

「FDG集積」は何をあらわすか？  
FDG-PET読影の際の注意点



社会医療法人敬愛会  
ちばなクリニック 放射線科  
西蔵盛 由紀子

はじめに

2010年4月の診療報酬改正でFDG-PET検査の対象疾患がひろがり、早期胃癌を除く全ての悪性腫瘍に対し保険適応となりました。今日の癌診療においてPET検査はなくてはならない検査になりつつあります。しかし、FDGは腫瘍に特異的に集積するわけではありません。その性質上、偽陽性や偽陰性の所見もあり、評価する際は少々コツが必要です。今回はFDG

集積のしくみをはじめ、FDG-PET画像に影響を来す要因について述べていきます。

FDG-PETは「糖代謝を反映した機能画像」である

ブドウ糖は細胞膜にあるグルコーストランスポーターを介して細胞内に取り込まれ、解糖系で代謝されエネルギー源となっています。多くの癌細胞では正常の細胞に比し数倍～十数倍多くブドウ糖を取り込むと言われており、グルコーストランスポーターの発現亢進や脱リン酸化酵素の活性低下等が見られることがわかっています。FDGはブドウ糖によく似た構造をしているため、そのような状態の癌細胞にはFDGも多く取り込まれ、酵素の働きによってFDG-6-リン酸となりますが、その後の糖代謝を受けず、そのまま細胞内に留まります(図1)。この現象はメタボリックトラッピングと言われ、癌細胞内にFDGが多く集積する状態となります。

FDGの生理的集積・生理的排泄

ただし、下記のしくみからわかるように、FDGは癌細胞に特異的に取り込まれる物質ではなく、正常細胞にも取り込まれます。体内でブドウ糖を最も消費する臓器は脳で、そのため通常は脳実質へのFDG生理的集積がいちばん目立ちます。扁桃・心臓・腸管・生殖器への生

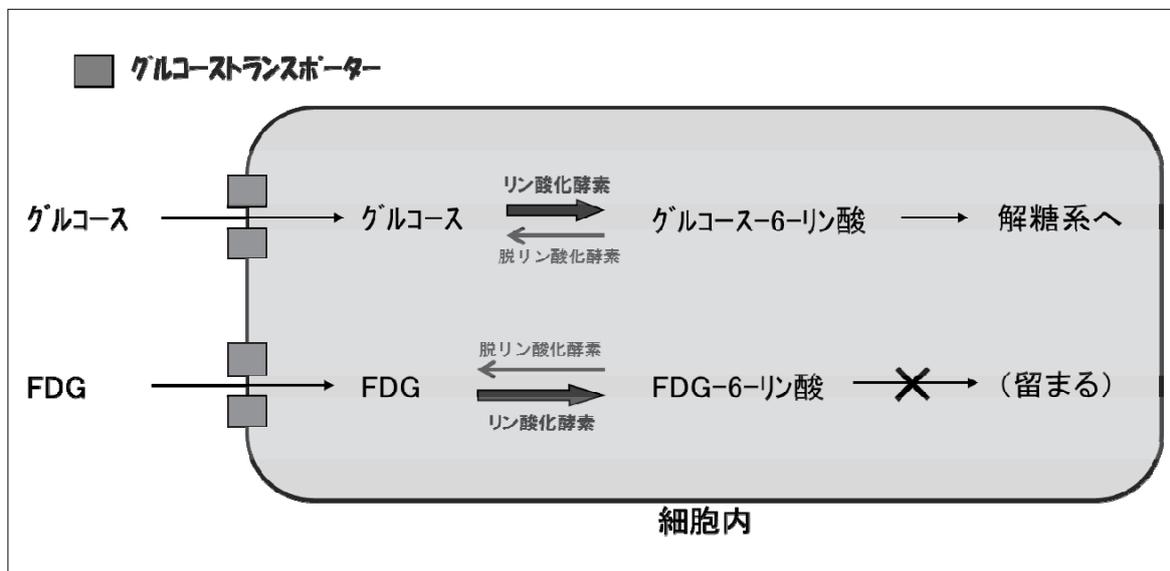


図1

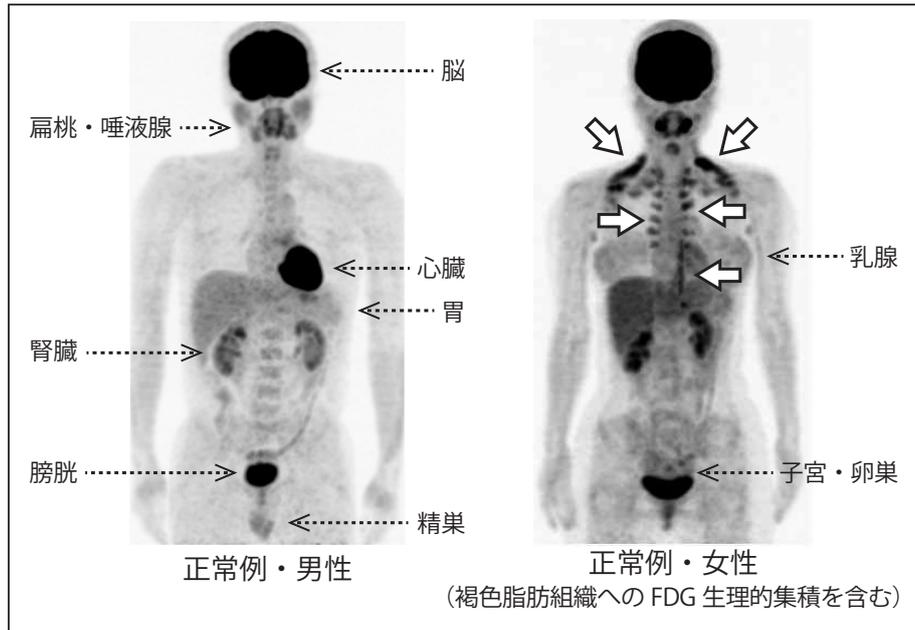


図 2

理的集積もよく見られる所見です。運動等の影響による骨格筋への集積、褐色脂肪組織への集積（鎖骨上窩付近や傍椎体領域に見られ、比較的左右対称性）が見られることもあります。また FDG は尿中に排泄されるため、腎尿路系には生理的排泄が見られます（図 2）。

これらの臓器に発生した癌については、もともと FDG が集積して見える部位であるため評価が困難なことがあります。

**血糖値との関係**

細胞内への FDG 取り込みはその仕組み上、ブドウ糖と競合するため、食後など高血糖の状態では FDG 集積が低下してしまいます。検査を施行する際は数時間絶食し、甘いものも控えた状態で行います。

そのため血糖コントロールが不良な糖尿病患者に対し FDG-PET 検査を行う場合は注意が必要です。（例①：絶食下でも高血糖の状態で検査を施行する可能性がある、例②：検査中に低血糖発作を起こした場合、ブドウ糖急速静注を行うと画像に影響が出る可能性がある）

**FDG は炎症細胞にも取り込まれる**

FDG は白血球やマクロファージといった炎症細胞にも取り込まれます。肺炎、結核、膿瘍、

術創・穿刺部位、骨折や外傷の部位等、炎症性疾患や反応性／炎症性変化を来している部位にはこれら炎症細胞が集まってくるため、FDG が集積します。また活動期のサルコイドーシスにも FDG 異常集積が見られます（図 3）。

癌病巣の有無を診断する際には炎症は疑陽性となり注意が必要ですが、逆にこの現象を利用して炎症の状態を把握することができます。現在は保険適応外ですが、不明熱の精査や炎症性疾患の評価に FDG-PET 検査が有用であったという症例が多数報告されています。



図 3

**FDG 集積が高い良性腫瘍、FDG 集積が低い癌がある**

甲状腺腫瘍、耳下腺（唾液腺）腫瘍、子宮筋腫、大きな大腸腺腫など、良性腫瘍ですが FDG 集

積が高いものがあります。これらは悪性腫瘍との鑑別が問題となります。骨軟部腫瘍や神経原性腫瘍についても良悪性の鑑別が難しいことがあります。

また、FDG 集積が低いタイプの癌もあります。肝細胞癌は脱リン酸化酵素の活性が分化度と関連すると言われており、高分化 - 中分化の肝細胞癌は FDG 集積が低いことが多いです。そのため肝細胞癌における FDG-PET 検査での存在診断率はそれほど高くありませんが、低分化 - 未分化癌は FDG 集積が高い傾向があり、集積の程度が予後や治療効果と関連する可能性が示唆されています。

腎細胞癌、前立腺癌、印環細胞癌、細胞成分が乏しい嚢胞性腺癌、カルチノイドなども FDG 集積が低いことがあります。

**SUV 値とは？**

放射性薬剤 (FDG) が全身に均等に分布したと仮定して、病変への FDG 集積の程度を体重・投与量で補正した半定量値のことを SUV:standardized uptake value と言います。一般的に SUV 値が高ければ高いほど悪性度や活動性が高いと言われており、悪性度や治療効果の判定に利用することがあります。しかし、FDG 集積の機序には様々な要素が絡んでおり、SUV の数値のみで良悪性を鑑別するにはなかなか難しいところがあります。SUV 値はあくまで目安として使用します。

**指摘可能な大きさの限界**

一般的に FDG の異常集積像として捉えられるようになるのは、病変の大きさが約 1cm か

らとされています。5 mm以下の病変は検出できず、検出能には限界があります。早期癌は病巣自体が小さいことが多いため、異常集積像として指摘しにくい原因のひとつになっています。

**おわりに**

以上のように、FDG-PET 検査には様々な要素が影響しています。炎症の存在や良性腫瘍の種類によっては偽陽性となることがあり、悪性腫瘍でも小さな病変や FDG 集積が低い性質のものについては偽陰性になることもあります。FDG 生理的集積・生理的排泄が評価困難の要因になることもあります。

FDG-PET 検査は苦痛なく全身検索が可能であり (図 4)、原発巣の状態や転移の有無、病期診断、治療効果判定、再発の有無、癌検診など、癌診療における検査の意義は高いです。FDG 集積のしくみや特徴をふまえたうえで、癌患者のよりよい診断治療のために FDG-PET 検査が活用できれば幸いです。



図 4