

Part 1 最新モダリティの臨床における有用性 / Clinical Report

Philips社製GEMINI GXL16の使用経験

宇都宮セントラルクリニック放射線科、株式会社ドクターネット代表取締役
佐藤俊彦

はじめに

当院では2003年5月のPETセンターオープン以来、Philips社製ALLEGROについてPET/CT GEMINI GXL16を使用している。ここではPET/CTの使用経験を臨床的な立場で述べる。

GEMINI GXL16の特徴(図1)

このシステムの特徴は、新しいクリスタル(GSO-Zr: ジルコニウムを含んだGSO)・新しい電気回路・新しい画像再構成アルゴリズム(3D-LOR)・高性能CTの採用にあると思う。

GSO-Zrの特徴：蛍光減衰時間が短く、エネルギー分解能が高いことを利用し、より多くのイベントを収集可能な設計になっている。また、温度に依存しないことから室温に関する制限がかからず、特別な冷却装置を必要としない。このことで、設備費およびランニングコストの低減・故障率の低減・フレキシブルな室温設定が可能で被験者に快適な環境を提供可能である。

新しい電気回路(PIXELAR検出器+Rapid Resolved PET)：電気回路の見直しにより、電気的デッドタイムを大幅に削減し、イベント収集可能時間を大幅に長く設定したことにより、NECRで2倍の性能向上を図っている。検査時間は、ALLEGROの半分の時間で撮影可能となった。

新しい画像再構成アルゴリズム(3D-LOR)：従来は、Interpolate(補間)によりボケが発生していたが、3D-LOR-RAMLAでは、補間なしで処理を行うことが可能となり、空間分解能で約20%の改善がなされている。従来のnon-LOR法に比較して、膀胱周辺からのアーチファクトの軽減・肝臓辺縁部の描出能向上・FOV内のアーチファクト軽減・画像ノイズの軽減が実現されている。画像再構成計算時間も専用アレイブロッカー(3GHZ)採用により高速化が実施されている。

高性能CT：心臓の撮影が可能な

16MDCTを採用したことで、PET検査ばかりでなく、通常のCT撮影も可能で標準的なCT装置として十分機能するシステムとなっている。オープンガントリになっていることもCT単独システムとして使用可能となっている。

Early-delayed scanによるHexokinase-Mapの開発と臨床応用

検討の目的は、FDG集積があつたものがすべてががんであるとは限らず、しばしば偽陽性を経験する。したがって、この偽陽性率を低減させるために、2回撮

影法を実施しその差分画像から取り込み続ける病変か、取り込みが次第に低下する(hexokinaseのauto-regulation機能の温存された病変かを評価)かを評価することにより、鑑別を試みる。

Hexokinase-MAP(図2)：2回撮影の前後のデータを差分する位相情報を保持したまま評価し、取り込み続けるもの(赤)・取り込みの低下するもの(青)に表示する。右肺S4とS6にFDGの集積を認めるが、Hexokinase-MAPの解析では、S4は炎症性変化(取り込みの低下するもの)、S6はがん(取り込み続けるもの)であると判定できる。抗生物質の投与により、S4の病変の消失を確認している。

対象は、2003年5月より2005年12月までに2回撮影法を実施した2,083例のうち病理検査が確定した69例を解析対象とした。

結果：この方法に関する感度は70%、特異度は66.7%であった。臨床的には、十分参考になる結果となった。

症例

クリプトコッカス症(図3)：Hexokinase-MAPで取り込み続ける病変として描出されている。結核やクリプトコッカス症など、肉芽腫を呈する病変はHexokinase-MAPで偽陽性として描出されるので注

意が必要である。小さい病変に関しては、HR-CTとの比較や積極的な生検が必要となる。

子宮体がん(図4)：まったくの無症状でPET検診で発見された子宮体がんの症例である。内視鏡手術で切除し、リンパ節郭清は実施していない。手術後の所見では7mmの子宮体がんを認めた。2年後に定期検診でPET/CT検査を実施したところ、右内腸骨リンパ節にリンパ節腫脹とFDGの集積を認め、Hexokinase-MAPを作成した。結果は炎症性変化を示唆する所見で、半年間抗生物質の服用を実施した。実施後のPET/CT検査ではFDGの集積の低下を認めたため、炎

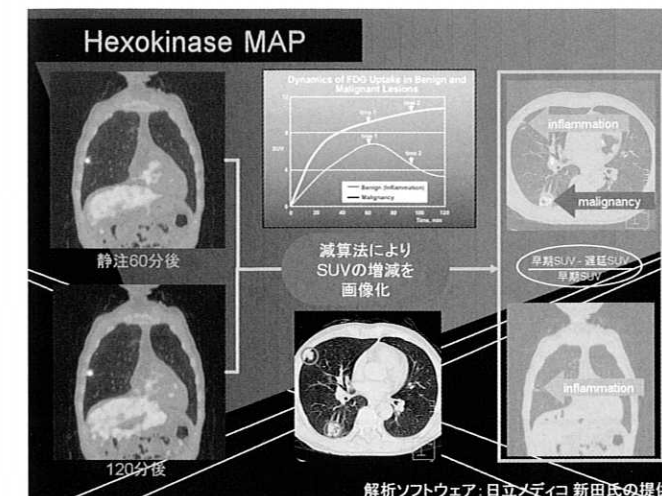


図2 Hexokinase-MAP

巻頭カラー参照

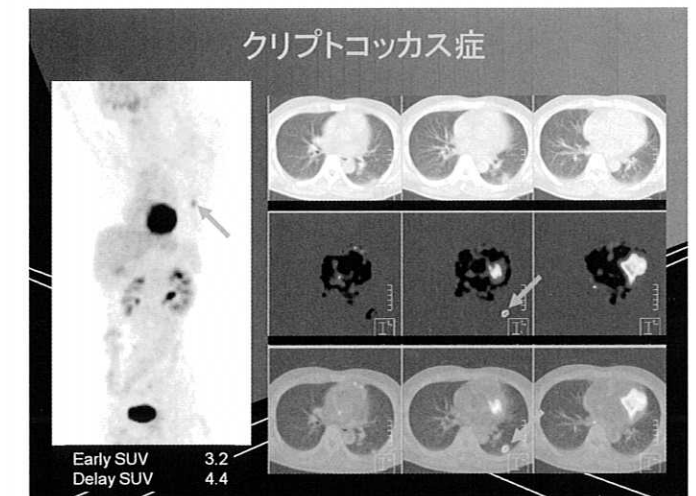


図3 クリプトコッカス症

巻頭カラー参照

Philips PET/CT Gemini GXLの特徴			
2倍以上のNECRと検出効率の向上			
	クリスタル	電気回路	画像再構成 Image
変更点	GSO → GSO with Zr 4x6x20mm → 4x6x30mm	電気回路の見直しにより電気的デッドタイムを大幅に削減。イベント収集可能時間を大幅に長く	3D LOR 全てのイベントを利用
利点	より多くのイベントを収集	NECRの向上	イメージング品質の向上

図1 Philips GEMINI GXL16の特徴
クリスタル・電気回路・画像再構成アルゴリズムの改善により2倍以上のNECRと検出効率の向上が図られている。検査時間は、全身検査で約15分以内で終了する。

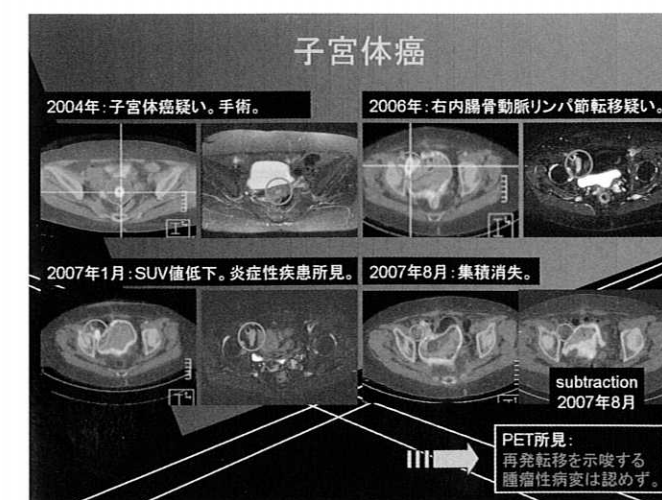


図4 子宮体がん

巻頭カラー参照

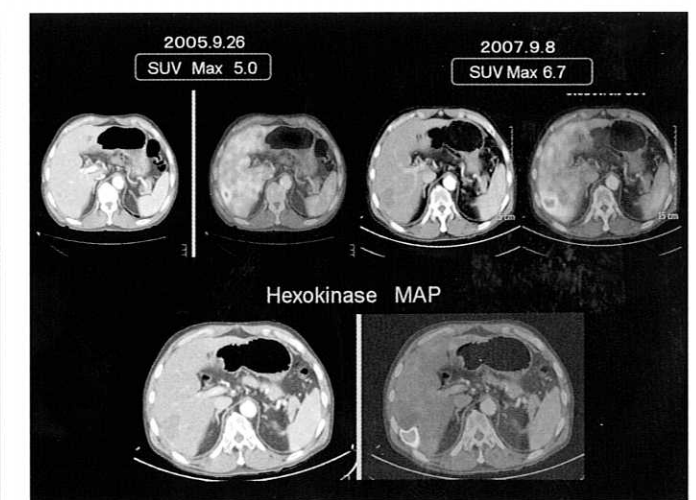


図5 大腸がん術後肝転移

巻頭カラー参照

症性変化と判断し服薬を中止した。2008年8月の経過観察のPET/CTでは、FDGの集積も認めずCTでの異常を指摘できず、炎症性変化を証明できた。

大腸がん術後肝転移(図5)：大腸がん術後に肝S6にSUV=5の転移性腫瘍を認め、ラジオ波による治療を実施した。2年後のPETでは、SUV=6.7の異常集積を同部位に認め、Hexokinase-MAPでは、ラジオ波による術後性変化に隣接する局所再発の状況が明瞭に描出されている。このように術後の経過観察では、治療前後のPETデータのvolume subtraction法により全体像の把握や改善したのか? 増悪したのか? の鑑別に有用であると考えられる。

FMT-PETによるパーキンソン病遺伝子治療支援

パーキンソンの遺伝子治療中(図6a、b)で、PET/CTの役割は、パーキンソン病とパーキンソン症候群の鑑別を目的に、FMT(6-[18F]-Fluoro-Meta-Tyrosine)の取り込みの有無を確認することである。パーキンソン病では、酵素欠損によりFMTの取り込みが低下することが確認できる。レセプター異常のパーキンソン症候群では、健常者と同様のFMTの取り込みを認めるため、遺伝子治療の適応とはならない。

その後、遺伝子の導入を定位脳手術で

実施する。このときに用いるものが、AAV(adeno-associate virus)にAADCという酵素の遺伝子導入をするための遺伝子を局所注入する。遺伝子の効果発現を確認するために、1ヵ月後、半年後にFMT-PETで経過観察する。

FMT-PETの役割(図6a)：遺伝子治療の適応の判断および効果発現を分子イメージングで確認する。治療効果は、1年以上続いていることが確認されている。

FMT反応スキーム(図6b)：AADCによりF-DOPAと比べFMTの方がAADCとの親和性が10倍高いといわれている。

FMTの方が代謝的に安定と考えられる。ドクターネットでは、検査後の判定シ

ステムまで含んだFMT-PETセンターのトータルソリューションシステムを開発している。これにより予約から、ホットラボ・PET/CT検査室のマネージメントおよび画像解析・画像の読影まで含むトータルソリューションを治療目的に提供している。今後、画像診断をベースにした治療には欠かせないシステムになると思われる。画像解析ソフトに関しては、ドクターネットが独自に開発し、基底核を3等分して自動的にFMTの取り込みをグラフ化できる。左右差やZ-Score解析も可能となっている。

FMT-PETのトータルソリューションシステム(図7)：ドクターネットでは、FMT-PET検査に關係する、ホットラボ・PET検査室・画像解析・判定システムまでオンライン化し、SMO支援を実施している。治療に参加するすべてのステークホルダーがアクセスして、状況評価ができるようになっている。

症例

遺伝子治療前のFMT-PETでは、明らかに両側の被殻の取り込みの低下が確認された。両側にAAV-AADCによる遺伝子導入を実施したところ、1ヶ月後のFMT-PETでは両側被殻にFMTの取り込みを認め、これらのサブトラクション画像では明確に両側被殻に取り込みの増加を確認できた。症状も、寝たきりの状況が独歩歩行できるまでに改善している。

FMT-PET(図8)：尾状核頭の取り込みは最後まで残るようで、被殻の尾側から所見が出るといわれている。したがって、ROIを尾側・中側・頭側と3つに分けて自動解析している。

ドクターネットのFMT-PET解析ソフトウェア(図9)：小脳には原理的にFMTが取り込まれないため、小脳のカウントに対する被核部分カウントの比をSUV

と定義して、被核を3等分して3次元的なROIを設定して経時的SUVのグラフを書かせるものである。傾きが酵素の反応効率を示すものと考えられる。自動的にROIを計測することにより、解析者による誤差を最小限にできる仕組みになっている。

まとめ

Philips社製PET/CT GEMINI GXL16を使用した印象は、高画質のPET画像をFDGばかりでなくFMTでも得ることができた。臨床機としても、研究機としても機能的に十分であり、最先端画像診断センターには不可欠のシステムといえる。

撮影の分解能は、標準的にPETで256マトリックス、CTでは512あるいは1,024マトリックス対応で高画質である。

当院では、年末までにTFシステム(time of flight法)を導入予定であるが、さらに空間分解能の向上が期待され、小さい病変の検出・SUV測定などに威力を発揮すると思われる。PETは機能ばかりでなく形態診断の能力の向上も計られていくと思われる。いっぽうで、データの急増は不可避であり、これらのファイリング・ビューイング・デリバリのIT系のシステムの構築はますます重要になってくる。ドクターネットでは、将来を見据えてenterprise-PACS&Teleradiologyのシステムを開発している。

設置環境なども、温度管理面での制約もなく極めて経済性も高いシステムであると感じている。

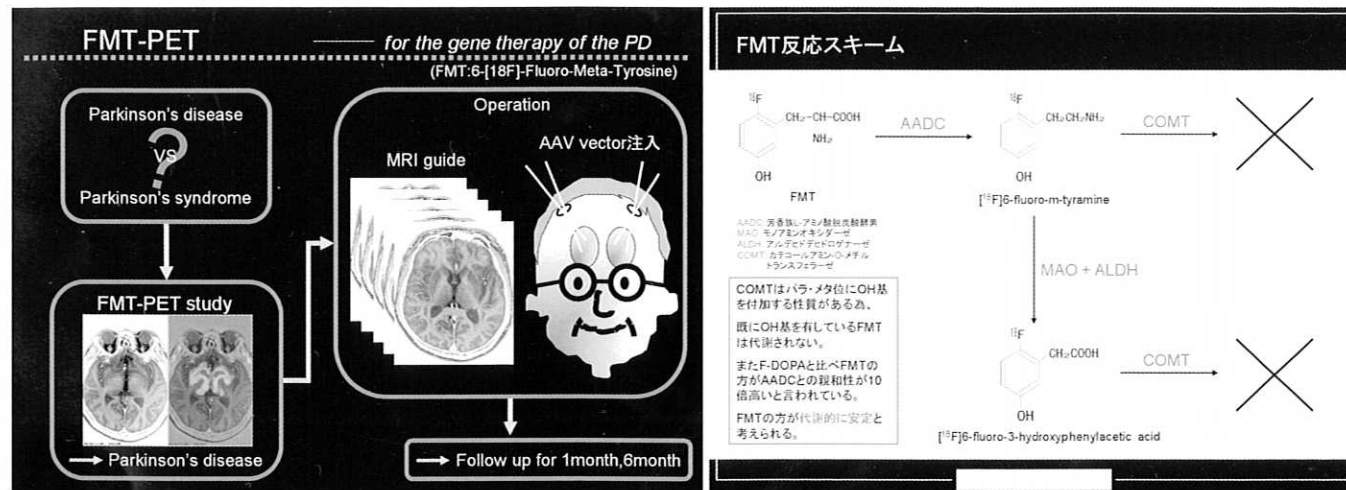


図6 パーキンソンの遺伝子治療

a FMT-PETの役割
b FMT反応スキーム

a | b 巻頭カラー参照



図7 FMT-PETのトータルソリューションシステム

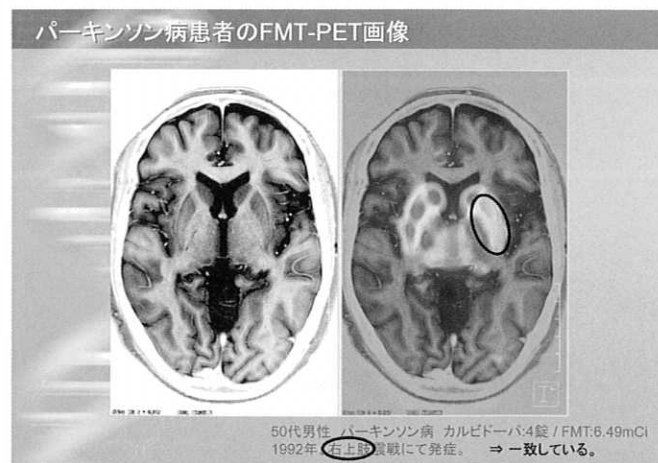


図8 パーキンソン病患者のFMT-PET画像

巻頭カラー参照

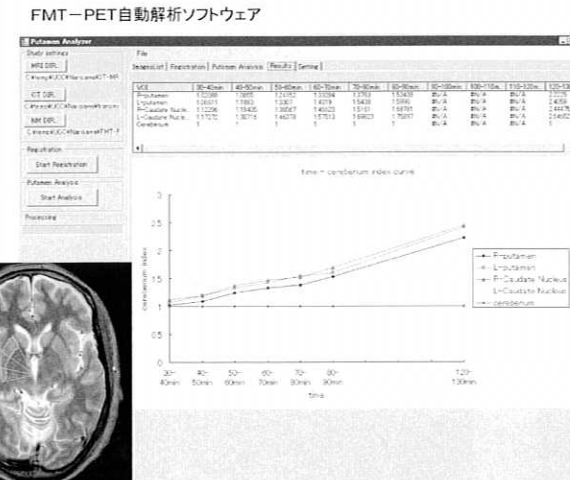


図9 ドクターネットのFMT-PET解析ソフトウェア