

### <sup>18</sup>F-FDG PET検査の撮像技術

#### —呼吸同期システムをどう使う?—

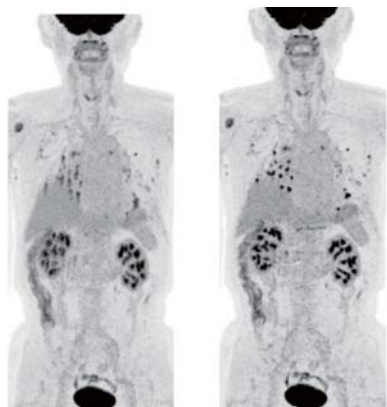
白河厚生総合病院 放射線科 ○小室 敦司(Komuro Atsushi)

#### 【呼吸の動きが画像に与える影響】

呼吸による体内臓器の動き、とくに横隔膜周辺で大きく影響を受け、集積のボケとして表現される。呼吸停止下での撮像が解決手段ではあるが、核医学検査はS/Nが悪く時間をかけるため呼吸停止下での撮像ができないのが現状である（一般的にPET 2～3分/bed、SPECT 5～30分/bed）。実際、横隔膜～13<sub>(左)</sub>-21<sub>(右)</sub> mm<sup>1)</sup>、肝臓・脾臓～24 mm<sup>2)</sup>、腎臓～17 mm<sup>2)</sup> が呼吸により移動すると言われる。Fig.1に<sup>18</sup>F-FDG PET呼吸補正有無の画像を示す。

主に呼吸の影響は以下が挙げられる。

- ・画質の低下
- ・微小病変の検出能低下
- ・定量精度の低下
- ・不正確な病変位置



呼吸補正(-) 呼吸補正(+)

Fig.1

#### 【自由呼吸下での影響を抑制するには】

- ①呼吸位相から動きの少ない呼気位相を得るため、振幅データが必要

外部デバイス (Fig.2)

ロードセルセンサによる呼吸位相の取得:BG法 (Belt gating)  
 レーザセンサによる呼吸位相の取得



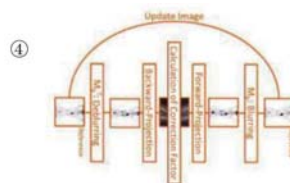
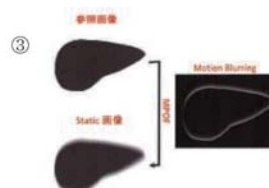
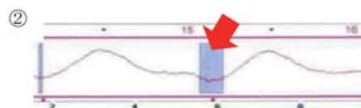
Fig.2

#### 外部デバイスレス

PETリストモード収集による呼吸位相の取得:DDG法 (Data-driven gating)

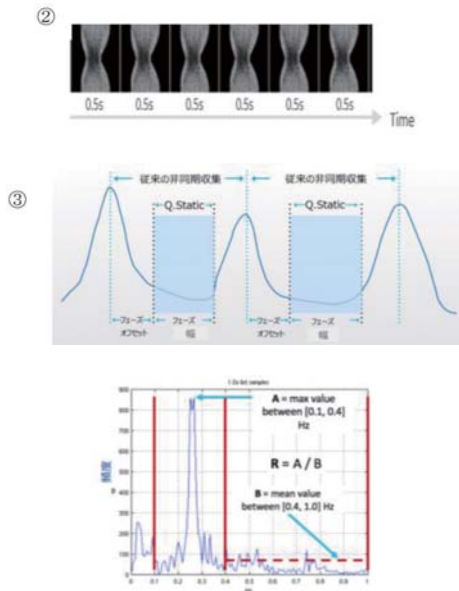
A社<sup>3)-4)</sup>

- ②振幅の最も安定した呼気末期を抜き出しReferenceを作成
- ③呼吸同期無しのStaticを作成し、ReferenceからStaticへのボケ関数 (blurring kernel) を算出
- ④③をOSEMに組み込み補正する。呼気末期Referenceが、収集した放射エネルギーを維持したアップデート画像に作成される  
⇒収集時間の延長はなく放射能が維持された補正を行う (OncoFreeze)



B社<sup>5)</sup>

- ②0.5 sec毎のサイノグラムを用いて動きの成分分析し、フーリエ変換した波形から呼吸運動とそれ以外を分別し呼吸運動の強度を識別
- ③呼吸運動の強度を示すR値を超えるbedポジションのみ呼気範囲のPETデータを抽出 (Q.Static)  
 ※R値=15 (A/B) 任意設定可能 A:呼吸振動範囲の最大値 B:ノイズの平均値  
 ⇒呼吸強度を自動認識し必要に応じて呼吸補正を行う。補正を行う場合は収集時間の延長あり (Advanced MotionFree)



【StaticとBG法およびDDG法の定量値比較】

気管分岐部～腎臓下縁レベルにて体積5 cm<sup>3</sup>未満<sup>6)</sup>の腫瘍のある患者22例を対象にSUVmax、SUVpeak、MTVを比較した (Fig.3)。結果、SUVmax、SUVpeakはStaticに対しBG法およびDDG法ともに高く、MTVは低く差が生じた。またBG法とDDG法では全てにおいて有意差は生じなかった。

【呼吸同期システムをどう使う】

- ・影響を受ける部位 気管分岐部～腎臓下縁レベルにおけるSUVmax増加率 (Fig.4)
- ・画質、定量精度の改善や微小病変の検出能が向上する (Fig.5)

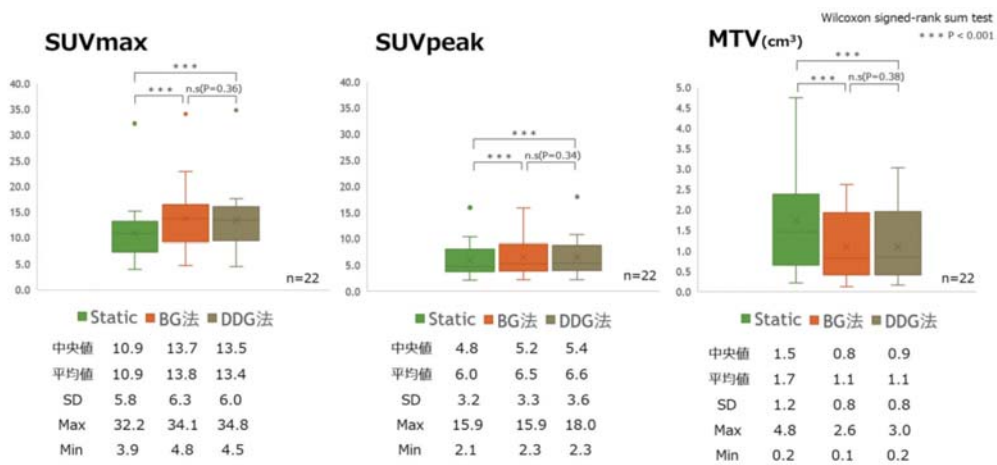
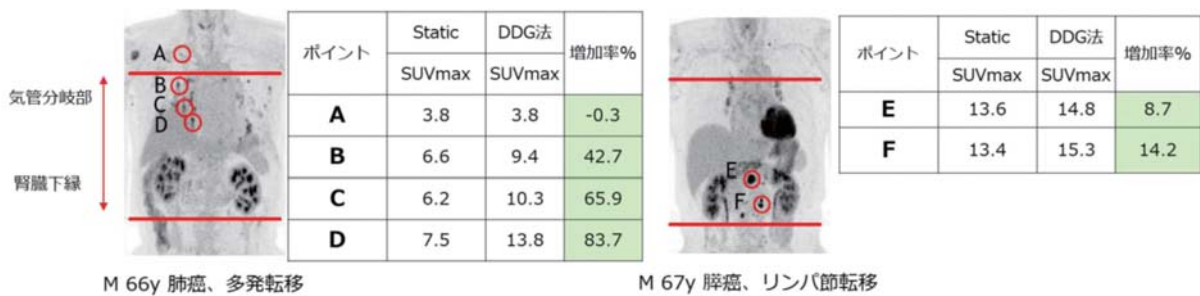


Fig.3



※SUVmax増加率% = ((DDG法-Static)/Static)\*100

Fig.4

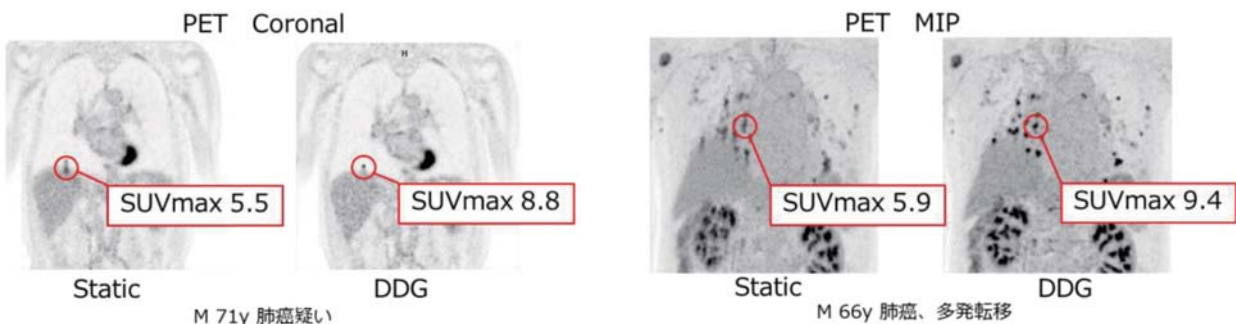


Fig.5

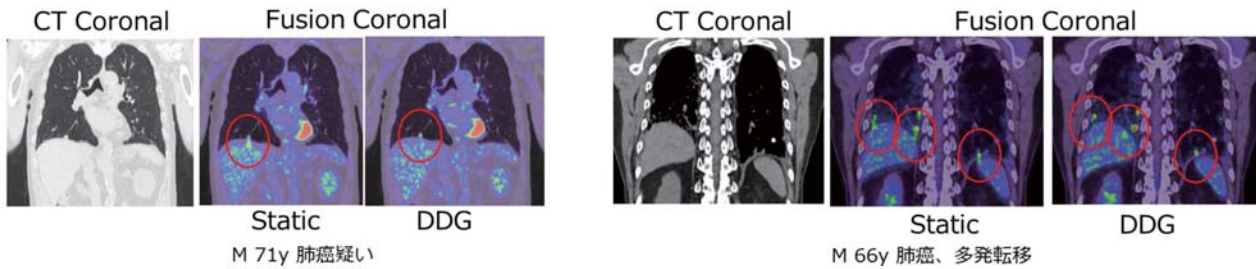


Fig.6

・病変位置の改善 (Fig.6)

・BG法 or DDG法

BG法はDDG法と有意差がなかったことで同等の精度。先行文献<sup>7)</sup>もあるので、検査スルーブットに影響しない従事者の被ばく線量低減にもつながるDDG法を使用できる施設は積極的に選択する。

・画像再構成時間 (OncoFreeze)

体幹部 (胸部～骨盤) 範囲のDDG法は約10分要する。次の患者検査中に画像確認、追加撮像の判断、PACSへの転送等になる。そのためミスのない運用の工夫が必要となる。

・SUVと収集時間の延長

StaticとDDG法にSUV、MTVの差が生じる。複数回検査での比較は同じ手技を選択するのが望ましいので収集時間が延長しないものはルーティンでDDG法を行うのが理想的。延長するものは各施設の状況にもよるが、疾患部位 (例. 肺～上腹部) による取り決め等をして撮像することが望ましい。

#### 【参考文献・図書】

1) Callahan, et al. “The clinical significance and

management of lesion motion due to respiration during PET/CT scanning. *Cancer Imaging*. 2011; 11:224-36

2) Walker, et al. “Evaluation of principal component analysis-based data-driven respiratory gating for positron emission tomography. *Br J Radiol*. 2018; 91(1085): 1-18

3) SIEMENS Healthineers 分子イメージング Biograph mCT Series 「OncoFreeze」

4) SIEMENS Healthineers PET呼吸同期技術 核医学技術41: 456-458 (2021)

5) GE HealthCare 「Digital Motion Management 技術」

6) Lupi A, Zaroccolo M, Salgarello M, et al. The effect of 18FDG-PET/CT respiratory gating on detected metabolic activity in lung lesions. *Ann Nucl Med* 2009; 23(2): 191-196

7) Büther F, Jones J, Seifert R, et al. Clinical Evaluation of a Data-Driven Respiratory Gating Algorithm for Whole-Body PET with Continuous Bed Motion. *J Nucl Med* 2020; 61(10):1520-1527. doi:10.2967/jnumed.119.235770