレット】

FDG PET 検査における長時間絶食による心筋生理的集積の抑制についての検討

○崎本 翔太、森山 茂、奥田 恭平、藤井 進、山根 武史
鳥取大学医学部附属病院

【背景】心サルコイドーシスの早期診断にFDG-PET検査が期待されている。しかし正常心筋においても生理的な集積を認めることがあり、正確な評価を困難にしている。生理的心筋集積を抑制する様々な前処置が提案されているが、現時点で確立された方法はない。

【目的】多数症例において長時間絶食による心筋生理的集積の抑制効果について検討をおこない、絶食時間と集積との関係について考察する。

【方法】心筋への生理的集積はSUVmaxを用いた。SUVmaxは得られた多方向画像にて心筋をROIで囲み計測した。絶食時間は検査前の問診で得られた最終食事時間と投与時間の差より算出した。

【対象】2012年10月から2013年7月までに悪性腫瘍を目的として全身FDG PET検査を施行とした1,037例

【検討項目】

- ①SUVmaxと絶食時間の相関関係。
- ②絶食時間により3群(4～11時間、12～14時間、15時間以上)に分けた時のそれぞれのSUVmax平均値。
- ③3群それぞれのSUV3およびSUV5以下の割合。

【結果】

- ①SUVmaxと絶食時間に相関関係見られない(Fig.1)。
- ②絶食時間により3群に分けると絶食時間15時間以上が有意に低かった(Fig.2)。
- ③15時間以上の絶食でSUVmax < 3は48%、SUVmax < 5が72%であった(Table.1)。

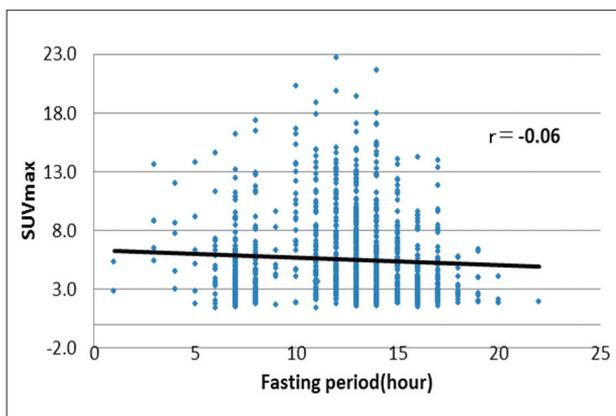


Fig.1 Relationships between SUVmax and fasting

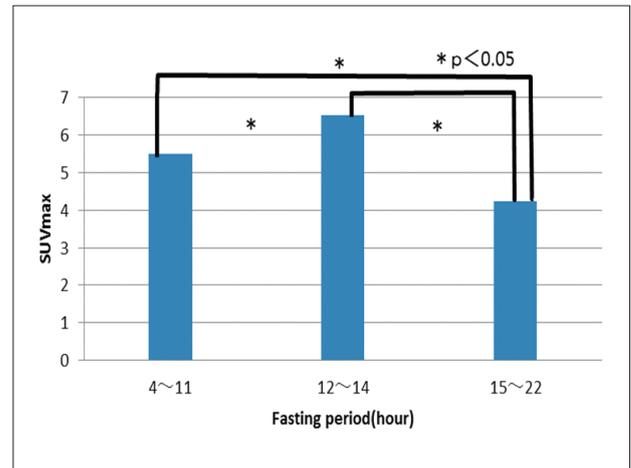


Fig.2 Three groups SUVmax

Table.1 The percentages of cases with SUVmax thresholds of 3.0 and 5.0

Fasting period (hour)	4～11	12～14	15～22
SUVmax < 3	33%	23%	48%
SUVmax < 5	60%	46%	72%

【考察】絶食時間と生理的心筋集積との間に明らかな相関関係はない。しかし絶食時間により3群に分けると絶食時間の最も長いものが有意に低かった。これらの要因として、心筋代謝が糖から脂肪酸へ変わる絶食時間は個人差があることや、絶食時間以外の病歴、検査前の食事などの要因も大きく影響すると推測される。また絶食時間15時間以上であっても、SUV3以下は48%であった。長時間絶食のみでの生理的心筋集積の抑制が困難であることが示唆される。今後、他の前処置の組み合わせや、他の要因のさらなる検討が必要である。

【結論】心筋生理的集積の抑制に長時間絶食は有用であるが、その他の因子も強く影響する。長時間絶食のみの抑制には限界があり、今後他の前処置の組み合わせや、他の要因のさらなる検討が必要である。

○澤田 昌孝、山形 憲生、原 隆史、原田 亜希子、赤木 直樹、伊東 賢二
高知大学医学部附属病院 放射線部

【目的】 尿路における癌の診断を目的とした当院での検査 Protocol を検証した。

【使用機器】

Discovery ST Elite GE ヘルスケアジャパン
FDG 5.0MBq/kg
利尿剤 (フロセミド)

【方法】 当院での尿路造影 PET/CT 検査 Protocol (Fig.1) に従い検査を施行した。遅延相での PET 収集時間の短縮を目的に FDG 投与量は 3.5MBq/kg から 5.0MBq/kg に増量した。

遅延相は利尿剤投与後 3 回以上の排尿を行ってもらい検査を施行。造影 CT は造影剤注入開始から 60 秒、110 秒、300 秒後に撮影を行った。

PET 収集時間、患者被ばく線量の検討、得られた臨床画像より肝 SNR を計測した。

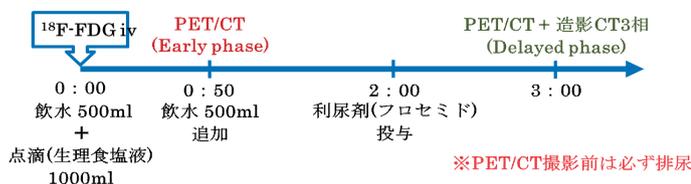


Fig.1 尿路検査 Protocol

【結果】 遅延相における PET 収集時間は、投与 3.5MBq/kg 時に比べ平均 30% 短縮した。

FDG 5.0MBq/kg 投与による患者被ばくは、実効線量で平均 40% 増加した。

得られた臨床画像の肝 SNR は平均 5.3 であり、肝 SNR > 10 を満たさなかった。

尿管癌、膀胱癌の症例を Fig.2、Fig.3 に示した。



Fig. 2 尿管癌

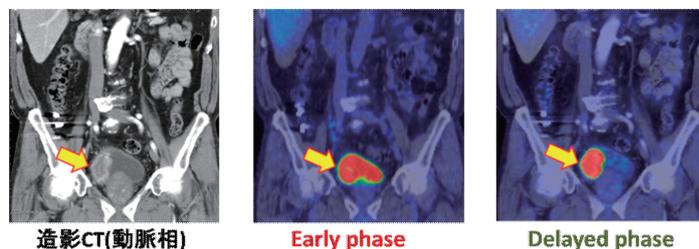


Fig. 3 膀胱癌

【結語】 FDG 投与量を 5.0MBq/kg にすることで患者の被ばくは増加するが、利尿剤 (フロセミド) 負荷時には長時間の検査は不可能なため遅延相検査時間を 15 分程度に短縮できるメリットは大きい。また、体内の FDG が通常より早く排泄されるため実際の被ばく線量は計算値より低減されることが考えられる。

肝 SNR による画質評価では指標の SNR > 10 を満たしていないが病変部は明瞭に識別可能であった。

FDG が苦手とされている尿路の検査で、利尿剤 (フロセミド) を負荷した 3 時間後の PET/CT 検査が有用であると確認された。

3D-PET/CT 検査における各 bed 位置の Noise Equivalent Count Ratio weight (NECR w) について

○原 隆史、山形 憲生、澤田 昌孝、原田 亜希子、赤木 直樹、伊東 賢二
高知大学医学部附属病院 放射線部

【目的】 3D-PET/CT 検査における各 bed 位置での prompt と random について調べ、検査終了後に 1bed 撮像した肝臓部分のデータと合わせて体重ごとの NECR (NECR w) について検討した。

【方法】 当院で行っている体重当たり 3.5MBq 投与後 1 時間での通常検査 (1bed あたりの収集時間は 2 分) で、体重別に bed 位置毎の prompt を比較し、それぞれの体重における random、prompt/random を求めた。さらに SF 値を文献値の 0.35、および肝臓部分のデータより求めた SF 値 (0.42) を用い、各 bed 位置の NECR w を求めた。

【使用機器】 PET-CT Discovery ST Elite GE ヘルスケアジャパン

【結果】

1. 体重が 40 kg、60 kg は各 bed position の体幹部の prompt は 20～30 (Mcounts) の間にあった。80 kg になると 40～60 (Mcounts) の間であった。頭部は体幹部の平均の 1.5 倍となった (Fig.1)。

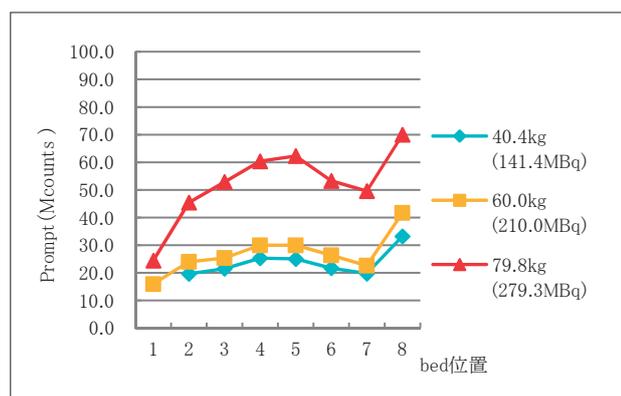


Fig.1 各 bed 位置の prompt

2. 体重が増加するに伴い random も増加した。相関係数は 0.925 と非常に強い相関を示した。
3. prompt/random は 40～60% となった。相関係数は 0.933 と非常に強い相関を示した。
4. NECR w は SF 値が 0.35 の場合、体重が 40 kg、60 kg で 30～70 (kcps) となり、80 kg は 30～90 (kcps) となった (Fig.2)。

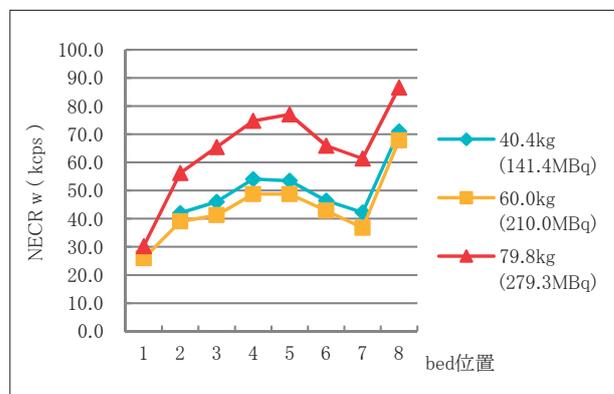


Fig.2 SF=0.35 の NECR w

SF 値が 0.42 の場合は 0.35 に比べて 80% の値になった (Fig.3)。

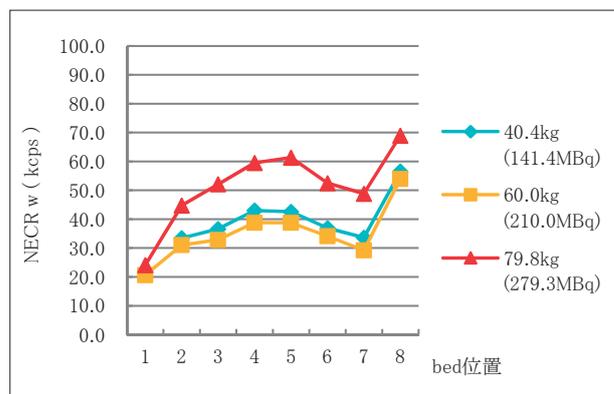


Fig.3 SF=0.42 の NECR w

【まとめ】 40 kg と 60 kg の prompt の bed 位置毎の count 差は少なかったが、80 kg では bed 位置毎の count 差が見られた。体重が増加するほど count が増加するがそれに伴い random も増加するため画質の向上は望めない。NECR w は bed 位置によって異なる。

○松友 紀和

倉敷中央病院 放射線センター

【背景】 ^{18}F -FDG PET は心筋 viability や心サルコイドーシスの評価に有用であり、心電図同期収集を行うことで心機能の評価も可能である。しかし、PET の空間分解能は CT や MRI に比較して低く、診断精度を低下させる要因となっているため、より高い空間分解能や信号雑音比 (SNR) が必要とされている。位置分解能補正 (PSF) や Time of Flight 補正 (TOF) は空間分解能と SNR の向上を目的に開発され、臨床に広く使用されている。これらを用いることで画質や病変検出能が改善することが報告されているが、その効果は再構成パラメータより大きく変化する。また、報告の多くは腫瘍 PET に限定されており、PSF や TOF が心筋 PET 画像に与える影響について、十分な検証は行われていない。われわれは、ファントムと臨床データを用いて、画像再構成法とそのパラメータが心筋 PET 画像と左室機能指標に与える影響を評価した。

【方法】 PET/CT 装置はシーメンス社製 Biograph mCT で、ファントムは既知の欠損を持つ RH-2 型心筋ファントムを使用した。心筋部とバックグラウンドに濃度比が 8 : 1 となるように ^{18}F 水溶液を封入し、2 分間の 3D 収集を行った。画像再構成法は Iterative、PSF、TOF、PSF + TOF を使用し、各画像再構成法について Iteration を 1 から 10 まで段階的に変化させ再構成画像を作成した。得られた画像から FWHM (心筋壁厚)、欠損コントラスト、および左室容積を求め Iteration の影響を評価した。次に、心電図同期収集を施行した臨床 8 例について、拡張末期容積 (EDV)、収縮末期容積 (ESV)、左室駆出率 (EF) を算出し、心エコー検査との誤差を評価した。

【結果】 FWHM と欠損コントラストは、Iteration の変化とともに向上し、PSF + TOF でもっとも良好な値を示した (Fig.1)。左室容積についても同様に、Iteration とともに値が変化し、PSF + TOF でもっとも高値を示したが、実測値よりも過大評価する傾向が認められた (Fig.2)。臨床評価では、左室機能指標に画像再構成による差を認めなかったが、PSF と TOF を併用することで EDV と ESV は高値を示す傾向にあった。また、心エコーとの誤差は PSF で最小となった (Table 1)。

【考察】 ファントム実験から PSF と TOF を使用することで空間分解能が向上し、良好な欠損コントラストを得ることができた。PSF と TOF は、高集積部位の描出能改善のみならず、欠損病変の描出能改善についても効果があると考えられる。一方、左室容積は PSF を使用した場合にもっとも真値に近づいたが、TOF を加えることで過大評価される傾向にあった。これは

PSF と TOF を用いることで壁厚がより薄く描出されたためと考える。臨床評価では PET と心エコーの結果に有意な差は認められなかった。また、両者の誤差は PSF を使用した場合に最少となった。本研究の結果から PSF を使用することで、正確な心機能評価が可能になると考える。しかし、PSF では、オーバーシュート現象によるエッジアーチファクトが発生するため、更なる検証が必要である。いずれにしても画像再構成法やその条件は PET 画像や定量性に影響を与えるため、十分な検証を行い臨床適応する必要がある。

【結語】 欠損病変の描出能と定量性は PSF と TOF を用いることで改善されたが、その効果はパラメータにより大きく変化した。補正が組み込まれた画像再構成法を使用する場合には、条件の最適化を行い、臨床適応する必要がある。

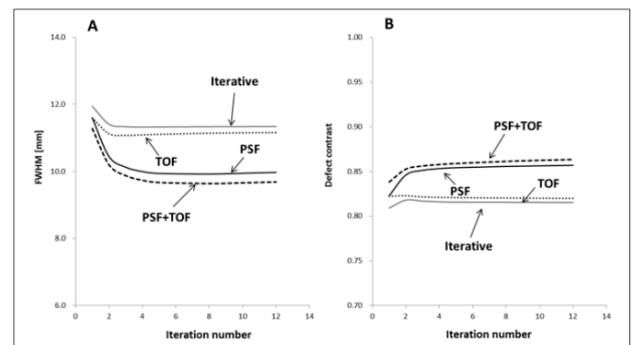


Fig.1 FWHM (A) と欠損コントラスト (B) の変化

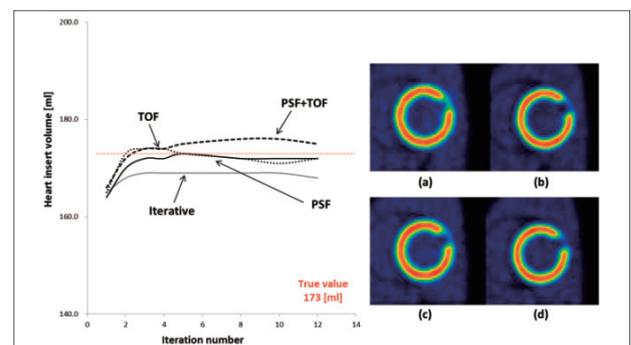
Fig.2 左室容積の変化と再構成画像
a) OSEM, b) PSF, c) TOF, d) PSF + TOF

Table 1 心エコーとの誤差

	IR (subset:24 Iteration:4)	PSF (subset:24 Iteration:4)	TOF (subset:24 Iteration:2)	PSF+TOF (subset:24 Iteration:2)
EDV	16.8±17.2	16.1±16.1	18.0±15.4	16.3±16.1
ESV	8.6±11.1	8.5±10.3	8.9±7.8	8.5±10.3
LVEF	5.4±6.4	3.8±2.9	5.4±4.5	4.6±4.0

The difference values : ultrasound results - PET measured values

Evaluation of the SUV values using maximum and peak : a phantom study

○前田 幸人¹⁾²⁾、井手 康裕¹⁾、谷井 喬¹⁾、門田 敏秀¹⁾、岩崎 孝信¹⁾、笹川 泰弘¹⁾、加藤 耕二¹⁾

1) 香川大学医学部附属病院

2) 香川大学大学院 医学系研究科

【背景】 PET を用いた悪性腫瘍の治療効果判定として、2009年に PET response criteria in solid tumors (PERCIST) が提唱され、その有用性について検討されている。この治療効果判定には、SUV_{peak} を除脂肪体重で補正した SUL_{peak} が用いられている。

SUV_{peak} は、関心領域内の集積最大部分の 1 cm³ の VOI の平均値である。SUV_{peak} は、以前より臨床において用いられている SUV_{max} (ROI 中のピクセル最高値) と比較し、統計ノイズの影響や画像再構成法の影響を受けにくいとされているが、基礎的な検討を行った報告は少ない。

【目的】 臨床において、我々が変更可能なパラメータの一つである平滑化フィルターの強度を変化させた画像を作成し、得られた画像の SUV_{max} と SUV_{peak} を求め、SUV_{peak} についての基礎的な評価を行ったので報告する。

【方法】 PET/CT 装置は Biograph mCT (シーメンス社製)、画像解析装置は syngo.via (シーメンス社製) を用いた。NEMA IEC ボディファントムのホット球とバックグラウンド部の放射能濃度比が 4対1 となるようにファントムを作成し、30 分間のリストモード収集を行った。画像再構成アルゴリズムは、TOF と PSF 補正が組み込まれた OSEM 法を用いた。Gaussian filter の FWHM を 0, 2, 5, 7, 10 mm と変化させ、それぞれの FWHM について、遅延時間が異なる 10 画像を作成した。1 画像あたりの acquisition time は 2 分とした。3D-VOI を用いて SUV_{max} と SUV_{peak} を測定し、10 画像の平均値と変動計数 (SD) を求めた。得られたデータより、Gaussian filter の FWHM と SUV の関係と Gaussian filter の FWHM と SD の関係を求めた。

【結果】 Gaussian filter の FWHM と SUV の関係を Fig.1 に示す。37 mm 球において、SUV_{max} は Gaussian filter の FWHM が 0 mm では 5.8、10 mm では 4.2 を示し、FWHM の変化により約 28% 減少した。それに対し SUV_{peak} は、4.4 から 4.1 となり、約 7% の減少であった。FWHM の変化による影響は、SUV_{peak} のほうが小さかった。この傾向はどの大きさの球でも見られたが、特に小さな球において顕著であった。

Gaussian filter の FWHM と SD の関係を Fig.2 に示す。SUV_{max} の SD と比較し、SUV_{peak} の SD は

小さい値を示した。その差は、Gaussian filter の FWHM が小さいほど大きかった。またこの傾向は、どの大きさの球でも見られたが、特に小さな球で顕著であった。

【結論】 SUV_{peak} は SUV_{max} と比較し、Gaussian filter の FWHM の大きさの影響を受けにくく、治療効果判定等の定量評価指標として期待できると考えられた。しかし、SUV_{max} と比較し、小さな値を示すことを理解した上で使用する必要がある。また、1 cm³ の VOI を用いた評価であるため、小さな集積に対しては部分容積効果の影響を大きく受けることが報告されており、注意する必要がある。

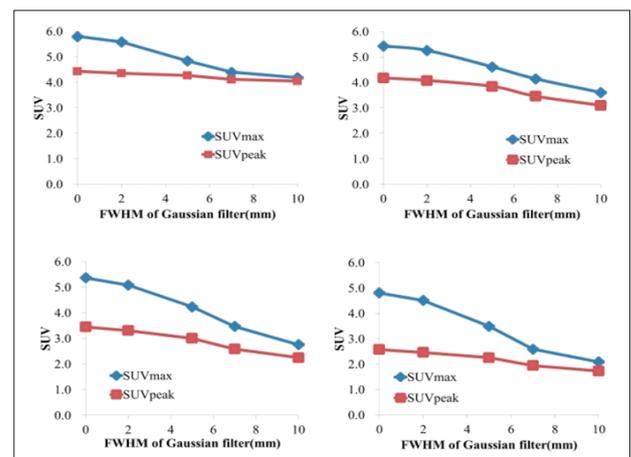


Fig.1 Changes of SUV by various FWHM of the gaussian filter, (a) 37 mm hot sphere, (b) 22 mm hot sphere, (c) 17 mm hot sphere, (d) 13 mm hot sphere

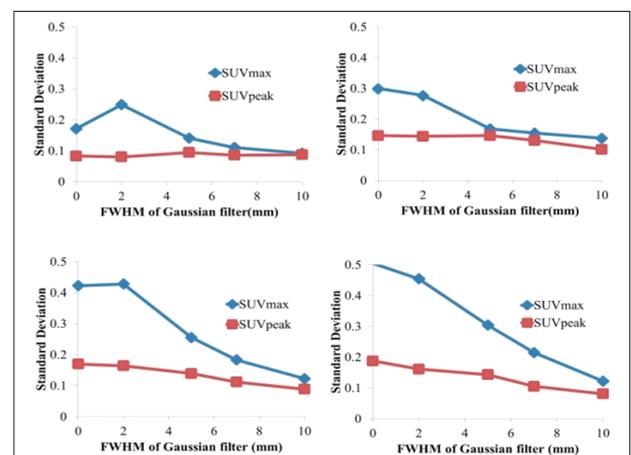


Fig.2 Changes of SD by various FWHM of the gaussian filter, (a) 37 mm hot sphere, (b) 22 mm hot sphere, (c) 17 mm hot sphere, (d) 13 mm hot sphere