

PET-Positron Emission Tomography-

(ポジトロン エミッション トモグラフィ)

PET 検査とは、「ポジトロン断層撮影法」または「ポジトロン CT」と呼ばれています。

脳や心臓などの働きを輪切り」縦切りの断層画像としてとらえて、病気の状態や、進展を診断する検査法です。くすりを静脈からの注射や、呼吸による肺からの吸入によって、体の中に取り込みます。この取り込まれたくすりが体の中を移動して、脳や心臓など集まる様子を PET カメラで撮影して、その画像を診断に利用します。

PET 検査は、日本では 1993 年から一部の医療機関において高度先進医療というかたちで実施されております。

1996 年からは、160 ガスというくすりを使った PET 検査を対象として保険診療も開始されています。最近ではがんの早期診断における有効性が注目され、検査を受けること出来る施設が増えてきています

ポジトロンとは?

陽電子といって正（プラス）の電荷を持った電子のことです。

通常、「電子」は負（マイナス）の電荷を持っていますが、それとは反対に、ポジトロンは正の電荷を持っています。正の電荷を持つポジトロンと負の電荷を持つ電子は、互いに引き寄せあう性質があるため、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、ポジトロンは電子と共に消滅してしまいます。

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 PET カメラで撮影することによって、体の中で取り込まれたポジトロンの様子を画像にするのです。

ポジトロンを放出する元素にはどんなものがありますか?

ポジトロンを放出する元素は、「ポジトロン核種」と呼ばれ、放射性同位元素の仲間です。放射性同位元素には、放射線を放出して安定した状態の元素になろうとする性質があります。放射線の強さが半分になる時間をその放射性同位元素の半減期（寿命）といって、決まった時間を持っています。ポジトロン核種は表-1 に示すような種類があり、小型のサイクロトロンで造った 18F（フッ素 18）、15O（酸素-18）などのポジトロン核種が、PET 検査に多くもちられています。

表-1 ポジトロンを放出する元素の種類		
ポジトロン核種	半減期	製造方法
11C 炭素-11	20 分	小型サイクロトロン
13N 窒素-13	10 分	小型サイクロトロン
15O 酸素-15	2 分	小型サイクロトロン
18F フッ素-18	110 分	小型サイクロトロン
62Cu 銅-62	10 分	ジェネレーター
68Ga ガリウム-68	68 分	ジェネレーター
82Pb ルビジウム-82	75 秒	ジェネレーター

ポジトロンはどのようにしてつくられるのか？

ポジトロン核種は、この半減期（寿命）が短いために、検査を受ける人、一人ずつに病院内にある専用装置で造る必要があります。この装置はサイクロトロンといって、かなり大きくて高価な装置となります。ドーナツ状の円筒状の中で、中性子のような粒子を円運動させて加速させる装置で、初期のものでは直径 100 メートル以上もある巨大な、装置というよりは構造物だったもので、一部の研究機関にのみありましたが、最近はかなり小型化されて、かなりの数の一般の医療施設に設置されるようになりました。このサイクロトロン装置は、原子炉とか、核燃料の製造、再処理施設などのように、爆発をしたり、周辺地域への核汚染、および住人への核被爆などの危険性を持つものとは全く異なり、そういう危険性の無い物で、町のど真ん中にも設置できる物です。

PET 検査に用いられるくすりにはどんなものがありますか？

人体が必要としている、酸素、水、糖分、アミノ酸、脂肪酸、核酸、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の正体です。

検査の目的に応じた化合物を「注射剤」や「吸入剤」の形に調製します。これらのくすりを、静脈注射や呼吸によって体内に取り込むことによって、PET 装置（PET カメラ、PET-CT）で断層像が撮影できるのです。

※「標識」とは、目印と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、ポジトロンが放出され、そのポジトロンと電子がぶつかって、この時に放射線が出ますので、この放射線を PET 装置で検出して、断層画像として撮影できるのです。

PET 検査による脳の検査

脳は血流により運ばれたブドウ糖や酸素を大量に消費しています。また、脳には神経細胞の間で情報を交換するための、神経伝達物質や神経受容体といわれるものがあります。

脳の血流やエネルギー代謝は、神経細胞の活動が盛んな部位で高く、活動の衰えた部位では低くなります。PET 検査では、脳の局所の血流や、ブドウ糖や酸素の代謝の状態を見ることによって、脳の局所の神経細胞の活動性の低下の有無、程度がわかります。また、神経受容体の状態なども見ることができず。

脳血管障害、てんかんの病巣、脳腫瘍、アルツハイマー型痴呆の診断に役立ちます。

PET 検査による心臓の検査

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。そのために心臓の筋肉には多くの血液が流れ、脂肪酸やブドウ糖などをエネルギー源として消費されています。

PET 検査によって、心臓の筋肉の血流やブドウ糖代謝の状態が鮮明な画像として得られます。心筋梗塞の部位、広さがわかります。また心筋梗塞の部位にブドウ糖代謝がまだ行われていることが認められれば、まだ生きている細胞が残っていて、血行再建治療により機能回復の可能性が見込まれ、治療方針の決定に大変役立つこともあります。

PET 検査によるがんの検査

これから最も多く利用される分野の検査になると思われます。その理由として、一度の検査で、体の中の色々臓器のがんの検査が出来ます。また検査の開始から終了まで約2時間程度の所要時間で検査が可能です。

- 1) 検査薬を静脈注射します。
- 2) 検査薬が全身に分布するまで約1時間安静にしています。
- 3) PET-CTで全身を撮像します。15～30分撮像用のベッドで安静にしていれば終了します。
- 4) 撮像後約30分休憩していただいたら検査の全てが終了します。

静脈注射は普通の注射と変わりません。他に疼痛とか苦痛は一切ありません。

がんのPET検査の特徴

早期発見

従来の検診では発見しにくかった癌を発見しやすくなりました。

がん細胞は、正常な細胞よりも盛んに活動し、エネルギー源としてのブドウ糖をたくさん必要とします。この特徴を利用し、ブドウ糖によく似た薬剤 18F-FDG（フルオロデオキシグルコース）を静脈から注射すると活動が盛んながん病巣に集まってきます。この様子を撮像して画像化すると、がん細胞があるかどうか分かります。

15～30分で全身スクリーニング

1回の検査で全身の色々ながんの検査ができます。そのため予想外のがんの発見や転移の有無なども調べることができます。

がんが恐ろしいのは、他へ転移をしたり、治療後に再発してくる場合があります。

PET検査では一度に全身のチェックを行うことが出来るので、こういった転移したがんを発見することにも力を発揮します。

がん細胞の悪性度を診断

悪性細胞がブドウ糖を集める量（がんの活動量）と病巣から放出する放射線の量は相関するため、PET検査では、がん細胞の活動状況を、視覚的にとらえて画像上に描出するので、腫瘍の性質の推測も出来ます。

悪性度の高さの程度が分かれば、治療方針の決定にも影響してきます。

たとえば、手術の範囲の決定、抗がん剤の併用の必要の有無など。

がんの広がり（病期の診断）、転移の有無

がんの広がりの程度の診断できます。

また、転移の有無、とその広がりの診断にも役に立ちます。

これによって病期の診断（がんの進み具合、進行度）が出来ます。病期の違いによって治療法が変わってきますので、治療法の選択が決まってきます。

治療のがん細胞は、死滅する前には活動性が低下してくるので、PET 検査によって、放射線治療や化学療法の効果の判定が、いままでよりも早い時期に診断が可能となります。これによって、次の段階における治療方針を早く決めることが出来るようになります。

がんの再発の診断

がんの再発の有無の診断が出来ます。

PET 診断でどんながんが診断ができるのですか

18F-FDG を用いる PET 検査では、ほとんどのがんの診断に有用です。

肺がん、大腸がん、食道がん、膵臓がん、などの消化器系のがん、子宮がん、卵巣がんなどの婦人科系のがん、甲状腺がん、乳がん、悪性リンパ腫、骨腫瘍、悪性黒色腫などの診断に役立ちます。

PET 検査の不得手なものは

18F-FDG を用いる PET 検査も、すべてのがんに役立つわけではありません。この検査薬は腎臓を経て尿に排出されます。したがって腎臓と膀胱にがんがあっても、よく分からないことがあります。前立腺がんも膀胱内に排泄された検査薬の集積と区別が難しいです。

また、肝臓がん、胃がん、前立腺がんは、超音波検査、内視鏡検査、消化管 X-P 透視検査、CT 検査などの方が PET 検査より有用なことが多いです。

安全度の高い検査です

PET 検査の被曝線量は、消化管 X-P 透視（バリウム検査）の 1 回で受ける

被曝線量よりも低い線量ですみます。翌日にはほとんど体内には残りません。しかも副作用の心配もありません。

PET 検査を一回受けると、その被曝線量、はおおよそ 2.2mSv（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いて、大地から放射線や宇宙からの宇宙線、自分の体内にある、放射性同位元素によって被曝する平均的な 1 年間の被曝線量である、2.4mSv とほぼ同じ線量になりま

す。この線量では急性の放射線障害が起きる可能性は一切ありません。国際放射線防護委員会によれば、2.2mSvの被爆によって、1万人に1人が、将来がんあるいは白血病を引き起こす可能性があるとしております。ただし、一定量以上の被爆線量によって発がんの危険性があることはすでによく分かっていますが、低線量の被爆による影響はまだわかっていません。どんなに少ない線量であっても、その線量に比例して発がんの危険性があるという仮説に基づいて推定された確率です。結論として、この程度の被爆による危険性はほとんど心配ないということです。

PET 検査は健康保険で受診できるのですか

健康保険を適用できる PET 検査は、「¹⁵⁰ 標識ガス剤を用いた場合」と「¹⁸F-FDG を用いた場合」の2種類です。てんかん、虚血性心疾患、悪性腫瘍（脳腫瘍、頭頸部がん、肺がん、乳がん、膵がん、転移性肝がん、大腸がん、悪性リンパ腫、悪性黒色腫および原発不明がんに限る）の診断を目的として、一定の要件（他の検査、画像診断によりがんの存在を疑うが、病理診断により確定診断が得られない患者、他の検査、画像診断により病期診断、転移、再発の診断が確定できない患者など）を満たす場合に保険の適用ができます。ドックなどの健康診断の中に組み込んで利用されることが多いです。胃、食道、腎、尿管、膀胱、子宮、卵巣、前立腺、睾丸などのがん、および、肉腫は保険の適応症となっておりません。

どこの施設で行われているのでしょうか

画像診断センターの開設が増えつつあります。

平成 17 年 7 月に開設予定の、中電病院（広島市）、その他の検査施設をご紹介します。

検査施設

画像診断センターの開設が増えつつあります。

平成 17 年 7 月に開設の、中電病院（広島市）、9 月に開設の広島平和クリニック（広島市）、その他の検査施設をご紹介します。

中電病院 PET・検診センター

〒730-8562 広島市中区大手町 3 丁目 4-27

TEL 082-541-4007 FAX 082-541-3404

<http://www.energia.co.jp/pet/>

広島平和クリニック

〒730-0856 広島市中区河原町 1-31

TEL 0120-656-661 FAX 082-233-7700

<http://www.h-heiwa.or.jp/>

本城クリニック PET 画像診断センター

〒745-0811 山口県周南市五月町 8-1 東邦メデイカルビル

TEL 0834-33-3355 FAX 0834-33-3350

<http://www.honjo-clinic.jp>

財) 西日本産業衛生会 北九州 PET 検診センター

北九州小倉北区室町 3 丁目 1-2

TEL 093-91-2503

pet_toiwase@kitakyu-hp.or.jp

医療法人社団翠明会 山王病院 PET 画像診断センター

〒263-0002 千葉市稲毛区山王町 166-2

TEL 043-421-2221 FAX043-421-3072

医療法人 友愛会 豊崎クリニック 沖縄 PET センター

沖縄県豊見城市

TEL 098-840-5151 FAX 098-840-5152

(医療法人 友愛会 豊見城中央病院

〒901-0243 沖縄県豊見城市上田 2 5

TEL098-850-3811 FAX098-850-3810)

医療法人天神会 古賀病院 21 PET 画像診断センター

〒839-0803 福岡県久留米市宮ノ陣 3 丁目 3-8

TEL 0120-318188 (フリーダイヤル)

0942-38-3333 (代表)

財団法人 先端医療振興財団

〒650-0047 兵庫県神戸市中央区港島町 2 丁目 2

TEL 078-304-6899 FAX 078-306-0729

財) 総合南東北病院 南東北 PET・ガンマナイフ高度診断治療部門

財団法人 脳神経疾患研究所 附属 南東北医療クリニック

〒963-8052 福島県郡山市八山田 7 丁目 161

TEL 024-934-5422 FAX 024-934-5409

医療法人 聖授会 OCAT 予防医療センター

〒556-0017 大阪市浪速区湊町 14-1 OCAT ビル B3・4F

TEL 0120-728-797

http://www.sei-jukai.jp/ocat_top_page.html

医療法人きつこう会多根クリニック

〒552-0007 大阪市港区弁天 1-20RC2002 番外 6F

TEL 06-6577-1881

<http://www.taneclinic.or.jp>