期末試験　令和7年1月8日（水）

C304　10:30 ~ 11：30　　選択問題100題

配布プリントに載せた問題 ＋α

2007年　国家試験　　解答　3

問題49　核医学診療に従事する診療放射線技師の対応で正しいのはどれか。

1. 始業点検で異常を認めたが、検査に支障がないと判断して記録および報告は行わなかった。

2. 新生児の検査の依頼があったが、必要性より被ばくを重視し検査を断った。

3. ICU入院患者への投与のため、ICU病室内に一時的に設定された管理区域に放射性医薬品を搬入した。

4. 検査終了後に患者本人から検査結果を聞かれたため、モニタで画像を確認し説明を行った。

5. 核医学検査後は介助する人の被ばくを無視してよい。

放射性薬剤の投与は管理区域内に限定されていたが、
１３年から集中治療室（ICU、CCU）での投与が許可された。
一般病室での放射性薬剤投与は現在でも禁止されている。

新生児の被曝は、相対的禁忌。
検査を行うほうが有用と思われる場合は実施する。
（判断は主治医に委ねる。）

検査装置に異常を発見した場合は必ず上司に報告する。

主治医以外は、検査所見を患者に伝えてはいけない。

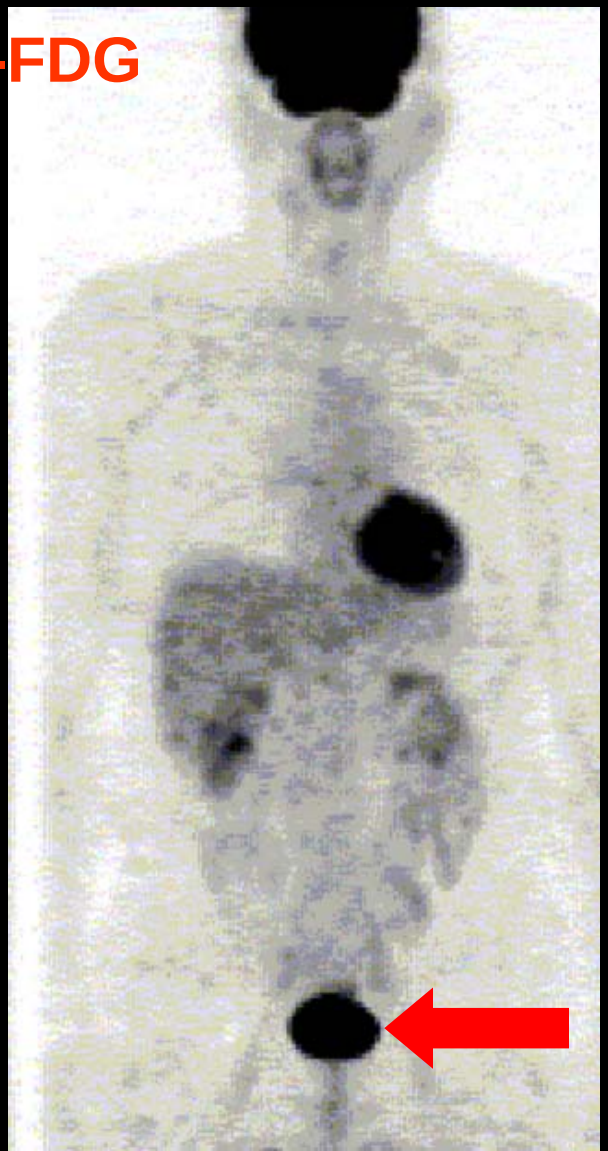
介助者（家族）には、特に尿汚染物（オムツ、下着）を
素手で扱わない、遠ざけるなど、被曝を避ける方法を伝える。

放射性薬剤の多くは投与直後から尿中に排泄されるので、

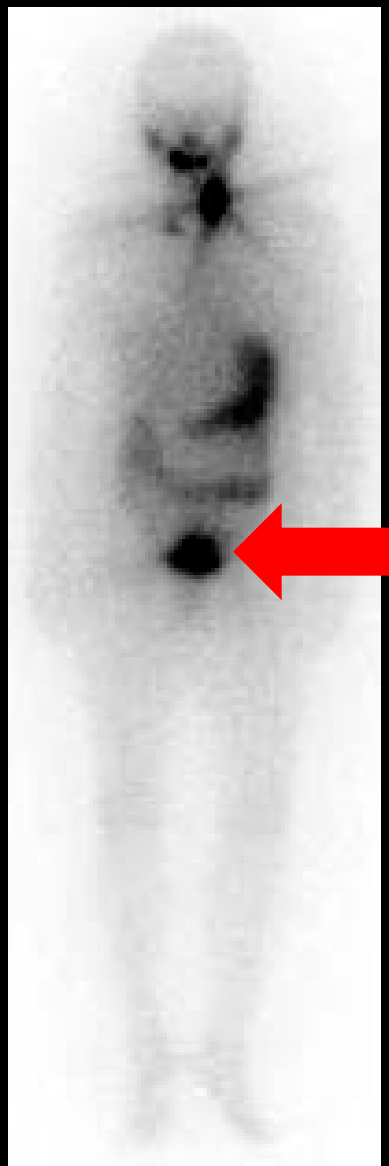
投与直後の排尿は、希釈槽に一旦貯留される管理区域内のトイレを

使用してもらう。 **オムツも放射能汚染物**として扱われる。

^{18}F-FDG



^{131}I



^{99m}Tc-MDP

2007年国家試験

健常人で有効半減期が最も短い放射性医薬品はどれか。

1. ^{99m}Tc－MAA
2. ^{99m}Tc－MAG 3
3. ^{99m}Tc－MDP
4. ^{99m}Tc－PMT
5. ^{99m}Tc－スズコロイド

解答　2

MAG3 は 尿酸の類似物質。 腎動態の薬剤。

速やかに尿へ排泄され、生物学的半減期は数十分。

$$\frac{1}{\text{有効半減期}} = \frac{1}{\text{物理的半減期}} + \frac{1}{\text{生物学的半減期}}$$

2007年国家試験

^{18}F－FDG PETが反映する生体情報で正しいのはどれか。

1. 血　流
2. 交感神経機能
3. 酸素代謝
4. 脂肪酸代謝
5. 糖代謝

解答　5

FDGはブドウ糖の類似物質。

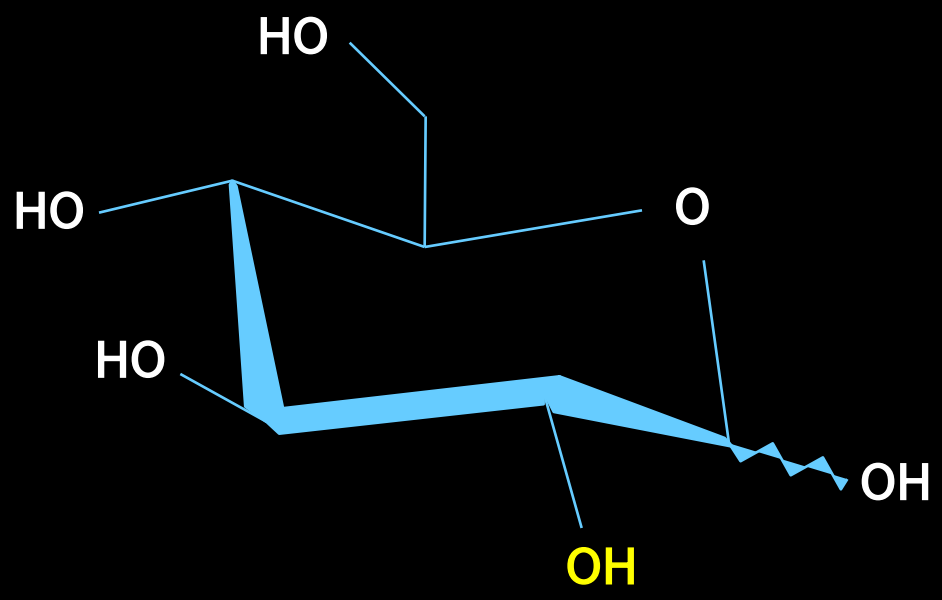
正常組織は脂肪酸を消費している。

癌、炎症組織、脳は ブドウ糖を消費している。

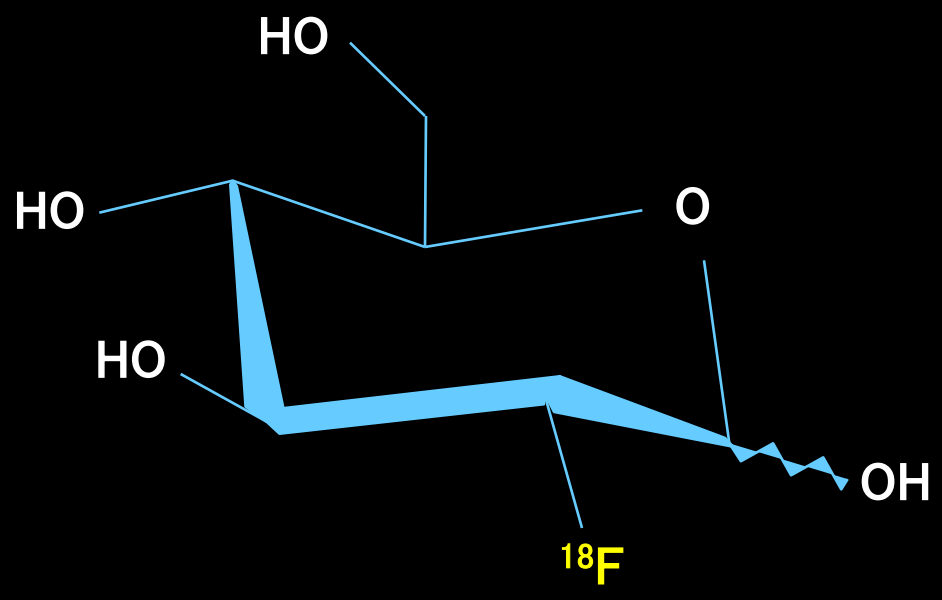
^{18}F−FDG は　ブドウ糖と同様に組織に摂取されるが

代謝されないので組織内に長く停滞し、

脳や病変のブドウ糖定量画像収集に有用な薬剤となる。

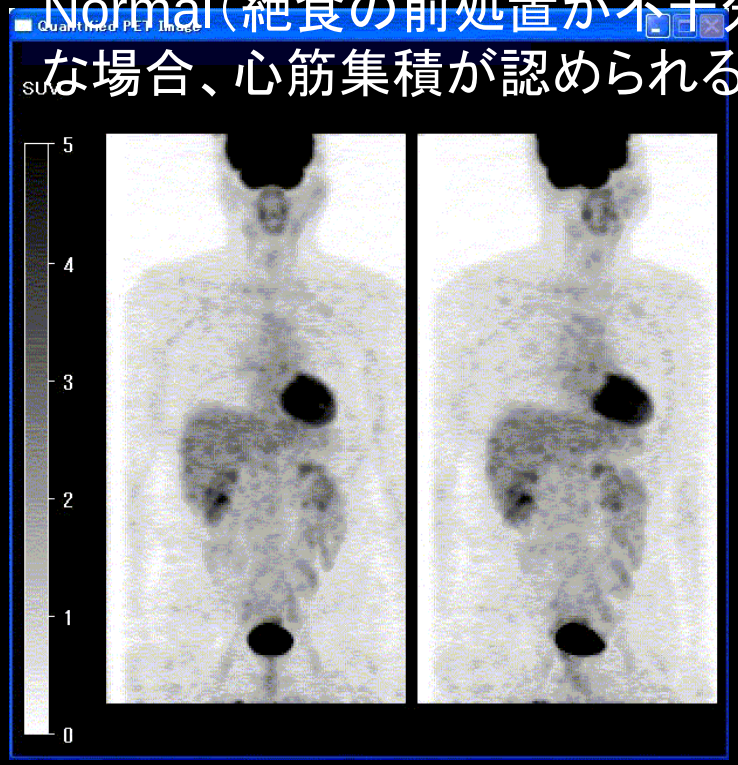


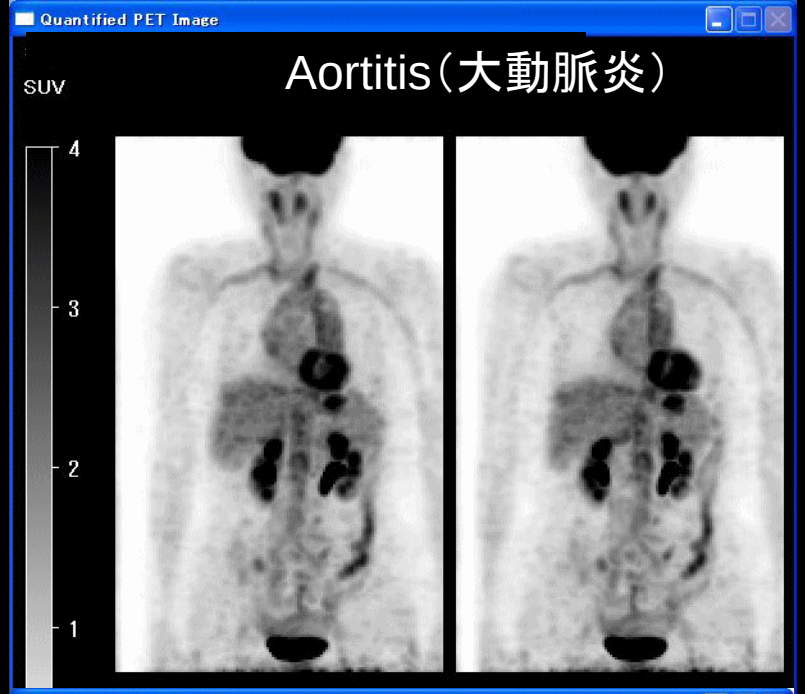
D−Glucose
ブドウ糖

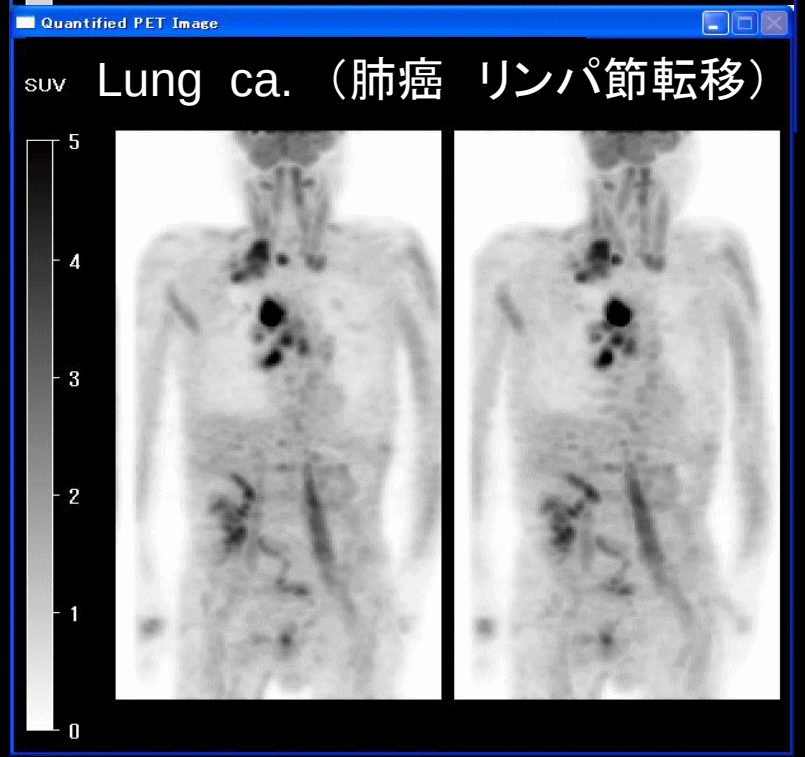


^{18}F−FDG

Normal（絶食の前処置が不十分な場合、心筋集積が認められる）







^{18}F-FDG PET

腫瘍、炎症のほかに

脳、尿、ときに心筋へ

正常集積を認める。

一般的に、体内組織は、エネルギー源として脂肪酸を摂取し、ミトコンドリア内のベータ酸化回路で脂肪酸からATP（アデノシン三リン酸）を産生する。
ベータ酸化回路はATP産生は多いが、酸素を多量に要求する。
癌細胞や炎症細胞など、急に出現した異常組織は、酸素を運ぶ赤血球の通路である血管が不備なので、酸素をあまり要求しない解糖系でATPを産生する。
解糖系はATP産生量が少ないので、普通の組織ではあまり稼働していない。
そのため、PET検査で、ブドウ糖と類似物質の放射性薬剤FDGを使うと、癌や転移病変を検出できる。

2015年国家試験　　解答　5

^{18}F－FDG 腫瘍 PET で有用性が最も低い癌種は。

1. 頭頸部癌
2. 食道癌
3. 肺　癌
4. 肝内胆管癌
5. 腎　癌

^{18}F-FDG の 正常集積部 の病変は検出困難。

尿（腎や尿路、膀胱）、脳、

早期胃癌は胃粘膜下に限局し、検出困難で

保健適応外

北大病院
核医学検査室
PET/CT装置
PET:
陽電子CT
Positron
Emission CT

FDG-PET の 健康保険適用疾患

1. てんかん（難治性、手術適応例）
2. 虚血性心疾患（viabilityの診断）
   心サルコイドーシス（致死性不整脈）
3. 悪性腫瘍 （早期胃癌を除く）
   （病理診断で悪性病変と確定した症例。
   他の画像で悪性腫瘍と判断される症例。
   悪性リンパ腫の治療効果判定。
   他の腫瘍で再発転移が確定の症例。）
4. 大動脈炎　高安動脈炎、巨細胞性動脈炎
   （平成30年から）

健康保険が適用となることの意味

医療費の7割が、国民の税金から支払われる。
国民は、収入の数％～10数％の金額を
健康保険料として税徴収されている。

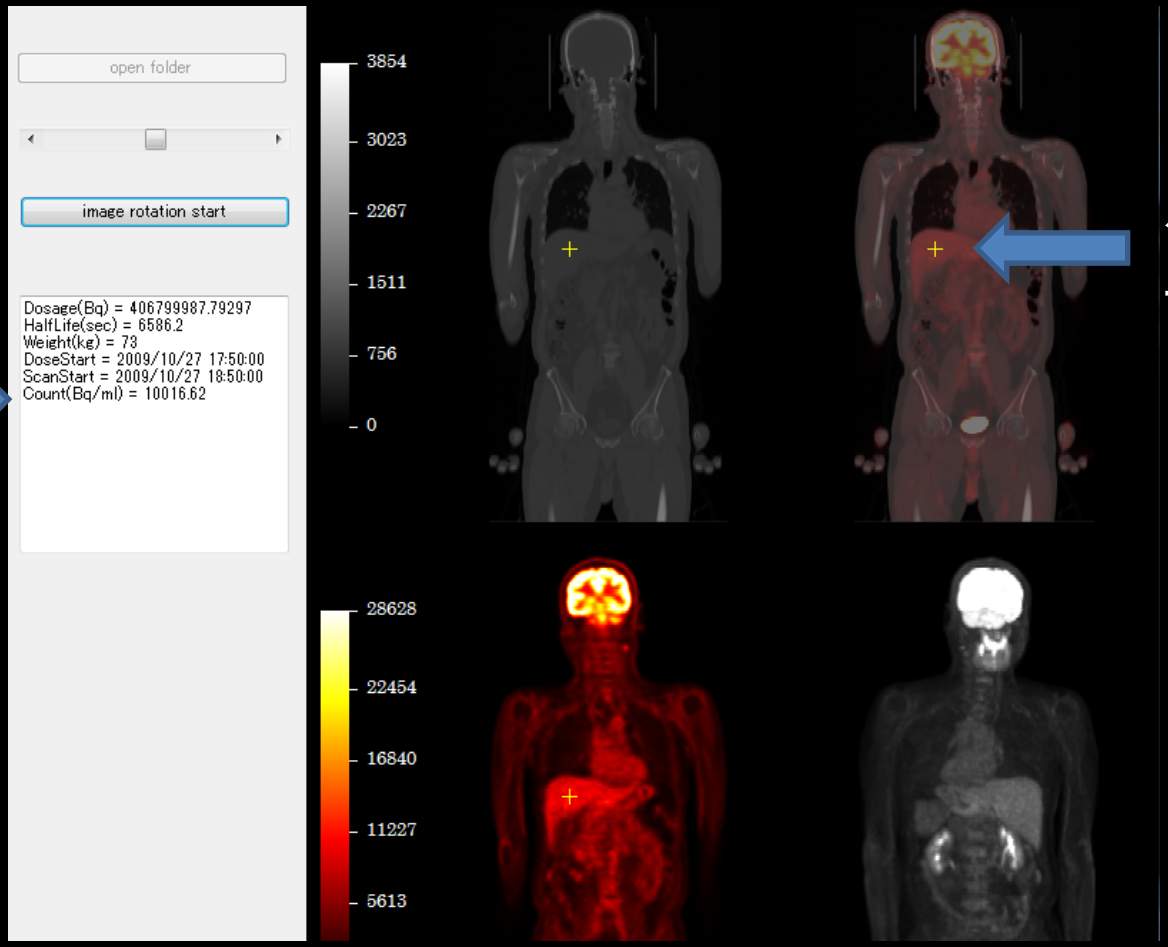
PET検査は約10万円。PET検査を受けた患者には
7万円が税金から補助される。

診断的な意味のないPET検査に保険が適用されると、税金の7万円が無駄遣いになる。

全ての検査や治療は、医学的に意味がなければ
税金の無駄遣いをなくすため保険が適用されない。
（それでも、あえて検査や治療を希望する患者は、
全額自己負担とする。これを自由診療という。）

CT・PET・fusion画像のいずれかをクリックすると、
その部位の集積が表示される。
クリックした点は黄色十字で示される。

クリックした
部位のカウント



クリックした
部位

FDG-PET画像から 病変の SUV を算出する。

SUV (Standardized Uptake Value)

$$= \frac{\text{病変の放射能濃度（Bq/ml）}}{\text{体内平均放射能濃度（Bq/ml）}}$$

（ 投与量（Bq） / 体重（g） ）

分子と分母の放射能は時刻を合わせる（半減期補正をする）必要がある。

病変の放射能濃度が体内平均の何倍かを示す半定量値。 正常値は１。

2.5～３以上を病的集積と考える。

平成26年　診療放射線技師国家試験　　解答　2

10 時に 200 MBq であった ^{18}F−FDG を 10 時 55 分に患者に投与した。
11 時 50 分に撮影を開始し、13 時 40 分に解析を行ったところ、
病巣部の放射能測定値 は 12,000 Bq/cm^3 であった。SUV 値はどれか。
ただし、患者は身長 150 cm、体重 50 kg とし、人体の密度を 1 g/cm^3、
^{18}F の物理 的半減期を 110 分とする。

1.　3　　2.　6　　3.　9　　4.　30　　5.　60

撮像開始時刻の 11時50分における放射能を計算する。

患者体内の放射能は、200 x (1/2) = 100 MBq

体内平均濃度は、100 MBq / 50 kg = 2000 Bq / ml

病変のSUVは、12000 / 2000 = 6.0 （倍）

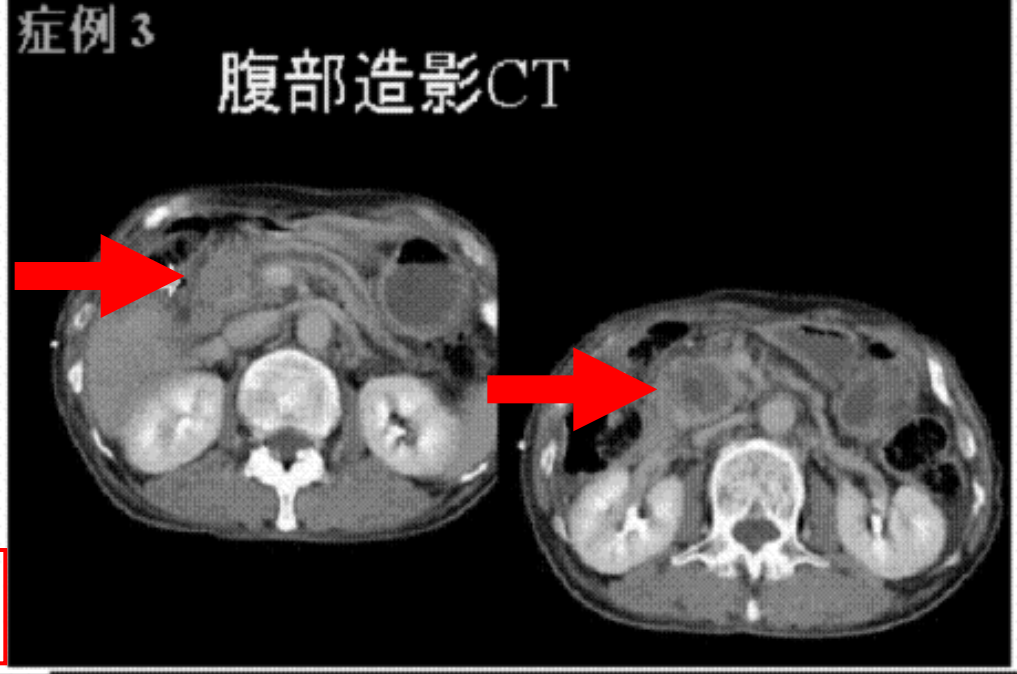
（SUVに定量的単位はない。SUVは半定量値である。）

膵頭部癌　Panc. head ca.

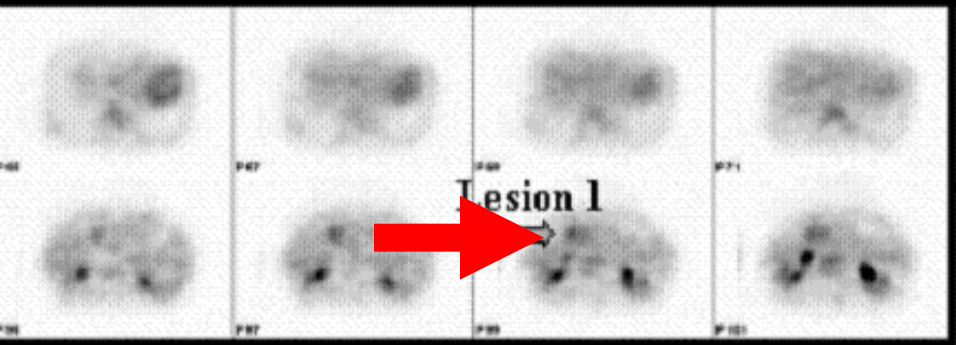
食後に実施した FDG PET では、病変部の SUV 2.2

空腹時に再検査して SUV 3.4 に上昇。

FDG-PETは、空腹時に行う。



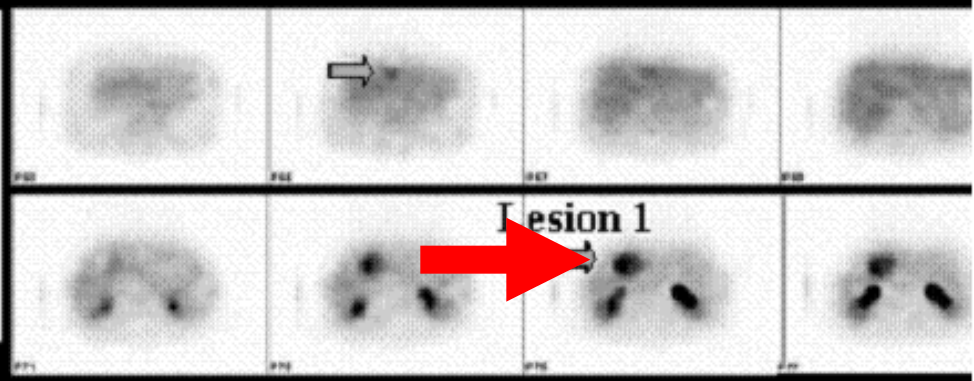
症例3：　FDG-PET（1回目）



SUV 2.2　Lesion1 5029Bq/ml

前処置：検査3時間前に食事(just after meal)。
検査時血糖 BS 167mg/dl

症例3：　FDG-PET（2回目）



SUV 3.4　Lesion1　8251 Bq/ml

前処置：検査前夜より絶食(fasted all night)。
検査時血糖95mg/dl

^{18}F-FDG PET 検査では、検査６時間前から患者に絶食および甘味飲料の中止を依頼するが、それが守られなかった状態で実施した ^{18}F-FDG PET 検査は、どのような問題点が生じるか。FDG の薬理的性質を基にして説明せよ。

^{18}F-FDG はブドウ糖の類似物質である（２点）。腫瘍や炎症病変にはブドウ糖が集積するので、類似物質の ^{18}F-FDG も集積する。しかし絶食の前処置が守られないと ^{18}F-FDG 投与時に患者血中のブドウ糖が多くなる（高血糖）（２点）。高血糖状態では、腫瘍や炎症病変にはブドウ糖が多量に集積し、病変への ^{18}F-FDG 集積量が減少するので（競合が生じる）（２点）、PET 画像で病変の描出が低下し、SUV も低下するため（２点）、病変の診断が困難になる（２点）。

2007年国家試験　　解答　4

PET 装置の性能で誤っているのはどれか。

a．検出器素子が小さいほど空間分解能が良くなる。

b．視野中心から遠ざかると空間分解能が悪くなる。

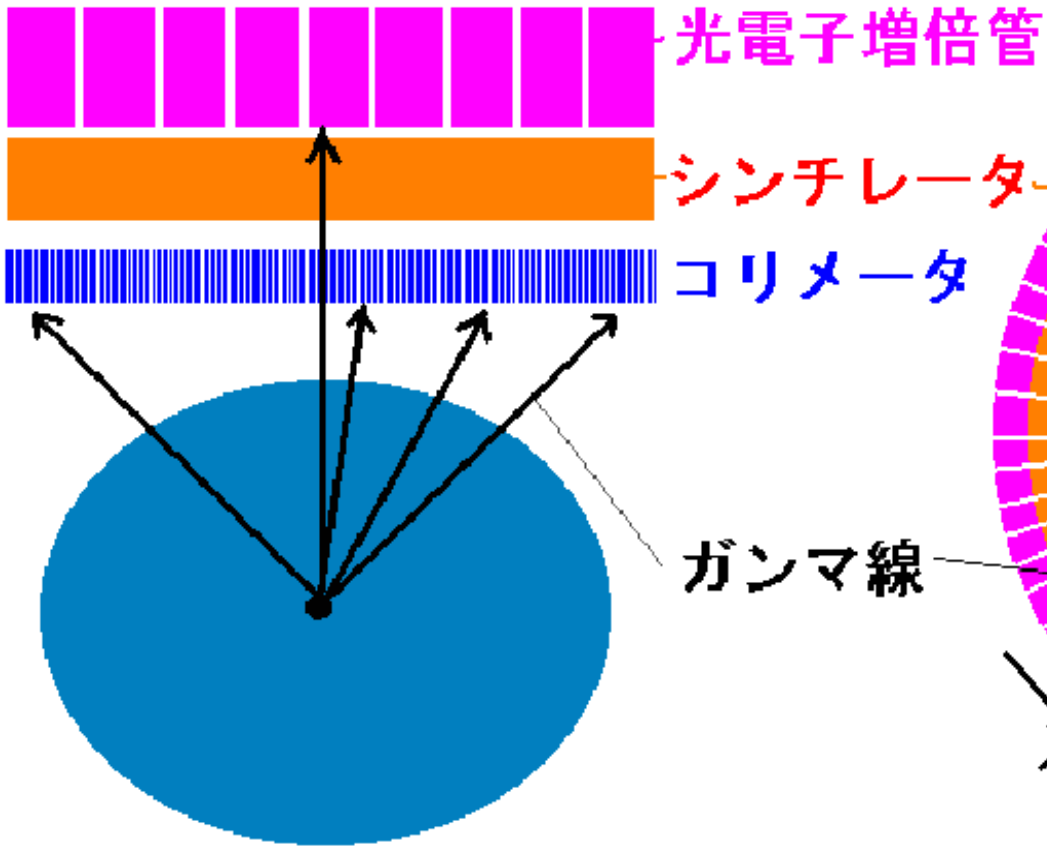
c．リング径が大きくなると空間分解能が良くなる。

d．相対発光量は BGO より LSO のほうが少ない。

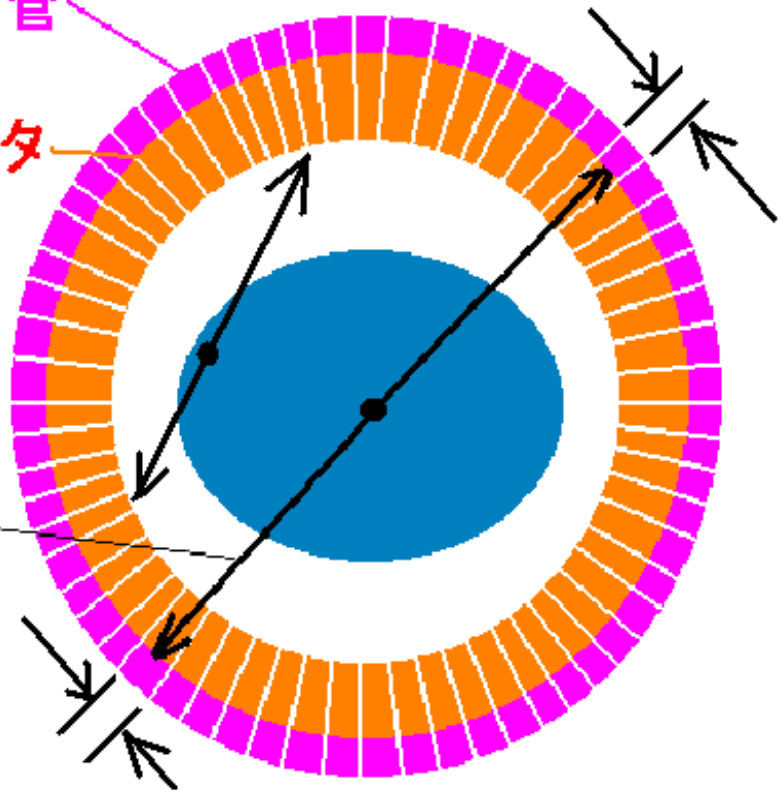
e．同時計数分解時間が短いほど計数率特性が良い。

1．a、b　　2．a、e　　3．b、c　　4．c、d　　5．d、e

従来のシンチカメラ



PET



SPECTとは逆に、
PETは画像の中心部ほど
分解能が良い。
（辺縁部からのγ線はシンチレータに垂直に入射しないので検出効率が悪い）

PET装置の分解能は
シンチレータが小さいほど
向上する。

PETのリング径と分解能は
無関係

表 3・6　おもな PET 検出器用シンチレータ

シンチレータ	NaI (NaI : Tl)	BGO ($Bi_4Ge_3O_{12}$)	LSO (Lu_2SiO_5 : Ce)	GSO (Gd_2SiO_5 : Ce)	BaF_2
実効原子番号	51	74	66	59	54
密度〔g/cm^3〕	3.7	7.1	7.4	6.7	4.9
減弱係数〔cm^{-1}〕	0.34	0.92	0.87	0.66	0.48
発光量（相対値）	100	10	75	18	8
光の減衰時間〔nsec〕	230	300	40	30～60	0.8
エネルギー分解能〔%〕	8	18	12	8	—

（注）　減弱係数は 511 keV の消滅放射線に対する値.

LSOは発光量が多い。 BGOは発光量が少ない。

光の減衰時間が短いLSO、GSOは数え落しが少ない。

（　同時計数分解時間が短い。 計数率直線性がよい。）

GSO, LSOはエネルギー分解能が良い。

（コンプトン散乱成分を除去しやすいので、分解能が向上する。）

2015年国家試験　　解答　5（4も正解）

0.511 MeV の光子に対するシンチレータの特性で、BGO に比して LSO に特徴的なのはどれか。

1. 線減弱係数が大きい。
2. 相対発光量が小さい。
3. 発光減衰時間が長い。
4. 実効原子番号が小さい。
5. エネルギー分解能が良い。

2007年国家試験　　解答　3

正しい組合せはどれか。

1. ウエル形シンチレーションカウンタ － 線源の校正

2. ベンダー形(多結晶形)ガンマカメラ － 全身シンチグラフィ

3. 摂取率測定装置 ―――――――――― 甲状腺機能測定

4. 半導体カメラ ―――――――――― 血液試料の放射能測定

5. 全身計測装置 ―――――――――― 骨塩量の測定

半導体カメラ　：シンチレータの替わりに半導体（CdTe）を使用したPET、ガンマカメラがある。エネルギー分解能が良い。

シンチレーションカウンタは微弱な放射能の測定に用いる。校正用線源をシンチレーションカウンタで測ると数え落としによる誤差が大きい。
電離箱検出器で測定する。

多結晶型ガンマカメラ: 小さいシンチレータ（NaI）を並べて作った旧式のガンマカメラ。感度均一性を保ちにくい。現在では単結晶型カメラがほとんど。

骨塩量（骨密度）測定は、腰椎や踵骨など局所的にX線やRIのγ線で測定する。

2007年国家試験　　解答　1

核医学検査の画像処理で誤っている組合せはどれか。

1. 甲状腺摂取率 ―――――― 時間放射能曲線
2. レノグラム ―――――― 関心領域
3. 左室壁運動 ―――――― 輪郭抽出
4. 動態画像 ―――――― 時間スムージング
5. 副甲状腺シンチグラフィ ― 画像サブトラクション

甲状腺ヨード摂取率試験　（現在はガンマカメラで撮った画像で行う）

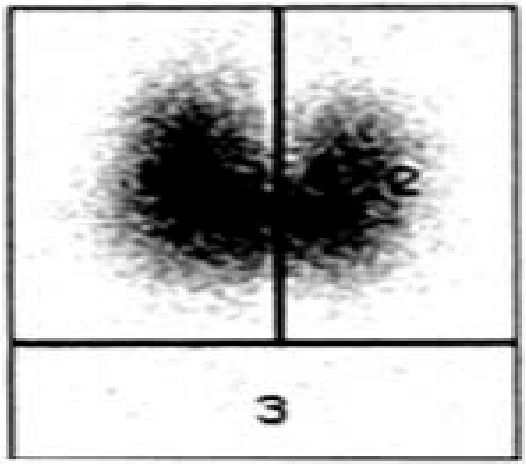
^{123}I を内服　（現在では^{131}Iは甲状腺ヨード摂取率試験には使わない）

24時間後（必要あれば3時間後も）に甲状腺への^{123}I摂取量を測定。

内服した放射能の10～40%が正常。 24時間値が3時間値より高いのが正常。（逆なら甲状腺ホルモン産生障害（ヨード有機化障害））

検査の前処置として1～2週間のヨード制限食が必要。

*** 123-I THYROID UPTAKE RATE ***



PATIENT NAME
:
PATIENT #
: 89-02105-5
STUDY DATE : 03/05/08

	RIGHT	LEFT	TOTAL
UPTAKE RATE :	27.02	18.48	45.49 [%]

2007年国家試験　　解答　4

負荷検査で誤っている組合せはどれか。

1. 唾液腺シンチグラフィ ── レモン
2. 甲状腺シンチグラフィ ── 甲状腺ホルモン(T_3)
3. 心筋血流シンチグラフィ － 運　動
4. 腎シンチグラフィ ──── アセタゾラミド(ダイアモックス)
5. 副腎皮質シンチグラフィ － デキサメサゾン

腎動態シンチグラフィの負荷薬は ラシックス （Lasix 利尿剤）

アセタゾラミド（薬品名　ダイアモックス Diamox）
炭酸脱水素酵素阻害剤。
利尿作用。　血管拡張作用。

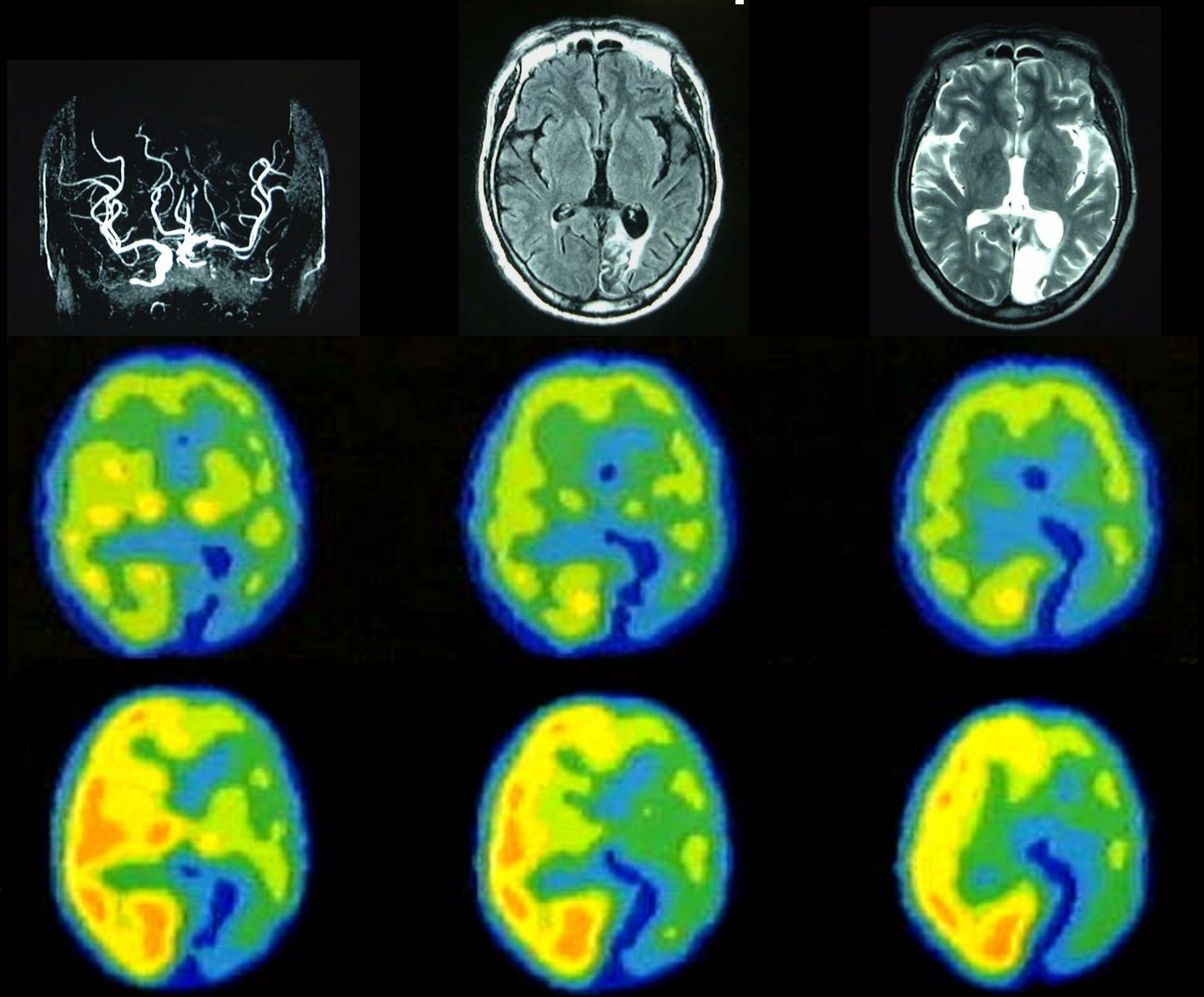
脳血管が正常な部位では脳血流が1.5～2 倍になる。
（脳血管が狭窄している部位では増加が乏しい。）
主に ^{123}I-IMP 脳血流SPECT に用いる。
（^{99m}Tc-HMPAO,ECD でも使うが、血流増大が分かりにくい。）
RI 投与10分前に 2バイアル（瓶）（1g）静脈注射。
利尿作用を伴うので検査前に排尿をしてから実施。

左内頚動脈狭窄、左後頭葉梗塞
Lt IC Occlusion + Lt Occipital infarction

MRI

IMP
REST

IMP
Diamox



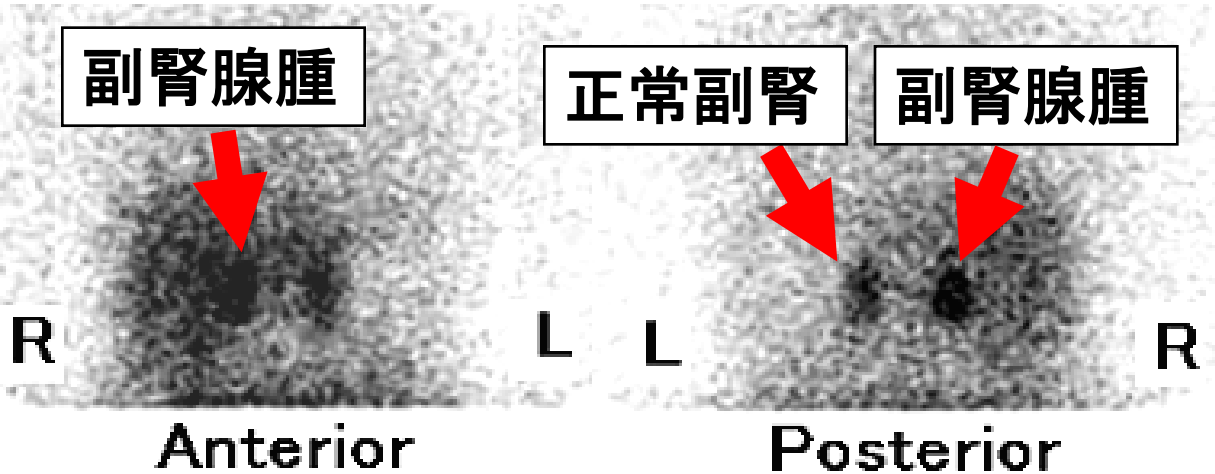
デキサメサゾン負荷によって 副腎皮質腺腫の鑑別ができる。
コーチゾル産生腺腫（Cushing 症候群）か、
アルドステロン産生腺腫（原発性アルドステロン症）か。

負荷なしの画像では右副腎の集積が明らかに高いので、
左側の正常副腎への集積が正常か低下しているか判断困難。

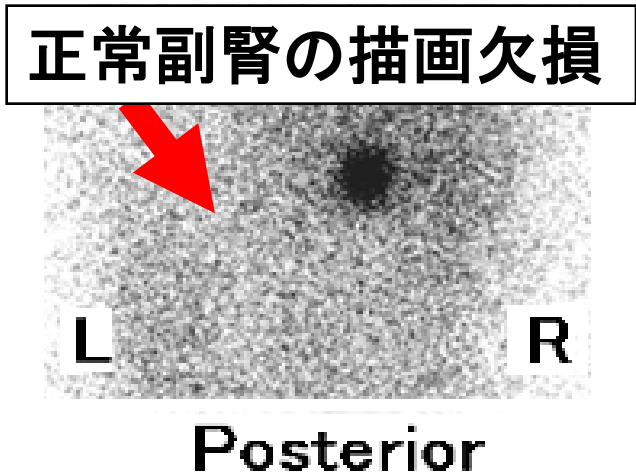
デキサメサゾン負荷で ACTH が抑制され、左副腎の集積が低下した。
はじめから ACTH が抑制されている コーチゾル産生腺腫ではない。

右副腎皮質の アルドステロン産生腫瘍 と診断。

負荷なし



デキサメサゾン負荷



2007年国家試験　　解答　3

髄腔内投与をする放射性医薬品はどれか。

1. ^{99m}Tc－ECD
2. ^{99m}Tc－HMPAO
3. ^{111}In－DTPA
4. ^{111}In－塩化インジウム
5. ^{123}I－IMP

静脈注射しない放射性薬剤

^{111}In-DTPA　腰椎穿刺

^{81m}Kr、^{133}Xe、^{99m}Tc-DTPAエアロゾル、^{15}O-CO_2　吸入

^{99m}Tc-HSA、^{99m}Tc-Snコロイド　リンパ節撮像時は 皮下注射

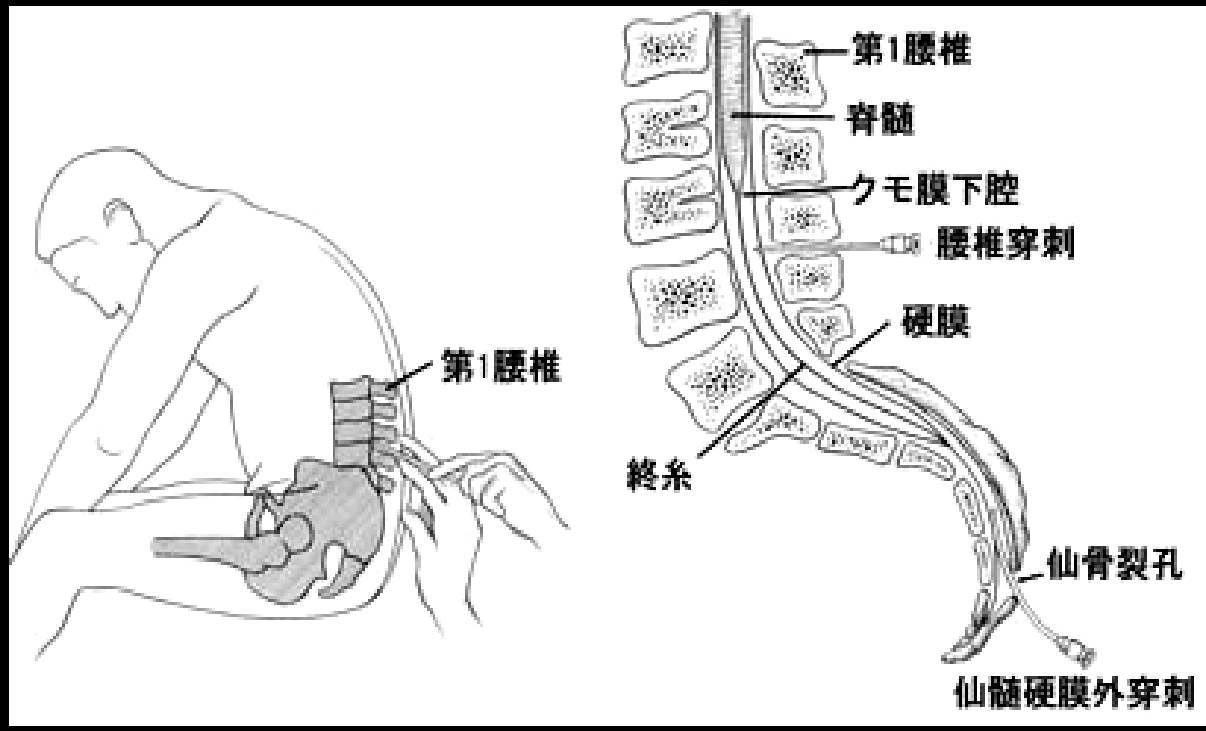
^{111}In-DTPA cisternography　脳槽シンチグラフィ

^{111}In　173 keV、 MEGPコリメータ、 半減期2.8日

^{111}In-DTPAを脊髄腔に 37MBq 注入（腰椎穿刺）。

注入直後に腰椎背面撮像（穿刺が成功したか確認）

3, 6, 24, 48 時間後に頭部正面、側面を撮像。



2007年国家試験　　解答　4

^{131}I－MIBGシンチグラフィの適応疾患はどれか。

a．クッシング症候群

b．下垂体腺腫

c．褐色細胞腫

d．神経芽(細胞)腫

e．肺　癌

1. a、b　2. a、e　3. b、c　4. c、d　5. d、e

Pheochromocytoma

褐色細胞腫

骨転移

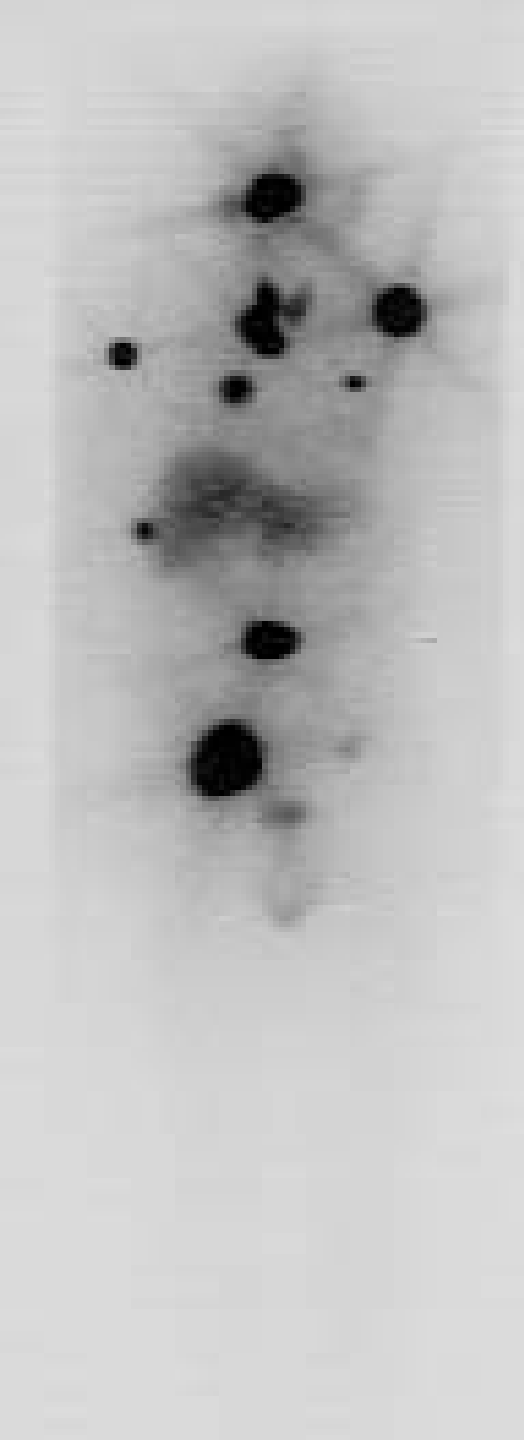
交感神経組織の腫瘍

褐色細胞腫

神経芽細胞腫

^{131}I－MIBG

交換神経組織に集積



2007年国家試験　　解答　2

心臓核医学検査で正しいのはどれか。

1. ^{99m}Tc－MIBI は心筋の交感神経活性を画像化している。

2. ^{99m}Tc－PYP(ピロリン酸)は急性心筋梗塞巣に集積する。

3. ^{123}I－MIBG は心筋の脂肪酸代謝を画像化している。

4. ^{201}Tl－塩化タリウムは受動拡散によって心筋に取り込まれる。

5. 心プールシンチグラフィには ^{99m}Tc－MAA を用いる。

^{99m}Tc-PYP myocardial scintigraphy、SPECT

- 99mTc　141keV
- LEHR または LEGP コリメータ

^{99m}Tc-PYP (pyrophosphate) (ピロリン酸)

370～740MBq 静脈投与

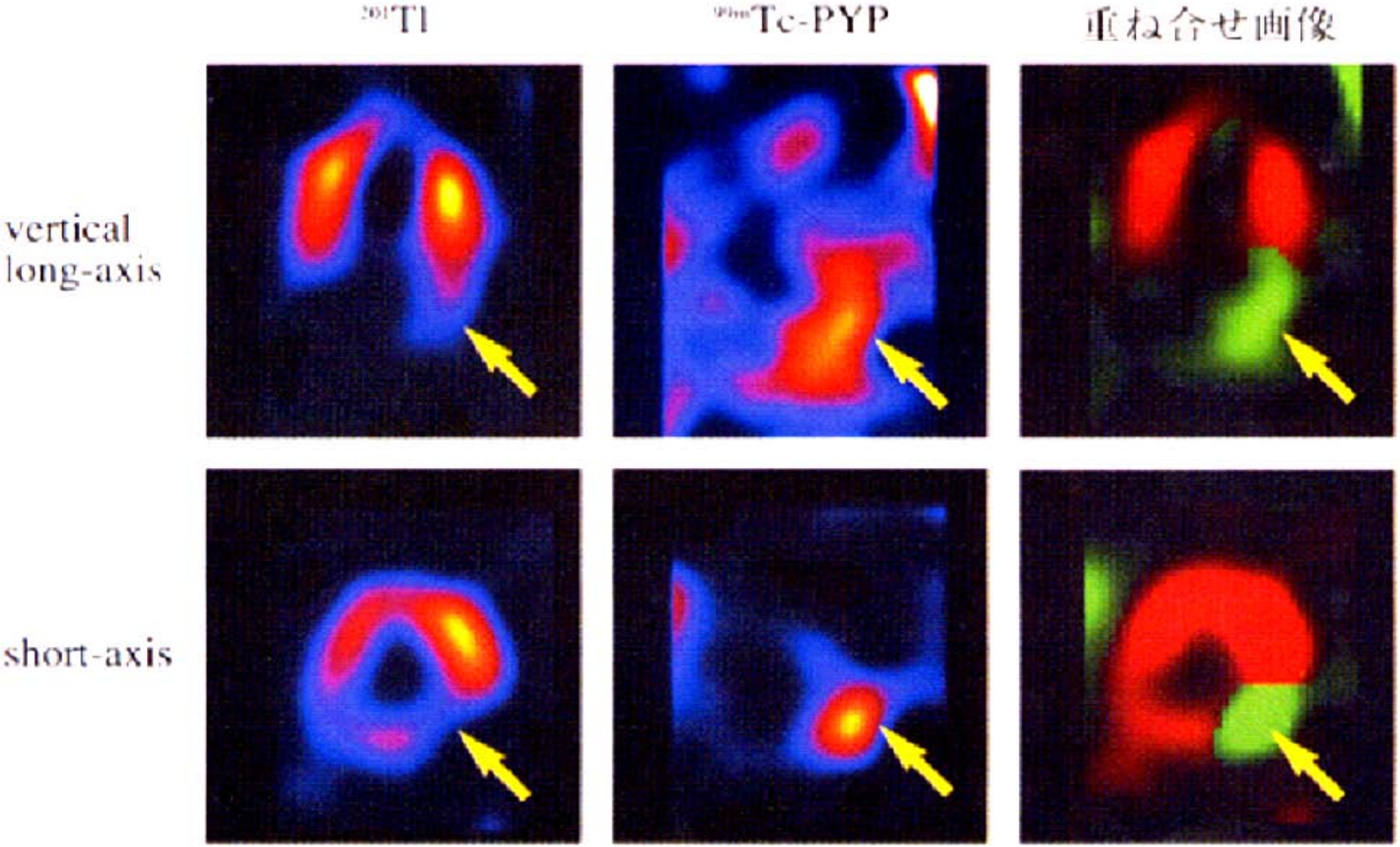
急性心筋梗塞（AMI）発症2～3日後に行う.

発症1週間以上経つと病変にピロリン酸集積なし.

投与後3，4時間後に血液中、心内腔の放射能が低下した時間に撮像する.

プラナー像とSPECT像を撮る.

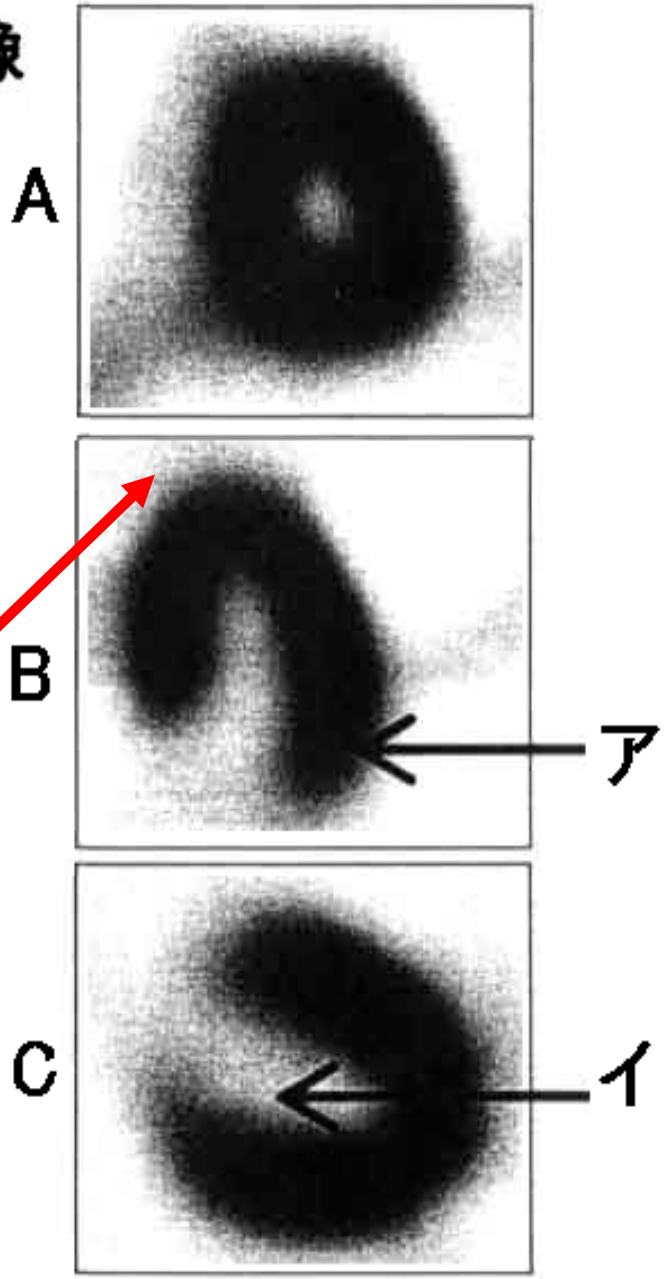
^{99m}Tc のγ線は主に 141 keV、^{201}Tl のγ線は主に 71 keV
心筋の　201Tl 分布は心筋血流、99mTc-PYP (ピロリン酸）分布は急性心筋梗塞　（　発症2，3日後が集積しやすい　）



2007年国家試験　解答　4

^{201}Tl－塩化タリウムを用いた心筋 SPECT 像を示す。　誤っているのはどれか。

1. 心軸を基準に再構成した画像である。
2. A は短軸断層像を示す。
3. B は水平面長軸断層像を示す。
4. アは心尖部を示す。
5. イは心内腔を示す。



心尖部（apex）は ここ

ア は 心基部（base）

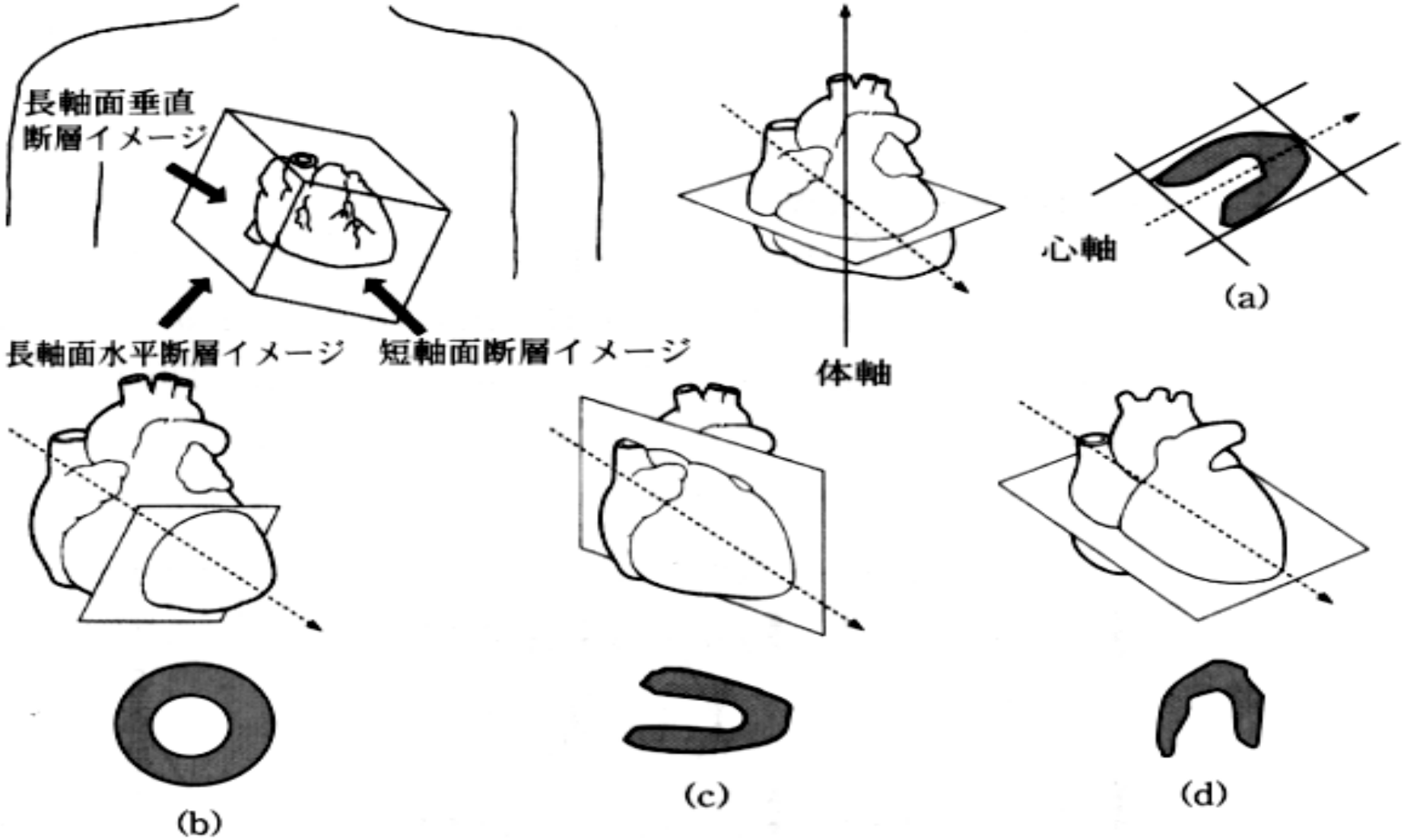


図 4・32　心筋 SPECT における各断面画像

(a)　横断面断層像（transaxial）
(b)　短軸断層像（short axis）
(c)　長軸面垂直断層像（vertial long axis）
(d)　長軸面水平断層像（horizontal long axis）

心筋SPECTにおける長軸面水平断層像は
心尖部が上になるように表示されているのは、

長軸面水平断層像はCT画像の断面像に近く、

CT像は、心尖部が上になっているので、
CT画像に慣れている放射線科医にとって、
分り易いからです。

2007年国家試験　　解答　4、5

^{99m}Tc－DTPA を用いた腎動態シンチグラフィで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 放射性医薬品投与前には飲水制限を行う。
2. コリメータは中エネルギー用を用いる。
3. エネルギーピークを 71 keV に設定する。
4. 後面像を撮影するのが一般的である。
5. 放射性医薬品静注直後から連続的に撮影する。

腎動態検査（レノグラフィ）　前処置：30分前に250ml飲水

^{99m}Tc-DTPA　141 keV　LEHRコリメータ

DTPA（diethylene triamine penta-acetic acid）はキレート剤。

金属を包んで尿へ排泄する。金属中毒の解毒剤。

（Gd-DTPA は、MRI の造影剤として利用される。）

糸球体から尿へ濾過される。糸球体濾過率（GFR）の測定。

投与量　200MBq（大人）

^{99m}Tc-MAG3、^{131}I-OIH（馬尿酸）

糸球体および近位尿細管から尿へ排泄される。

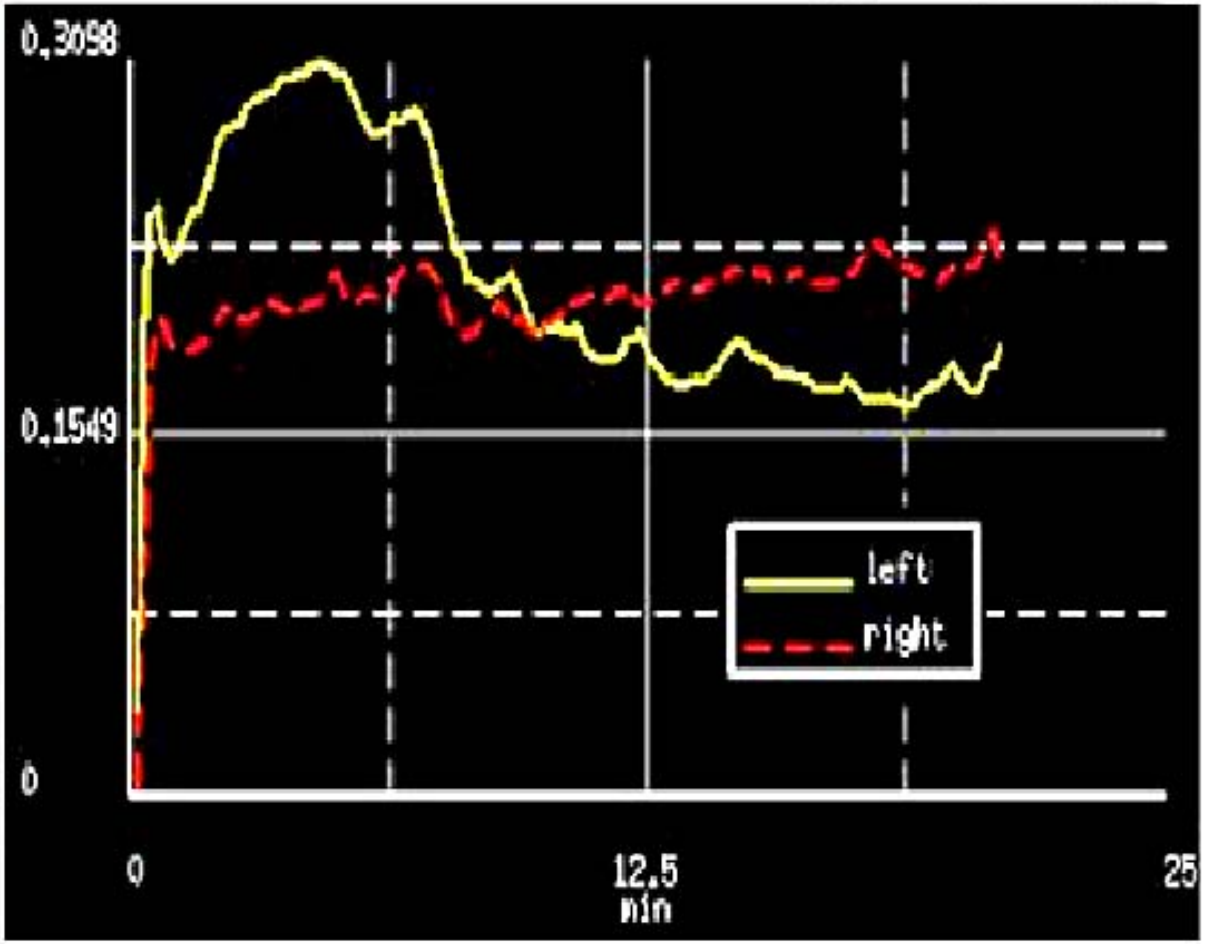
有効腎血漿流量（ERPF）の測定。

投与量　^{99m}Tc-MAG3　200MBq（大人）

^{131}I-OIH　10MBq（大人）（β線放出核種）

^{99m}Tc-DTPA renography

	Left	Right	Total
Tmax (min) :	4.50	20.83	
Cmax (kcpm) :	5.54	4.27	
T1/2 (min) :	14.33	0.17	
Counts (kcpm) :	67.81	48.63	116.44
Uptake (%) :	3.79	2.72	6.51
Split (%) :	58.23	41.77	100.00
GFR (ml/min) :	33.27	23.74	57.01
Normalized GFR (ml/min) :	69.87		



左腎機能は正常下限 GFR=33ml/min（正常 35 以上）

右腎機能は低下　　GFR=24ml/min

分腎比　右：左＝42：58　右分腎比低下

2007年国家試験　　解答　3、5

センチネルリンパ節シンチグラフィで
正しいのはどれか。2つ選べ。

1. ^{67}Ga－クエン酸ガリウムが用いられる。

2. 悪性リンパ腫によく用いられる。

3. ガンマプローブで高集積部位を検出する。

4. 全身のリンパ節病変を検出できる。

5. 放射性薬剤を腫瘍の近傍に投与する。

センチネルリンパ節シンチグラフィ

Sentinel lymph node scintigraphy

Sentinel【名】番人,見張り(guard)

皮膚腫瘍、乳癌など体表近傍の病変周囲に4箇所ほど（1箇所 18.5MBq）^{99m}Tc-HSAまたは^{99m}Tc-Sn-colloidを皮下注射し、病変から出るリンパが流れ込むリンパ節（センチネルリンパ節）を探す検査。

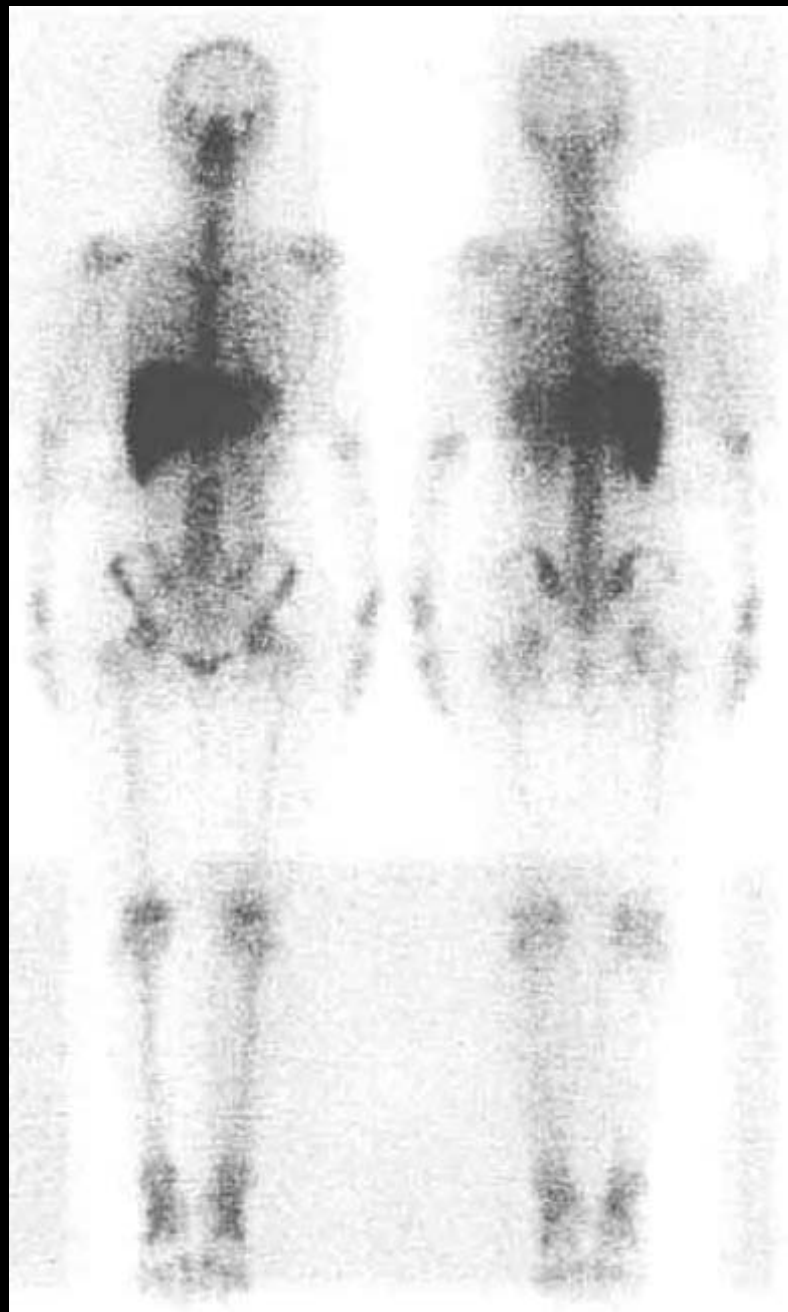
手術直前に実施、画像を撮像し、さらに術中にガンマ線検出器でセンチネルリンパ節を捜査する。

手術でセンチネルリンパ節を摘出し、術中に迅速病理診断で、そこに転移がなければ、他部位にもリンパ節転移なし、と判断する。

2007年国家試験　　解答　1

異常なしと判定された
全身シンチグラムを示す。
投与されたのはどれか。

1. ^{67}Ga－クエン酸ガリウム
2. ^{99m}Tc－スズコロイド
3. ^{99m}Tc 標識リン酸化合物
4. ^{111}In－塩化インジウム
5. ^{201}Tl－塩化タリウム



^{111}InCl Bone marrow scintigraphy 骨髄シンチグラフィ

^{111}In 171 keV, 245 keV

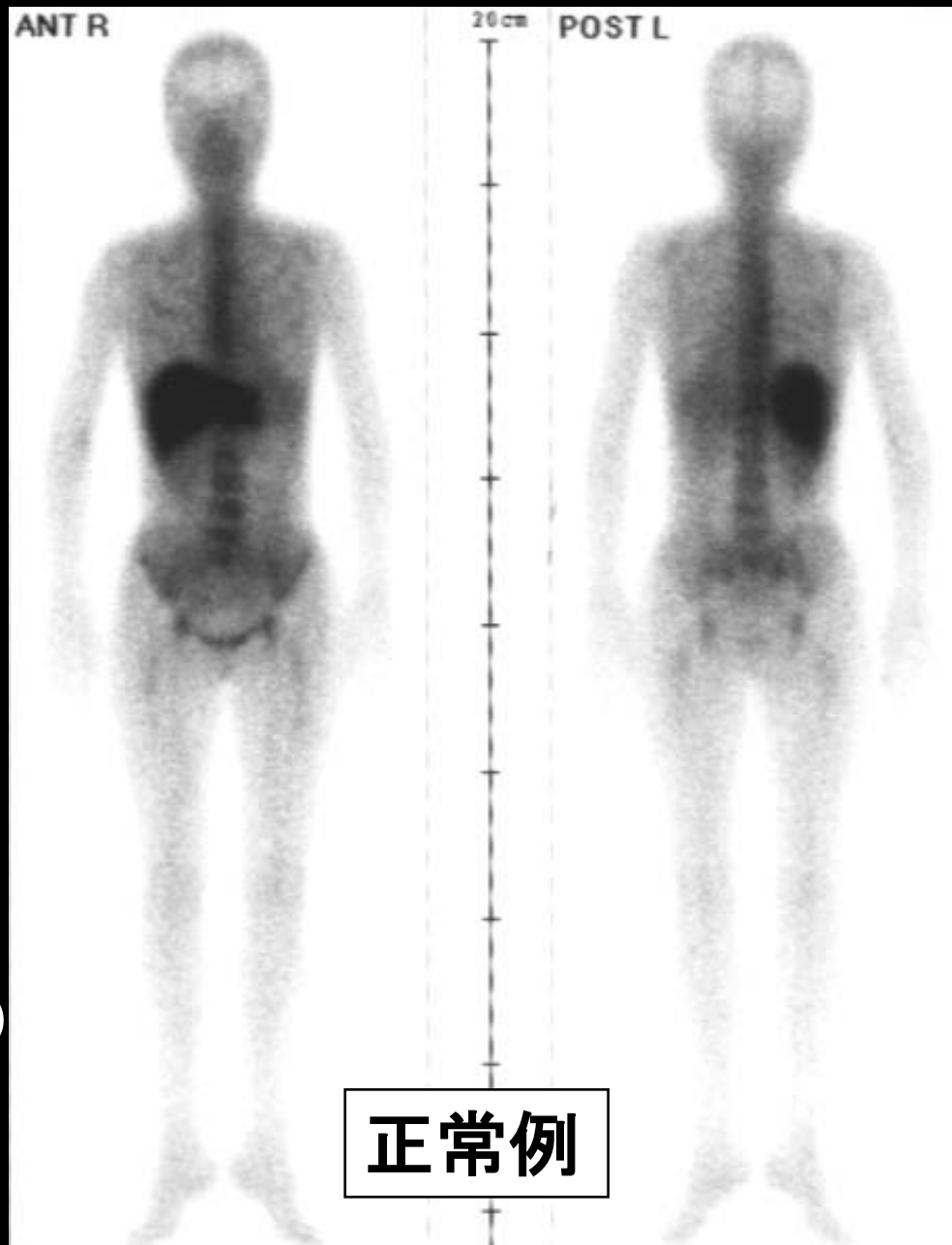
MEGP コリメータ

111 MBq投与

48～72時間後に撮像

^{111}Inは、Feと類似の分布を示し、血液中のトランスフェリン（鉄を骨髄に運ぶタンパク質）と結合して造血骨髄（赤色骨髄）に集積する。（正常では中心骨髄、四肢骨近位）

遠位、末梢骨には分布しない。



2007年国家試験　　解答　5

非密封放射性同位元素治療（RI 内用療法）に用いるのはどれか。

1. ^{51}Cr
2. ^{99}Mo
3. ^{111}In
4. ^{123}I
5. ^{131}I

^{131}I、^{89}Sr　が治療に使用可能。内服治療に適する核種の条件は、

1. 病変に特異的に集積する。
2. 病変に長く停滞する。
3. 病変以外の組織には停滞しない。
4. ベータ線を放出する。
5. 物理的半減期が長い。

前立腺癌骨転移患者の疼痛緩和に対する
ラジウム223（^{223}Ra）の投与治療。
商品名 ： ゾーフィゴ （2016年に承認）

^{223}Ra の物理的半減期は 11日。
アルファ線を放出し骨転移組織を消滅。
アルファ線は組織内では 0.1mmしか飛ばない。
ガンマ線を放出しないので、患者の体表面から放射能はほとんどない。
すぐ一般公衆へ退出できる。外来治療が可能。

^{223}Ra を4週間おきに静脈注射（最大6回まで）。
１回（約3～6MBq） で 68万円。

ラジウムがカルシウムと類似の性質を持ち、
骨転移病変に強く集積し、疼痛緩和の効果を得られる。

2015年国家試験　　解答　3

甲状腺機能亢進症の ^{131}I 内照射療法における甲状腺線量推定に必要でないのはどれか。

1. ^{131}I 投与量
2. 甲状腺重量
3. 尿中 ^{131}I 排泄量
4. 甲状腺 ^{131}I 摂取率
5. 甲状腺 ^{131}I 有効半減期

RI の 内照射治療の効果推定に必要な項目は、

RI の投与量 と 有効半減期と、

標的臓器や病変の 重量 と RI摂取率。