

# FDG-PET がん検診ガイドライン

(2007)

日本核医学会・臨床 PET 推進会議 編

## 本ガイドライン利用時の注意点

本ガイドラインは FDG による PET がん検診\* を実施している施設の医師やスタッフらに対して、検診を実施する上で考慮すべき事項を述べたものであるが、下記の 2 点にとくに注意してほしい。

\* PET がん検診とは、健常者に対するがん早期発見を目的とする FDG による PET 検査( PET/CT を含む、以下同じ )をいい、通常他のがん検診検査を併用して行われる。

### (1) 併用検査に関する詳細は各検査についての文献や指針を参考にすること。

PET は一度に多くの種類のがんを発見でき、一般にがんの早期発見に少なくともある程度は役立つと期待されるが、他方 PET がほとんど役に立たない種類のがんもあるため、がん検診に PET を用いる場合は他の検査を併用する「総合がん検診」が望ましい。したがって、本ガイドラインでも、PET がん検診に併用すべき検査を挙げて、その特徴、方法、有効性をある程度述べてある。

しかし、本ガイドラインは、あくまで PET がん検診について PET の専門家らが策定したものであって、いわゆる総合がん検診のガイドラインではない。併用検査すべてについてそれぞれの指針を述べることは本ガイドラインの目的ではない。PET がん検診に併用される検査は、それに歴史があり専門家がいて、装置や方法が開発され改良されて、臨床データも蓄積されている。肺癌 CT 検診のように、学会レベルで標準化とガイドラインの策定が行われているものもある。したがって、併用検査に関する詳細はそれぞれの専門家や学会が発表している文献やガイドライン等を参考にし、実施する場合はその分野の専門家とよく相談して実施することを勧める。各併用検査に関する文献等は必要に応じて本ガイドライン中に引用してあるので参考にしてほしい。

### (2) PET がん検診の有効性に関するエビデンスは不十分であること。

PET がん検診の有効性、すなわちどのがんがどれくらいの精度で発見され、それによって生存年数や QOL がどれくらい延長するかに関しては、十分な臨床データがなくエビデンスが不十分である。一般にがん検診のエビデンスをだすことは容易ではなく、現在普及しているがん検診検査でも、十分なエビデンスなしに実施されているものが少なくない。しかしながら、PET ががんの早期発見に役立つことがあり、また高額の料金を払って受診する人がいることも事実である。したがって、本ガイドライン中にも詳述してあるが、PET がん検診を実施するときは、受診者に対してその限界をよく説明したうえで適切な方法で実施するとともに、エビデンスをだすための追跡調査など臨床データの蓄積に努めなければならない。

本ガイドラインは、PET がん検診が有効であるというエビデンスが得られたから策定されたのではない。十分なエビデンスのない状態で実施するためにはどのような点に注意を払うべきかという指針を示すことによって、PET がん検診の健全な発展を促すために策定されたものであることを忘れないでほしい。

## 項 目

1. はじめに
2. ガイドラインの目的と対象、構成
3. 検査対象
4. 情報公開
5. インフォームド・コンセント
6. 検診間隔
7. 個人情報
8. 整備すべき機器、設備、料金と費用
9. 検査項目
  - 9-1) 問診および診察
  - 9-2) 血液・尿・便・血液生化学検査など
  - 9-3) FDG-PET 検査
  - 9-4) 超音波検査
  - 9-5) A. CT 検査 B. PET/CT 検査
  - 9-6) MRI 検査
  - 9-7) その他の検査
10. 集計・精度管理とデータ蓄積
11. 読影医の基準
12. 発見される代表的な腫瘍とその対策
  - 12-1) 頭頸部癌
  - 12-2) 消化管癌(食道・胃・大腸)
  - 12-3) 肺癌
  - 12-4) 乳癌
  - 12-5) 肝臓癌
  - 12-6) 脾臓癌
  - 12-7) 前立腺癌
  - 12-8) 卵巣癌
  - 12-9) 子宮癌
  - 12-10) 悪性リンパ腫
  - 12-11) 泌尿器癌(腎臓・膀胱)
13. 被曝管理について
14. おわりに
15. 改廃記録
16. 文 献

## 1. はじめに

PET を用いたがん検診は 1994 年からわが国で始まったもので、世界的にもユニークな試みである。近年、健康、とりわけがんに関する国民の関心が高く、自分の健康は自分で護るという意識が高まりつつある。このような背景のもとに、PET を用いたがん検診が注目を集めており、全国で PET を中心にした検診センターが普及してきている。PET を用いたがん検診は、無症候のヒトを対象に FDG-PET による画像検査を主検査とする一連の検査により、無症候のがんを発見し、それらを早期のうちにできるだけ非侵襲的に治療することにより患者の QOL の確保と死亡率の減少を目的とする。このことが達成されれば、これは取りも直さず国の医療費の削減に通ずるものであると考えられる。しかし現時点では、その有効性に関する科学的データは蓄積されていない。したがって、この検診方法の有効性を確立することが急務である。臨床 PET 推進会議の PET 検診分科会では、PET を用いたがん検診の検査水準を維持し、その健全な発展を推進し、その有効性を証明することを目指して、本ガイドラインを日本核医学会の監修の基に作成した。近年 PET/CT の普及は目覚ましく、また PET 検診施設も著しく増加したので、2005 年度全国調査のデータを基に今回改訂して 2007 年度版を作成した。

## 2. 本ガイドラインの目的と対象、構成

本ガイドラインは FDG-PET を用いたがん検診の検査水準を維持すること、およびその有効性を評価することを目的として、全国の PET 検診施設を対象に現時点における知見に基づき推奨される指針を示した。推奨される各項目には、その根拠を参考文献をつけて記載した。

## 3. 検診対象

- 3-1) FDG-PET がん検診の積極的な対象は中・高年者(特に 50 歳以上)が望ましい。全国調査の結果では、年代別のがん発見率は 10~39 歳 (0.54%)、40~49 歳 (0.66%)、50~59 歳 (0.97%)、60~69 歳 (1.43%)、70~79 歳 (2.31%) であり、50、60 代の受診者が全体の 61% を占め、50 歳以上の受診推奨を裏づける。ただし、遺伝的に高い発癌リスクを有する者はこの限りではない。
- 3-2) がんの家族歴、喫煙などの危険因子を有するハイリスク群に重点的に受診を勧める。
- 3-3) この検診は費用を全額自己負担する人間ドックの形態をとるが、健保組合や共済組合などの保険者や地方自治体との契約は、がん検診についての十分な理解を得て行う。

## 4. 情報公開

各実施医療機関はホームページなどを利用して PET がん検診の内容を公表することが望まれる。公表項目としては、検診システムの概要、検査項目、料金、医療機器、担当スタッフ、ガイドライン準拠の程度、要精査の際の紹介方法、および実績として受診者数、異常所見の発見率(要精査率)などである。

がんの発見率を公表する場合には、がん発見率は検診の精度よりもむしろ受診者の有病率を反映することを付記すること。また、がん発見率のうち、PET で発見された群、PET 以外の検査で発見された群、および両方で発見された群、の内訳を付記することが望ましい。

効果に関する誇張広告は慎むべきである。たとえば、「数ミリのがんが発見されることがある」というような宣伝をする場合は、大きさだけが PET での描出を決める因子でないことを述べて、「数センチのがんでも発見されないことがある」ということを付記するのが望ましい。

## 5. インフォームド・コンセント

受診時、本検診の目的・効果・意義・限界について対面により適切に説明し、インフォームド・コンセントを得ることが必要である。

主な説明内容は以下のとおりであるが、これらを説明文書として用意しておくことが望ましい。

PET がん検診の目的と意義

検査の内容とリスク(被曝線量とそのリスクを含む)

発見される異常(がん、生理的集積、炎症など)と正診率(偽陽性、偽陰性について)

受診結果の説明に際して検査結果の説明は原則として本人に限る。以下のそれぞれのケースに対応して、適切な結果説明とその後の対応を行う。

- (1) 異常が検出されなかった場合、偽陰性の可能性についても説明する。検診間隔については当面、その施設の方針による。
- (2) 異常(生理的集積、説明のつくがん以外の集積を除く)が検出された場合精密検査の必要性を説明し、自施設で精密検査を行うか、あるいは他医療機関に適切な紹介を行う。
- (3) 再受診、フォローアップの必要性、など。

## 6. 検診間隔

検診間隔について、現時点で明らかなエビデンスは確立していない。

適切な検診間隔を決定するためには、経年受診者のがん発見率推移のデータが不可欠である。

必ず臨床 PET 推進会議検診部会に情報提供を行うこと。

最終的には性別の死亡リスクや余命の観点から決定する必要がある。

全国調査の結果では経年受診率は 26.2% であった。

参考：施設によっては 1 年に 1 回ごとの検診が必要であるという結果が得られているところがある。

また、初回は、FDG-PET を含めたすべてのモダリティを受けていただき、翌年は PET のみといった受診方法をとっているところもある。1 年に 1 回の検診を 2 年連続して選め、以後は 2-5 年に 1 回を勧奨するという方法もある。

## 7. 個人情報

### 7-1) 個人識別情報

- (1) 受診者番号、氏名(漢字、よみがな) 性別、生年月日、住所、電話番号、勤務先
- (2) 受診者の取り違え防止
- (3) 追跡調査を可能にするシステムの採用

### 7-2) 個人情報保護

- (1) 個人情報保護管理者の設定
- (2) 個人情報管理室の設定
- (3) インターネット等の不用意な使用による個人情報の転送の禁止
- (4) 個人情報入手の際の、利用目的のインフォームド・コンセントの取得

## 8. 整備すべき機器、設備、料金と費用

### 8-1) 整備すべき機器、設備

- (1) 専用 PET カメラ(PET/CT を含む)

- (2) CT 装置( 胸部に関しては整備すべき )
- (3) MRI 装置は整備すべき
- (4) 超音波装置は整備すべき
- (5) 血液生化学検査システム( 外注でも可 )
- (6) がん検診専用診療録
- (7) インフォームド・コンセント用の部屋
- (8) 薬剤投与のための部屋( 陽電子診療室 ) 自動注入器
- (9) がん検診受診者の陽電子待機室
- (10) その他( 内視鏡検査設備があればさらに望ましい )

#### 8-2) 料金と費用

- (1) 自由診療である PET がん検診の費用の設定は各実施医療機関が独自に設定すべきものであるが、より多くの受診者に実施し同時に医療機関の経営負担にならないように設定すべきである。したがって原則的に一般診療における社会保険診療報酬と同じ程度に設定するのが妥当であろう。
- (2) 混合診療や違法診療にならないような注意が必要である。

### 9. 検査項目

#### 9-1) 問診および診察

- (1) 自覚症状、既往歴( がんの既往、手術歴 ) 検診受診歴、がんの家族歴、糖尿病、生活歴、飲酒・喫煙などの嗜好歴を含む問診を行う。また、検査前絶食の確認、薬剤使用歴、当日の服薬状況等を確認する。
- (2) 受診時に妊娠の有無を確認し、妊娠の可能性があるときは検査を中止する。  
また授乳中の女性受診者の場合、検査を行わないことが好ましい。  
あえて行う場合は授乳中止期間を 24 時間とし、投与後 12 時間は乳幼児との密接な接触を避けるように指導することが好ましいが、はっきりした確証はない。
- (3) 身長、体重、BMI、血圧、脈拍等の測定。

#### 9-2) 血液・尿・便・血液生化学検査など

##### A. 一般検査：

- (1) 一般末梢血検査：白血球、赤血球、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血小板
- (2) 血液生化学一般検査：総蛋白、アルブミン、総コレステロール、HDL コレステロール、血糖、HbA1c、尿酸、BUN、クレアチニン、CRP、H.ピロリ菌抗体、ペプシノゲン

##### (3) 尿・便検査

- B. 腫瘍マーカー：CEA、AFP、PSA、CA125、CA19-9、NCC-ST-439、SCC、シフラなど
- C. 咳痰細胞診、子宮頸部細胞診など

#### 9-3) FDG-PET 検査

従事者の被曝を防ぐために、FDG-PET 検査は、超音波等諸検査の後に行うことが望ましい。  
FDG 薬剤：FDG の合成および品質規格については、日本核医学会の定めた基準に従うこと。  
PET 装置：PET、PET/CT などの専用カメラが必要である。これらの装置の性能・定量性維持のための点検については、日本核医学会の定めたガイドラインに従うこと。

##### 手 技：

前処置：最低 4 時間の絶食とするが、水分摂取はむしろ好ましい。また FDG 注射後、一定量の水

を飲用させることは、画質向上と被曝低減の点で利点があるとされている。ただし、腎機能低下がある場合は負荷しない。血糖値は 150 mg/dl 以下を原則とする。200 mg/dl 以上では画質の劣化により診断能が著しく低下するので、場合によっては検査中止の判断も必要である。FDG 投与後最低 30 分は安静にし、リラックスさせてから撮像する。また会話や咀嚼を避ける。

FDG の投与量：3.7 MBq/kg を標準とするが、使用する装置の種類と性能により最適な投与量を決定する。

エミッション撮像：FDG 投与 60 分後より全身あるいは頸部から大腿起始部まで撮像を開始する、直前に排尿を促す。撮像方法として 2D 収集と 3D 収集があるが、どちらを用いるかは、各施設の決定にゆだねられるものとする。撮像時間は、良質な画像が得られるように設定すべきである。吸収補正是、実施することが望ましい。FDG 投与後 2 時間の Delayed scan を行うことにより偽陽性例が減り、診断精度が向上するという報告がある。

画像再構成：逐次近似法を用いることが望ましいが、フィルタードバックプロジェクション法も可とする。吸収補正是 SAC (Segmented Attenuation Correction) を用いる装置が多い。

#### 9-4) 超音波検査

対象：表在臓器(乳腺および甲状腺) 上腹部(肝、胆、脾、脾、腎) 消化管、骨盤内臓器(膀胱、前立腺、子宮、卵巣)

目的：FDG-PET 陰性癌の検出、FDG-PET 陽性所見の補助診断(部位診断、質的診断)。ただし、超音波検査は客觀性に乏しく、部位診断としての有用性は高くない。

装置：一般的に普及している機種で問題ないが、表在臓器の観察に用いる高周波プローブ(7.5 ~ 10 MHz 以上)を有することが条件である。また、カラードッpler機能を有することが望ましい。常に、適切な画質調整(ゲインやフォーカスの設定)を心がける。超音波診断装置は使用頻度の高い検診施設では劣化が早いので、適切な画質が維持されていることを常に確認する。老朽化した装置やアーチファクトを生じるような不良プローブを用いてはならない。

手技：超音波検査に熟練した医師か検査技師、放射線技師が行う。目的とする臓器に応じて、適切な前処置、体位、プローブの選択が必要となる。表在臓器においては高周波プローブを用い、甲状腺の観察には頸部を伸展した状態で、乳房の観察には検査側の方を高くし、乳房を水平とした状態で施行する。上腹部臓器の検査は胆のうの収縮や消化管ガスの存在が検査精度低下の原因となりうるため、絶食下に行なうことが基本となる。FDG-PET 検査は絶食下で行われるため、その直前に超音波を施行するのが効率的である。胃や脾の観察においては飲水されることにより、描出能の向上が期待できる。骨盤内臓器の観察は膀胱の充満程度により、検査精度が大きく左右される。特に、骨盤部 MRI を施行しない場合は膀胱を充満した状態での詳細な観察が必要となる。

診断：検査手技が検査技師、放射線技師によって行われた場合、診断医によって、所見のダブルチェックを行う。医師から術者へのフィードバックを積極的に行い、検査精度の向上を目指す。

#### 9-5)

##### A. CT 検査

対象：頸部、胸部、腹部、骨盤部

ただし、PET/CTを導入している場合は、胸部のみを別に追加して撮影した場合を併用検査として扱う。

**目的 :** FDG-PET陰性癌の検出、FDG-PET陽性所見の補助診断(部位診断、質的診断)。FDG-PET陰性癌の検出やFDG-PET陽性所見の質的診断という目的において、肺病変を除けば、CTの有用性は高くなない。上腹部や骨盤部においては超音波検査やMRIが勝る。被曝低減の観点からは、腹部の補助診断には超音波検査、MRIへの移行が望まれる。特に妊娠可能年齢の女性に対する骨盤部CTはできるだけ控えるべきで、受診時に妊娠の有無についての問診を行っておくことが重要である。

**装置 :** 検診受診者の負担および、所見の再現性、検診効率などから高速撮像が可能な機種、具体的には呼吸停止下に全肺野の撮像可能なヘリカルCTあるいは同等以上の高速性を有するものであることが望ましい。

PET/CTを導入している場合は、搭載されているCT部分を使用して併用検査としての深吸気呼吸停止下の胸部CT撮影を行うことができる。

**撮像法 :** スライス厚10mm以下、間隔10mm以下とする。近年、MDCTの登場により、広範囲を薄いスライスで撮像することが可能となり、任意のMPR画像を用いたPET画像とのフュージョン画像を得ることができる。また、仮想内視鏡(前処置が必要)の撮像に適するといったメリットがある。なお、診断に支障のない範囲で線量を抑え、被曝線量の低減に努める必要がある。

胸部CT検診を行う際の標準撮影条件は、肺癌取扱い規約(改訂第6版)では、シングルスライスヘリカルCTにおいて、管電圧120kV、管電流20~50mA、コリメーション10mm、ヘリカルピッチ2.0、再構成間隔10mmと規定されている。また、マルチスライスヘリカルCT(4列)を使用する場合は、管電圧120kV、管電流10~30mA、コリメーション2~5mm、ヘリカルピッチ3.0、3.5、再構成間隔2~8mmが推奨されているが、現在8列、16列等の様々なMDCT機種が普及し、またPET/CTに搭載されているCT部分も機種・メーカーにより様々である。MDCTにおける胸部CT検診の至適な撮影条件については、今後集積データ検討による適正化が必要とされている。

いかなる機種を用いる場合でも、CTはデジタル画像なので、比較的安定した画像を常に得られるものと思われがちであるが、撮影の際のポジショニング、吸気の深さ、撮像条件、画像再構成間隔やその関数、表示する際のウィンドウ条件、画像観察装置等により、画質は大きく変動することを知っておく必要がある。また、無症状者を対象とした胸部CT検診では、低線量CT撮影を行うことになるが、CT画像の画質と線量は、一般的にトレードオフの関係にあるので、一般CT検査よりさらに適正かつ慎重な撮影条件の設定が必要となる。胸部CT検診研究会技術部会編集の「胸部検診用CT撮影マニュアル」が、日本CT検診学会のホームページ(<http://www.jscts.org>)からダウンロードできるので、詳細に関してはそちらを参照し、高品質な胸部CT検診を実施することが重要である(同ガイドライン肺癌の項も参照)。

**ペースメーカー装着者 :** 機種により胸部CTの施行が禁止されているものがあるので検査前に機種を確認すべきである。

**造影剤 :** 一般的に、副作用のリスクを診断能向上のベネフィットが上回る場合に限り、用いられるべきであるが、特定のハイリスクグループを対象とする場合(肝癌におけるウイルス性肝

炎など)を除いて有用性は知られておらず、一般(無症状者)対象のがん検診には使用すべきでない。特に、救急医療の体制が整備されていない施設では、安易に使用してはならない。

(PET/CTの項と同様で、CT用の造影剤については、検診の場合には経静脈性造影剤は用いない。消化管の陰性造影剤は適宜使用してかまわない。)

## B. PET/CT検査について

ここではPET/CT装置を用いてPET/CT検査、すなわちPET+CT+融合画像検査を行う場合について述べる。PET/CT装置のCT部分だけを用いて行う検査は、たとえば肺のCT検査は肺癌の早期発見に有効であり、PETがん検診の併用検査として勧められるが、ここでは触れない。該当するがんの検診のところを参照されたい。

以下、検診にPET/CTを使用する場合の注意点について述べる。

### (1) PET/CT撮像範囲、体位、上肢の位置

撮像範囲：PETと同様大腿上部から頭頂部とする。

体位：背臥位。

上肢の位置については、拳上したほうが被曝も少なく、体幹部のCT画質も良い。しかし、腕の固定が難しく、また20分以上の拳上は苦痛を伴うことが多く現実的ではないため、個別で対応するものとする。

上肢を下げた場合の位置は、下腹部で交叉させる。上腕骨、前腕骨が脊椎と平行にならず、骨のアーチファクトが少ない。

### (2) CT撮像条件、呼吸状態、造影剤

PET/CTのCT撮像条件としては、使用目的と電流(すなわち被曝)の多少によって、

吸収補正のみでCT画像を用いないレベル(ごく低線量)

PET読影の参照画像や融合画像として用いるレベル(低線量ないし中線量)

通常のCT画像診断レベル(高線量)

の3段階に分けられる。

検診にPET/CTを用いる場合には、の条件によるPET/CTはPET画像だけの場合よりも感度や陽性適中率などが優れることを示唆するデータがあるので、通常はの条件が望ましい。しかし、若年者などとくに被曝が問題になる場合や、併用検査によって全身の画像診断がよくカバーされている場合(たとえば、胸腹部CTと頸部骨盤部MRを別途撮影する場合)にはの条件が望ましいこともある。なお、の条件でも、検診では患者と異なりなるべく電流を低めに設定して被曝線量を下げるべきである。また、各施設にて、検診用のPET/CTのCT撮像条件を決め、メーカーの協力を得て被曝線量を推定または測定しておくことが望ましい。

ただし、を選択しても下記のように呼吸状態によっては肺野の条件が不良で、肺だけは別に吸気時の撮影を追加する場合もある(これはPET/CT装置のCT部分を使って併用検査としての肺CTを行ったというべきで、総合がん検診のひとつの形である)。

CT撮影時の呼吸については、PET画像との横隔膜の位置を合わせるために呼気停止が望ましい。しかし、個人差があり呼吸の停止を指示した場合には吸気して止める人も多いため、事前に練習させておく必要がある。呼気停止が難しい場合には、浅い安静呼吸とする。

使用が禁止されているベースメーカー装着者は胸部のみ吸収補正を行わない。

CT用の造影剤については、検診の場合には経静脈性造影剤は用いない。

消化管の陰性造影剤は適宜使用してかまわない。PET/CT撮影直前に水を飲用させると、CTとPET撮影時の胃の膨らみ具合が異なり、位置ずれを起こす原因となるので、注意すべきである。また、消化管の陽性造影剤とくにバリウムは、CT画像でアーチファクトを起こし、PETでは吸収の過補正により偽陽性像の原因ともなりうる。消化管造影検査は、PET/CT検査の前は避けるべきである。

#### (3) 融合画像作成とアーチファクト

PET/CT装置標準の画像融合ソフトウェアを用いる。複数の機種がある場合には汎用のソフトウェアで統一すると、診断が簡便となる。

融合するPET画像はSUV換算画像が望ましい。画像表示は、MIP画像と横断、冠状断、矢状断の3断面の同時あるいは任意断面を表示させる。

PET/CT特有のアーチファクトとして、以下があげられる。

金属、造影剤アーチファクト：吸収の過補正により起きる偽陽性像（異常集積）

歯冠、ペースメーカー、動注用ポートなどの金属および消化管造影剤のバリウム。最近のPET/CTでは再構成ソフトの改善および補正により、このアーチファクトは少なくなった。

呼吸によるずれ：CTとPET撮影時の横隔膜の位置ずれによる現象

これには2点、注意が必要となる。まず、CT画像とPET画像の位置ずれである。多いのは横隔膜付近の上下に異常集積がある場合に、CT画像の病変とPETの集積が数スライスずれて描出される。

次に、吸収補正マップのずれによるアーチファクトで、CT撮影時に横隔膜が下がって起きる場合が多い。肝臓の上に低吸収ゾーンができる、肝臓が上下に短く描出される、肝内病変が描出されなくなるといった現象が起きる。また、こうした場合にはSUVも正確でなくなる。

このようなアーチファクトが見られた場合には、吸収補正なしのPET画像が参考となる。

#### (4) 読影法

PET単独とCT単独をそれぞれ独立して読影、その後融合画像を読影の順が望ましい。最初から融合画像を読影すると、単独画像でのみ指摘しうる病変を見逃す可能性がある。また、融合画像のみで指摘可能な病変もあるので、少なくとも横断融合画像を頭部から大腿部までレビューすべきである。

見逃さないコツは、自分なりの手順を決めて各臓器をチェックすることである。

#### (5) 被曝

PET/CTは、PETに比べCT撮影が加わるため、被曝線量が多くなる。機種にもよるがCTによる被曝は、吸収補正条件では~2mSv程度、融合画像条件では~12mSv程度である。

メーカーの協力を得て、自施設のがん検診のPET/CT撮像条件での被曝線量を知り、さらにその線量でのリスクを文献などで調べておく必要がある。

受診者には、被曝線量とメリット・デメリットについてよく説明し、納得のうえで検査をうけてもらう必要がある。

#### (6) その他

がん検診におけるPET/CTの意義をまとめると次のようなことが言える。

PET専用機に比べて、検査時間が短縮、異常集積があった場合に部位の同定が容易（生理的集積を病変の疑いとして指摘することが減少し陽性適中率が増加）、FDG集積がないか淡いもしくは生理的集積を区別できない集積に対してCTによる形態的異常所見を併用することでがん疑い病変を指摘できること（感度や発見率が増加）、それによってdelayed scanの必要性が減少、といった利点があることである。

また、PETとPET/CTがある施設では、PET/CTをdelayed scanに用いると有用性が高い。

#### 9-6) MRI検査

対象：上腹部、骨盤内臓器（膀胱、前立腺、子宮、卵巣）

目的：FDG-PET陰性癌の検出、FDG-PET陽性所見の補助診断（部位診断、質的診断）。特に骨盤部において、有用性が高いと考えられる。

装置：静磁場強度1.0T以上の高磁場装置で、phased-array coilを使用できるものが望ましい。

撮像法：スライス厚は5mm程度が一般的である。骨盤部の撮像は高速SE法によるT2強調像を基本とし、T1強調像および脂肪抑制法を適宜組み合わせる。なお、脂肪抑制法は選択的脂肪抑制法が望ましい。以下に基本的プロトコールの例を示す。

(1) 女性骨盤：T2強調矢状断像、T2強調横断像、(T2強調冠状断像)、T1強調横断像、脂肪抑制T1強調横断像

(2) 男性骨盤：T2強調横断像、T2強調矢状断像、T2強調冠状断像、T1強調横断像

(付記)

特殊な撮像法として、近年、拡散強調画像が注目されている。がん病変の発見における拡散強調画像の有用性が期待されているが、明確なエビデンスは示されていない。FDG-PETと比較すると、今のところリンパ節転移の評価が困難であるものの、膀胱癌、肝癌および咽頭腫瘍の検出には期待がもたれるが、適切な撮像法も見解が未だ一定しておらずエビデンスの蓄積が望まれる。また、プロトンMRS(MR spectroscopy)が前立腺癌の診断に有用とする報告もあるが、普及した臨床機種において安定したMRSを得ることは難しく、がん検診への応用の可能性は、今後の研究および技術開発に依存している。

造影剤：ヨード造影剤などの副作用頻度はないが、がん検診に用いる明確なメリットはなく、基本的には使用すべきでない。

#### 9-7) 内視鏡による消化管の検査

内視鏡検査は消化管のがんの検査には必須であるが、FDG-PETがん検診ガイドラインにおいてはその侵襲性を考慮し、含めることが望ましいという位置づけとする。ただし、がん死亡数のうち胃癌が16%、大腸癌が12%であり、この二つで約3割を占めていること、FDG-PETで早期胃癌、早期大腸癌が見逃されている可能性があることを知っておきたい。内視鏡検査を行わない施設では、内視鏡検査の必要性を受診者に説明しておく必要がある。

上部消化管内視鏡、大腸内視鏡検査を検診に含める場合には、PET画像への影響と術者の被曝の観点から、PET検査とは別の日に行なうことが望ましい。ただし、PET前の上部消化管内視鏡検査は、PET画像に影響を与えないとの報告もある。この場合、グルカゴンは使用すべきでない。

### 10. 集計・精度管理とデータ蓄積

#### 集計と精査票の報告について

PETがん検診は有効性に関する十分なデータがないため、実施しながらデータを蓄積してゆく必要がある。とくに検診で異常所見があった例の精査結果の追跡調査はきわめて重要であり、それによってその施設の検診の質も向上する。そこで、臨床PET推進会議と日本核医学会では、全国のPET施設を対象に、PETがん検診に関する実態と実績を毎年調査している。PETがん検診を行う施設は、以下の(1)～(3)の項目について集計し、さらに(4)のがんが疑われた例の精査結果を調査して、年度毎に臨床PET推進会議または日本核医学会の担当する部署に報告することが求められる。全国集計の結果は報告

を行った施設名とともに発表される。各項目の定義や詳細な説明、報告の方法は、別に各医療機関に送る調査票を参照されたい。また、項目に変更や追加があれば必要に応じて改訂するので、ホームページ等を参照されたい。さらに、この報告以外にも、学会や公的研究班等が行う PET がん検診の有効性を実証するための調査や研究事業に、積極的に参加協力することが求められる。

なお、報告事項中の精査票は匿名化するとともに、照会に備えて医療機関 ID との対照表を保管すること。また、受診者には予め、検査結果をこのようない精度管理や調査に用いることと、必要に応じて精査医療機関に問い合わせをすることを説明し、同意を得ておくことが望ましい。

(1) 検査の方法

- ・PET 検査( PET/CT を含む )の方法。機種、投与量、待機時間、撮像時間など。
- ・PET/CT の場合、CT の撮像条件。電流、再構成間隔など。
- ・併用する検査の項目。それぞれについて、PET がん検診受診者でその検査を受けた人数。

(2) 件 数

- ・検診受診者数( 性、年齢階級別 )
- ・経年受診者数( 前年度に同じ検査を受けた人 )

(3) 要精査者の情報

( 要精査とは、検診総合判定の結果 がんが疑われるとして精査を勧めた例。 )

- ・要精査数( 性、年齢階級別 )
- ・内訳として、PET( PET/CT を含む )陽性者、併用検査陽性者、両方陽性者数。
- ・精査結果判明者数。

( 精査結果判明とは「がん診断」「がん否定」「経過観察と決定」のどれであるかがはっきりしたもののをいう。本人や精査を行った医療機関に照会して、できるかぎり全例の精査結果を得るように努力する必要がある。 )

(4) 精査票 = 上記の精査結果判明者ひとりひとりについての精査結果情報。

- ・検診年月、性別、年齢階級、検診前歴、
- ・疑ったがんの種類、検診 PET( PET/CT を含む )所見の有無( 陽性・陰性 )
- ・検診併用検査のリストとそれについての所見の有無( 陽性・陰性 )
- ・精査結果( 「がん診断」「がん否定」「経過観察と決定」のどれか )
- ・がん発見ならがんの種類、進行度などの詳細。がん否定なら診断名。

( がん発見の有無にかかわらず、判明した全例の精査結果を精査票で報告すること。 )

経年追跡調査について

検診で要精査であったかどうかにかかわらず、1 年後に案内状や挨拶状を送ることは、精度管理とデータ蓄積の点からも意義がある。検診で指摘されなかったがんが、1 年以内に発症して見つかるということがなかったか、1 年以内に( PET を用いない通常の検診も含めた )がん検診で見つかるということがなかったか、というデータを蓄積すれば検査の精度がより正確にわかる。もちろん、1 年後に経年受診者として本人が PET がん検診を受診すれば、さらに詳しい情報が得られる。

さらに、2 年後、3 年後に案内状や挨拶状を送って、生存安否やがんの発見や発症がないかどうかを尋ねることも、たとえ検診受診が最初の 1 回だけだったとしても意義がある。

このような経年追跡調査のためには顧客管理が必要であるが、もしそれが可能なら、精度管理とデータ蓄積という点からも、長期追跡調査を行うことは意義がある。

臨床 PET 推進会議と日本核医学会は、このような PET がん検診受診者の経年追跡調査をしている PET

施設に対する調査も計画している。

## 11. 読影医の基準

日本核医学学会が認定した PET 核医学認定医が常勤医として一人以上いること。

読影に際しては、PET 核医学認定医がダブルチェックを励行する。

## 12. 発見される代表的な腫瘍とその対策

ある施設では、1994 年 10 月～2003 年 12 月に 7,793 人（平均年齢  $52 \pm 11$  歳）を対象に 18,919 回の FDG-PET 検査を取り入れたがん検診を実施している。その結果、204 件のがんを発見できた。このうち、FDG-PET 検査で発見できたものが 104 件、FDG-PET 検査が陰性であったものが 100 件であった。

また他の施設では、2000 年 10 月～2004 年 6 月に 10,567 件（平均 55.0 歳）を対象に FDG-PET 検査を取り入れたがん検診を実施した。その結果、167 件の悪性腫瘍を発見できた。このうち、FDG-PET 検査で発見できたものが 107 件、FDG-PET 検査が陰性であったものが 60 件であった。

全体的には、大きさの小さいもの、中枢神経系、尿路系に近接するもの、腫瘍組織内の細胞密度の低いもの、分化度の高いもの、glucose-6-phosphatase 活性の高いものなどは FDG-PET 検査偽陰性になりやすい傾向が認められる。具体的には、腎細胞癌、前立腺癌、膀胱癌、胃硬癌（スカルス）、気管支肺胞型腺癌（高分化型肺腺癌）、高分化型肝細胞癌などが FDG の集積が乏しい。

### 12-1) 頭頸部癌

#### A. 頭頸部癌（甲状腺癌以外）

この領域では、生理的集積として、扁桃組織、外眼筋、唾液腺、咽頭粘膜、咬筋、胸鎖乳突筋、喉頭筋などへの集積が知られている。これらの特徴は、通常、左右対称に集積を認めることである。言い換えば、この領域に左右不対称の集積を認めた場合、集積の亢進している部位に、活動性病変が存在している可能性があるので、追加検査を考慮すべきである。

全国調査では頭頸部癌の発見率は、43,996 件中 6 例 0.014%、発見癌 500 例の 0.12% と低い結果であった。頭頸部癌は比較的早期に症状を自覚するため、検診発見例が少ない可能性がある。

#### B. 甲状腺癌

甲状腺は結節性病変が好発する臓器である。結節性病変の検出には、超音波検査がもっとも簡便であり、検出感度も優れているが、その質的診断にはしばしば苦慮する。FDG-PET 検査に期待されるところであるが、FDG は、良性濾胞腺腫にも高集積を示し、質的診断における有用性には限界がある。また、甲状腺癌についても、超音波検査 + FDG-PET 検査で診断できた甲状腺癌のうち、FDG-PET 検査単独で、悪性腫瘍と診断できたものは、21/33 (63%) に留まる。

また甲状腺には、時にびまん性の集積が認められるが、慢性甲状腺炎で多く認められる所見である。慢性甲状腺炎に結節性病変が合併した場合、その質的診断は、FDG-PET 検査では困難となるので、超音波検査所見の詳細な解析が必要となる。まれではあるが、集積強度が前回よりも著明に増強した場合は、悪性リンパ腫の合併を考える必要がある。

#### 甲状腺癌における PET 検診の現状

PET がん検診で、もっとも多く発見されるのは甲状腺癌である（2005 年の全国調査で発見されたがん 500 件中 107 件が甲状腺癌であった。また女性に多く 50～60 代にピークを認めた）。甲状腺腫瘍に関しては、良性腫瘍でも集積することがあり、また悪性でも集積の乏しいこともある。偽陰性に関する報告は併用する検査項目により左右される。全国調査結果では FDG-PET の感度は 87.9%、陽性適中率は

32.9% であった。PET 専用機では感度・陽性適中率は 80.6%、28.9% で、PET/CT は 100%、40.4% であり PET/CT のほうが感度・陽性適中率が高かった ( $p < 0.01$ )。初回検査で FDG が陽性にもかかわらず細胞診が陰性で 1 年後に確診がついた例があり、細胞診が陰性でも再検はすべきであるが、PET で完全に良悪性を鑑別できないというのが現状である。

したがって、甲状腺病変に関する対応は、超音波検査やサイログロプリン値などを参考に、PET で集積を認めた場合は専門医に紹介する方針を薦める。なお、現時点では細胞診などの病理検査を勧める基準はまだ確立していない。

#### 甲状腺癌における超音波検査の役割

甲状腺内結節性病変の検出には超音波検査が最も鋭敏である。すなわち、甲状腺癌の発見において、最も感度の高い検査法と言える。ただし、偶然発見される結節の多くが良性病変であり、特異度が高いとは言い難い。結節の内部エコー、辺縁性状、血流の多寡などより総合的に判断する必要がある。特に 10 mm を超えるような結節では、詳細な観察が望まれる。FDG-PET と相補的に用いることにより、診断精度の向上が期待できる。甲状腺の観察においては、同時に、頸部リンパ節腫大の有無を確認する。頸部には非特異的な反応性腫大がしばしば観察されるため、腫大リンパ節のサイズのみでなく、内部性状も評価する必要がある。CT は検出能、質的診断いずれにおいても超音波検査に劣る。

(参考) 超音波にて発見された FDG-PET 陰性甲状腺癌

各施設により 5~33% までばらつきがあるが、2005 年全国調査では 12% であった。

#### 12-2) 消化管癌

消化管癌全体に対して言えることであるが、わが国には、消化管造影検査、消化管内視鏡検査に関して優れた技術があり、早期癌の発見に関しては、FDG-PET 検査は無力であることを認識すべきである。FDG-PET 検査は、侵襲が軽いため、高齢者などで有用性がある可能性はある。

##### A. 食道癌

食道癌は、胃や大腸と異なり、偽陽性はほとんどなく、FDG 集積が良好ながんとされているが、病変範囲の小さな場合や表層を這うように拡がる病変には集積が乏しいことも、また理解しておく必要がある。下部食道で逆流性食道炎などへの集積がみられることがある。

##### B. 胃癌

胃、大腸に関しては生理的集積が少なからぬ頻度で観察される。ある施設の検討では、肝臓の辺縁部の集積より強い集積を認めた症例は、胃で 10%、大腸で 9% であった。びまん性の集積の場合は、生理的集積との判断が比較的容易であるが、限局性集積(特に結節状に見えるもの)の場合は活動性病変の除外がしばしば困難である。また、びまん性集積の場合、活動性病変の集積が検出できない場合もある。その点に関しては前もって受診者に告知しておくべきで、別途内視鏡検査などを受けてもらう必要がある。PET で胃に集積を認め、胃の自覚症状があったり、H. ピロリ菌抗体が陽性の場合に内視鏡検査を勧めている施設もある。その結果、早期胃癌が 4 例発見されている。全国調査結果では FDG-PET の感度 26.6%、陽性適中率 15.5% であった。偽陽性は胃炎やポリープであった。

##### C. 大腸癌

大腸癌は PET 検査のよい適用である。ある施設では便潜血陰性例 3 例で FDG 陽性癌が発見されいずれもステージ 0 であった。この段階の FDG の集積が、がんの部分か腺腫の部分か議論となりうるが、いずれにしても早期癌の発見の契機となることに意義があると考えられる。全国調査では、発見された大腸癌は 50~60 代にピークが認められ、FDG-PET の感度 90.2%、陽性適中率 22.6%、であり、PET/CT と有意な差は認められなかった。PET で II 期までの症例 35 件中 31 件 (88.6%) を検出し得た。ま

た、大腸癌の死亡率減少効果の認められた便潜血よりも、感度が高く、偽陽性率は低く、陽性適中率が高く、検診として PET の方が優れており、FDG-PET の大腸がん検診として有効性が示唆されたという報告がある。もっとも、PET 陰性で便潜血のみで発見される大腸癌もあることから、検診としては両者を併用することが望ましい。

大腸癌 PET 検診の最大の問題は偽陽性が多いことであろう。大腸には蠕動運動に伴い生理的集積がみられるため、病変検出の特異度が落ちる。腸管の走行に沿って長範囲にみられる淡い集積は生理的なものと考え、限局的高集積は病変を疑うようにしているが、判断に苦慮することもよくある。したがって便潜血反応や腫瘍マーカー (CEA) なども参考に総合的に判定する必要がある。しかし、進行癌でも便潜血の陰性例がある。PET の意義は、腺腫であれがんであれ 10 mm 以上 (13 mm 以上のポリープの 90% で PET 陽性であったと報告) あれば検出できる点にある。また、内視鏡や注腸検査に比べて前処置が不要なこと、侵襲性が低いことも利点と言える。FDG 投与後 2 時間以上経過した後期像を撮像し、集積の変化の有無を観察することにより、生理的か病的かの鑑別が可能とする報告がある。検診において、全例に後期像を追加するのは現実的でないが、限局性集積については後期像を追加することが望ましい。前立腺の経直腸エコー施行後に PET を行うと、直腸部にほぼ確実に偽陽性の hot spot があるので気をつける。

#### (参考)

- ・便潜血検査により早期癌は 50%、進行癌の 90% を発見できる。
- ・毎年または隔年便潜血検査は大腸癌の発生を減少させる。 *N Engl J Med* 2000; 343: 1603–7
- ・50 歳で FOBT、sigmoidoscopy、or colonoscopy を勧める。 *USPSTF Ann Intern Med* 2002; 137: 129–131

#### 食道癌・胃癌・大腸癌についての CT・MRI 検査

食道癌：CT において壁肥厚を指摘できる可能性はあるが、早期癌の発見はきわめて困難と考えられる。内視鏡検査やバリウム造影検査に勝るものはない。

胃 癌：CT や超音波検査において、胃壁の肥厚として描出される可能性がある。CT の読影や超音波検査に際しては、留意すべきである。ただし、早期癌の発見に関する有用性は低いと考えられる。受診者に対し、内視鏡検査やバリウム造影検査を定期的に受けるよう啓蒙する必要がある。

(参考) 超音波にて発見された FDG-PET 陰性胃癌が 9 例中 5 例 (56%) との報告がある。

大腸癌：通常の CT では FDG-PET 陰性癌の検出は期待できない。PET/CT 所見で PET が陰性、CT が陽性のものは存在しなかった。FDG-PET 陰性癌のほとんどは便潜血陽性を契機に発見されている。大腸への生理的集積との鑑別においても、CT の有用性は高くない。しかし、PET 陽性癌の部位同定には有用である。現在注目されている MDCT を用いた仮想内視鏡については今後の研究成果が待たれる。

#### 12-3) 肺 癌

肺癌は、本邦における悪性腫瘍の死因の第 1 位の悪性腫瘍であり、その予後改善が研究されているが、有効な治療法が確立されているとは言えず、早期発見の果たす役割は大きい。従来 X 線撮影、CT などを用いたがん検診が実施されている。

2005 年度の全国調査によれば発見された肺癌は男性が多く、60 代にピークを認めた。肺癌の病期別 FDG-PET 感度については、IIA 期までの症例 35 件中 23 件が PET で発見されており (感度 65.7%)、IIB 以上では 100% である。一方、FDG 陰性肺癌は IIA 期までの 35 件中 12 件であったが、これは併用検査として胸部 CT 検査を実施している施設の割合が 44 施設中 24 施設だったので、今後、胸部 CT 検査

を併用する施設が増加すれば FDG 陰性肺癌の発見率はさらに増えることが予想される。PET 専用機と PET/CT の感度、陽性適中率は、それぞれ 59%、25.0% と 100%、47.1% であった。

#### FDG-PET がん検診における胸部読影時の注意点

FDG-PET は、肺結節の良悪性を鑑別したり、肺癌の病期診断、再発診断に有用ではあるが、小さすぎる病変や生理的集積部に近接する病変、呼吸性移動の影響を受けやすい部位にある病変、などは FDG の集積を捉えにくい状態にあることを知っておく必要がある。また、細気管支肺胞上皮癌などに代表される糖代謝の低い一部の腫瘍は検出されないことが知られている。しかし一方では、FDG 集積の高い肺癌は FDG 集積の低い肺癌よりも術後遠隔転移の出現頻度が高かった、という悪性度に相關した集積を認める可能性があると報告されており、長期予後と相關した所見が得られる可能性があるため、CT 検査と相補的に用いることが望ましい。

偽陽性所見は、活動性炎症がその多くを占めている。FDG は炎症細胞(特にマクロファージ)あるいは幼若な肉芽組織にも集積し、結核、非結核性抗酸菌症、サルコイドーシス、クリプトコッカス症、アスペルギローマなどの炎症性病変や良性腫瘍が FDG-PET の偽陽性病変として検出されることもある。この場合、CT 所見や問診情報と合わせて、質的診断を行う必要がある。炎症性疾患に対して外科的侵襲を加えることは極力避けなくてはならない。なお、活動性炎症が存在する場合、その内部あるいは近傍に悪性病変が存在すると、悪性病巣に FDG の集積があっても指摘できない場合がある。

日本人では、肺門部リンパ節に生理的集積が多いことが知られている。この生理的集積は、1) 両側の肺門部にはほぼ同等の集積強度を示して存在する、2) CT で縦隔に腫大リンパ節が認められない症例においても縦隔リンパ節に FDG 集積が認められることは少なくない、といった点が特徴である。肺門部付近の病変においては、特に非造影 CT では血管影との区別が難しいことがある。

偽陰性所見は、分化度の高い腺癌(細気管支肺胞上皮癌が代表的)が挙げられる。検診で FDG-PET 検査陰性であった症例の大半はこの組織型の肺癌であり、25~35% に見られる。

#### ( PET/CT におけるピットフォール )

PET/CT は PET と比べて、検査所要時間の短縮、画質の向上、容易かつ精巧な PET 画像と CT 画像の重ね合わせ表示(fusion image)が可能とされ、従来の PET 診断の精度を向上させてはいるが、上述のような偽陽性・偽陰影といった FDG-PET 自体の問題点に加え、さらに留意すべきことがある。それは胸部は呼吸性移動により fusion image にズレが生じることがあり、特に下肺野の病変ではその影響が大きいこと、安静呼吸下での撮影であるため、肺の伸展が不充分になり、小結節影や GGO を呈する病変が検出することができないこと、の 2 点である。

呼吸性移動により FDG の集積自体が過小評価されることにも留意しておく必要がある。

胸部 CT で指摘されている異常陰影への FDG 集積の有無を評価する際(良悪性鑑別)、呼吸により fusion image にズレが生じている場合は、塚本らの推奨する“30 秒息止め撮影”を追加し、fusion image の質を向上させる、といった工夫を行う。なお、呼吸モニタリング装置が搭載されている PET/CT 装置を用いれば、呼吸同期収集が行えるので、精度の高い fusion image が得られ、診断精度の向上が期待できる。

#### 肺癌検診としての胸部 CT 検査の意義

##### 1) 対 象

細気管支肺胞上皮癌などのように糖代謝の少ない FDG 陰性の肺癌では CT 画像の読影が重要となり、FDG-PET がん検診に相補的に行われる併用検査としての胸部 CT 検査のターゲットとなる。

転移性肺癌の場合でも、原発巣の FDG 集積の程度が転移巣への集積にも反映されるため、原発巣に FDG 集積が認められないがんの肺転移の検出には胸部 CT の読影が重要となる。

## 2) 撮影時・読影時の注意点

PET/CT 検査では CT 画像も得られるので、上記のような FDG 陰性肺癌についても同時に検出可能と思われがちである。しかし、PET/CT 撮影は、安静呼吸時(あるいは呼気停止下)に行われるため、呼吸性移動の影響が大きい下肺野、あるいは吸気が不十分な部位などでは、微小陰影や GGO(すりガラス状陰影)の検出自体が困難となる場合があり、呼吸停止下で撮影された胸部 CT に比し明らかに質的診断能が低下する。

したがって、PET/CT を導入している場合でも、肺だけは別に深吸気呼吸停止時の撮影を追加する。(これは PET/CT 装置の CT 部分を使って併用検査としての肺 CT を行ったというべきで、総合がん検診のひとつの形である)

1993 年 9 月、「東京から肺がんをなくす会」において低線量ヘリカル CT 導入により世界で初めて胸部 CT 検査が始まったが、その後 10 年が経過した時点において、ここで発見された肺野型肺癌症例の経過が分析され、胸部 CT 検診研究会(1994 年発足、2006 年から日本 CT 検診学会となる)の肺癌診断基準部会にて、検診 CT 画像上の結節の「判定基準および経過観察ガイドライン」としての decision tree(参照図)が作成された。この「判定基準および経過観察ガイドライン」によれば、胸部 CT 検診で拾い上げる結節の基準は 5 mm 以上であるが、異常陰影の性状が pure GGO(均一なすりガラス状陰影)であるか、mixed GGO(一部軟部組織濃度を含むすりガラス状陰影)であるかで、判定が変わる。また、経過観察中に pure GGO の中に濃度上昇域が出現してきた場合や大きさが増大するなどの変化が認められれば、要精査(確定診断にまわす)となる。ところが、呼吸停止下で撮影しているはずの胸部 CT 画像でも、部位によっては、受診者の呼吸の程度の違いによって、陰影の性状が変化することがある。比較読影の際には、吸気の程度、撮影時の条件の違いが少なからず画像に影響を与えることを念頭において、同一条件で撮影されているのかどうかを充分確認することが必要である。したがって、比較読影重視の考え方から画像の再現性が強く求められるので、撮影時の呼吸停止方法は、ばらつきの度合いを最小限に抑えるために基本的に最大吸気(深吸気)とする。

読影は、モニター読影が推奨される。病変の見落としがないように、縦隔条件で撮影範囲内の頸部～縦隔～腹部、肺野条件で肺野を左右それぞれ上～中～下葉の順に、最後に骨・軟部に関してもウインドウやレベルを変えて読影する、など手順を決めて行う。

全例二重読影(ダブルチェック)とし、可能な限り、CT 検診過去画像との比較読影が望ましい。

## 3) 判 定

CT 検診で発見された肺結節への FDG 集積の有無は良悪性鑑別の大きな指標となるが、FDG 集積が認められない結節(FDG 陰性癌)あるいは FDG 集積が検出できる volume 以下の微小結節影に関する判定や経過観察期間に関しては、前述の日本 CT 検診学会から提案されている「判定基準と経過観察ガイドライン」「Single slice helical CT による肺癌 CT 検診の判定基準と経過観察ガイドライン」に記載されている内容を参照(日本 CT 検診学会ホームページ <http://www.jscts.org> からダウンロード)して対応する。ただし、日本 CT 検診学会肺癌診断基準部会では、近年の Multislice CT の普及とさらなる症例の蓄積により、現在ガイドラインの改訂が検討されている。日本 CT 検診学会肺癌診断基準部会の了承を得て、肺癌 CT 検診における「肺結節の判定と経過観察の改訂(案)」を参照図として巻末に示した。胸部 CT 検診の従事者は、同学会への積極的な参加により、画像診断・読影技術上の最新情報を収集し、質の高い検診を維持する必要がある。

判定については、肺癌取扱い規約における細分化された胸部 CT 判定区分(A, B, C, D1, D2, D3,

D4, E1, E2) に沿って分類しておくと、施設内での精査結果の管理が容易となるだけでなく、施設間での判定・精度の比較なども支障なく行われることとなる。また、判定を行う場合は画像のみでなく問診情報を参考にすることが重要である。胸部疾患に関連する自覚症状・喫煙歴・既往歴・検診受診歴等の重要な項目に関して、予め問診しておくが、不十分であった場合は、PET検査結果を説明する際にさらに詳細に聴取して判断することが重要である。

#### 4) 事後管理・精度管理

検診受診者に対しては、適切な精密検査や治療を受けることができるような精査機関を選定し、確実に受診するよう指導し、また、実際に適切な精密検査や治療を受けることができたかどうか、すなわち検診による利益が得られたかどうかを把握することが肝心である(事後管理)。したがって、検査機関は、「要精密検査」の判定で医療機関に紹介された受診者が紹介先を受診したかどうかの確認を定期的にチェックし、受診していない場合には、受診勧奨を行う体制を整える必要がある。また、受診後の精査結果について判明していない場合は、積極的に紹介先に問い合わせる努力を惜しまないようにしなければならない。可能ならば、精査結果の管理責任者を設置し、精査機関との連絡経路を一本化しておくとよい。

日本CT検診学会では、精度管理を保つために胸部CT検診成績の全国集計を行っている。前年度の検診受診者数、要精検率、精検結果判明率、発見肺癌数、切除肺癌数、I期肺癌数、肺癌疑い濃厚かつ診断未確定例数、等について、全国の検診施設からの報告が毎年1月に集計され、2月に開催される総会において集計の報告が行われる。このとき集計に参加した施設名が公表される。

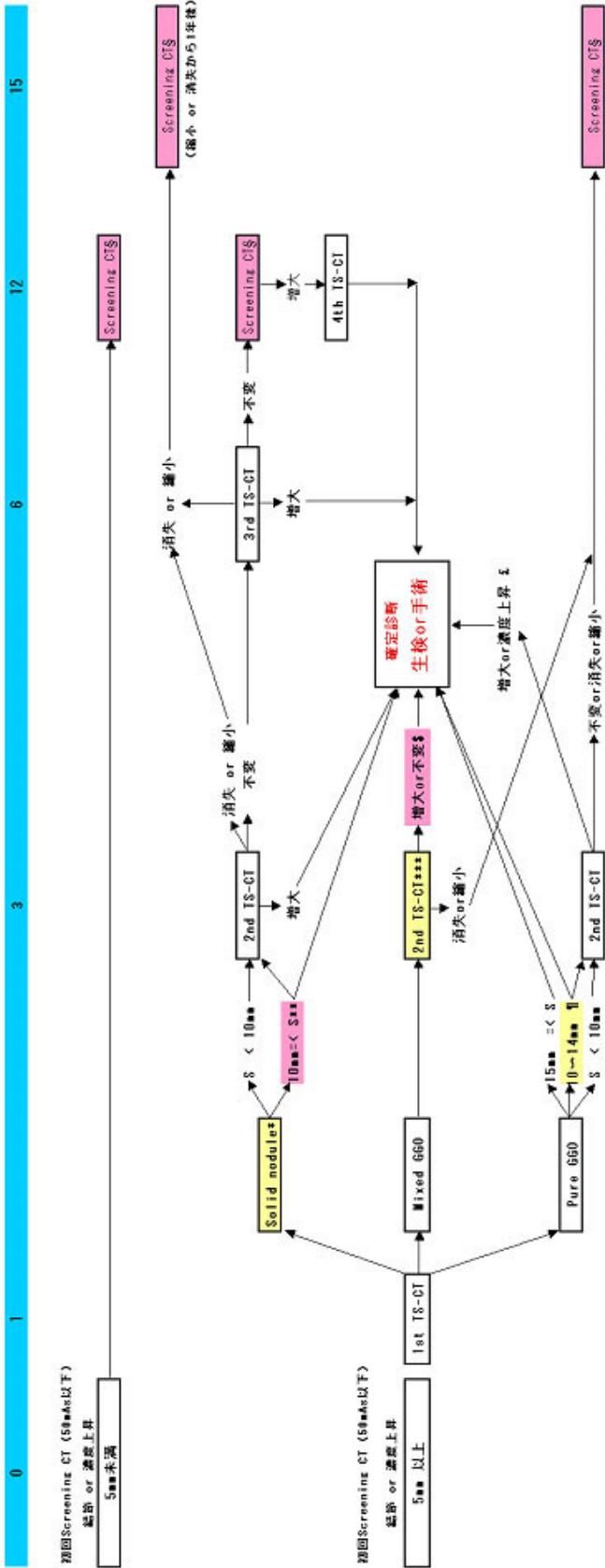
#### (付記)

従来の胸部単純X線検診は、医師の資格さえあれば、誰でも読影に従事できたため、読影の精度に大きなバラツキが生じ、結果として受診者に不利益を与えてきたことは周知の事実である。CT検診は、異常陰影の検出力を飛躍的に高めたが、低線量で撮影された画像を読影するには、相応の技術が必要となり、読影医には、その画質の管理と維持が要求される。また、国際的には、“がん検診の有効性は、がんの死亡率減少効果が受診者集団で科学的な方法で観察されることである”と、認知されている観点から、現時点では、まだCT肺癌検診は「科学的に有効性が確認されていない検診」と考えなければならない。日本CT検診学会は精度の高い胸部CT検診体制を整える目的で、撮影する技師(肺がんCT検診認定技師)、読影医(肺がんCT検診認定医師)、検診実施施設に対する認定制度の導入を現在検討中である。

(参考図)「判定基準および経過観察ガイドライン」

肺がんCT検診；肺結節の判定と経過観察の改定案

発見から月数



- Screening CT: 50μm以下 helical pitch 2, 10μm再構成が原則  
初回CT像での5mm以上の骨突の抬上は絶対画像で行う。  
Intersection CT (IS-CT), Conventional CT (C-CT)  
IS-CTとC-CTと同時に実施する。  
大きささ10mmの判定はIS-CT上で行う。  
経年CT像での新病変は5mm未満でも精査 (IS-CT) する。

#### 12-4) 乳癌

乳癌も PET 検診にとって重要な疾患であるが、閉経期前後に頻度が高く、高齢者発見は比較的少ない。全国調査結果では 40 ~ 60 代にピークが認められた。FDG-PET の感度は 87.2%、陽性適中率は 42% であった。PET 専用機と PET/CT で有意な差を認めなかった。病期別感度をみると、0 期 66.7%、I 期 99%、II 期以上は 100% であった。

ある施設の報告では、FDG-PET 検査、超音波検査、触診を組み合わせることで、女性受診者の 0.56% に乳癌を発見している。この結果は、従来の触診による検診の結果 (0.09%) を遙かに凌ぐものである。検診発見乳癌の FDG 陽性率は 71% である。

乳癌 6 例中 1 例が PET 陰性であった。陰性例は CT で描出された 8 mm の腫瘍で、非浸潤性の管状腺癌であったとの報告もある。

一方、女性の乳腺では正常でも軽度の集積がみられ、乳腺症や線維腺腫などの良性病変にも集積しうる。また、豊胸術後の症例では implant に対する反応性変化と思われる集積がしばしば認められる。このような偽陽性所見の鑑別には後期像が参考となり、また超音波検査の助けが有用となる。

通常、乳癌病巣には明瞭な FDG 集積が認められるが、他の癌種と同様に検診で発見されるような、サイズが小さい病変では集積が低いことが多く検出されない場合もあるため、超音波検査による補完が必要となる。また、偽陰性として、細胞密度の低い乳癌(硬癌が多い)、高分化度の乳癌などが挙げられる。

#### 乳癌におけるマンモグラフィおよび超音波検査の役割

乳癌検診における超音波検査の位置づけはマンモグラフィの補助的手段とされてきた。しかしながら、若年者 (40 歳以下) の検診においては、いわゆる dense breast であることや、被曝の問題から、超音波検査を積極的に行うべきとの考えもある。特に脂肪組織の少ない日本人においては超音波の有用性は高いと考えられる。逆に、中高年者に対してはマンモグラフィが乳癌検診の基本と考えられる。特に、石灰化所見から発見される非浸潤性乳管癌の超音波検査による発見はきわめて困難であることを認識しなくてはならない。マンモグラフィを保有しない FDG-PET がん検診施設では、他の検診施設や公的検診における定期的なマンモグラフィ検診を啓蒙する必要がある。造影剤を用いない CT や MRI では非触知乳癌の発見は期待できない。

超音波にて発見された FDG-PET 陰性乳癌は 8 ~ 32% との報告がある。

#### 12-5) 肝臓癌

肝細胞癌の検査は、腫瘍マーカーと超音波、造影 CT あるいは造影 MRI が一般的であるが、検診では造影は行わないことが多い。どの施設でも FDG-PET で発見された肝細胞癌はほとんどない。特に高分化のタイプの FDG-PET 検出率は高くない。この理由としては、正常肝臓としての性格を有する高分化型肝癌では細胞内に脱リン酸化酵素 (glucose-6-phosphatase) が豊富にあるために、細胞内でリン酸化され停留していた FDG-6-リン酸は脱リン酸化されて FDG に戻り、細胞の外へ出ていくためと説明される。なお、転移性肝癌には FDG はよく集積する。検診としては肝炎ウィルスキャリアに対する超音波検査が有効とされている。

#### 12-6) 膵臓癌

確立されたスクリーニング法はない。

PDG-PET により、相補的な情報が得られるが、他の検査法を凌駕するものでない。腸管の生理的集積との判別が困難な場合があり、PET-CT の利用が望ましい。

腫瘍形成性胰炎(自己免疫性胰炎)など炎症性病変にも集積をみるため、良悪性の鑑別が問題となる。

脾臓の病変に関しては、SUV を用いた半定量評価が有効との論文が多い。ただし脾癌と良性病変との SUV 値にはかなりのオーバーラップがあるため、良悪を完全に鑑別することは難しい。検診においては脾臓に集積がみられた場合は、造影 CT や MRI、ERCP などの精査に回す必要がある。

#### 肝・胆・脾悪性腫瘍における超音波・CT・MRI 検査の役割

肝細胞癌、胆管細胞癌、転移性肝癌などが発見される可能性がある。肝には FDG の生理的集積もあり、FDG-PET 陰性病変の検出に超音波検査が不可欠と考えられる。超音波検査で発見される充実性結節の多くは血管腫である。MRI は造影剤を用いることなく血管腫と他の充実性腫瘍の鑑別が可能である。

胆のう癌においては、胆のう隆起性病変の検出には超音波検査が有用である。ただし、超音波で検出される胆のう隆起性病変のほとんどはコレステロールポリープで、腫瘍性病変ではない。典型的なコレステロールポリープの超音波所見が得られない場合、厳重な経過観察が必要である。10 mm を超えるもの、増大傾向が認められるものに関しては、外科治療が考慮される。

脾癌においては検診として有効な検査法は知られていない。詳細な観察により、脾管の軽度の拡張や不整像をひろいあげることにより、超音波検査で比較的小さな脾癌を発見できる可能性はあるが、超音波検査における脾の描出能は被検者や術者の熟練によるばらつきが大きい。このため、超音波検査による脾癌の発見率は検診施設間格差が大きい。すなわち超音波検査の精度向上への積極的な取り組みにより、発見率向上の余地があるかもしれない。MRI は高分解能画像の撮像が可能となり、MRCP との組み合わせにより有用性が期待されるが、検診に応用した実績は知られていない。

#### 12-7) 前立腺癌

腫瘍マーカーが最も簡便な方法と思われるが、確立されたスクリーニング法はない。

高齢者がん検診を語る上で、前立腺癌をいかに発見するかという問題は大きい。65 歳以上の高齢者での前立腺癌発見率は 0.43% で、65 歳未満 (0.08%) の実に 5 倍以上となる。発見時の平均年齢は 65.6 歳と他の癌種に比べてもっとも高かった。ただし 73% が PET 陰性であり、FDG-PET での前立腺癌検出率はよくない。

腫瘍マーカー (PSA) を前提に、MRI 所見を参考に診断するという方式をとっている施設では転移をきたすほど進行しない限り、ほとんどが PET 陰性発見例である。超音波、MRI などとの相補的な利用が望ましい。前立腺癌の検診という面で、PET の意義はさほど高くないと思われるが、なかに明瞭に描出される例がある。PSA が高いにもかかわらず生検が陰性であったが、PET で前立腺の一側に集積があり、生検の参考に役立った例がある。以前は、膀胱内の尿の放射能によるアーチファクトのため、前立腺病変はほとんど見えないことが多かった。OSEM 法など、近年の画像再構成法の進歩によって、アーチファクトの少ない画像が得られるようになり、前立腺の病変も検出可能となってきた。前立腺癌は PET では見えないとあきらめず、膀胱の下方を注意してみる必要があると思われる。全国調査結果では FDG-PET の感度・陽性適中率は 44.7%、58.3% であった。偽陽性は前立腺炎や前立腺肥大症でみられた。

#### 前立腺癌における腫瘍マーカーおよび MRI の役割

前立腺癌：FDG-PET の陽性率は低い。PSA というスクリーニングに適した腫瘍マーカーがあり、画像検査はその補助的な役割と考えられる。一般的には経直腸超音波検査が行われることが多いが、がん検診に適しているとは言いかたく、MRI が適当と考えられる。前立腺癌の多くは辺縁域に発生し、T2 強調画像において高信号の辺縁域内の低信号病変として検出される。ただし、スクリーニング検査で認められる辺縁域内の低信号の多くは炎症や導管閉塞に起因する偽病変である。楔状の形態を示すもの、腫大を伴わないびまん性信号低下は偽病変を疑う。浸潤が疑われるもの、結節状の形態を示すもの、明らかな腫大を伴うものでは前立腺癌を疑う。血清 PSA が著明な高値の場合は MRI 所見の如何にかかわら

ず、精査が必要であるが、血清 PSA が正常上限あるいは軽度高値の場合、前述の MRI 所見の有無が参考となる。全国調査結果では MRI 検査は感度 66.7%、陽性適中率 53.3% で、PSA は感度 100%、陽性適中率は 52.5% であった。

#### 12-8) 卵巣癌

超音波(一部 MRI あるいは CT)および腫瘍マーカーによるスクリーニングが行われているが、確立された方法はない。のう胞性腫瘍などでは集積が弱い場合があり、相補的利用が望ましい。ただし卵巣にも性周期のある年代では排卵後に生理的集積が認められる場合があり、ある施設のデータでは約 7% の頻度であった。

卵巣癌に対しても PET の有効性をうたった報告は多いが、いちばんの問題は尿管や腸管の集積と紛らわしいことである。骨盤内に集積を認めた場合は、後期像を追加するなどの工夫が必要であろう。

#### 卵巣癌における超音波・CT・MRI および腫瘍マーカーの役割

無症状の卵巣癌発見の契機はほとんどが画像診断である。すなわち、画像を用いたがん検診は卵巣癌における有効性が期待される。卵巣病変の検出能に限れば、CT が超音波検査や MRI に劣ることはないと考えられるが、質的診断に関する情報量の違いおよび被曝の観点から、CT を用いることは好ましくない。上皮性卵巣腫瘍の多くはのう胞性病変の形態を示し、充実成分や明らかな壁肥厚部分の有無が良悪性鑑別のポイントとなる。この点において超音波検査、MRI とも優れた検査法と考えられる。超音波検査ではカラードッpler機能を用いることにより充実部分の血流状態をも評価できるというメリットがあるが、腸管ガスが描出の妨げとなり、見落としのリスクが常につきまと。MRI は適切な撮像法を行えば、内膜症性のう胞およびのう胞性奇形腫(これらは卵巣癌よりはるかに高頻度に発見され、超音波では悪性腫瘍との鑑別が困難となりうる)の確実な診断が可能である。なお、卵巣癌の腫瘍マーカーとして、CA125 や CA19-9 が知られているが、これらは内膜症性のう胞やのう胞性奇形腫のような良性病変でも高頻度に上昇することを知っておく必要がある。

#### 12-9) 子宮癌

子宮癌は体癌、頸癌ともに FDG の集積を認める。

頸癌に関しては、婦人科検診で細胞診がすでに実施項目となっており、頸癌の早期発見に有効とされている。

体癌に関しては有効な検診が行われないため、PET 検診の有用性は高い。ただし月経時期の子宮には生理的集積がみられるため、検診日は生理時期をはずすことと、問診時に生理の有無を確認しておくことが必要であり、他の診断法との相補的利用が望ましい。

ある施設の検討結果からは、子宮体癌が 4 例発見され、いずれも stage I の早期であったことは特筆される。通常の検診では、子宮体癌までチェックされることは少なく、また、子宮体部の細胞診や組織診は苦痛があるため、検診には不向きである。この点、非侵襲的な苦痛のない PET 検査で、早期の子宮体癌が発見しうることは女性にとって福音と言えよう。近年、子宮体癌の比率が増加していることからも、その意義は高いと思われる。

#### 子宮癌における MRI 検査および細胞診の役割

子宮頸癌：MRI は T2 強調像にて子宮頸部の正常構造(子宮頸管腺、頸部間質、筋層)を明瞭に描出し、子宮頸癌の描出にも優れるが、検出可能な子宮頸癌はすべて浸潤癌である。一般的には浸潤癌の病期診断に用いられる。非浸潤癌や微小浸潤癌を検出しうる子宮頸部細胞診というスクリーニング法がすでに確立しており、画像検査のみで検診を行うことは危険である。定期的な子宮がん検診の受診を啓蒙する必要がある。

子宮体癌：有効な検診法は確立していない。MRIではT2強調画像で子宮内膜の肥厚所見として検出され、通常の子宮内膜より若干低信号を呈することが多い。筋層への浸潤所見があれば、診断はほぼ確定的であるが、子宮内膜に限局する病変の子宮内膜ポリープなどの良性病変との鑑別は困難である。子宮内膜に一致したFDG集積は子宮体癌を疑うが、閉経前の女性では月経時子宮内膜への生理的集積との鑑別が必要となる。FDG-PET陰性癌に対するMRIの有用性は明らかでないが、明らかな子宮内膜の肥厚例については厳重な経過観察あるいは子宮内膜細胞診が望まれる(特に閉経後)。なお、子宮内膜厚の正常値は閉経前1-16mm(月経期1-2mm、分泌期7-16mm)、閉経後5mm以下とされている。

#### 12-10) 悪性リンパ腫

確立されたスクリーニング法はない。

FDG-PETはスクリーニング法として有用と思われる。Stagingや治療効果判定に有効。

悪性リンパ腫の病変に対して、FDGはガリウムと同様に強い集積を示す。広範のリンパ節領域に高集積をみた場合は本疾患を疑い、専門医を受診させる必要がある。偽陰性になるとすれば、胃壁の表在性病変など腫瘍を形成しないもの、あるいはMALToma(粘膜関連リンパ様組織腫)など低悪性度のものである。また、リンパ節に高集積を示すものとして、サルコイドーシスが見つかることがある。

#### 12-11) 腎癌・膀胱癌

##### A. 腎癌

FDG-PET陰性となることが多く、他の形態診断で発見される。超音波検査が最も一般的で、有効な検査法である。ただし、部位的に超音波で発見困難な場合もあり、CTあるいはMRIによる補助的診断が必要である。造影剤を用いないCTとMRIではMRIの有用性が高い。

FDG-PET陰性腎癌は67~88%と高率である。

##### B. 膀胱癌

FDG-PETでは発見できず、超音波あるいはMRIにて発見される。超音波検査は膀胱内がある程度充満された状態で行う必要がある。超音波検査では描出範囲が限られる可能性があるが、MRIより高い分解能を有し、小病変の検出が期待される。超音波とMRIは相補的に用いられるべきである。

FDG-PET陰性膀胱癌は100%である。

### 13. 被曝管理について

学会ガイドラインに準拠(FDG-PET検査における安全確保に関するガイドライン <http://www.jsnm.org/report/pet-anzen-gl.pdf>)

##### A. 受診者の被曝

- FDG-PETによる被曝以外に、トランスマッショナスキャン、PET/CT装置のCT、あるいはPET検査と組み合わされた胸部CTによる被曝など、検診1回あたりの合計被曝線量、またその被曝による確率的影響(リスク)をインフォームド・コンセントの際の説明内容に含めること。
- FDG投与量は必要最低限とし、受診者の無用な被曝をさける。
- 被曝線量や、検査後の家族への被曝の影響などを事前に説明しておく。

##### B. 医療従事者の被曝

フィルムバッジやポケット線量計を必ず装着しモニターする。

- 被曝低減の方策

特に医療従事者の体外被曝を少なくするための3原則(時間、距離、遮蔽)を念頭において対策を講ずる。

(1) ハード面

FDG の自動注入器の整備、投与後の安静室の確保、検査終了後の回復室の整備が望ましい。

(2) ソフト面

定期的な教育訓練、施設に応じたマニュアル制作と遵守を要する。

被曝量の多い FDG 投与作業者、介助案内者はローテーションなどにより、被曝の均等化を図る。

C. 介護者、診療行為の対象者以外の者、一般公衆に対する被曝線量の軽減化

診療従事者は、介護者、診療行為対象者以外の者、一般公衆に対する被曝を低減するために、次の指示・指導を行うこと。

(1) FDG 投与後の飲水を促し、管理区域から退出する前に排尿を指導する。

(2) 検査後 24 時間は、放射線に影響を受けやすい妊娠中の女子および 10 歳未満の小児との接触時間を短くし、また距離をとることを指導する。

(3) FDG-PET 検査を受けた複数の受診者が検診医療施設から同一時間帯に退出し、かつ特定の交通機関(シャトルバス、路線バス、タクシーなど)を利用する場合に関しては、運転手より離れて乗車すること、同じ検査の受診者が同一のタクシーに乗車しないこと等の、運転手等の乗務員の放射線被曝にかかる防護を意識した指導を行う。

14. おわりに

本ガイドラインの案は平成 16 年 8 月の PET サマーセミナー 2004 で案として発表され、最終的には日本核医学会理事会で承認を得た。その後「FDG-PET がん検診の有効性を実証する研究」会議を重ねてきた。日本核医学会平成 18 年度ワーキンググループ「PET がん検診の疫学調査」も承認され、全国調査に基づく「FDG-PET がん検診の実態と成績」が論文として日本核医学会雑誌に掲載された。近年 PET/CT の急速な普及と MRI 拡散強調像の普及もあり、これを機に本ガイドラインを新たに 2007 年度版として改訂した。また胸部 CT の項目に日本 CT 検診学会(金子昌弘理事長)の柿沼龍太郎氏のご好意で図表を掲載させていただいた。また日本核医学会「PET がん検診の疫学調査」ワーキンググループおよび厚生労働研究「新しい診断機器の検診への応用とこれらを用いた診断精度の向上に関する研究」科学的研究費補助金班会議・斎藤班の多大な協力をいただいた。

ガイドラインは知見の蓄積に応じて修正される可能性があること、また検査装置の進歩が早いので、継続的に更新することが必要であることを申し添える。全国の FDG-PET 検診機関が準拠すべき指針という観点から作成されたものでは非活用していただきたい。

15. 本ガイドライン改廃の記録

平成 16 年 11 月制定

平成 19 年 11 月 3 日改訂

表1 発見される代表的な異常とその対策

普及している検診方法 およびその問題点		癌検出における FDG-PETの有用性	癌検出能向上のために 併用が望まれる検査法	鑑別すべき良性疾患、 生理的状態(偽陽性)、 異常集積を認めた場合の精査の進め方
1) 頭頸部癌	有効なものは知られないない・甲状腺については超音波検査が緊密されている。	非常に有用。	FDG-PETが最も優れた検出方法と考えられる。	MRI, 超音波検査(甲狀腺) 炎症(扁桃腺炎、咽頭炎、耳鼻科的診察、MRI、内視鏡検査
2) 食道癌	造影検査、内視鏡検査。	有用性は高くない。	偶然、発見されることはあつても感度が低く、FDG-PETをスクリーニングの第一選択とするこには問題がある。	内視鏡検査 炎症(扁桃腺炎、咽頭炎、喉頭炎、甲状腺腫、甲狀腺腫、甲狀腺癌) 食道炎 肺炎、結核、非定型抗酸菌、他感染症 MDCT、気管支鏡 超音波、MRI、生検
3) 肺癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性が高いと考えられる。	検出能において最も優れているとは言い難いが、侵襲性の面から第1選択となりうる・他のスクリーニングと相補的に用いることにより、検出能の向上が期待される。	内視鏡検査 MMG、超音波検査 超音波、MRI、生検
4) 乳癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性が高いと考えられる。	検出能において最も優れているとは言い難いが、侵襲性の面から第1選択となりうる・他のスクリーニングと相補的に用いることにより、検出能の向上が期待される。	内視鏡検査 超音波検査、 AFP 超音波、MRI、生検
5) 肝臓癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性は高くない。	偶然、発見されることはあつても感度が低く、FDG-PETをスクリーニングの第一選択するこには問題がある。	超音波検査、CA19-9 脾炎(急性期)、腫瘍形成 性脾炎(自己免疫性脾炎) 超音波、造影 CT 超音波、MRI、生検
6) 脳臓癌	有効なものは知られない。	有用性が高いと考えられる。	検出能において最も優れているとは言い難いが、侵襲性の面から第1選択となりうる・他のスクリーニングと相補的に用いることにより、検出能の向上が期待される。	内視鏡検査 超音波検査 内視鏡検査 脾炎(急性期)、腫瘍形成 性脾炎(自己免疫性脾炎) 超音波、造影 CT 超音波、MRI、生検
7) 胃癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性は高くない。	偶然、発見されることはあつても感度が低く、FDG-PETをスクリーニングの第一選択とするこには問題がある。	内視鏡検査 胃炎 内視鏡検査、便潜血検査 限局性的生理的集積(小腸大腸)、腹膜(特に高度異型)、大腸炎 内視鏡検査 前立腺炎、肥大の TUR 術後変化 PSA測定 超音波検査、MRI、生検
8) 大腸癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性が高いと考えられる。	検出能において最も優れているとは言い難いが、侵襲性の面から第1選択となりうる・他のスクリーニングと相補的に用いることにより、検出能の向上が期待される。	内視鏡検査 超音波検査、MRI、生検 超音波検査 内視鏡検査 超音波検査、MRI、生検 超音波検査、MRI、CT, CA125
9) 前立腺癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。	有用性は高くない。	偶然、発見されることはあつても感度が低く、FDG-PETをスクリーニングの第一選択とするこには問題がある。	内視鏡検査 超音波検査 前立腺炎、肥大の TUR 術後変化 PSA測定 超音波検査、MRI、生検
10) 卵巣癌	有効なものは知られない。	有用性が高いと考えられる。	検出能において最も優れているとは言い難いが、侵襲性の面から第1選択となりうる・他のスクリーニングと相補的に用いることにより、検出能の向上が期待される。	内視鏡検査 超音波検査 排卵後の生理的集積 超音波検査、MRI、CT, CA125
11) 子宮癌	既に確立した有効なスクリーニング法がある。ただし子宮体癌では、有効なもののがあるが、侵襲性が無視できない。	有用性は高くない。	子宮頸癌については有用性は高くない。子宮体癌については有用性が高いと考えられる。	細胞診、MRI 月経子宮、子宮筋腫 超音波検査、MRI、CT, CA125(体癌) リンパ節炎、サルコイドーシス 尿路留(憩室、術後変形), 尿汚染
12) 悪性リンパ腫	有効なものは知られない。	非常に有用。	FDG-PETが最も優れた検出方法と考えられる。	超音波検査、MR、CT 超音波検査、MRI、CT, 血液検査 リンパ節炎、サルコイドーシス 尿路留(憩室、術後変形), 尿汚染
13) 腎、膀胱	有効なものは知られない。	有用性は高くない。	FDG-PETをスクリーニングの第一選択とするこには問題がある。	超音波検査、CT 超音波検査、MRI, CA125

## 16. 文 献

### 全 般

1. 安田聖栄, 他: Transmission Scan を省略した全身 PET によるがんの検出. 核医学 1996; 33: 367–373.
2. Yasuda S, et al: Application of positron emission tomography imaging to cancer screening. *Br J Cancer* 2000; 83: 1607–1611.
3. 福田 寛, 他: 院内製造された FDG を用いた PET 検査を行うためのガイドライン. 日本核医学会. 核医学 2001; 38: 131–137. 現在改訂中
4. Shreve PD, et al: Normal variants in FDG PET imaging. *Principles and practice of positron emission tomography*. Lippincott Williams & Wilkins, 2002: 111–136.
5. 中井勝彦, 他: がん検診における FDG-PET. 臨床放射線 2002; 47: 1137–1148.
6. Nakai K, et al: Cancer screening with <sup>18</sup>F FDG-PET, In *PET and PET/CT in Oncology*, Springer, Berlin, 2003: 309–320.
7. 留森貴志, 他: 全身 FDG-PET 検査の腫瘍描出能における吸収補正の影響に関する検討. 断層映像研究会雑誌 2004; 31: 66–72.
8. 井出 満, 他: FDG-PETを中心とした成人病検診. 臨床放射線 2004; 49: 835–840.
9. 宇野公一: 腫瘍 PET の有用性と将来性. 日本がん検診診断学会会誌 2004; 11: 9–15.
10. 陣之内正史: FDG-PET 検査はがん検診をかえるか? 臨床放射線 2004; 49: 855–863.
11. 落合礼次, 他: DWIBS 法の臨床 FDG-PET との比較. 日独医報 2005; 50: 678–690.
12. 小野 研, 他: FDG-PET 癌検診の有用性と問題点 (PET と拡散強調画像との比較を含めて). 映像情報 2005; 37: 1101–1105.
13. 中本裕士: PET/CT の課題 技術的側面および社会的側面から見た PET/CT の課題. インナービジョン 2006; 21: 52–55.
14. 陣之内正史: PET/CT で分かってきたこと PET 単独, CT 単独のピットフォール. *RadFan* 2006; 4: 20–23.
15. 陣之内正史: PET の展望「癌検診への応用と課題」. *Pharma Medica* 2006; 24: 71–75.
16. Delbeke D, et al: Procedure guideline for tumor imaging with <sup>18</sup>F-FDG PET/CT 1.0. *J Nucl Med* 2006; 47: 885–895.
17. FDG-PET 検査における安全確保のガイドライン (2005 年). 平成 16 年度厚生労働省科学研究費補助金 (医療技術評価総合研究事業) PET 検査施設における放射線安全の確保に関する研究班編 核医学 2005; 42 (2): 1–26.
18. 陣之内正史: PET がん検診における PET/CT の役割. 日本がん検診・診断学会雑誌 2007; 14: 104–108.
19. 南本亮吾, 他: FDG-PET がん検診の実態と成績 全国調査に基づく検討 . 核医学 2007; 44: 105–124.
20. Ono K, et al: The detection rates and tumor clinical/pathological stages of whole-body FDG-PET cancer screening. *Ann Nucl Med* 2007; 21: 65–72.
21. FDG スキャン注 審査報告書 独立行政法人 医薬品医療機器総合機構.

### 消化管

22. Himeno S, et al: Evaluation of esophageal cancer by positron emission tomography. *Jpn J Clin Oncol* 2002; 32: 340–346.
23. Yasuda S, et al: Factors influencing physiological FDG uptake in the intestine. *Tokai J Exp Clin Med* 1998; 23: 241–244.
24. Kobori O, et al: Positron emission tomography of esophageal carcinoma using <sup>11</sup>C-choline and <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose. *Cancer* 1999; 86: 1638–1648.
25. Fujii H, et al: Factors influencing nonpathological FDG uptake in various organs. In *Positron Emission Tomography in the Millennium*, Amsterdam, Elsevier, 2000.
26. Yasuda S, et al: <sup>18</sup>F-FDG PET detection of colonic adenomas. *J Nucl Med* 2001; 42: 989–992.
27. 留森貴志, 他: 全身 FDG-PET 検査の胃集積に関する検討. 断層映像研究会誌 2001; 28: 85–90.
28. 宇野公一, 他: PET による大腸癌の診断. 日本臨床 2003; 61: 168–172.
29. Uno K, et al: FDG-PET in the diagnosis of colorectal cancer as a cancer screening approach. *J Nucl Med* 2004; 45: 32p.
30. 陣之内正史: FDG-PET マニュアル・検査と読影のコツ. インナービジョン, 東京, 2004.
31. 山田 哲, 他: 胃癌における FDG-PET 所見と GLUT-1 発現についての検討. 第 63 回日本医学放射線学会学術

集会 演題 383.

32. 陣之内正史, 他: PET 検診にて発見された大腸癌の分析~便潜血検査および CEA との比較. 日本がん検診・診断学会雑誌 2007; 14: 150–155.

### 肺 癌

33. 藤井博史, 他: F-18 FDG 全身 PET 検査による肺癌スクリーニングの有用性. 先端医療 1999; 16: 47–50.  
34. 藤井博史, 他: F-18 FDG 全身 PET 検査で認められた肺門部集積の検討. 臨床放射線 1999; 44: 199–206.  
35. 藤井博史, 他: 肺癌の FDG-PET 肺癌. 画像診断 2001; 17: 548–555.  
36. Nomori H, et al: Evaluation of F-18 fluorodeoxyglucose (FDG) PET scanning for pulmonary nodules less than 3 cm in diameter, with special reference to the CT images. *Lung Cancer* 2004; 45: 19–27.  
37. Tsukamoto E, Ochi S: PET/CT today: System and its impact on cancer diagnosis. *Ann Nucl Med* 2006; 20 (4): 255–267.  
38. 低線量 CT による肺癌検診のあり方に関する合同委員会見解 2003. 肺癌取扱い規約, 改訂第 6 版, 東京, 金原出版, 2003: 190–202.  
39. 胸部検診用 CT撮影マニュアル シングルスライスヘリカル CT を対象にして. 胸部 CT 検診研究会技術部会, 日本放射線技術学会 学術委員会研究調査班, 日本医学物理学会 課題別研究会 編集, 2004.  
40. 柿沼龍太郎: 「東京から肺がんをなくす会」症例にもとづく「判定基準と経過観察ガイドライン(案)」の検証. 胸部 CT 検診 2004; 10: 221–226.  
41. Single slice helical CT による肺癌 CT 検診の判定基準と経過観察ガイドライン. 第 1 版, 2005.  
42. CT 検診精度管理ガイドライン(第一版)胸部 CT 検診研究会 精度管理部会 編集, 2004.  
43. 中島留美, 小山和作: 肺がんのヘリカル CT 検査. 後藤由夫, 奈良昌治編, 健診判定基準ガイドライン, 初版, 東京, 文光堂, 2003: 142–147.  
44. 中島留美: 日赤熊本健康管理センターにおける胸部 CT 検診の現状. 日本がん検診・診断学会雑誌 2007; 14: 132–136.  
45. 陣之内正史: FDG-PET による肺癌検診. 気管支学 2007; 29: 170–176.

### 乳 癌

46. Uno K, et al: FDG-PET evaluation of fibrocystic mastopathy in patients with breast tumor. *Eur J Nucl Med* 1994; 21: S197.  
47. 宇野公一, 他: <sup>18</sup>F-FDG PET による乳腺腫瘍の良・悪性の鑑別. 乳癌の臨床 1997; 12: 168–170.  
48. Noh DY, et al: Detection of cancer in augmented breasts by positron emission tomography. *Eur J Surg* 1999; 165: 847–851.  
49. 宇野公一, 他: 乳腺腫瘍における FDG PET 検査の有用性と医療経済効果 アンケート調査の集計結果による検討. *Radioisotopes* 2000; 49: 51–57.  
50. Hicks RJ, et al: Pattern of uptake and excretion of <sup>18</sup>F-FDG in the lactating breast. *J Nucl Med* 2001; 42: 1238–1242.  
51. 今中信弘, 他: F-18 FDG-PET を用いた乳癌の評価. 日独医報 2001; 46: 205–211.  
52. Hurwitz R: F-18 FDG positron emission tomographic imaging in a case of ruptured breast implant: inflammation or recurrent tumor? *Clin Nucl Med* 2003; 28: 755–756.  
53. 陣之内正史: 5 乳癌. クリニカル PET の最前線. 先端医療研究所, 東京, 2004: 88–92.

### 肝臓癌

54. Iwata Y, et al: Clinical usefulness of positron emission tomography with fluorine-18-fluorodeoxyglucose in the diagnosis of liver tumors. *Ann Nucl Med* 2000; 14: 121–126.  
55. Ho CL, et al: <sup>11</sup>C-acetate PET imaging in hepatocellular carcinoma and other liver masses. *J Nucl Med* 2003; 44: 213–221.

### 膵臓癌

56. Delbeke D, et al: Optimal interpretation of FDG PET in the diagnosis, staging and management of pancreatic carcinoma.

*J Nucl Med* 1999; 40: 1784–1791.

57. Papos M, et al: The possible role of F-18 FDG positron emission tomography in the differential diagnosis of focal pancreatic lesions. *Clin Nucl Med* 2002; 27: 197–201.
58. Higashi T, et al: Diagnosis of pancreatic cancer using fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography (FDG PET) usefulness and limitations in “clinical reality.” *Ann Nucl Med* 2003; 17: 261–279.
59. Nakajo M, et al: FDG PET and PET/CT monitoring of autoimmune pancreatitis associated with extrapancreatic autoimmune disease. *Clin Nucl Med* 2007; 32: 282–285.

#### 前立腺癌

60. Seltzer MA, et al: Comparison of whole body <sup>11</sup>C-acetate and FDG PET in patients with prostate cancer. *J Nucl Med* 2000; 41: 142.
61. Kotzerke J, et al: <sup>11</sup>C-acetate positron emission tomography (PET) of prostate cancer-first clinical experience. *J Nucl Med* 2001; 42: 121.

#### 卵巣癌・子宮癌

62. Yen TC, et al: Value of dual-phase 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in cervical cancer. *J Clin Oncol* 21 (19): 3651–3658.
63. 田邊博昭: 15. 卵巣. FDG-PET マニュアル・検査と読影のコツ. インナービジョン, 東京, 2004: 203–208.

#### 悪性リンパ腫

64. Okada J, et al: The use of FDG-PET in the detection and management of malignant lymphoma: correlation of uptake with prognosis. *J Nucl Med* 1991; 32: 686–691.

#### 腎癌・膀胱癌

65. Kosuda S, et al: Preliminary assessment of fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in patients with bladder cancer. *Eur J Nucl Med* 1997; 24: 615–620.
66. Ramdave S, et al: Clinical role of F-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography for detection and management of renal cell carcinoma. *J Urol* 2001; 166: 825–830.