

がん薬物療法におけるポジトロンCTの役割

吉岡孝志

山形大学医学部器官機能統御学講座臨床腫瘍学分野
(平成19年9月25日受理)

要 旨

がんの薬物療法においてその効果判定を迅速に行うことが、治療戦略を立てる上で最も重要となる。ポジトロンCTは、がんの薬物療法による変化を代謝レベルで見ることが可能であり、既存の形態学的評価法より早く正確にがん薬物療法効果判定を行える。糖代謝トレーサーである2-deoxy-2-[¹⁸F]fluoro-D-glucoseが乳がん・リンパ腫・大腸癌・食道癌などの、早期治療効果判定や予後の予測に有用と報告されているが、核酸・アミノ酸代謝トレーサーもこの点で有望である。今後、ポジトロンCTはがん薬物療法の効果評価の分野で重要な役割を担っていくものと考えられる。

キーワード : がん薬物療法、ポジトロンCT (PET)、2-deoxy-2-[¹⁸F]fluoro-D-glucose (FDG)、効果判定

はじめに

がんは、今や日本人の死亡原因の3分の1を占め、今後更に増えていくと考えられる。早期診断を行い、手術療法や放射線療法の局所療法で治癒に結び付けていくことは、重要ではあるが限界もある。また、ひとつのがんが治癒しても別のがんが発生する多重がんの問題も最近出てきて、進行期の治療は避けて通れない問題である。進行期において主役となるのがん薬物療法であり、がん治療においてがん薬物療法は、手術療法と放射線療法と並ぶ3本柱の一つとなってきた。最近は新しい抗癌剤や分子標的治療薬の登場で有効な治療法が増えて来て、個々のがん患者に有効な薬剤を選択し、適切なタイミングで投与しがん患者の予後の改善に結

び付けていくことが、ますます重要なポイントとなってきた。

個々のがん患者に有効な薬剤を選択するために様々な抗癌剤感受性試験が試みられてきたが、いまだ満足のいくものはない。現実には疾患単位に有効と考えられる併用化学療法を行い、効果判定を行った上で次の治療戦略を決めていくのが一般的で、効果を迅速かつ正確に診断することが治療全体の成功に重要となる。これまで化学療法の治療効果評価には、CT, MRIなどの形態学的の情報に基づく画像診断が行われてきたが、早期の効果判定や治療効果の予測には限界があった。

ポジトロンCT (PET) は、陽電子放出核種の体内分布を画像表示する装置で、陽電子ラベル代謝トレーサーを用いることで体内の代謝画像を得ることができる。がん診断に最も頻用され

るのはグルコースのアナログである2-deoxy-2-[¹⁸F]fluoro-D-glucose (FDG) で、グルコース同様細胞内に取り込まれ蓄積する。腫瘍細胞は糖代謝が亢進しており¹⁾、この性質を利用してFDG-PETが腫瘍診断に現在広く用いられている²⁾。

抗癌剤治療が行われると、腫瘍細胞は最初に代謝を停止し、細胞死もしくはアポトーシスに陥り、炎症細胞に処理され、形態学的変化を起こすと考えられる。抗癌剤治療前後のFDG-PETによる糖代謝画像の変化を追うことで、形態変化を起こす前に代謝レベルでの変化を捉えることができ、従来のCT等の形態的画像診断より早く治療効果を評価できると考えられる。また、腫瘍細胞は核酸代謝やアミノ酸代謝も亢進しており、核酸代謝・アミノ酸代謝トレーサーも同様の目的に応用可能と考えられる。

本稿では、このFDG-PETおよび核酸代謝やアミノ酸代謝トレーサーによるがん薬物療法の早期の効果判定の可能性に関する基礎的・臨床的研究のこれまでの成果と現状を、自験例を含めて概説する。

基礎的研究

(1) 糖代謝トレーサー FDGによるがん薬物療法の効果評価に関する基礎的研究

我々は、FDG-PETの抗癌剤効果評価に対する有用性を確認するため、まず抗癌剤投与時のFDGの腫瘍集積性の変化をヌードマウス移植可ヒト胃癌株SC-6-JCKを用いて*in vivo*で基礎的に検討した。ヒト胃癌株SC-6-JCKは、アドリアマイシンには抵抗性だが、シスプラチンにある程度の感受性を持ち、マイトマイシンには高感受性を示すことがすでに知られている腫瘍株である。ヒト胃癌株SC-6-JCKを移植したヌードマウスに、感受性試験ヌードマウス法に準じて、腹膜からの吸収の悪いアドリアマイシンは静注で、吸収のよいシスプラチンとマイトマイシンは腹腔内に投与したところ、アドリアマイシン投与群では腫瘍径は

コントロール群同様増大していったが、シスプラチン投与群では5日目から縮小に転じ投与前より縮小したと判断されたのは11日目であったが、マイトマイシン投与群では4日目から縮小に転じ8日目には投与前より縮小し、縮小幅はシスプラチン投与群と比較して大きいものだった。一方、コントロール群・アドリアマイシン投与群・シスプラチン投与群・マイトマイシン投与群について、抗癌剤投与1, 3, 5, 7, 10, 14日目にFDGを静脈内投与し腫瘍のFDG集積性を見たところ、アドリアマイシン群はコントロール群といずれの日でもほぼ同様だったのに対し、マイトマイシン群ではFDG腫瘍集積性が3日目に有意に低下してそれが5日目以降も続いており、シスプラチン群も7日目には有意にコントロール群より低下していた(表1)。すなわち、抗癌剤投与後のFDG腫瘍集積性は抗癌剤の感受性を反映し、腫瘍縮小に先行して低下することが確認され、FDG-PETが抗癌剤治療効果の早期の評価に応用できる可能性が示唆された³⁾。

しかし、Schaidlerらは*in vitro*における実験系で、抗癌剤投与直後にFDGの腫瘍細胞内取り込みが増加することを示した⁴⁾。最近になってHerberkornらにより腫瘍細胞がアポトーシスを起こすためにはエネルギーを要することや⁵⁾、Rajendranらにより腫瘍周辺部の低酸素常態に陥っている腫瘍細胞では嫌気性解糖が亢進していること⁶⁾がわかってきた。また、放射線治療の際に出てくる炎症細胞の取り込みが腫瘍より高く⁷⁾、このことは化学療法においても同様である可能性があり、FDG-PETによる化学療法効果の早期診断にも限界があることが示唆されている。

(2) 核酸代謝・アミノ酸代謝トレーサーによるがん薬物療法の効果評価に関する基礎的研究

腫瘍細胞は、盛んな増殖を支えるため核代謝やアミノ酸代謝も盛んであることが知られており、核代謝トレーサー・アミノ酸代謝トレーサーによる癌の画像化も盛んに研究されてきた。

FDGが、炎症細胞に高集積すること⁷⁾やアポトーシスや低酸素細胞での糖代謝亢進^{5),6)}しているという報告から化学療法・放射線療法の早期の効果評価には一定の限界があることが知られてきたが、核代謝やアミノ酸代謝はそのような性質はなく、細胞の増殖力を直接反映すると考えられており、本領域への応用が期待される。

核代謝トレーサーとしてDNA合成能を反映する3'-deoxy-3'-[¹⁸F]fluorothymidine ([¹⁸F]-FLT) は、腫瘍増殖力の評価や、増殖力に基づく分子標的薬剤の治療効果判定に有用と報告された⁸⁾。また、アミノ酸代謝トレーサーとしては古くからL-[methyl-¹¹C] methionine ([¹¹C]-MET) が利用され、放射線治療の効果判定に有用である可能性が古くから示唆されている⁹⁾。最近ではアミノ酸の膜輸送のみを反映し蛋白合成と直接関連することで増殖力の評価につながるアミノ酸トランスポートトレーサーが注目されている。O-[¹⁸F]fluoroethyl-L-tyrosine

([¹⁸F]-FET)¹⁰⁾ や、 [¹⁸F]fluorine-alfa-methyl-tyrosine ([¹⁸F]-FAMT)¹¹⁾ が先行するトレーサーであるが、我々の共同研究グループでもO-[¹⁸F]fluoromethyl-L-tyrosine ([¹⁸F]-FMT)を開発した。本アミノ酸トランスポータートレーサーは、合成がより簡便で収量の多いことで臨床に実用レベルと注目されている¹²⁾。我々は、この[¹⁸F]-FMTががん薬物療法の早期効果評価に応用できないか、[¹⁸F]-FDGとほぼ同様の代謝を受けると考えられる糖代謝トレーサー 2-Deoxy-D-[1-¹⁴C]glucose ([¹⁴C]-DG) および核代謝トレーサー [6-³H]Thymidine ([³H]-Thd) と比較する形で検討した。Donryuラットにマイトマイシンに高感受性を示す腹水肝癌AH272を移植し、マイトマイシンを静脈内投与後 1, 3, 5, 7 日目に[¹⁸F]-FMT・[¹⁴C]-DG・[³H]-Thd混合液を静脈内投与、[¹⁸F]-FMT・[¹⁴C]-DG・[³H]-Thd投与 1 時間後の腫瘍集積性を 3 つのトレーサーの半減期とエネルギー差を利用して測定し分ける 3 重トレーサー法を用いて測定した。[¹⁸F]-FMTの腫瘍集積性は、治療前に対して抗癌剤投与後 1 日目有意に低下し、[³H]-Thd も治療前に対して抗癌剤投与 1 日目有意に低下、それぞれ低下が 7 日目まで続いて

表 1 . 抗癌剤投与後のFDGの腫瘍集積性の変化

投与後日数	FDG腫瘍集積性 Differential uptake ratio(DUR)			
	コントロール群	アドリアマイシン投与群	シスプラチン投与群	マイトマイシン投与群
1	1.44 ± 0.32	1.43 ± 0.22	1.26 ± 0.06	1.24 ± 0.06
3	1.36 ± 0.30	1.27 ± 0.37	1.26 ± 0.14	1.26 ± 0.14
5	1.44 ± 0.40	1.20 ± 0.45	1.01 ± 0.16	1.01 ± 0.16
7	1.35 ± 0.32	1.26 ± 0.23	0.93 ± 0.21*	0.93 ± 0.21*
10	1.41 ± 0.21	1.32 ± 0.22	0.97 ± 0.22**	0.97 ± 0.22**
14	1.33 ± 0.19	1.39 ± 0.14	1.10 ± 0.24*	1.10 ± 0.24*

$$\text{DUR} = \frac{\text{組織Radioisotope counts} / \text{組織重量}}{\text{投与量Counts} / \text{組織重量}}$$

*P < 0.05, **P < 0.01 (Student's t-test)

いたが、 $[^{14}\text{C}]$ -DGは5日目になって初めて有意の低下を示しており(図1) この事は $[^{18}\text{F}]$ -FMTがFDGに比較して早期の抗癌剤効果判定に有用であることを示唆していた。我々の知見は、アミノ酸トランスポータートレーサーによる抗癌剤効果早期診断可能性を支持するものと考えている¹³⁾。

臨床的研究

(1) FDG-PETによる抗癌剤治療の早期効果判定・予後予測に関する臨床的研究

Wahlらが、乳癌の化学療法の効果判定にFDG-PETが有用であることを報告して以来¹⁴⁾、リンパ腫・大腸癌・食道癌の化学療

法の早期効果評価や効果予測・治療予後予測にFDG-PETが有用性であることが報告されてきている^{15), 16)}。我々も消化器癌の治療前後のFDG-PETが他の治療効果評価法と矛盾しないという結果を得ている(表2)。

現在の議論は、FDG集積性の定量をどのようにするのがもっとも簡便かつ正確かという点である。単純にバックグラウンドと腫瘍の取り込み比を用いる方法から、ダイナミックスキャンと採血を行い薬力学的動態パラメーターの計算を行う方法まで様々な試みられているが、多く用いられているのがSUV (standardized uptake value) である。しかし、しばしば化学療法前後で体重の変化する患者では比較の際に体重変化による定量性のぶれが生じるため、正確な比較とならないことも指摘されており¹⁵⁾、化学療法効果を評価する場合、FDG腫瘍集積性の定量法をどうするか今後も更に検討されていくものと考えられる。

癌化学療法効果予測に関しては、乳癌においてWahlらが治療開始8日目のFDG-PETでの効果評価が最終的治療効果評価と一致していた事を示し、FDG-PETによる癌化学療法効果の早期予測が可能であることを初めて示した¹⁴⁾。その後、乳癌では化学療法1コース後のFDGの腫瘍集積性の変化により組織学的responderを予測することが可能で、それは超音波検査やマンモグラフィーより高い感度を有することが報告されたが、一方では残存腫瘍の検出には必ずしも有用ではないとの報告もある¹⁵⁾。

リンパ腫では、完全寛解例の予測に治療後1週間でのFDG-PETが利用可能とされた。更に非ホジキン病の中等度悪性度群以上とホジキン病では1サイクル直後のFDG-PET所見が無病生存率などの治療効果に相関することが報告されている。その

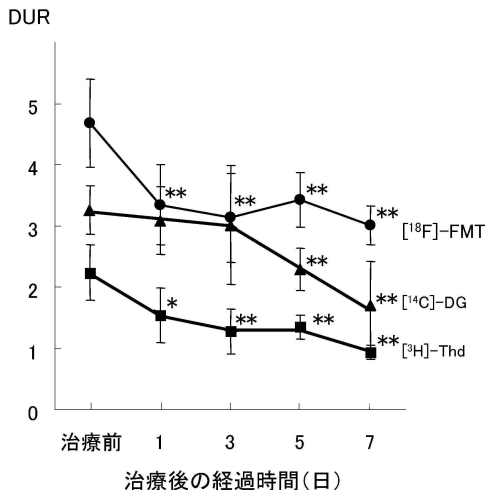


図1. マイトマイシン治療後の各トレーサーの腫瘍集積性の変化

アミノ酸トランスポータートレーサー O - $[^{18}\text{F}]$ fluoro-methyl-L-tyrosine ($[^{18}\text{F}]$ -FMT)・糖代謝トレーサー 2-Deoxy-D- $[1-^{14}\text{C}]$ glucose ($[^{14}\text{C}]$ -DG)・核酸代謝トレーサー $[6-^3\text{H}]$ Thymidine ($[^3\text{H}]$ -Thd)のマイトマイシン治療後1, 3, 5, 7日目の腫瘍集積性の比較。Differential uptake ratio (DUR) がトレーサーの腫瘍集積性を示す。 $[^{18}\text{F}]$ -FMTは、治療前に対して抗癌剤投与後1日目で有意に低下、 $[^3\text{H}]$ -Thdも同様に投与1日目で有意に低下し、それぞれ7日目まで有意に低下していたが、 $[^{14}\text{C}]$ -DGは5日目になって初めて有意に低下した。

$\text{DUR} = (\text{組織Radioisotope counts} / \text{組織重量}) \div (\text{投与量 counts} / \text{組織重量})$

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (Student's t-test)

化学療法におけるPET

一方で、治療完遂後のFDG-PETの所見も再発率で見た治療効果を反映することは知られているが、1サイクル直後にFDG-PET陰性となった症例群と治療完遂後陰性だった症例群を比較すると1サイクル直後に陰性になった方が再発率は明らかに低く、1サイクル直後にFDG陽性を示している細胞群は治療抵抗性クローンと解釈されとも言われている。また、非ホジキン病では化学療法2から3サイクル後のFDG-PETとCTを比較した場合、明らかにFDG-PETが効果評価では感度が高く、予後良好群と不良群の判別にも有用と報告されている¹⁵⁾。

大腸癌では、肝転移症例に対して5FU療法を行った症例に対し、治療前・治療1から2週間・4から5週間のFDG-PETを行

い、治療効果の評価について比較された報告があり、治療4から5週のFDG-PETでは正確な治療効果評価が可能であったが、1から2週の検査ではFDGの集積がばらつき、乳癌でいわれるmetabolic flare現象に相当すると考えられる事象が観察されており、治療効果早期予測については更に検討を要する¹⁵⁾。

食道癌では、術前化学放射線療法前と治療後で手術前のFDG-PETを比較して、FDG集積の35%減少をカットオフ値にして、手術標本から見た術前放射線化学療法のresponderとnonresponderに分けられると報告されており、食道癌においてもFDG-PETによる治療の早期予測が可能であることが示唆されている¹⁶⁾。我々も化学放射線治療を食道癌に対して積極的に行っ

表2 . FDG-PETによる抗癌剤治療のFDG腫瘍集積性の変化と治療効果

診断名	化学療法前のSUV	化学療法後のSUV	前後のSUV比	治療効果判定結果
胃癌	7.5	1.3	0.2	PR
胃癌	4.7	2.5	0.5	PR
術後胃癌肝転移	7.5	3	0.5	PR
術後大腸癌肝転移	2.8	1.7	0.6	PR
術後乳癌肝転移	3.9	2.5	0.6	PR
胃癌	6.9	5.2	0.7	PR
術後胃癌肝転移	3.4	2.7	0.7	PR
膵癌肝転移	4	3	0.8	PR
術後胃癌肝転移	3.8	3.4	0.9	PR
肝癌	3	2.8	0.9	SD
胃癌	3.7	4	1.1	SD
食道癌	6.3	6.8	1.1	SD
胃癌	3.3	4.9	1.2	PD
術後大腸癌肝転移	3.7	4.5	1.2	PD
術後胃癌肝転移	4.2	5.1	1.2	PD
膵癌肝転移	4.5	5.8	1.3	PD
術後乳癌肝転移	2.5	3.8	1.5	PD

SUV: Standardized uptake ratio (FDGの組織集積性の指標)

ており、治療前と治療中間のブレイク時にFDG-PETを行い、化学放射線療法無効例の拾い上げが可能か検討中で、救済手術の時期の決定に貢献できる可能性が示唆される傾向を得ている（図2）。

(2) FDG-PETによる分子標的治療効果判定の研究

分子標的治療薬は、増殖抑制効果・転移抑制・血管新生抑制が主となり、必ずしも腫瘍縮小効果を持たないといわれている。従って通常のCT・MRIなどの形態学的診断

法では治療効果判定が困難と考えられ、PETによる代謝変化の評価が診断に有効と予想される。特に、C-kit陽性消化管間質腫瘍（gastrointestinal stromal tumor; GIST）に対するSTI571（Glivec, Novartis, Basel, Switzerland）治療では、治療開始1週間程度でFDGの集積低下が見られ、FDG-PETにより早期効果判定が可能であることが示唆されたている¹⁷⁾。STI571により細胞の活動性や細胞周期の変化が起こる前に細胞表面のグルコーストランスポーターの数と活性が低下することが報告されており¹⁸⁾、STI571の標的分子が出すシグナルにブロックがかかった結果おこる糖輸送の停止をFDG-PETが捉え、早期に変化するものと考えられる。

まとめ

癌の化学療法は、新規抗癌剤や分子標的薬の登場により治療成績の向上が認められている。大腸癌のように以前にはほとんどなすべもなく、転移・再発症例では生存期間中央値が30年以上も10ヶ月のままだったのが、この15年の新薬の投入で奏効率70%・生存期間中央値25ヶ月程度にまで飛躍した疾患もある。

一方で治療の選択肢が増えるに従い、より効果的な治療戦略を立てつつ治療を進めていくことの重要性は増してきており、そのためには抗癌剤や分子標的薬剤を含むがん薬物療法の有効性を逐次すばやく判断することが不可欠となっている。

そうした要求に答えられるのがPETによる分子イメージングである。現在FDG-PETも治療効果判定に用いることは未だ保険適応となっていないが、将来は本目的で利用されていくと考えられ、がん薬物療法の効果的遂行のためにPETは今後主役をなす必須の検査法となると考えられる。

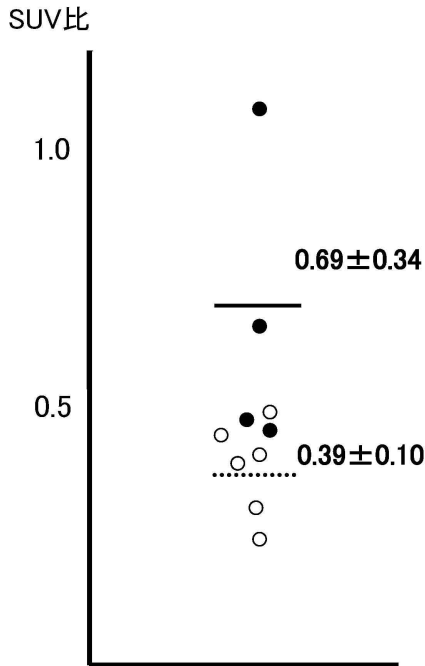


図2．食道癌化学放射線療法前と中間のSUV比

食道癌に対する化学放射線療法の前と中間でPETを行い、病巣のFDG腫瘍集積性（SUV: standardized uptake value）を測定し比を取ったところ、Stage II, IIIの食道癌で最終的に5年無再発治癒に至った患者群（○）はその比が小さく、完全寛解に至らないか再発して救済手術を行った群（●）の比が大きい傾向にあった。すなわち救済手術を行わなければならなかった症例で、SUVの低下が小さい傾向にあった。

文 献

- 1 . Warburg O: On the origin of cancer cells. Science 1956; 123: 309-314
- 2 . Gambhir SS, Czernin J, Schwimmer J, Silverman DHS, Coleman RE, Phelps ME: A tabulated summary of the FDG PET literature. J Nucl Med 2001; 42: 1S-93S
- 3 . Yoshioka T, Takahashi H, Oikawa H, Maeda S, Ido T, Akaizawa T, et al.: Influence of chemotherapy on FDG uptake by human cancer xenografts in nude mice. J Nucl Med 1997; 38: 714-717
- 4 . Schaidler H, Harberkorn U, Berger MR, Oberdorfer F, Morr I, van Kaick G: Application of alpha-aminoisobutyric acid, L-methionine, thymidine and 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose to monitor effects of chemotherapy in a human colon carcinoma cell line. Eur J Nucl Med 1996; 23: 55-60
- 5 . Herberkorn U, Bellemann ME, Brix G, Kamencic H, Morr I, Traut U, et al.: Apoptosis and changes in glucose transport early after treatment of Morris hepatoma with gemcitabine. Eur J Nucl Med 2001; 28: 418-425
- 6 . Rajendran JG, Mankoff DA, O'Sullivan F, Peterson LM, Schwartz DL, Conrad EU, et al.: Hypoxia and glucose metabolism in malignant tumors: evaluation by [^{18}F]fluoro-misonidazole and [^{18}F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging. Clin Cancer Res 2004; 10: 2245-2252
- 7 . Kubota R, Kubota K, Yamada S, Tada M, Ido T, Tamahashi N: Microautoradiographic study for the differentiation of intratumoral macrophages, granulation tissues and cancer cells by the dynamics of fluorine-18-fluorodeoxyglucose uptake. J Nucl Med 1994; 35: 104-112
- 8 . Waldherr C, Mellinghoff IK, Tran C, Halpern BS, Rozengurt N, Safaei A, et al.: Monitoring antiproliferative responses to kinase inhibitor therapy in mice with 3'-deoxy-3'- ^{18}F -fluorothymidine PET. J Nucl Med 2005; 46: 114-20
- 9 . Kubota K, Ishiwata K, Kubota R, Yamada S, Tada M, Sato T, et al.: Tracer feasibility for monitoring tumor radiotherapy: a quadruple tracer study with fluorine-18-fluorodeoxy-glucose or fluorine-18-fluorodeoxyuridine, L-[methyl- ^{14}C]methionine, [6-3H]thymidine, and gallium-67. J Nucl Med 1991; 32: 2118-2123
- 10 . Wester HJ, Herz M, Weber W, Heiss P, Senekowitsch-Schmidtke R, Schwaiger M, et al.: Synthesis and radiopharmacology of O-(2-[^{18}F]fluoroethyl)-L-tyrosine for tumor imaging. J Nucl Med 1999; 40: 205-212
- 11 . Inoue T, Tomiyoshi K, Higuichi T, Ahmed K, Sarwar M, Aoyagi K, et al.: Biodistribution studies on L-3-[fluorine-18]fluoro-alpha-methyl tyrosine: a potential tumor-detecting agent. J Nucl Med 1998; 39: 663-667
- 12 . Iwata R, Furumoto S, Pascali C, Boghi A, Ishiwata K: Radiosynthesis of O-[^{14}C]methyl-L-tyrosine and O-[^{18}F]fluoromethyl-L-tyrosine as potential PET tracers for imaging amino acid transport. J Label Compd Radiopharm 2003; 46: 555-566
- 13 . Yamaura G, Yoshioka T, Fukuda H, Yamaguchi K, Suzuki M, Furumoto S, et al.: O-[^{18}F]fluoromethyl-L-tyrosine is a potential tracer for monitoring tumour response to chemotherapy using PET: an initial comparative in vivo study with deoxyglucose and thymidine. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2006; 33: 1134-1139
- 14 . Wahl RL, Zasadny K, Helvie M, Hutchins GD, Weber B, Cody R: Metabolic monitoring of breast cancer chemohormonotherapy using positron emission tomography: initial evaluation. J Clin Oncol 1993; 11: 2101-2111
- 15 . Kostakoglu L, Goldsmith SJ: ^{18}F -FDG PET evaluation of the response to therapy for lymphoma and for breast, lung, and colorectal carcinoma. J Nucl Med 2003; 44: 224-239
- 16 . Kostakoglu L, Goldsmith SJ: PET in the assessment of therapy response in patients

- with carcinoma of the head and neck and of the esophagus. J Nucl Med 2004; 45: 56-68
- 17 . van Oosterom AT, Judson I, Verweij J, Stroobants S, Donato di Paola E, Dimitrijevic S, et al.: Safety and efficacy of imatinib (STI571) in metastatic gastrointestinal stromal tumours: a phase I study. Lancet 2001; 358: 1421-1423
- 18 . Cullinane C, Dorow DS, Kansara M, Conus N, Binns D, Hicks RJ, et al.: An *in vivo* tumor model exploiting metabolic response as a biomarker for targeted drug development. Cancer Res 2005; 65: 9633-9636

The Role of Positron Emission Tomography on Cancer Chemotherapy

Takashi Yoshioka

*Department of Clinical Oncology, Yamagata University Faculty of Medicine,
2-2-2, Iida-nishi, Yamagata, 990-9585, Japan*

ABSTRACT

It is the most important to evaluate the efficacy of anti-cancer agents rapidly in planning the treatment for the individual patient. The development of positron emission tomography (PET) has made it possible to study the metabolism of cancer tissues visually and evaluate the efficacy of cancer chemotherapy more rapidly and exactly than morphological examinations. 2-deoxy-2- ^{18}F fluoro-D-glucose (FDG) is a tracer for glucose metabolism and widely used in cancer diagnosis. Some reports showed that FDG was very useful for the early evaluation of cancer chemotherapy and the prediction of prognosis in patients with breast cancer, lymphoma, colonic cancer and esophageal cancer. From this point of view, tracers for nucleic and amino acid metabolisms are also promising. PET will play the more and more important role on the evaluation of efficacy for cancer chemotherapy.

Key words : cancer chemotherapy, Positron emission tomography (PET), 2-deoxy-2- ^{18}F fluoro-D-glucose (FDG), evaluation of the efficacy for cancer chemotherapy