

原著論文

厚地記念クリニックの現況と展望

陣之内正史・田邊 博昭

厚地記念クリニック・PET画像診断センター

Current Status of Atsuchi Memorial Clinic

Seishi Jinnouchi, Hiroaki Tanabe

Department of Radiology, Atsuchi Memorial Clinic PET Center

要旨

当PETセンターは、PETに特化し独立したクリニックとして平成14年6月開設された。ここでは、開設の経緯、施設の概要、稼動状況、我々の得た新知見、問題点と今後の展望について概説する。開設以来の半年間でPETカメラ2台により1843件のFDG-PET検査を施行した。癌検診が7割と多くを占め、保険診療は3割でほぼ100%が他の施設からの紹介であった。検診での癌発見率は1040例中19例1.8%であった。新知見として、高血糖での癌発見、正常腸管の時間的変化、正常卵巣の描出、delayed scanの有用性、水利尿の利点が挙げられる。問題点はサイクロトロンと合成装置のトラブルであった。これまでの経験からFDG-PETは近い将来の癌診療に不可欠のものになると確信している。

Abstract

We opened our independent private clinic with PET facilities dedicated to outpatients and cancer screening in June 2002. This article describes the work we do and the results obtained to date. We have performed 1843 FDG-PET studies in the first six months with two PET cameras. Seventy percents among them were done for cancer screening of private patients and 30 % were under public health insurance. We identified nineteen cases of cancer among 1040 healthy individuals (1.8%). Our new findings were as follows; early cancer detection even in hyperglycemia, serious change of the intestinal uptake, normal ovarian uptake, utility of delayed scans and hydration by water load. Major problem is troubles in cyclotron operation and FDG synthesis. We believe that FDG-PET is indispensable in the management of cancer in the near future.

Key words: FDG, PET, clinical cancer screening, oncology

はじめに

昨年はクリニカルPET元年と言われるほど多くのPET施設が開設され、本年も更に多くの新規開設が予定されている。我々の施設はPETを中心とした画像診断専門のクリニックで、平成14年6月鹿児島市中四国・九州の民間では初めてのPET施設として開設された。クリニカルPETという言葉が、スローガンではなく現実のものとなったところである。

開設以来の半年間で1800名を超える方が受診され、順調な滑り出しであった。詳しくは後述するが、FDG-PETによる癌検診が7割と多くを占め、保険診療は3割でほぼ100%が他の施設からの紹介である。受診者確保には住民に対する広報、および地域病院との連携や医師への周知が重要と思われる。

当PETセンターは総合病院附属ではなく、PETに特化し独立したクリニック形式である点がユニークである。ここでは、開設の経緯、施設の概要、稼動状況、我々の得た新知見、問題点と今後の展望について概説する。

1. 開設までの経緯

開設母体は脳神経外科単科の病院であるが、脳外科の診療とは関係なく、FDG-PETが癌の早期発見に役立つ21世紀の癌診療に必須との認識の基に、PET施設導入を決定した。平成13年11月に着工、翌年4月に竣工し、5月30日に放射線安全技術センターの施設検査、6月7日の日付で正式合格となりサイクロトロン運転とFDG合成を開始した。6月14日からボランティア撮影、6月17日から臨床の本稼動となった。

2. 施設の概要

1) 設計

建物は地上2階、半地下2階で、1階はエントランスのみとして駐車スペースを広く取り、2階に受付、受診者更衣室、診察室、超音波検査室、CT室、MRI室(将来設置予定)、医局兼画像診断室、院長室、職員控え室を設けた。地下を管理区域としたことで遮蔽を考慮しなくて良くなり、また放射性同位元素使用施設の表示が周辺か

ら見えない点も利点であった。

管理区域は約400m²で、サイクロترون室、ホットラボ、検定室、処置室、安静回復コーナー、3つのPETカメラ室、操作室からなる。2つのPETカメラ室の間に操作室を設け、診療放射線技師が1人になっても両方操作と監視ができるようにした。もう一つのPETカメラ室は将来のPET-CT導入用に広く取ってある。

受診者の動線を見ると、駐車場から受付→診察室→超音波検査室→CT室→地下処置室→回復室→PETカメラ室→診察室といずれも短く、受診者もスタッフも無駄な時間が少ない。また、PET検査では必要に応じて2時間後の撮影を追加する場合があるが、受診者1人でもPETカメラ室まで行けるためスタッフの手間が省ける。受診者の利便も図られ、PET専用施設としたことの利点と思われる。

2) サイクロترون

住友重機械製超小型サイクロترونMINItraceを使用している。自己シールド型であり、サイクロترون室の壁厚、扉厚ともに通常のもので良いため、施設設計上無理なく設置できた。10MeVのプロトンで、5ポートを持ち、同時照射も可能となっている。現在はFDGの臨床使用のための、O-18水をターゲットにして35 μ Aの60分照射で、F-18の収量は37GBq程度である。

12月末までの半年間に、サイクロترونのトラブルによる検査ストップは3回あった。ターゲットフォイルに孔が開きサイクロترونの真空ダウンと、メインコイル電源冷却水のインターロックの故障により照射できないことと、AC-DC電源系故障がそれぞれ1回ずつであった。その他、マイナートラブルによる検査時間の遅れが数回あった。サイクロترونの運転自体は非常にデリケートで、全てが問題なくスムーズに動くようになるには種々の障害をひとつひとつ取り除いていく必要があることが分かった。

3) 合成装置、薬剤

薬剤としてはFDGのみで、自動合成装置はGE社製Microlabを使用している。FDGの自動合成装置としては初めて医療用具として認可されたもので、ディスプレイのカセット交換式となっている(図1)。マンノーストリフレートの酸加水分解方式で、合成時間は52分、収率は30%程度である。現在、1日14名までの検査として、サイクロترونの照射を80分で行い、FDG合成量は12~16GBqの実績である。合成装置のトラブルに関しては、合成装置本体のセンサーやカセットのシリンジなどの不具合により、合成不良や収率が低下することがあった。

ホットラボには2台のホットセルが設置され、1台に合成装置、隣に自動分注装置を置き、1人分ずつ5~10mlの注射筒に分注している。投与量は、体重換算で3.7MBq/kgとし、平均180MBq程度であった。

4) 画像装置、PACS

PETカメラはGE社製AdvanceNXi2台を使用している。撮影はFDG投与1時間後から全身像を、必要に応じて2時間後に局所像を追加している。全身像の撮影方法は、emission 2分を7~8ポジション、大腿上部から頭頂部までの約100cmを下肢から頭部にかけて順次データ収集し、続けてtransmission 1分を順方向に収集している。1人当たりの合計データ収集時間は正味21~24分、被験者の出し入れを含めて25~30分程度のカメラ占有時間となる。

画像再構成法はOSEM(Ordered Subset Expectation Maximisation)法を用いており、吸収補正はSAC(Segmented Attenuation Corection)を用いた。OSEMのオーダーは2、サブセットは21としている。再構成画像は全てSUV値換算表示で、ルーチンでは横断像からMIP像、冠状断像、矢状断像を作成している。データ収集終了後、再構成にかかる時間は数分でありPETカメラ操作室のUNIXから外来診察室の核医学データ処理装置Entegraに送信するまで合わせて5分程度と極めて短時間である。

医師による診断は、その外来診察室Entegraのモニター上でを行い、主にMIPの回転画像と冠状断像を白黒表示(集積部分を黒く表示)している。詳細に見る場合はMIP表示と3方向断面像の同時表示プログラムを用いている。これはMIP像の集積部位をクリックすると、その集積部位を通る3方向断面像がリアルタイムで表示されるもので、極めて使いやすく診断する上で重宝している(図2)。さらに、その断層画像上で直ぐにROIをとりSUVの平均値と最大値を求めることが出来るので、短時間での診断が可能となっている。また、MIPの回転画像や冠状断像の連続動画は、そのままAVIファイルとして保存できるので、ティーチングファイルやプレゼンテーション用データ作成が容易であり、必要に応じて紹介元にCD-ROMで渡している。

実際の運用では、PETの撮影が終了し、受診者が更衣室から着替えて待合室に戻る頃には、外来端末にデータが届いている。受診者を待たせずに診断できる体制が出来ており、医師も受診者も共に待ち時間についてのストレスがない。また、受診者に対する説明は、モニター上のカラー動画で行うようにしており、素人にも立体的にみえてよく分かる好評である。

特集：民間病院におけるクリニカルPETの現況と展望

表1. 月別受診者数推移
(平成14年6月17日～12月28日)

月	稼働日数	検査数	検診	保険	ボランティア
6	14	146	85	31	30
7	25	323	263	54	6
8	25	289	249	54	6
9	22	264	172	89	3
10	26	269	139	125	5
11	23	297	182	113	2
12	19	255	141	114	0
計	154	1843	1211	580	52

表2. 保険診療の疾患別受診者数
(平成14年6月17日～12月28日)

疾患	検査数
肺癌	189
悪性リンパ腫	82
大腸癌	73
原発不明癌	69
乳癌	56
頭頸部癌	39
転移性肝癌	32
膵癌	20
メラノーマ	9
脳腫瘍	9
てんかん	2
合計	580

その他の画像装置としては、GE社製超音波診断装置、日立製のシングルヘリカルCTがあり、将来はMRIの導入も計画している。

PACSとレポートシステムは、MiD社のNahri-PACSを導入しPET、CT、エコー全てDICOMサーバに保存、持参フィルムもデジタイザでDICOMファイルとして保存している。

3. 稼働状況

保険診療と癌検診を行っている。検診はPETのみのPETコースと、PETに胸腹部CT、腹部US、腫瘍マーカー、便と尿潜血を加えた総合コースの2つがある。6月17日の本稼働から12月28日までの約6ヶ月間の実稼働154日で、保険診療580件、検診の総合コース1038件、PETコース173件、ボランティア52件の合計1843件のPET検査を行った(表1)。検診が68%、保険が32%という割合であった。1日件数は、平均12件でありほぼ目標達成できた。以下、保険診療と検診について分析する。

1) 保険診療

PET専門クリニックということから、受診者全てが他院からの紹介である。中には、どうしても主治医からの紹介状がもらえないあるいは主治医に内緒で受けたいという方もおり、紹介率としては99.7%であった。

疾患別に見ると、肺癌が最も多く189件で約3分の1を占め、以下、悪性リンパ腫82件、大腸癌73件、原発不明癌69件、乳癌56件、頭頸部39件、転移性肝癌32件、膵臓癌20件、他20件の順であった(表2)。

PET検査の目的別に見ると、治療後の経過観察が6割を占めその中でも再発病巣検索が最も多く、次いで良悪性の鑑別2割、原発巣検索および病期診断がそれぞれ1割の順であった。目的については疾患別の特徴が見られる。肺癌では、鑑別診断目的が多く約5割、治療後の経過観察は4割であった。鑑別診断目的の中には、

気管支鏡やCT下生検といった侵襲的検査を拒否したためPET検査依頼となる例も見られた。

悪性リンパ腫、大腸癌、乳癌、頭頸部癌では、逆に治療後の経過観察が多く8～9割であった。これらの疾患では他の画像診断で見つけられない再発巣検索や術後の評価といった点にPETが役立つと言う認識があるものと思われる。

原発不明癌や転移性肝癌では、原発巣が見つかる割合は約4割と報告されている¹⁾が我々も同程度であった。PETで原発巣を発見しえた例を示す(図3)。腫瘍マーカーのみが上昇し他の画像診断で病変の見つからない場合、PETでも病巣のみ見つかる割合は少なかった。

しかし、再発診断には極めて有用である。特に、治療後の経過観察中に腫瘍マーカーが上昇し他の画像診断で病変の見つからない例で、PETにて再発病巣を指摘できる場合が多い(図4)。その中でも、大腸癌、胃癌、卵巣癌など腹腔内再発の病巣はCTでも見逃されることが多く、PETで病巣が判明し後で見直す指摘できる場合が少なくない。肺癌の既往がありCEAが上昇しているが病巣が見つからず、PETにて小腸転移と腎転移がそれぞれみつかった稀な2例に遭遇し、PET検査の威力を実感した。

FDG-PET検査の利点の一つとして全身検索が挙げられるが、時に思いがけない遠隔転移や、二重癌、三重癌が発見される場合があった。

PETにより描出できた最小癌は、乳癌の5mmの既知病変であった。1時間後の全身像では軽度の集積、2時間後像では明瞭な異常集積として認められた(図5)。現時点のPETの分解能を考えるとこの程度が検出限界と思われる。



図1. FDG自動合成装置、GE製Microlabとカセット左のディスプレイバイアルに必要薬品を入れ、右の本体にセットする。

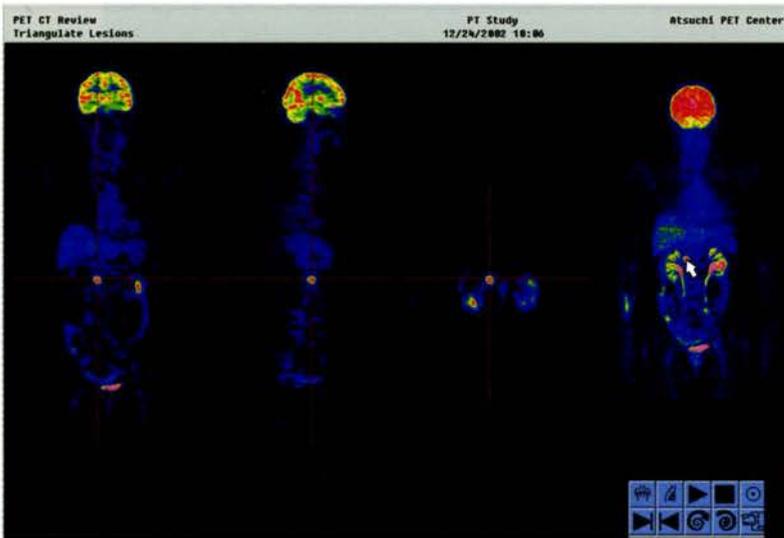


図2. EntegraのMIPと3方向断面像表示
右端がMIP画像で、集積部位をクリックすると、左の3方向断面像の相当位置が表示される。3方向断面像上でROIを取り、SUVを求められる。MIP画像は回転表示も出来る。

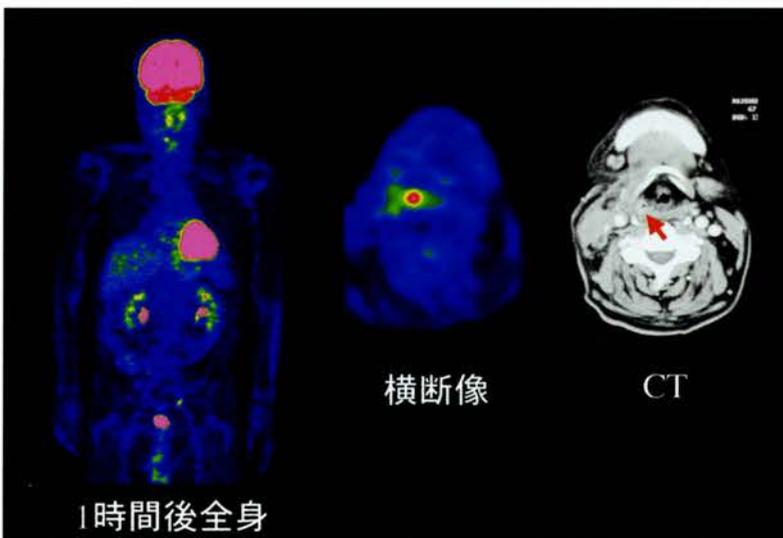


図3. 68歳、男、原発不明癌。
右頸部リンパ節転移で発症。郭清術後のGF、頭頸部・胸部CT、Gaシンチでは原発巣は特定できず、原発巣・転移巣検索目的にPET検査依頼。
右頸部に集積があり、CTで下咽頭梨状窩原発と診断。生検で確定した。

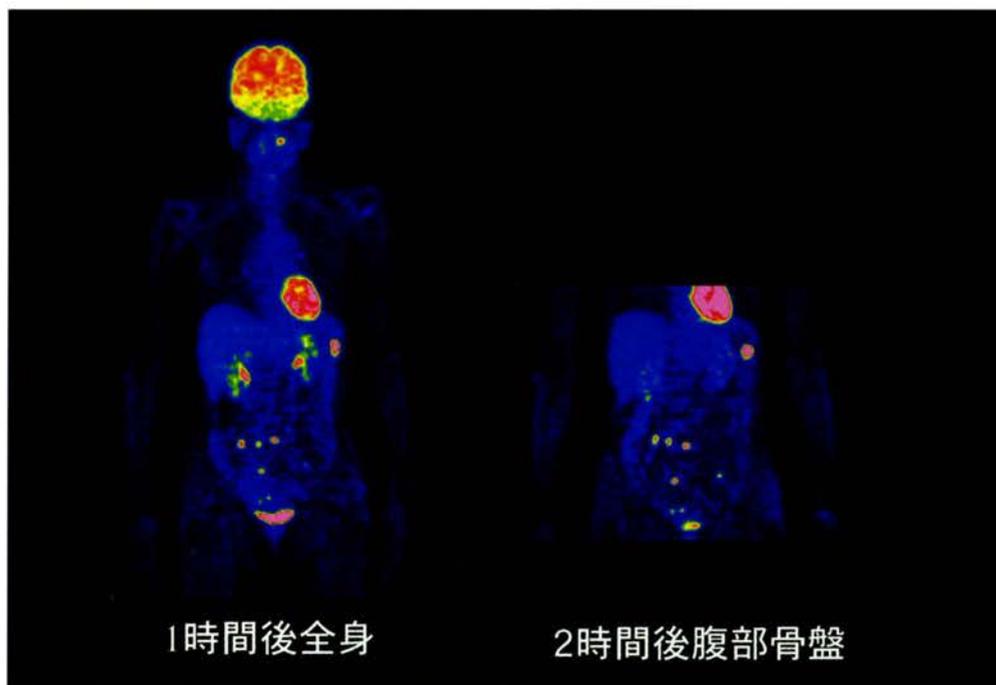


図4. 66歳、女性。大腸癌再発。
回盲部癌にて切除後CEAが徐々に上昇。他検査で病巣見つからず、PET検査依頼。
腹腔内に集積散在し、2時間後にはほとんど移動せず明瞭となった。

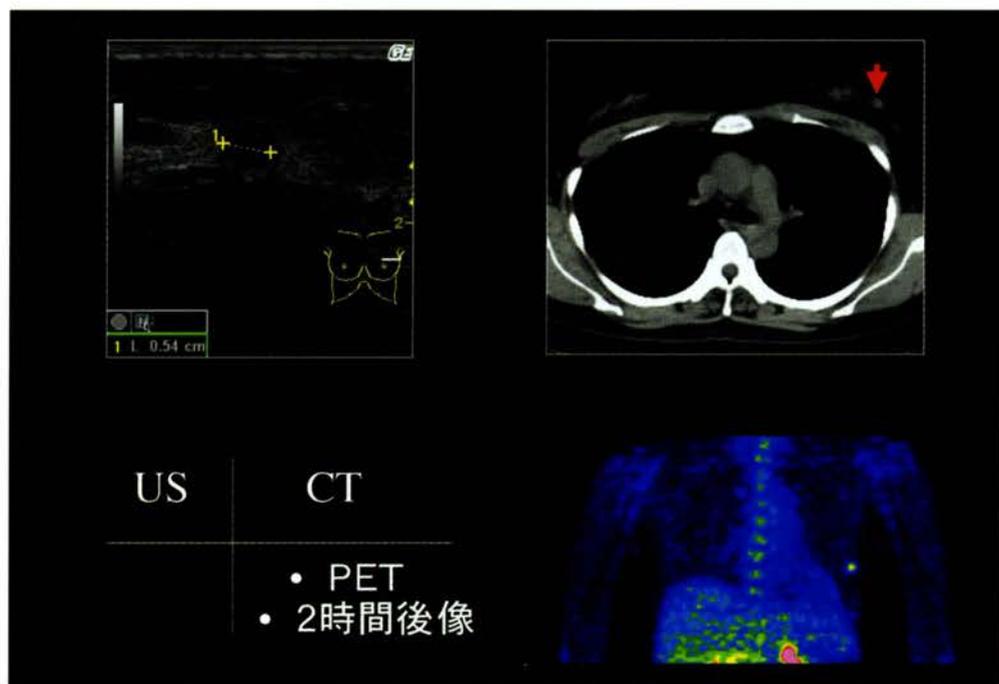


図5. 女性。微小乳癌。
他院にて、乳癌と診断。病期診断目的でPET依頼。
2時間後像で、明瞭な集積を認める。

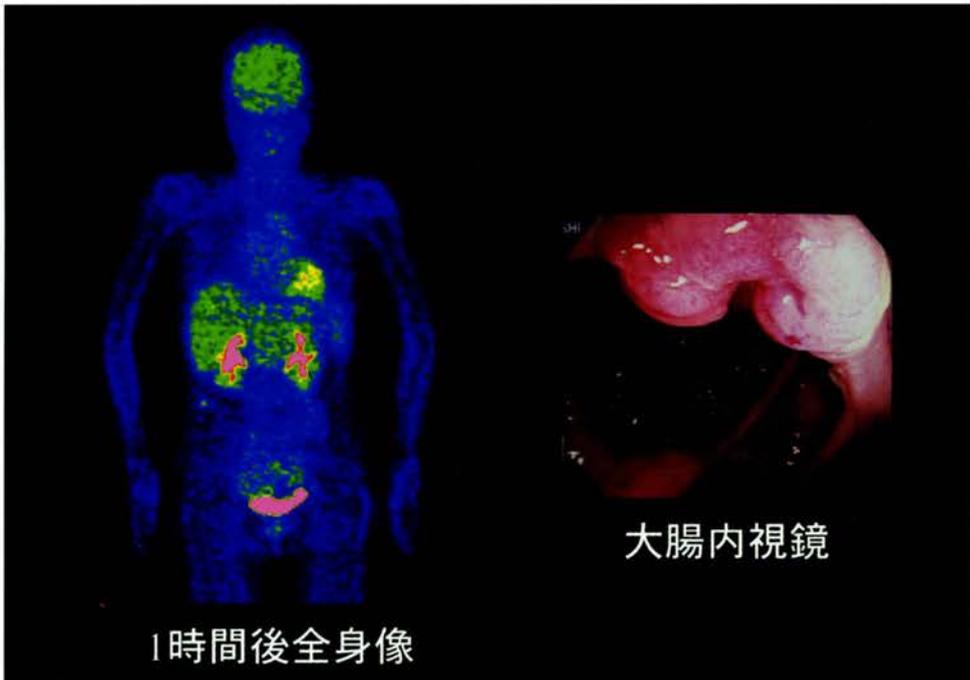


図6. 58歳、女性. 高血糖348mg/dlで大腸癌発見。
右側腹部に小さい集積あり。SUV値最大で3.2。血糖値が高く、脳の集積が低下している。
便潜血陰性、CEA3.8。大腸癌、3cmのBorr.2。

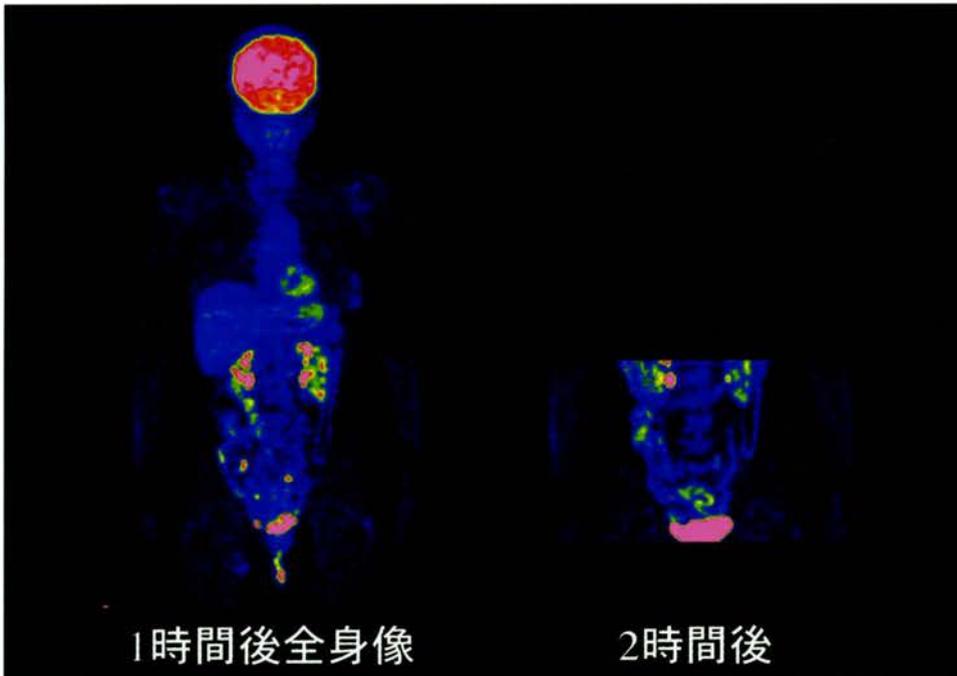


図7. 腸管の生理的集積。
1時間後では図4の例と同じような限局性の集積があるが、2時間後には消失している。病変ではなく、腸管の生理的集積である。

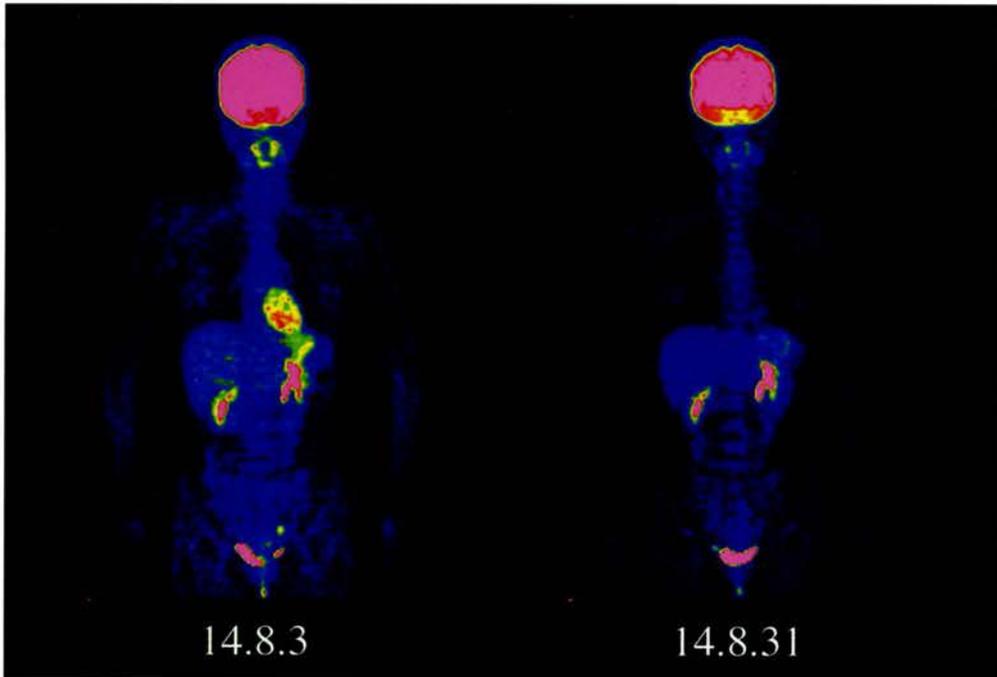


図8. 43歳、女性。正常卵巣の集積。

初回、膀胱の左上部に限局性の集積があり、CTで2.3cmの卵巣に一致した。
諸検査するも異常なく、1ヵ月後に再検査すると集積は消失していた。

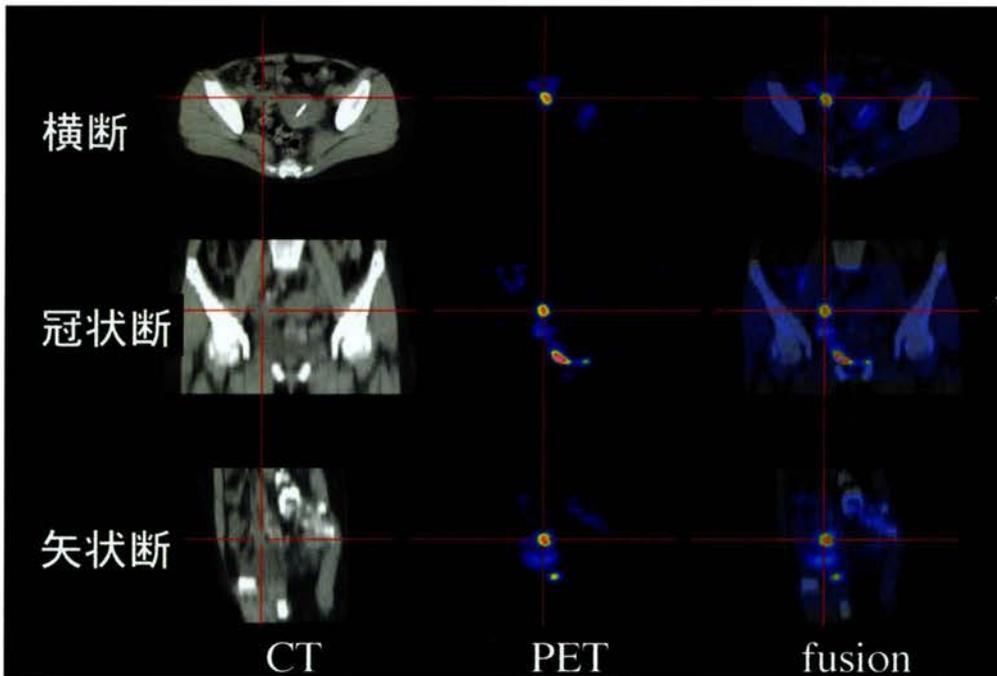


図9. PETとCTの融合画像

別々に取った画像をソフトウェアで重ね合わせした。右卵巣腫瘍。

子宮内に避妊リングがありわずかな集積を認める。PETとCTでわずかにずれが見られる。

2) 検診

検診PET検査の中の純粋な検診目的は9割であった。残りは保険適応外の疾患のため自費で受けたいという方々であり、疾患では、胃癌、子宮癌、前立腺癌、食道癌、甲状腺癌、卵巣癌、肝細胞癌等であった。目的は治療後の再発診断が多く、治療前の鑑別や病期診断が次いだ。いずれも、PETにより病巣の発見や再発の否定が出来て有用性を認める結果が得られており、特に胃癌、卵巣癌の再発検索に有用であった。

検診の癌発見率は、途中集計であるが1040例中19例、1.8%とこれまでの報告²⁾と同様であった。最終結果が未到着の分もあるため、発見率はもう少し高くなると予想される。疾患別では、甲状腺癌5、大腸癌5、乳癌3、肺癌2、子宮体癌1、前立腺癌1、腎臓癌1、上咽頭悪性リンパ腫1の順であった。

検診発見癌の最小は、甲状腺癌の6mmであった。甲状腺癌は5例のうち4例が10mm以下で、残りも15mmと小さいものが多かった。大腸癌は5例全て進行癌で、多発大腸癌病変が描出された1例と腺腫が同時に描出された1例があった。乳癌は3例とも15mm以下の小さな病巣であった。肺癌はT1N2M1の進行例が1例あり、無症状での検診受診者であった。子宮体癌の1例は、stage IbでありPETにより早期発見できた例である。前立腺癌の1例は、PETでの集積は小さくPSA陽性であった。腎臓癌の1例は2cmの病巣で表面より突出しており、腎実質と同程度の集積で明瞭な病巣とは言いがたい所見であったが、同時に撮影した単純CT所見と併せ癌病変の疑いと診断した。上咽頭悪性リンパ腫は、正常でもみられる上咽頭リンパ組織へのFDG集積に左右差があり高度であったため悪性病変疑いと判断した。

いずれも無症状での検診受診であり、大腸癌と肺癌の1例以外は全て早期発見例であった。大腸癌の進行癌例は、これまで大腸検査を受けていなかった。

これら検診発見の中には糖尿病で血糖値の高い例が2例あり、大腸癌の1例が348mg/dl(図6)、子宮体癌の1例が190mg/dlであった。血糖値が高いと腫瘍集積が低下するとの報告がある^{3,4)}が、このような高血糖でも、FDG-PET検診により癌を発見できることが判明した。

4. FDG-PET検査上の新知見

保険診療と検診の多数例を経験し、新しい知見がいくつか得られたので以下列挙する。

① Delayed scan(2時間後像)の有用性

肺結節や嚢腫瘍性病変の鑑別に対する2時間後像の有用性については報告がある^{5,7)}。我々も疑わしい病変には局所のdelayed scanを追加しており、鑑別の参考

にしている。乳腺の小さな病変の鑑別にも有用である。

また、腹部骨盤領域では大腸や小腸の正常腸管も描出されることがあり、腸管内病変、腸管外のリンパ節や播種病変との鑑別が困難な場合がある。2時間後スキャンを追加することで、病変は動かず集積増加することが多く鑑別が容易となった。PET検査のスケジュールを組む上で、このdelayed scanをとるための余裕を持つておく必要がある。今後、PET導入予定の施設は参考にされたい。

② 正常腸管の描出

①にも述べたが、正常腸管の描出が比較的多く認められ、我々の検討では正常例の2割程度であった。また、正常小腸の集積も限局性に高度の集積として認めることがあり、病変との鑑別が極めて困難で誤診の原因の一つである。我々は、原発不明癌の検索で上部小腸の限局性集積があり原発巣と診断し、結局病変ではなく生理的集積であった一例を経験した。その後腹部骨盤で腸管と思われる集積を認めた場合、delayed scanを追加して鑑別の一助としている。

その結果、全く病変のない場合において、腸管特に小腸と思われる限局性の集積が時間をおいて撮影すると消失したり、別の部位に集積が見られたりする例が散見された(図7)。大腸では限局性の集積は病変の可能性が高く内視鏡検査が推奨されるとの報告⁸⁾があるが、delayed scanを撮ることで腸管の集積が病変かどうかの区別がつく場合があり有用と思われる。

FDG-PETは、胃癌、大腸癌、卵巣癌などの腹腔内播種病変やリンパ節転移の診断に極めて有用^{9,10)}であるが、上記のような腸管の生理的集積を病変と間違えないようにすることが大切である。

③ 正常卵巣の描出

検診目的でPET検査を受けた女性に、卵巣の描出を見ることがある。初回のPETで見られた卵巣集積が1ヶ月後の再検査で消失し、正常卵巣への集積であった例を示す(図8)。頻度を調べたところ396例中13例、3.3%で1例を除き55歳以下であった。20歳台から50歳台半ばまでの女性に限ると7%に見られ、原因としてはチョコレート嚢胞や子宮内膜症のことがあったが、精査しても異常の見られない例もあった。正常例では生理周期の中で排卵後から生理直前のことが多く、排卵後の出血に伴う炎症あるいは黄体形成時の血管新生や代謝亢進が原因と考えている。また、卵胞形成に伴う炎症で集積を見る場合があるとの報告がある¹¹⁾。

また、①にも述べたdelayed scanを撮ってみると、結果的に異常の見られなかった例においても集積の増加

特集：民間病院におけるクリニカルPETの現況と展望

する例があった。卵巣については、delayed scanは有用性が低いと考えられた。

妊産期女性の膀胱上部に集積を見た場合、この正常卵巣への集積があることを知っておくことが大事であり、問診にて生理周期のどの時期にあるのが参考になる。我々も、当初は卵巣腫瘍を強く疑い精密検査依頼していたが、最近では正常卵巣と思われる例では念のためというつもりで婦人科受診を勧めることにしている。

④ 水利尿の利点

PET検査の前処置を4～6時間前の絶食としているが、やや脱水傾向にあり尿量が少ないため、FDGも濃縮され全身像にて腎盂や膀胱のactivityが高い傾向がある。利尿剤などにより尿量増加を図る工夫がされているが^{12,13)}、我々はFDG注射10～20分くらい前に約500mlの水を飲ませる工夫を始めたところ、水利尿効果により尿量と排尿回数が増えて、腎臓や膀胱のactivityが低下し読影しやすくなった。

また、②で述べた腸管の限局性の集積が少なくなった印象を持っている。

水を飲ませる時間については、FDGの投与後20～30分くらいにして撮影直前の利尿効果を図るのも良いかもしれない。いずれにしても、FDGの尿中排泄量が変わりSUVに影響する可能性も考えられ今後の検討課題としたい。

5. 問題点と今後の展望

稼働後の問題点として、第一に薬剤合成のトラブルが挙げられる。臨床が実際ストップしたのはサイクロトロンによるもので稼働予定の157日中3日あった。また、合成不良または合成量が少ないため同日に2回合成した日が5日あった。合成不良は2回あり、自動合成装置自体のエラーのため合成途中でストップした場合と、カセット内のバイアル不良のため検定でpHが基準外であった場合であった。合成量が少なかったのは、サイクロトロンのF-18生成量が少ない場合と、自動合成装置のカセット不良による場合であった。サイクロトロンのF-18生成量が少ないのは、ターゲット水を保持する電磁弁不良やターゲットビームの調整不良のためであった。Microlabについてはカセットの不良品が比較的多く、メーカーには品質確保の責任があると思われる。

第二の問題点は受診者の確保である。我々の施設は幸いこれまでのところ順調であった。開院直前までの数週間に渡る地元民放テレビの特集、開院当日のテレビニュースと新聞報道、その後の新聞の健康コラムなどにより反響が大きかった。開院後の検査数は表1に示すように、4ヶ月後から検診申し込みが減少傾向になったが、

保険診療が増加して件数としては微減に止まった。また、地域住民を対象とした講演会、大学病院や大病院の医局でのミニ講演、医師会の各種研究会での発表、地元医師会報への投稿といった地道な広報活動も続けているところである。当院が掲載された雑誌やインターネットを通じて知り受診される方もいるが、実数としてはまだ少ない。

第三の問題点は保険診療の制限である。疾患が限られ、かつ他の検査、画像診断により病期・転移・再発の診断が確定できないといったような条件があるため、種々検査をした後でないPETの適応とならない。これは、欧米の言う“PET first”ではなく、“PET last”となってしまうこととなり、医療経済効果からも望ましくないと思われる。適応疾患の拡大とともに次回の保険改訂で考慮して頂きたい点である。

今後の展望としては上記問題点の解決である。当施設の検査は当面FDGのみとしており、まずはFDG合成の安定化を図りたい。自動合成装置についてカセットの品質向上をメーカーに要望し、スウェーデンでの製造過程と品質管理徹底により不良品の頻度は減るものと期待している。

受診者の確保については、数年以内に各県にPET施設ができると予想され、結局地元の受診者が中心となるのは間違いないことから、地域での広報活動を重点としていく予定である。ただ、我々の予想として、癌患者数からすると1県1施設では到底不足し、保険診療分だけでも対応できないのではないかと考えている。おそらく、各県に数施設できるであろう。

保険適応拡大については、核医学会を始め関係団体が資料収集し交渉している段階のようである。来年の改訂が期待される場所である。

我々の施設の将来計画としては、第3のPETカメラ導入にPET-CTを予定している。画像融合は、現時点ではCTのデータをDICOMサーバを介して核医学データ処理装置Entegraに送りソフトウェアを使って行っているが、手間がかかるため一部の症例に限られている(図9)。画像融合により診断能が向上できるが、特にこのPET-CTに対して大きな期待を寄せており、将来の標準的な診断法となると考えている。

おわりに

鹿児島でPETが稼働し始めて半年、クリニカルPETの時代の到来を実感している。保険診療、検診共にPETでなくては見つからないと思われる病巣が検出される例を数多く経験し、主治医にも受診者にも感謝されている。将来PETが癌診療に不可欠のものとなることは言うまでもないが、現状としては患者自身はもちろんのこと医師

側においても充分理解されておらず、PETの恩恵を受けられない場合も多いようである。今後、さらなる広報が必要と思われる。

本年は、多数の施設が開設予定されており昨年は当施設にも見学が多かった。PETの画像は一見分かりやすいので簡単と誤解されて、専門医以外の手により誤診されてしまうことが懸念される。PETの経験者はもちろんのこと核医学認定医も少ないため、教育システムや診断ネットワークの構築が望まれるところである。

参考文献

1. Bohuslavizki KH, Klutmann S, Kroger S, et al: FDG PET detection of unknown primary tumors. *J Nucl Med* 41; 816-822, 2000.
2. 正津 晃、井出 満、安田 聖栄、他：PETを中心とした成人病検診。日本医事新報社（東京）；55, 2002
3. Lindholm P, Minn H, Leskinen-Kallio S, et al: Influence of the blood glucose concentration on FDG uptake in cancer--a PET study. *J Nucl Med* 34; 1-6, 1993.
4. Wahl RL, Henry CA, Ethier SP: Serum glucose: effects on tumor and normal tissue accumulation of 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose in rodents with mammary carcinoma. *Radiology* 183; 643-647, 1992
5. Kubota K, Itoh M, Ozaki K, et al: Advantage of delayed whole-body FDG-PET imaging for tumour detection. *Eur J Nucl Med* 28; 696-703, 2001.
6. Matthies A, Hickeson M, Cuchiara A, et al: Dual time point 18F-FDG PET for the evaluation of pulmonary nodules. *J Nucl Med* 43; 871-875, 2002.
7. Nakamoto Y, Higashi T, Sakahara H, et al: Delayed (18)F-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography scan for differentiation between malignant and benign lesions in the pancreas. *Cancer* 89; 2547-2554, 2000
8. Tatlidil R, Jadvar H, Bading JR, et al: Incidental colonic fluorodeoxyglucose uptake: correlation with colonoscopic and histopathologic findings. *Radiology* 224; 783-7, 2002
9. Libutti SK, Alexander HR Jr, Choyke P, et al: A prospective study of 2-[18F] fluoro-2-deoxy-D-glucose / positron emission tomography scan, 99mTc-labeled arcitumomab (CEA-scan), and blind second-look laparotomy for detecting colon cancer recurrence in patients with increasing carcinoembryonic antigen levels. *Ann Surg Oncol* 8; 752-3, 2001.
10. Torizuka T, Nobezawa S, Kanno T, et al: Ovarian cancer recurrence: role of whole-body positron emission tomography using 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy- D-glucose. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 29; 797-803, 2002
11. Gordon BA, Flanagan FL, Dehdashti F.: Whole-body positron emission tomography: normal variations, pitfalls, and technical considerations. *AJR Am J Roentgenol* 169; 1675-80, 1997
12. Leisure GP, Vesselle HJ, Faulhaber PF, et al: Technical improvements in fluorine-18-FDG PET imaging of the abdomen and pelvis. *J Nucl Med Technol* 25; 115-9, 1997
13. Moran JK, Lee HB, Blaufox MD.: Optimization of urinary FDG excretion during PET imaging. *J Nucl Med* 40; 1352-7, 1999

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的の複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619