

総特集 最新放射線治療装置に込めた病院戦略

PET／CTと最新放射線治療装置の 導入・稼働が生む治療精度と経営力向上

医療法人社団葵会
広島平和クリニック 院長

廣川 裕

2010年 **12**月号より抜刷

2010 December VOL.37 NO.12

◆Summary

Treatment accuracy and business impact produced by introduction of PET/CT and the most advanced radiotherapy system
We started our clinical practice as a diagnostic imaging center including PET/CT. We have founded a radiation therapy facility with the most advanced radiotherapy system to clarify our goal of a freestanding cancer clinic and to play some role in regional cancer care.

稼働がもたらす 経営効果を示す

PET／CTと最新放射線治療装置の 導入・稼働が生む治療精度と経営力向上

医療法人社団葵会
広島平和クリニック 院長

● 廣川 裕



要旨…当院は、PET／CT検査を診療機能の中心としたがんドック先端医療健診センターとして開設されたが、最新の放射線治療装置を導入した高精度がん放射線治療センターを増設して、開業型のがん専門放射線科クリニックを目指す姿勢を明確にし、地域におけるがん診療の一翼を担おうと考えている。

当院は、2005年7月に広島県内初のPET／CT装置を導入して、がんドック先端医療健診センターを開設した。09年10月には高精度がん放射線治療センターを増設して、国内で最初に最新の高精度放射線治療装置ノバリスTXを導入し治療を開始した¹⁾。

これにより、PET／CT検査による分子イメージングとノバリスTXによる高精度放射線治療を統合した、地域医療連携を基盤とした外来型のがん専門放射線科クリニックが実現しつつある。ホームページ等でもPET／CT検査と高精度放射線治療の2枚看板で「がん専門クリニック」を運営していること

を紹介し、PET／CT検査と高精度放射線治療に共通する「先進的ながん医療」というキーワードで、地域の医療関係者や一般市民に対する認知度を高める結果につながりつつあると感じている（図1）。

それぞれ高額な施設設備投資が必要なPET／CT装置と最新放射線治療装置を導入し、これらを個々の職員が高いレベルの知識と技術で円滑に稼働させることで、精度の高い診断と治療を行い地域がん診療の一翼を担うことができ、ひいては施設の経営的な安定にもつながることができると考える。

PET／CT検査によるがんの画像診断

当院は、がんドック先端医療健診センターとして開業以来、2台のPET／CT装置以外にも最新鋭の画像診断装置を揃えるとともに、ゆったりとくつろげる空間と接遇を重視して「高品質で快適ながん健診」を提供することを目指してきた。また、検査終了後の医

師との面談時間を十分に確保し、最新の画像診断技術で得られた画像を大画面映像で見てもらいながら説明することにより、受診者に画像診断の進歩を実感していただき、正確な知識を得て安心して帰っていただけるPETがん健診の実施に努めてきた。健診のニーズが高い土曜日・日曜日・祝日も休まずに施設を運用していることもあり、安定して毎月100名を超える方ががん健診としてPET／CT検査を受診されている。

一方、がん治療の臨床現場においてPET／CT検査の有用性評価が急速に進んでいる。FDGを用いたPET／CT検査の情報は、がんの病期診断、特にリンパ節転移、遠隔転移の検索には、極めて重要な役割を果たす。がん治療を受ける予定の患者が、あらかじめPET／CT検査をすることにより、ルーチンの病期診断検査では発見できなかった遠隔転移を発見できる症例が少なからず存在することが、肺癌、悪性リンパ腫、大腸癌など多くの腫瘍で報告されている。



図1 広島平和クリニックのホームページ
PET/CT 検査と高精度放射線治療の2枚看板で
がん専門クリニックを運営していることを紹介し
ている（文献2）

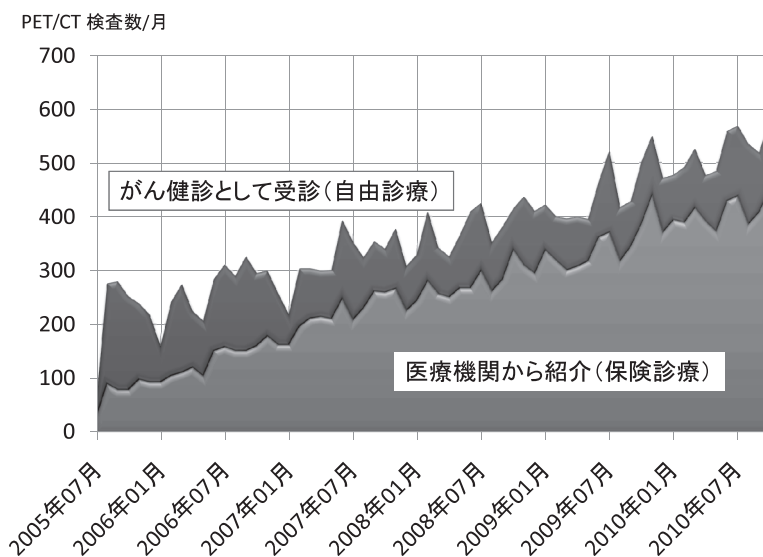


図2 PET/CT 検査件数の推移 がん健診として
PET/CT 検査を受診する数はほぼ一定である
が、医療機関からの紹介で受診する数は直線的に
漸増している

「ノバリスTx」は07年9月に欧米で発売された最新の高精度放射線治療装置であり、現在までに世界で100台余りがトップレベルの医療センターに導入されている。当院では、09年10月に高精度がん放射線治療センターをがんドック先端医療健診センターの隣地に増設し、国内で最初に「ノバリスTx」による高精度放射線治療を開始した。

旧型のノバリスは、リニアックを用いる脳定位放射線治療専用装置として、1997年にドイツブレインラボ社が開発し、日本国内にも10施設で導入されている。新型ノバリス「ノバリスTx」は、旧型のノバリスの弱点を補強すると共に、米国バリアン社のリニ

最新放射線治療装置「ノバリスTx」の導入

遠隔転移の発見は、手術療法、放射線療法、化学療法の治療選択肢の決定に重要な影響を及ぼすし、根治目的の治療が緩和目的の治療に変更せざるを得ないことも起こり得る。

また、重複癌診断におけるPET/CT検査の役割も忘れてはならない。悪性腫瘍の治療開始時に、他臓器に偶発的に重複している同時性重複癌を効率的に発見するためにPET/CT検査は有用であり、時には一次癌の治療方針変更につながることも起こり得る。

当院においても、県内を中心とした各医療機関からの保険適用での検査依頼件数が漸増し、今ではがん健診としての受診者数を大きく凌駕して、PET/CT検査数の80%近くは保険適用症例が占める状況になっている（図2）。

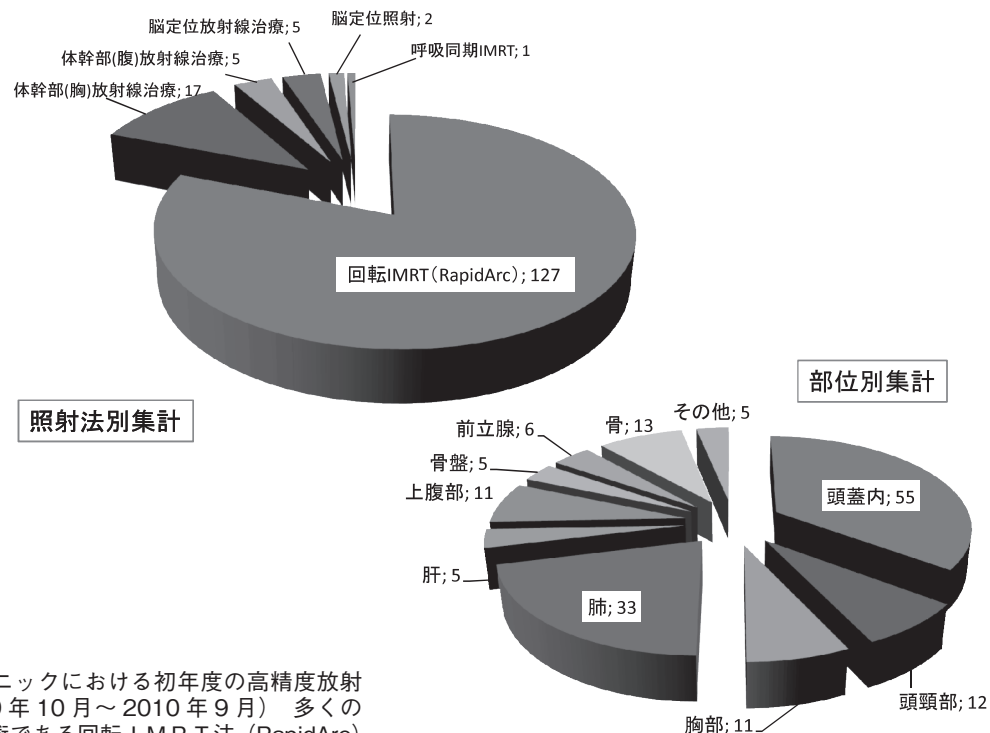


図3 広島平和クリニックにおける初年度の高精度放射線治療の実績(2009年10月～2010年9月) 多くの症例は最新の治療技術である回転IMRT法(RapidArc)で治療されている

アック最高機種トリロジーの機能を統合して、さらに高機能化した世界最高峰の高精度放射線治療システムである。

最先端技術を駆使した高精度の患者位置決め技術をはじめ、世界最小幅(2・5mm)のマイクロ絞り(MLC)による精細で鮮鋭なビーム形成、世界最高水準の高出力と最新の回転IMRT(強度変調放射線治療)の技術(RapidArc)を最先端の画像誘導技術(IGRT)と統合することにより、頭蓋内病変はもとより、頭頸部、脊椎、肺、肝臓、前立腺などの幅広い領域の病変をピンポイントに治療できる高精度な放射線治療装置である。

ステレオX線撮影ならびにCT撮影機能による位置情報の取得と、6軸ロボット寝台による自動位置照合をフィードバックするIGRTシステムは、非侵襲的に高精度な位置決めを実現するための最大の特長である。

PET／CT検査と高精度放射線治療

PET／CT検査は、がん診療の各領域でそれぞれ重要な役割を果たしつつあるが、特に放射線治療はその具体的な有用性を発揮できる領域である。すなわちPET／CT検査で肉眼的な病変の広がり(GTV)を決定し、それに基づいて標的体積の輪郭入力を行うという放射線治療計画における役割に加えて、放射線治療終了後の治療効果判定や転移再発の検査などにおける役割など、PET／CT検査と放射線治療とは切っても切れない関係が構築されつつある。

3次元的に標的体積を決定するためには、

正確な病変の広がり診断が必須であるが、従来からのCT画像あるいはMRI画像による標的体積決定に対して、PET画像あるいはPET／CT画像の情報がより正確で確実であると多くの報告で指摘されている。すなわちPET画像で決定したGTVは、CT画像だけで決定したGTVに比べ小さく限定的になるとの報告が多い。ただし、CT画像で陰性と診断されたリンパ節がPET画像で転移陽性と判断されることにより、GTVはむしろ拡大することもあることが指摘されている。

肺癌では、特に無気肺を伴う例でのPET画像の有用性が指摘されている。転移リンパ節領域の決定におけるPET画像の有用性は非小細胞肺癌、頭頸部癌、食道癌、悪性リンパ腫などで報告されているが、なおその役割は限定的であるとの考えが一般的である。

例えば、頭頸部癌でリンパ節転移陰性とPET画像あるいはPET／CT画像で診断されていても、顕微鏡的なリンパ節転移の可能性を否定できるわけではないので、臨床的標的体積(CTV)には疑わしい領域は十分に含んで放射線治療を行うという臨床判断がなされることが多い。

PET／CTを利用した高精度放射線治療の一例

〈症例〉63歳女性、07年1月胃癌にて胃部全切除術施行。

(現病歴) 07年11月、十二指腸リンパ節再発で再開腹し、局所切除を行った。その後、内服化学療法を開始した。09年1月腹部大動脈

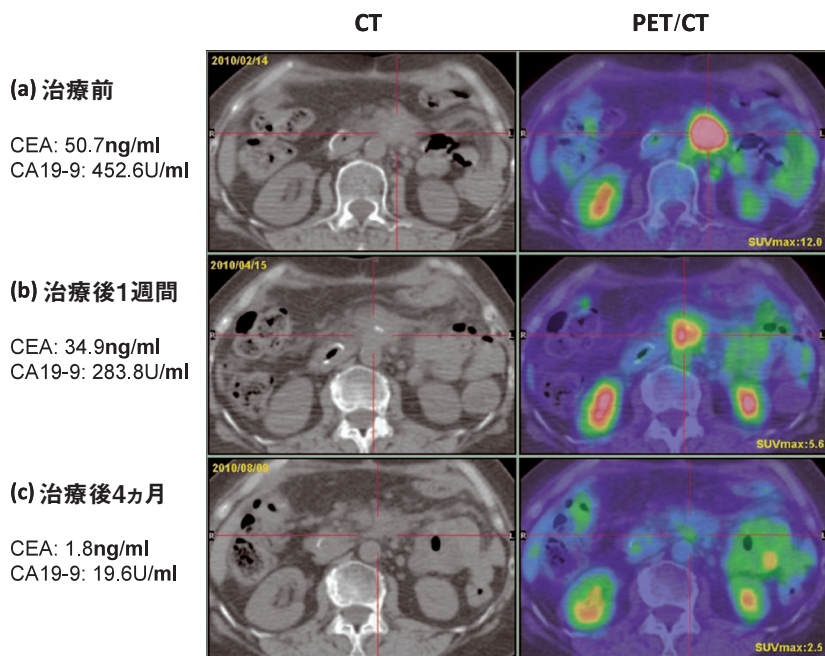
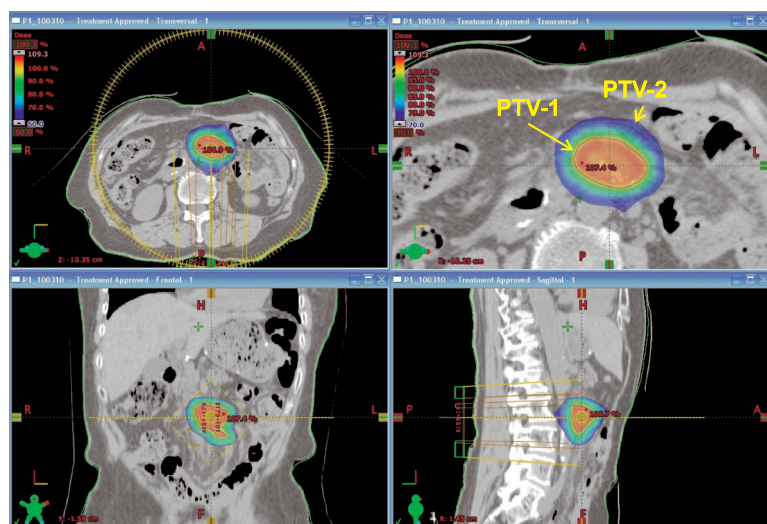


図4 高精度放射線治療前後の経過観察におけるPET/CT検査の役割 胃癌術後腹部リンパ節単発再発例



PTV-1: 60.0Gy/20回/4週、PTV-2: 45.0Gy/20回/4週

図5 PET/CT検査の情報に基づく高精度放射線の線量分布の一例 PET/CT検査で高集積を示す主腫瘍(PTV-1)に60.0Gy/20回、主腫瘍周辺の浸潤領域(PTV-2)に45.0Gy/20回を高精度に集中的に照射する

周囲リンパ節再発で再開腹し、局所切除を行った。その後、化学療法を強化して継続した。10年2月腫瘍マーカー上昇のために当院でのPET/CT検査を依頼され受診した。その結果、再手術や化学療法後に再増大した後腹膜浸潤を伴う腹部リンパ節転移が腫瘍マーカー上昇の原因であり、単発性の転移巣であることが判明した(図4-a)。

放射線治療計画…固定具作成、治療計画用CT撮影の上、放射線治療計画システムにPET/CT画像も取り込んで、最新の回転IMRT技術(RapidArc)™をポイントに治療することを前提に、治療計画を立案した。PET/CT検査で高集積を示す主腫瘍(PTV-1)に60.0Gy/20回/4週、主腫瘍周辺の浸潤領域(PTV-2)に45.0Gy/20回/4週を高精度に集中的に照射する標的体積内同時ブースト法(SIB)を採用した。その際に、周囲の十二指腸と空腸に厳密な線量制約を加えて、これらへの有害事象を予防した(図5)。

治療前後の経過観察…放射線治療中も治療後も、下痢や腹痛などの消化器症状もなく、安全に治療を完遂できた。治療終了1週間後と4ヵ月後にPET/CT検査で経過観察を行ったところ、CT上は腫瘍陰影が遺残するものの集積の指標であるSUVmaxは漸減し、腫瘍マーカーも著しく低下して正常化した(図4-b, c)。

高度な診療を支えるいくつかの具体的な取り組みと今後の方向

PET/CT検査は、異なる画像診断モダリティの融合と活用という新しい視点を、画像診断医や診療放射線技師に与えてくれたが、当院ではこの画像融合と活用という分野を日常診療の中から深く研究的に推進して、放射線診断と放射線治療の隙間領域を大きな実りある領域に育成したいと考えている。

そのためには、各画像診断モダリティの特性を知り、臨床的なニーズもよく理解できる優れた研究志向のスタッフを増やす必要があるが、地域の公的基幹病院などの臨床現場は、どこも放射線診断医は人手不足であり、新たなリクルートは困難である。一方、現場には知識や資質のレベルが高く、高い目標を決めて研究的な仕事に取り組むことができる診療放射線技師も多く存在する。これらの技師に知識と技術を磨いてもらい、職業人としての業務貢献、研究者としての新しいチャレンジ、そして何より医療者としての人助けというやりがいのある職場環境を構築すれば、自ずと道は開けるものと考えている。

ノバリスTXの導入を機に、4年間使って

きたPET/CT装置に新しい3次元逐次近似画像再構成法ソフト（VUE Point Plus）の導入、呼吸同期システムの導入（4D-PETの実現）、放射線治療用ワークステーション（Advantage-Sim）の導入、 $^{11}\text{C}/^{18}\text{F}$ 多目的標識化合物合成システムの導入を行ったのに加えて、多種類の組み合わせ検査予約をフレキシブルに運用できる新予約システムの開発と導入、院内ネットワークの有効利用の検討と実践、PACSなど医療情報化システムの条件付きオンライン接続を目指した地域医療連携の模索など、医療情報部門の補強を含むいろいろな取り組みを行った³。

当院では今までもPET/CT画像を用いた仮想縦隔鏡、音楽演奏中の脳活動の画像化、 ^{13}N -アンモニアPETによる心筋血流評価などの臨床研究を行ってきたが、放射線治療のために優先してPET/CT検査を利用できる環境ができたので、今後とも放射線治療への応用を究めていきたいと考えている。

具体的には、呼吸同期のPET/CT、脳腫瘍の ^{11}C -メチオニンPET、てんかん焦点特定のための ^{11}C -フルマゼニル、低酸素イメージング薬剤の ^{18}F -MISOによる低酸素領域の描出など、幾つものテーマで実臨床に役立てる研究的なアプローチを実行しつつある。

今後も、知的好奇心を高いレベルで維持できるといえるようなおもしろい職場にして、優秀な職員が集う場になりたいと考えている。そのことで地域のがん診療に直接貢献でき、職員自身の生きがい作りやキャリアアップが可能であり、ひいては経営的な安定も得られるものと思信じている。

参考文献

- 1 廣川 裕：最新型放射線治療装置を導入し、世界最高水準の高精度放射線治療を行うがん専門クリニックをオープン 月刊新医療 12月号：10-14, 2009
- 2 <http://www.hciwa.or.jp/>
- 3 廣川 裕：放射線治療の精度向上に果たすPET画像の位置づけ 月刊新医療 3月号：33-41, 2010

※ ※

廣川 裕（ひろかわ・ゆたか）●52年広島県生まれ。77年広島大医卒。同大医学部放射線科助教授、順天堂大医学部放射線科教授を歴任後、05年9月より医療法人社団葵会広島平和クリニックがندック先端医療健診センターに勤務。09年4月より広島平和クリニック院長。同年10月高精度がん放射線治療センターを開設。外来型のがん専門放射線科クリニックを目指す。

