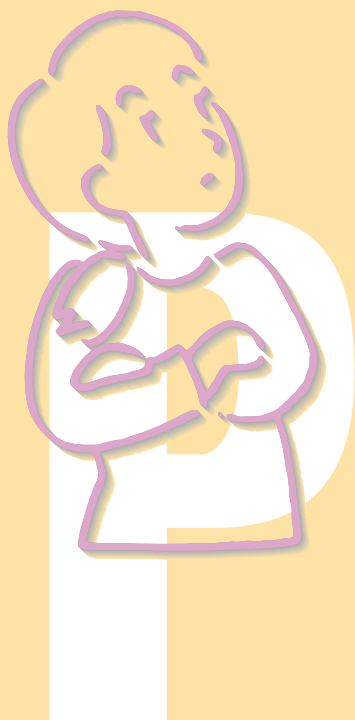


改訂4版 核医学専門医がわかりやすく解説

# PET検査Q&A

Positron Emission Tomography



あなたの疑問にお答えします。

Positron  
Emission  
Tomography



# Q&A

一般社団法人 日本核医学会  
公益社団法人 日本アイソトープ協会

# 目 次

Q1	PET検査およびPET/CT検査とは？	2
Q2	ポジトロンとは？	3
Q3	PET検査で使う放射性同位元素は どのようなものがありますか？	3
Q4	PET検査に用いられるくすりには どのようなものがありますか？	4
Q5	PET検査に用いられるくすりは どのようにしてつくられるのですか？	5
Q6	PET検査は健康保険で受診できるのですか？	6
Q7	脳のPET検査では 何がわかるのですか？	6
	症例1  高血圧の薬を飲んでいましたが…	7
	症例2  近頃だんだんものわすれがひどくなり…	8
	症例3  てんかんの手術を勧められています	9
Q8	心臓のPET検査では 何がわかるのですか？	10
	症例4  3年前に心筋梗塞のため入院し…	11
	症例5  心電図異常を指摘され…	12
Q9	がんのPET検査では 何がわかるのですか？	13
Q10	PET検査前の注意事項は？	13
Q11	PET検査でわかるがんは？	14
	症例6  がんが心配です…	14
Q12	PET検査でわからないがんは？	15
Q13	がんではないかと言われました。PET検査は必要なのですか？	15
	症例7  3ヶ月前から咳と背部痛がある…	16
	症例8  大腸癌と診断され手術をするのですが、がんが他に転移 しているかどうか心配です。	17
	症例9  食べ物がのどを通らない、体重減少…	18
	症例10  乳癌の手術の6年後に胸の正面付近が腫れてきました。	19
	症例11  CTでリンパ節の異常を指摘されました。	20
Q14	PET検査をすると、その他の検査は必要なくなるのですか？	21
Q15	PET検査の被ばくはどのくらいあるのですか？	22
Q16	PET検査による被ばくではどのような影響があるのですか？	23



## ペット PET検査を受けられる人のために

PET検査のPETとは、日本語では「ポジトロン断層撮影」や「ポジトロンCT」と呼ばれている新しい検査法の一つです。この小冊子は、PET検査とはどのような検査なのか、この検査で何がわかるのか、副作用の心配はないのかなど、PET検査を受けられる方々のさまざまな疑問に答えるために、専門医が企画・編集いたしました。

ひととおり目を通していただき、わからない点がありましたら検査担当医におたずねください。

注) PETは、Positron Emission Tomography の略語で、「ペット」と発音します。Positronは「陽電子」、Emissionは「放射または放射物」、Tomographyは「断層撮影」を意味します。PETは陽電子断層撮影とも呼ばれています。

# Q1

## PET検査およびPET/CT検査とは？

**A** PET（ペット、ポジトロン断層撮影）検査とは、ポジトロン（陽電子）という放射線を出す物質（放射性同位元素）を含んだくすり<sup>注</sup>（放射性薬剤）を注射し、そこから出る放射線をPET装置で検出することによってくすりの体内分布を画像化して病気を診断する検査法で、生体機能の「はたらき」を画像化します。

一方、X線CT（X線断層撮影）は、身体の外からX線をあてて通り抜けたX線を測定し、X線の影、すなわち臓器の「かたち」を画像化する検査です。

PET/CT装置はPETとX線CTを連結した装置で、くすりの投与後に、PET画像とX線CT画像を撮影します。PETで「はたらき」を、X線CTで「かたち」を画像化し、両者を組み合わせた情報が得られます。

注）この小冊子では、PET検査に使用する放射性薬剤をくすり<sup>注</sup>と表記しますが、必ずしも医薬品、医療機器等の品質、有効性及び安全性の確保等に関する法律（旧称：薬事法）上の医薬品を意味するものではありません。

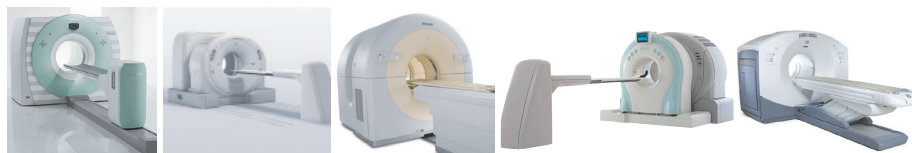


くすりは、注射によるほかに、気体状のものをマスクから吸わせることもあります。またPET装置の寝台上で投与されることもあります。

PET装置のいろいろ



PET/CT装置のいろいろ



外見では1つに見えるものも内部を見るとPETとCTの2つの部分に分かれています。

# Q2

## ポジトロンとは？

**A** ポジトロンとは、陽電子といって正（プラス）の電荷をもった電子のことです。通常、「電子」は負（マイナス）の電荷をもっていますが、ポジトロンはそれとは反対の電荷をもっているわけです。そこで、正の電荷をもつポジトロンと負の電荷をもつ普通の電子は、互いに引き寄せ合う性質があるために、ポジトロンはすぐに電子と結合します。この結合の瞬間に、ポジトロンも電子も消滅してしましますが、この時、2本の放射線を正反対の方向へ放出します。この放射線をQ1に示している写真のような「PET装置」で検出することによって、ポジトロンを出す放射性同位元素の体内分布の様子を画像にするのです。

# Q3

## PET検査で使う放射性同位元素はどのようなものがありますか？

**A** 表-1のように、PET検査で使う放射性同位元素は、炭素、酸素、窒素といった身体を構成している元素です。わたしたちの身体に関するさまざまな物質に放射性同位元素をつけることができます。PET検査で最もよく使われる $^{18}\text{F}$ -フルオロデオキシグルコース（ $^{18}\text{F}$ -FDG）というくずりは、ブドウ糖に似た物質に放射性の $^{18}\text{F}$ （フッ素）をつけたもので、注射すると、ブドウ糖をよく使う、がん、脳、心筋などに集まります。

一方、どんな放射性同位元素も放射線を出し自然に放射能が減っていきます。放射能が半分になる時間を半減期といいます。PET検査で使う放射性同位元素は半減期が短いためすぐに減ってしまうので、原則として病院内にサイクロトロンという機械を設置して院内で製造されます。 $^{18}\text{F}$ -FDGと一部の $^{18}\text{F}$ -アミロイドイメージング製剤は製薬会社から放射性医薬品として販売もされているので、PET施設はくずりを購入して使用することもできます。

表-1 PET検査で使う放射性同位元素

名称	半減期
$^{11}\text{C}$ (炭素)	20分
$^{13}\text{N}$ (窒素)	10分
$^{15}\text{O}$ (酸素)	2分
$^{18}\text{F}$ (フッ素)	110分

注)  $^{18}\text{F}$ -FDGを用いたPET検査は、全身でブドウ糖がどのように使われているかをみる検査ですので、検査の数時間前から食事や糖分の入った飲み物は避けていただきます。

# Q4

## PET検査に用いられるくすりはどのようなものがありますか？

**A** 人体に必要とされている酸素、水、糖、アミノ酸、脂肪酸、核酸の原料、神経伝達物質などに、ポジトロン核種を標識\*した化合物が、PET検査に用いられるくすりです。

検査の目的に適したくすりを、静脈注射や呼吸により体内に取り込むことによって、脳、心臓、がんなどに集積した部分から出る放射線をPET装置で検出することで診断します。

\*ポジトロンという放射線を出す放射性同位元素をポジトロン核種と呼んでいます。「標識」とは、目印になるポジトロン核種を化合物の一部に組み込んだり、置き換えたりすることです。標識された化合物からは放射線が出ますので、これをPET装置で検出することができるのです。

表-2 PET検査に用いられる代表的なくすり

くすり	剤形	検査目的	保険適用
<sup>18</sup> F-フルオロデオキシグルコース (FDG)	注射剤	悪性腫瘍、てんかん、虚血性心疾患、心サルコイドーシス、大型血管炎の検査	有
<sup>13</sup> N-アンモニア	注射剤	心筋血流量の検査	有
<sup>15</sup> O-酸素ガス	吸入剤	脳酸素消費量の検査	有
<sup>15</sup> O-一酸化炭素ガス	吸入剤	脳血液量の検査	有
<sup>15</sup> O-二酸化炭素ガス	吸入剤	脳血流量の検査	有
<sup>15</sup> O-水	注射剤	脳、心筋血流量の検査	無
<sup>11</sup> C-メチオニン	注射剤	腫瘍検査	無
<sup>11</sup> C-酢酸	注射剤	腫瘍検査、心筋機能検査	無
<sup>11</sup> C-コリン	注射剤	腫瘍検査	無
<sup>11</sup> C-ピーアイビー (PiB)	注射剤	認知症の検査	無
<sup>11</sup> C-ラクロプライド	注射剤	脳ドーパミン神経機能の検査	無
<sup>11</sup> C-フルマゼニル	注射剤	てんかん、脳神経細胞障害の検査	無
<sup>18</sup> F-フルテメタモル	注射剤	脳内アミロイドベータプラークの検査	無
<sup>18</sup> F-フルロベタピル	注射剤	脳内アミロイドベータプラークの検査	無
<sup>18</sup> F-フルロベタベン	注射剤	脳内アミロイドベータプラークの検査	無
<sup>18</sup> F-フッ化ナトリウム	注射剤	骨疾患の検査	無

# Q5

## PET検査に用いられるくすりは どのようにしてつくられるのですか？

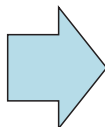
**A** PET検査用のくすりは、それを標識しているポジトロン核種の半減期（寿命）がきわめて短いので、病院内にある専用の施設でつくられます。ただし、 $^{18}\text{F}$ の半減期は約2時間であることから、 $^{18}\text{F}$ -FDGは病院内でつくられる以外に、製薬会社からも供給されています。いずれの場合においても、サイクロトロンと呼ばれる装置でポジトロン核種を製造し、できたポジトロン核種を種々の方法でくすりの元となる化合物に標識して、目的の「くすり」をつくります。そして、純度や安全性などの品質を試験し、合格したくすりをPET検査に用いているのです。



ポジトロン核種の製造:サイクロトロン



PET製剤の合成



PET製剤の品質管理:自動品質検定システム

PET製剤の投与:自動投与装置

# Q6

## PET検査は健康保険で受診できるのですか？

**A** 健康保険で受診できるPET検査の代表は $^{18}\text{F}$ -FDGのPET検査で、肺癌、大腸癌などのがん（早期胃癌は除く）と心疾患（心筋梗塞、狭心症、心サルコイドーシス）、てんかんおよび大型血管炎の診断が対象となっています。それぞれについて健康保険の適用を受けるための具体的な条件が定められています。詳細は検査担当医におたずねください。

認知症の検査や人間ドック等の健康診断で行われる $^{18}\text{F}$ -FDGのPET検査は健康保険の対象外です。

$^{18}\text{F}$ -FDG以外では $^{15}\text{O}$ 標識ガスによる脳のPET検査、 $^{13}\text{N}$ 標識アンモニアによる心臓のPET検査も健康保険で受診できます。現在、 $^{18}\text{F}$ -FDGと $^{15}\text{O}$ 標識ガス、 $^{13}\text{N}$ 標識アンモニア以外のくすりを用いたPET検査は健康保険の適用対象ではありません。詳細は検査担当医におたずねください。

# Q7

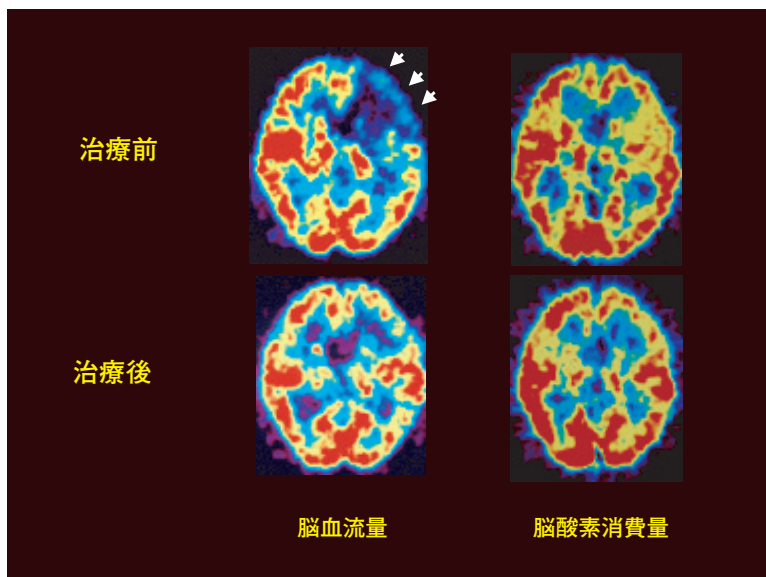
## 脳のPET検査では何がわかるのですか？

**A** 脳が正常に働くためには、脳組織へ十分な酸素が運ばれていなければなりません。脳のPET検査では、脳に十分に血液が流れ必要な酸素が運ばれているかどうかわかります。正常に働いている脳はブドウ糖と酸素からエネルギーをつくっています。PET検査でブドウ糖や酸素の消費量を測定すると、脳が正常に働いているかどうかわかります。PET検査をもとに様々な中枢神経系の病気（脳卒中、認知症、てんかん、脳腫瘍など）の診断が正確に行われるようになり、早期発見・早期治療、最適な治療法を選択、治療効果の評価に役立っています。



## 症例1 高血圧の薬を飲んでいましたが…

Aさんは68歳。生来健康でしたが、60歳頃から高血圧を指摘され現在は高血圧の薬を服用しています。最近になり一時的に数分間右腕に力が入りにくい、言葉がでにくいなどの症状を自覚しはじめました。1ヶ月に一度程度でしたが徐々に頻度が増し、麻痺の時間も30分くらいと長くなってきました。頭部CT検査やMR検査（磁気共鳴断層法）では異常を認めません。PET検査で脳血流量と脳酸素消費量を測定すると、左大脳半球の血流が低下していました。酸素代謝は正常です（図上段）。血流低下の原因は頸部の血管の動脈硬化でした。動脈拡張術を行い血管の狭窄を治療すると、いままでの症状が全く消えてしまいました。PET検査でも脳血流が正常に回復していることが確認できました（図下段）。

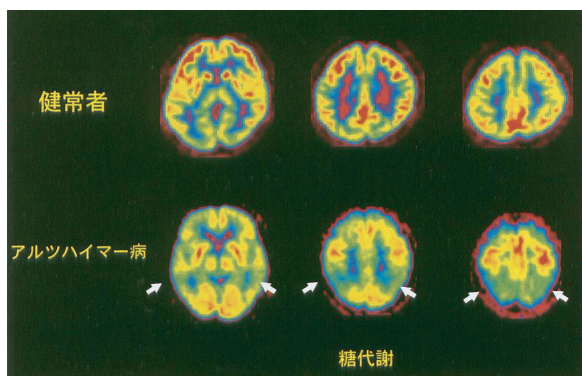


脳血流量と脳酸素消費量の測定

## 症例2 近頃だんだんものわすれがひどくなり…

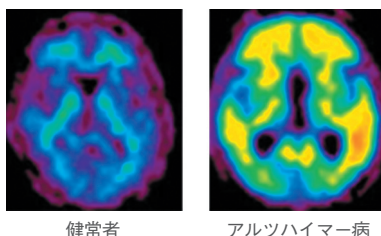
Bさんは、1年ほど前より奥さんのものわすれに気づいていましたが、近頃だんだんひどくなったために、近くの病院へつれて行きました。その病院でアルツハイマー病の疑いがあるとされて大学病院を紹介されました。MR検査では異常がなく、PET検査を受けることになりました（健康保険非適用）。

その結果が下の写真で、脳の側面から上方にかけくすりの集積が低い部分が見られます（矢印）。高齢化により認知症が社会問題になっていますが、老年期の認知症患者では、主に記憶や理解力に関係する部位でブドウ糖の取り込みが低下するのが特徴です。



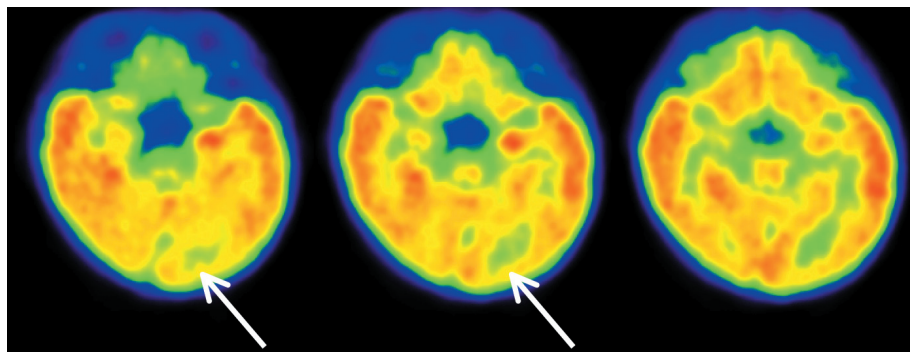
<sup>18</sup>F-FDGによる脳のPET検査

近年、アルツハイマー病の患者さんの脳に沈着する「アミロイドベータプラーク（老人斑）」を画像化するくすりが開発されました。以前は顕微鏡でなければわからないものでしたが、PET検査でわかるようになったので、アルツハイマー病の鑑別診断や早期診断に役立つと期待されています。下の写真は、<sup>11</sup>C-PiBというアミロイドにくつつくすりを注射して撮影した別の症例のPET画像で、健常者と比べて脳にアミロイドがたまっています。脳のアミロイドを画像化するくすりは他にもいくつかあり、将来の普及が期待されます。（2019年現在健康保険非適用）



### 症例3 てんかんの手術を勧められています

Cさんは生後4ヶ月の女児。1ヶ月前から、てんかん発作を繰り返し、薬による治療を行いましたが効果はありませんでした。外科的治療（てんかん焦点の切除など）を行うことも考えられ、てんかん焦点がどこにあるかを調べるために、 $^{18}\text{F}$ -FDGのPET検査を行いました。左後頭葉にブドウ糖代謝が低下した場所があり、てんかん発作の原因となる脳領域を見つけることができました（矢印）。

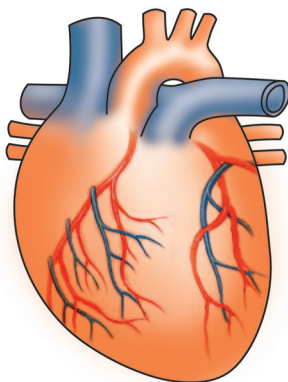


$^{18}\text{F}$ -FDGによるてんかん焦点の検査

# Q 8

## 心臓のPET検査では何がわかるのですか？

**A** 心臓は24時間休まずに全身に血液を送る大切なポンプの役目を果たしています。そのため心臓の筋肉には多くの血液が流れ、たくさんのエネルギーが消費されています。もし心臓の筋肉を養う血管（冠状動脈）に動脈硬化が起こり、血管がつまってしまうと、心臓の筋肉の一部が死んでしまう状態になります。これを心筋梗塞といいます。放置しておくと、全身に血液を送れなくなり、死亡に至る可能性の高い怖い病気です。動脈硬化が進み心臓を養う血管に異常があると心臓のポンプとしての働きが弱くなります。このような場合、すでに心筋梗塞になっているのか、まだ心筋梗塞には至っていないが危ない状態なのかを区別することは、その後の治療を決める上で大切です。特に心臓の細胞がエネルギーを使っているかどうかをみることでできるPET検査はその他の検査ではわからない情報を提供してくれ、治療が必要かどうかの判断に大変役立ちます。また、心サルコイドーシス（心臓にサルコイド結節という肉芽腫ができ、心臓の機能低下や不整脈を起こす病気）の炎症部位の診断にも役立ちます。



## 症例4 3年前に心筋梗塞のため入院し…

Dさんは3年前に激しい胸痛があり、心筋梗塞と診断されて入院しました。退院後は順調だったのですが、最近歩行時に胸の不快感を覚えるようになり、大学病院でPET検査を受けることにしました。

安静の状態で検査したところ、心筋の血流が低下している（黒矢印）、心筋梗塞と思われる病変を確認できました。また $^{18}\text{F}$ -FDGを用いたPET検査でブドウ糖の取り込みを見たところ、血流の低下したところでブドウ糖の取り込みがあり（赤矢印）、まだ生き残った心筋があることがわかりました。心筋梗塞の中にまだ生きた心筋があり、危険にさらされていると考えられました。その後冠動脈再建術を受けて、元気に退院することができました。

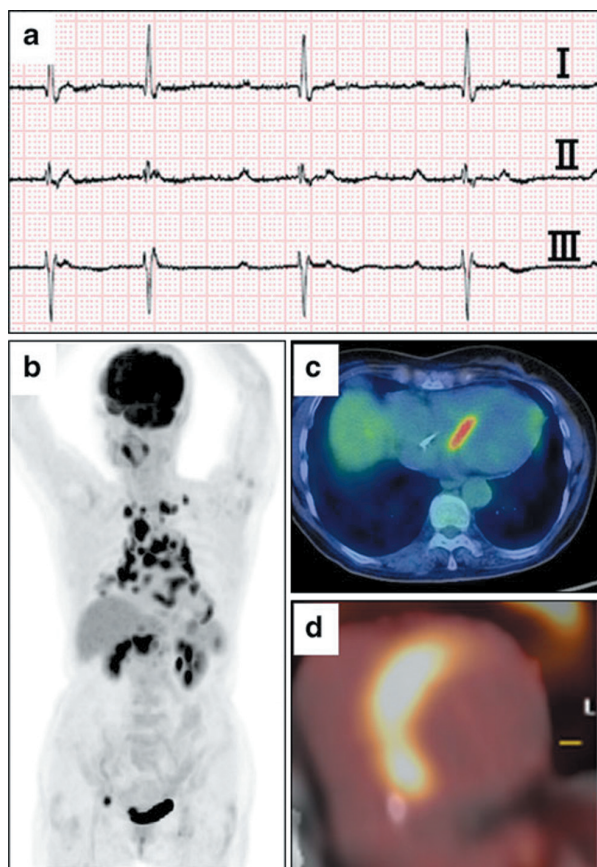


心筋血流検査とブドウ糖取り込み検査

## 症例5 心電図異常を指摘され…

Eさんは以前より胸部X線検査で異常を指摘されていましたが、最近心電図異常も伴うため(a)、心サルコイドーシスが疑われました。そこで十分に絶食した状態(18時間)で、 $^{18}\text{F}$ -FDGを用いたPET検査でブドウ糖の取り込みを見ました。全身の画像では、肺や頸部などのリンパ節に異常な集積を認めただけでなく、心臓にも一部集積があるように見えました(b)。さらにPETの画像から横断断層像(c)や心臓の軸に合わせた短軸断層像(d)を見たところ、心臓の中央部(中隔と言われる箇所)に異常な集積があることがわかりました。

以上から、肺やリンパ節だけでなく、心臓の筋肉にも活動性病変があることがわかりました。サルコイドーシスという病気は、一般に予後のよい病気ですが、心臓に病気が及ぶと不整脈を伴ったり、突然死を起こしたりする危険性が高いと言われています。Eさんにもすぐにステロイドの治療が開始されました。



## Q9 がんのPET検査では何がわかるのですか？

**A** がん細胞は、増殖するために正常細胞よりたくさんのブドウ糖（グルコース）を必要とします。このためグルコースの代謝を診断するくすり<sup>18</sup>F-FDGを静脈注射すると、がんの病巣にたくさん集まります。集まったところから出る放射線をPET装置で体の外から検出することにより、がんの病巣を画像で診断することができます。

がんのPET検査は、①病巣が悪性か良性かの診断、②転移があるかどうか、あるとすればどこまで広がっているか、③治療後の再発がないかどうか、④病巣が治療に反応しているかどうかを調べることができ、治療法や治療範囲を決めるのに大変役立ちます。特に予想外の病巣が見つかることがありますので、治療方法・治療範囲を正しく決めることができます。

## Q10 PET検査前の注意事項は？

**A** PET検査の前は4～6時間の絶食が必要です。午前中に検査予定の場合は、朝食をとらないでください。午後予定の場合は時間に合わせて朝食をとり、昼食は食べないでください。お菓子や甘い飲み物もとらないでください。なお、心サルコイドーシスのPET検査の前には12～18時間の絶食が必要です。

糖尿病以外の常用薬は飲んでかまいません。

水や緑茶など砂糖の入らない飲み物は十分とってください。<sup>18</sup>F-FDGを注射する前後は、十分に水分をとって、余分な<sup>18</sup>F-FDGを尿に排泄しやすくします。

撮影前には排尿していただきます。筋肉を使うと、<sup>18</sup>F-FDGが筋肉に集まってしまうので、<sup>18</sup>F-FDGを注射した後は安静にして、撮影まで約1時間待機します。

胃や大腸のバリウム透視は、PET検査、とくにPET/CT検査の障害になるため、PET検査前2～3日は避けてください。

ペースメーカーを装着しておられる方は、PET/CT検査によって影響を受ける可能性がありますので、お申し出ください。

その他、細かいことは医師の指示にしたがってください。

# Q 11

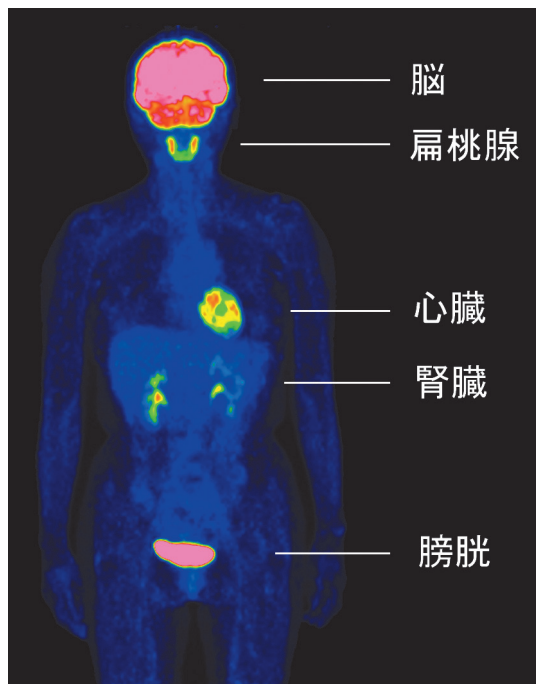
## PET検査でわかるがんは？

**A** PET検査が役に立つことが広く認められ、平成22年4月から $^{18}\text{F}$ -FDGを用いたPET検査は早期胃癌を除くすべての悪性腫瘍の診断が健康保険の適用対象となりました。ただし、健康保険の適用を受けるための具体的な条件が定められていますので、詳細は担当医におたずねください。

また、健康保険の適用対象とはなっていませんが、悪性腫瘍以外でも炎症性疾患や不明熱などの診断に役に立つと報告されています。

### 症例6 がんが心配です…

Fさんは50歳代の女性です。がん検診として $^{18}\text{F}$ -FDGのPET検査を受けました（健康保険は適用外です）。脳、扁桃腺、心臓、腎臓と膀胱が見えています。これらはすべて正常でも見られる部位で、異常ではありません。



$^{18}\text{F}$ -FDGのPET検査（正常例）



# Q12

## PET検査でわからないがんは？

**A** PET検査ですべてのがんがわかるわけではありません。できる場所（臓器）と大きさによって見えないものもあります。

早期胃癌はPET検査では診断できないので、内視鏡（胃カメラ）検査をする必要があります。

前立腺癌・腎癌・膀胱癌は、もともと $^{18}\text{F}$ -FDGが集まりにくく、また腎から尿に排泄される $^{18}\text{F}$ -FDGと区別が難しく、PET検査で診断は困難なことがあります。肝臓癌も $^{18}\text{F}$ -FDGが集まらない例があり、PET検査で見えにくい場合があります。

# Q13

## がんではないかと言われました。PET検査は必要なのですか？

**A** がんが疑われた場合には、PET検査が必要な場合と必要でない場合があります。その違いは、主にどの場所（臓器）の、どのような種類のがんか、そしてどの程度の進行度のがんかによって変わってきます。

まず、がんの種類によってはPET検査でよくわからないものがあります（肝臓癌や早期胃癌など；Q12参照）。したがってこのようながんにはPET検査は原則的に行いません。一方、肺癌や悪性リンパ腫など、転移が多くて全身のチェックが必要とされるがんの場合にはPET検査が有効です。

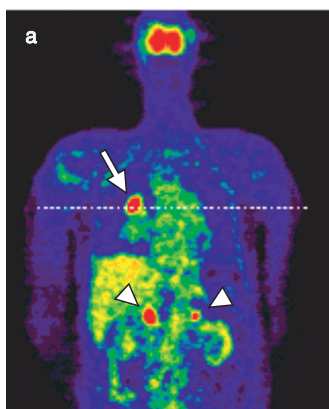
また、がんの進行度も関係します。多くのがんはあまり小さいとPET検査では検出できないので、評価には内視鏡や超音波検査、CT、MR検査など他の画像診断で十分です。ところが、ある程度進行したがんの場合には、リンパ節転移や遠隔転移など広い範囲の病気を調べる必要があります。このような場合にはPETが非常に役立ちます。

このように、PET検査が必要かどうかは様々な要因で判断する必要があり、一概には言えません。検査担当医にご相談することをお勧めします。

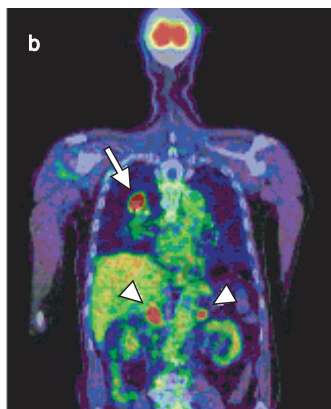
## 症例7 3ヶ月前から咳と背部痛がある…

Gさんは80歳。3ヶ月前から咳と背部痛があるため近くの病院を受診しました。X線検査で肺癌の疑いがあると言われ、別の専門病院を紹介されました。X線CTや気管支鏡で肺癌と診断され、リンパ節転移も無いために手術が予定されました。しかし、さらに詳しく病巣の範囲を調べるためにPET/CT検査を受けました。その結果、両側の副腎に転移が発見され、また胸椎にも骨転移があることがわかりました。

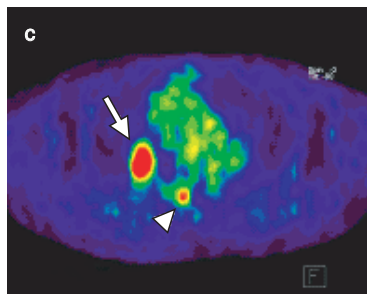
この結果、Gさんの手術は中止になり、放射線と抗がん剤による治療法に変更されました。



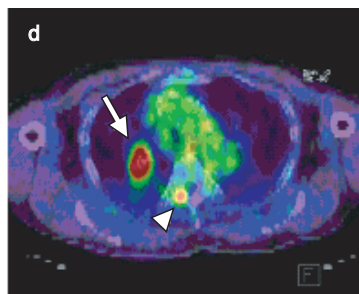
右肺に $^{18}\text{F}$ -FDGの集積(赤い部分)を呈する肺腫瘍があります(矢印)。また、両側の副腎に異常集積が発見され(矢頭)、副腎転移と診断されました。



画像 aをCTと融合させたPET/CT画像。解剖学的位置が一層明瞭にわかります。



画像aの点線部分における横断像。肺癌への集積(矢印)のほかに、後方にも異常集積(矢頭)が認められます。



画像cのPET/CT融合画像。後方の点状集積が胸椎転移であることがわかります。

## 症例8

# 大腸癌と診断され手術をするのですが、がんが他に転移しているかどうか心配です。

Hさんは大腸癌と診断され手術が予定されています。がんが他の部位に転移しているか、心配しています。がんの転移を調べる目的で行う検査のひとつとしてPET（PET/CT）検査は重要です。HさんもPET/CT検査を行いました。PET/CTでは大腸（直腸）に強い集積を認めます（図1）。また、超音波検査で肝臓への転移も明らかになっていますが、PET/CTの別断面で肝臓と胸の上部に異常が見つかりました（図2）。

今回行われたPET/CT検査はPETとCTの装置をひとつに合体させたもので、PETとCTを一連の検査として行う装置です。PETとCTの画像を重ね合わせた画像で診断しますので、PETの異常の部位がより正確に判定できる利点があります。このような画像（図3）を見ると、胸の病変は肺の病巣ではなく血管近くのリンパ節への転移であることが明らかとなりました。その結果、大腸と肝臓を手術するという治療方針から、大腸のみを手術で摘出し、術後に全身化学療法を行うことに変更になりました。

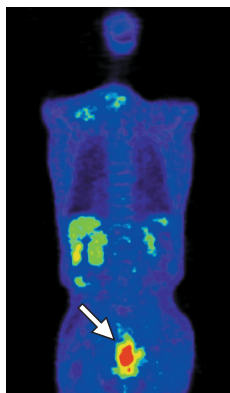


図-1:直腸には $^{18}\text{F}$ -FDGの強い集積が認められました(矢印)。

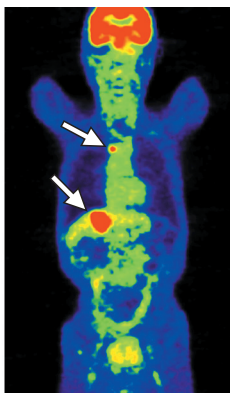


図-2:別の断面像では肝臓と胸部にも $^{18}\text{F}$ -FDGの異常集積が発見されました(矢印)。

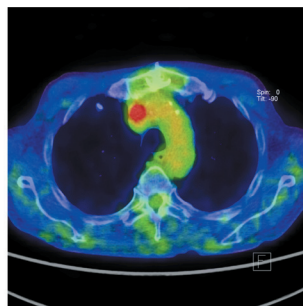
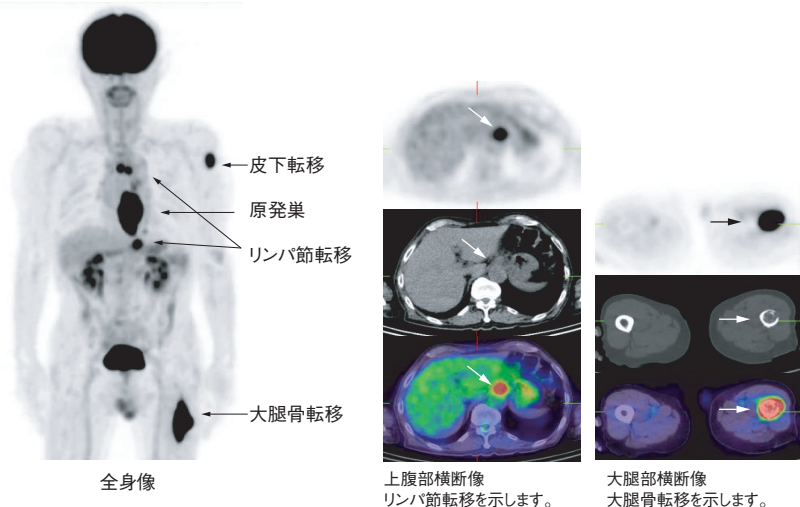


図-3:PET/CTの融合画像では、胸部の集積は心臓の上部、大動脈の近くのリンパ節転移であることが判明しました。これは遠隔転移のため、手術だけでなく全身化学療法が実施されました。

## 症例9 食べ物がのどを通らない、体重減少…

Iさんは60歳代。食べ物がのどを通らない、体重が減ったとのことで受診されました。胃カメラでは下部食道の進行がんと診断されました。転移があるかどうか調べるためにPET/CT検査が行われ、リンパ節転移が2ヶ所と、予想外の転移である皮下転移、骨転移が発見されました。当初計画された食道全摘手術は、化学療法と放射線治療に変更されました（下図）。

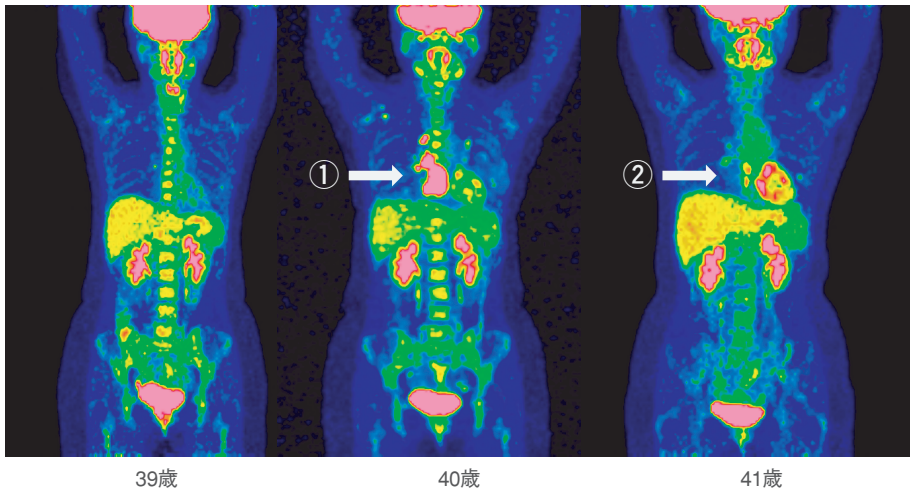


## 症例10

# 乳癌の手術の6年後に 胸の正面付近が腫れてきました。

Jさんは41歳。34歳の時に乳癌の手術をしています。その後PET検査で経過を見ていました。39歳の時のPET検査では大きな所見はなかったのですが、40歳の時に胸の正面付近が腫れてきたということでPETを撮影したところ、胸の真ん中にある骨（胸骨）やリンパ節に異常が認められました。その後化学療法を行ったところ、1年後のPET検査では、大部分の場所ではくすりが異常に集まらなくなりました。

乳癌の再発検査に関しては、全身の検査ができるPET検査は役に立つとされています。特にリンパ節、肺、肝臓など内臓への転移を見つけるにはPET検査はよい方法です。この症例のようにPET検査では再発を発見することもでき、さらにはその後の治療経過も追うことができます。

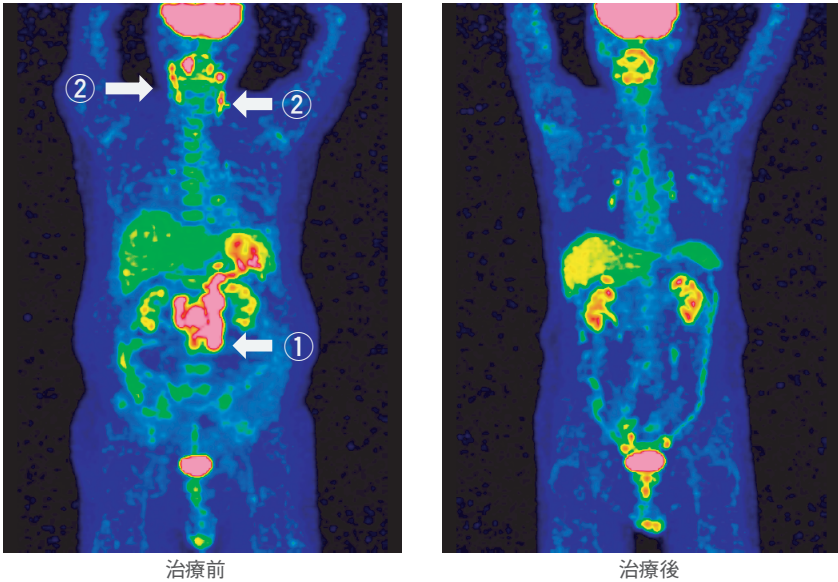


39歳の時ははっきりとした異常は認められません。40歳の時は胸の正面に赤い場所が認められます（矢印①）。骨を中心とした乳癌の再発です。化学療法を続けている41歳の時点では、まだ胸の正面にわずかに赤いところが残っていますが、その範囲は小さくなっており（矢印②）、化学療法が効いていることがわかります。

## 症例11 CTでリンパ節の異常を指摘されました。

Kさんは70歳代の男性です。おなかが痛く、食欲も低下してきたため、胃の内視鏡やCT検査を受けました。胃の内視鏡では異常はなかったのですが、CTでおなかのリンパ節が腫れて、腹水があることがわかりました。このため病気の段階を調べるためにPET検査を行い、化学療法を行った後に再度PET検査を受けました。

PET検査は悪性リンパ腫に関しては非常に鋭敏な検査とされています。特に治療が終わって1～3ヶ月後にPET検査を行って、陰性の場合はとりあえず追加の治療は行わずに様子を見ることが多いようです。この場合は悪性リンパ腫の腫瘍マーカーに関しては定期的に検査を行い、上昇して来るようならPET検査を行い再発の有無を見ることが一般的です。



治療前のPET検査では、おなかのほぼ正面にくすりの集まっている赤い部分を認めます（矢印①）。そのほか、首の周りにも赤い部分を認めます（矢印②）。治療後はくすりの集まっている部分はほとんどなくなっています。

# Q 14

## PET検査をすると、 その他の検査は必要なくなるのですか？

**A** PET検査はさまざまなことがわかる有能な検査法ですが、万能ではないと考えた方がよいと思います。

PET検査でくすりが集まるには、がん細胞がたくさんいなくてはなりません。たとえば、乳癌や前立腺癌の骨への転移の場合は、骨が溶けるのではなく、硬くなることがあります。がん細胞の刺激で骨がつくられて硬くなるのですが、この場合はがん細胞の数が少なくてPET検査ではっきりわからないことがあります。しかし、骨シンチグラムという検査でははっきりとわかります。また肝臓や腎臓のがんの場合は、がん細胞自体にくすりが集まりにくい性質がありますのでPET検査で見つかりにくいことがあります。この場合もMR検査などではっきりとわかります。そのほか小さながんでは、小さすぎてわからないこともあります。PETの専門家の先生は、このようなPET検査の弱点についても、よく知っています。PET検査だけで十分かどうかは、自分勝手に大丈夫と決めつけるのではなく、このような専門家の先生と相談してお決めになることをお勧めします。

# Q

# 15

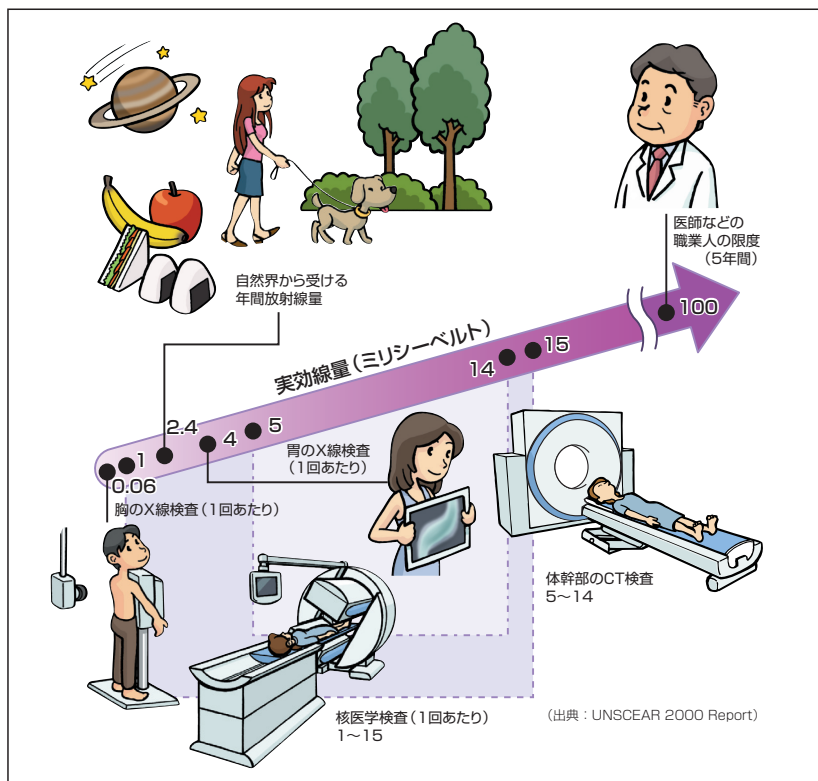
## PET検査の被ばくはどのくらいあるのですか？

**A** PET検査では、放射線を出すポジトロン核種で標識したくすりを静脈に注射するか、あるいは呼吸によって吸入しますので、わずかですが放射線をあびます（＝被ばく）。

たとえば $^{18}\text{F}$ -FDGというくすりを注射してPET検査を一回受けると、およそ3.5mSv（ミリシーベルト）になります。これは、人が地球上で普通に暮らして、大地や宇宙からの放射線、体内にある放射性元素などによって被ばくする平均的な線量である2.4mSv\*の約1.5倍の量です。

また、X線CTを組み込んだPET/CT検査では、X線CTによる被ばく（5mSv～14mSv程度）が加わります。

2.4mSv\*：国連科学委員会の報告書による世界平均の年間放射線被ばく量です。





# Q 16

## PET検査による被ばくでは どのような影響があるのですか？

**A** PET検査の3.5mSv（PET/CTの場合は8.5mSv～17.5mSv程度）という線量では、急性の放射線障害が起きる可能性はいっさいありません。また、将来のがんの発生などを心配されているとしても、この程度の線量ではその可能性はほとんどないといえます。

国際放射線防護委員会によれば、1mSvの被ばくによって20,000人に1人の人が将来がんで死亡する可能性があるとされています。これはどんなに少ない放射線でもがんが発生する可能性があるという仮説に基づいて推定された確率ですが、実際にはこの線量で発がんが確認された例はありません。また、特定の人がそうなるという意味でもありません。結論としてPET（PET/CT）検査で受ける程度の被ばくではほとんど心配ないということになります。

\*一般に、放射線被ばくはできるだけ少なくするのが原則的な考え方です。しかし、医療の場合には、診療の結果、患者さんが受ける利益（検査によって病気の正確な診断や最適な治療法を選択できるなどの利益）が、放射線の被ばくによる害を上回ると医師が判断した場合には、特定の被ばく線量の限度を設けなくてよいことになっています。



# PET検査Q&A

2000年 5月 初版発行  
2002年 8月 初版2刷発行  
2003年 3月 初版3刷発行  
2007年 11月 改訂2版発行  
2011年 7月 改訂3版発行  
2015年 11月 改訂4版発行  
2019年 6月 改訂4版2刷発行

---

企画・編集

一般社団法人 日本核医学会  
PET核医学委員会 委員長：細野 真

公益社団法人 日本アイソトープ協会  
ポジロン核医学利用専門委員会  
委員長：伊藤健吾

---

発行

一般社団法人 日本核医学会  
〒113-0021 東京都文京区本駒込2丁目28番45号  
(公社) 日本アイソトープ協会本館3階  
TEL03-3947-0976 FAX03-3947-2535  
URL:<http://www.jsnm.org/>

公益社団法人 日本アイソトープ協会  
〒113-8941 東京都文京区本駒込2丁目28番45号  
TEL03-5395-8081 FAX03-5395-8053  
URL:<https://www.jrias.or.jp/>



一 般 日 本 核 医 学 会  
社 団 法 人  
公 益 日 本 ア イ ソ ト ー プ 協 会  
社 団 法 人