

平成 21年 6月 5日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19790903
 研究課題名 (和文) 息止め撮影によるFDG-PET画質向上の基礎的検討：呼吸同期撮影との比較
 研究課題名 (英文) Improved imaging quality on FDG-PET using breath hold method or respiratory-gating method
 研究代表者 上埜 泰寛 (UENO YASUHIRO)
 関西医科大学 医学部 助教
 研究者番号：10425069

研究成果の概要：通常PET撮影では安静呼吸下で施行されるため、呼吸性移動の影響を受けやすい横隔膜近傍の病変は画質劣化が生じる。そこで、息止め、呼吸同期によるPET撮影によって通常撮影と比較して画質向上を検討した。肺腫瘍を模擬したモデルと呼吸同期システムを用いてPET撮影したファントム実験、さらに、実際に横隔膜近傍に病変のある症例に対して息止め、呼吸同期PET撮影を施行した結果、呼吸同期、息止め撮影の方が通常撮影に比べて病変集積が鮮明化、画質が向上した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成19年度	1,900,000	0	1,900,000
平成20年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	360,000	3,460,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：内科系臨床医学・放射線科学

キーワード：FDG-PET 呼吸同期撮影 息止め撮影 呼吸同期ファントム FWHM

1. 研究開始当初の背景

肺野、胸壁、横隔膜近傍の病変は安静呼吸下で行われるPET (Positron emission tomography) 撮影では呼吸性移動による病変集積の不鮮明化による画質劣化が生じることが問題である。息止め撮影、呼吸同期撮影を行えば画質が向上されると考えられた。核医学画像検査において、息止め撮像法を用

いた画質向上の試みは当初、FDG-PETでの息止め撮像、呼吸同期撮像法の画質向上の検討は会議録としては見られたが論文としては見られなかった。

2. 研究の目的

(1) 本研究ではファントム実験と肺腫瘍患者を対象とした腫瘍集積薬剤フルオロデオ

キシグルコース（以下 ^{18}F -FDG）撮影において、呼吸同期撮像法、息止め撮像法を施行、また、両者と従来からの安静呼吸下撮像法との比較検討から、最も効率的な画質向上法を検討する。

（２） 息止め撮像下での ^{18}F -FDG-PET最適収集法のファントム実験による決定

肺結節を模擬したアクリル製胸部ファントムに円筒形インサートを挿入し、インサートに ^{18}F -FDGを封入、息止めに想定したファントム不動での撮影、さらに、手動によりファントムを上下のみに移動させて、従来安静呼吸を想定した撮影を施行する。

息止め撮像法では呼吸同期撮像法に比べて、特別な装備装置を必要としない。

息止め撮像法では呼吸停止時間の長さが、画像として得られるカウント数に直接影響し、その画質を左右する。呼吸同期撮像法と比較して遜色のない画質を得るにはどれだけの呼吸停止時間が必要か、また、加算する最適な呼吸停止回数は何回であるかを検討する。

（３）呼吸同期撮像法によるファントム実験

肺結節を模擬したアクリル製胸部ファントムに円筒形インサートを挿入し、円筒形インサートに ^{18}F -FDGを封入する。可動アセンブリによって前後方向へ動かす。前後動に同期して上下方向にも動かす。胸郭の動きに合わせた呼吸情報が取り出され、同位相での撮像を繰り返して画像の情報収集を行う。本研究では呼吸停止による撮像を繰り返して情報収

集する他、ファントム実験においても高齢者や呼吸停止の困難な患者を想定して呼吸同期収集による撮像を施行する。

（４）臨床例における息止め撮像、呼吸同期撮像、通常安静呼吸下撮像の画質比較

臨床例での横隔膜近傍の腫瘍性病変における ^{18}F -FDG-PET画像の比較検討を行う。同一被検者のCTとの融合画像を作製し、3種類の画像の比較検討を行う。

2. 研究の方法

（１）使用機器 使用核種 呼吸同期ソフト
呼吸同期装置 ファントム

使用機器

PET/CT GE社製 Discovery ST（16列MDCT）

使用核種

デリバリー- ^{18}F -FDG（2-フルオロ-2-デオキシ-D グルコース）
メジフィジックス社製 FDG スキャン注
 185MBq

呼吸同期ソフト

アドバンテージ4D 上記PET/CT対応

呼吸同期装置

RealTime Position Management

Varian Medical System

ファントム

Kobetu Body Phantom（NEMA IEC 2001 準拠）

クオリタ 呼吸同期ファントム駆動部（可動アセンブリ）QRP-1

（２）撮像および画像処理条件

Respiratory gating : division 3

Matrix : 128×128

DFOV : 50cm

Acquisition time : 1 0 min./bed

Reconstruction : FORE-Iterative

Subset : 1 6

Iteration : 5

(3) ファントム実験

①ファントムは、肺結節を模擬した、サイズの異なる球体(直径10mm、13mm、17mm、22mm)を有する円筒形インサートを挿入したアクリル製胴体ファントムを使用、胸部ファントムの円筒形インサートに¹⁸F-FDGを封入した。息止めを想定したファントム不動での撮影、さらに、自呼吸に合わせたサイクルで手動によりファントムを上下のみに移動させて、従来の安静呼吸を想定した撮影を施行した。

②呼吸同期システムを用いたファントム実験では、肺腫瘍を模擬した直径10mm、13mm、17mm、22mmの¹⁸F-FDGを封入した球体を、呼吸周期のストローク1cm、2cm、3cm、呼吸回数5回/分、15回/分と組み合わせて変化させ撮影した。

それぞれFDG集積部位についてのprofile curveを作成し、半値幅(=full width at half Maximum; FWHM、以下FWHMと記載)を算出した。FWHMが低値であるほど、FDG集積の呼吸性移動が抑制され、画像は鮮明となる。FWHMを呼吸によるFDG集積の不鮮明化の指標とした。

(4) 臨床実験

FDG投与60分後に安静呼吸下での初回全身像を撮影した。

FDG投与120分後以降に、通常安静呼吸下、息止め、呼吸同期両者ともに、あるいはいず

れかの撮影を施行した。

① 息止め撮影法

最大深吸気により10秒間呼吸停止20秒間自由呼吸を1サイクルとし、これを20回繰り返し10分間データ収集した。

② 呼吸同期撮影法

ある最大吸気から最大吸気1サイクルを3等分割、各呼吸位相の時間を設定、各サイクルの最初から第1相、第2相、第3相とした。各呼吸位相毎に計10分間データ収集した。このうち、呼気時に相当し、振幅変動が最も安定する第2相の画像について検討した。

A. ファントム実験同様にFDG集積部位についてのprofile curveを作成、半値幅; FWHMを算出、対象は2008年5月から2009年2月まで関西医大枚方病院FDG-PET検査において通常のPET全身像で肺野にFDG集積を認めた患者に対してインフォームドコンセントを行い、呼吸同期撮像に同意を得た23例(男性15例/女性8例; 年齢68.3±9.8歳)をとした。

B. ③記載のように視覚的に画質向上を評価した。

③画像評価方法

息止め、呼吸同期撮影をそれぞれ、通常撮影と対比し、2名の放射線科医によって視覚的に評価した。

評価項目はA. 周囲バックグラウンドとのコントラスト、B. 辺縁部の鮮明性、C. FDG集積度で、これら3項目から5段階評価(5: 向上4: やや向上3: 不変2: やや低下1: 低下)した。

2006年1月から2008年10月までに関西医大枚方病院FDG-PET検査において通常のPET全身像で横隔膜近傍の肺野や胸壁に

異常集積を認めた症例のうち、15例(男性9例/女性6例;年齢51-86歳;平均68.1歳)を画像評価の対象とした。

インフォームドコンセントを行い、異常集積部位のスポット遅延像として、息止め、呼吸同期両者撮影を11例で、息止めのみを2例、呼吸同期のみを2例で施行した。

4. 研究成果

(1) ファントム実験

呼吸同期撮影において安静呼吸下での通常撮影と比較してFWHMは低く、視覚的にもFDG集積が鮮明化した。

FWHMは球体直径が大きく、呼吸周期のストロークが小さいほど、高値を示したが、呼吸回数には依存しなかった。

(2) 臨床実験

①23例中、18例で呼吸同期撮像の方が、通常安静呼吸下撮像よりもFWHMが低値を示した。これらの症例では呼吸同期撮像によって、病変集積の呼吸性移動が抑制された。

②2名の放射線科医による評価平均は、息止めはともに4.5、呼吸同期は4.0、4.2と、視覚的評価は有意に上昇した。

③安静呼吸下での通常PET撮影の画質劣化の原因としては、秒単位で撮影するCTと、分単位で撮影するPETでは、撮像(データ収集)の位相にズレが生じ、CTによる減弱補正にスマッチが生じたことが考えられる。

④息止め撮影では最大深吸気によって、周囲肺野のバックグラウンドが低下し病変と肺野のコントラストが増加したことが画質向上の機序として考えられた。

さらに、最大深吸気によって肺野病変と横隔

膜間の距離が増加したことによって、視覚的評価が上昇したと考えられた。

息止め撮影では病変への集積定量指標である、SUVmaxの精度が高くなる。

⑤呼吸同期撮影では呼吸に伴う病変集積のズレ補正により、辺縁部が鮮明化したことが画質向上の機序と考えられた。

⑥息止め撮影と呼吸同期撮影の視覚的評価による比較では、息止め撮影において、有意に画質向上が見られた。

⑦息止め、呼吸同期撮影によって病変の形態位置情報、集積度が改善され、FDG-PET画質は向上すると考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1件)

①上埜 泰寛 息止め撮影、呼吸同期撮影によるFDG-PET画質向上の検討
日本医学放射線学会
2009年4月18日 パシフィコ横浜

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上埜 泰寛 (UENO YASUHIRO)

関西医科大学 医学部 助教

研究者番号: 10425069

