

問題 49 核医学検査従事者が注意すべき点で誤っているのはどれか。

1. 放射性医薬品を床にこぼした時はモップで拭き取る。
2. 電話による検査結果の問い合わせには安易に答えない。
3. 注射時は注射器用の速へい筒を使用する。
4. 装置の始業点検結果を記載する。
5. MRSA 感染患者の検査は一日の最後に行う。

RI をこぼした場合、**最優先することは汚染範囲を拡大させないこと**であり、柵や目印の設置と、周囲の人々や管理者への連絡を速やかに行う。

あらゆる検査結果は、主治医に報告するのみ。
本人およびその他の人には知らせない（自殺等の防止）。

MRSA とは、メチシリン耐性ブドウ球菌。院内感染の原因。抗生物質に抵抗性を持つ細菌。治療薬がない。
健常者には影響はないが、化学療法中の癌患者など、免疫力が低下した人には治療困難な肺炎などを起こす。
感染者の検査は、装置に感染予防シートを張って、最後に行い、終了後は検査装置の十分な消毒作業を行って**感染拡大の防止に努める。**

2005年国家試験

問題 49 核医学検査に携わる診療放射線技師の対応で誤っているのはどれか。

1. 放射性医薬品を準備室に保管する。
2. 検査手順と検査時間とを患者に説明する。
3. 検査内容と放射性医薬品との合致を確認する。
4. 検査終了後は患者を管理区域出口まで誘導する。
5. ガンマカメラの始業点検を行い、その状況を記録する。

解答 1

放射性薬剤は、**貯蔵室または貯蔵箱に保管**する。

準備室とは、放射性薬剤を投与する準備を行う所。

2005年国家試験

問題 50 核医学検査で従事者が注意すべき点について誤っているのはどれか。

- a. 妊娠は相対的禁忌である。
- b. 投与後は鉛衝立で被ばく防止に努める。
- c. 投与直後は管理区域内のトイレを使用させる。
- d. 入院患者は一般病棟で放射性医薬品を投与してよい。
- e. 放射能汚染された紙おむつは一般ゴミとして廃棄できる。

1. a、b 2. a、e 3. b、c 4. c、d 5. d、e

解答 5

放射性薬剤の投与は管理区域内に限定されていたが、最近、**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。

被曝(mSv) 全身 1mSvで、10万人に1人、癌で死亡。

核医学検査による胎児被曝は、3～6mSv 程度。

胎児への危険性はほとんど無いが、妊娠中の患者に
無用な心配を与えないために、(これが臨床では重要)
絶対必要と考えられる場合以外には検査を避けたほうが賢明。

201-Tl 心筋(111MBq)	26	(睪丸 62 腎 60	胎児 6)
67-Ga (74MBq)	9	(骨髓 13 大腸 15	胎児 6)
99m-Tc-MDP骨 (740MBq)	6	(骨 47 膀胱 37	胎児 4.5)
18-F-FDG (185MBq)	3.5	(膀胱 20 心臓 10	胎児 3)

CT 10 ～ 100 ～

血管造影 7 ～ 10 (1分で皮膚0.5)

胃、消化管造影 3

胎児の被曝障害

受精～9日目 胚の死亡 50 mSv

8週～15週 精神発達遅延 200 mSv

(8週～15週は神経細胞が増加する時期)

2週～5ヶ月での胎児被曝100mSv以上は奇形発生が問題となり、
中絶の適応を検討する必要あり、とされてきたが、

原爆被曝者の調査では、胎児被曝による奇形や小児癌の増加は
確認されていない。

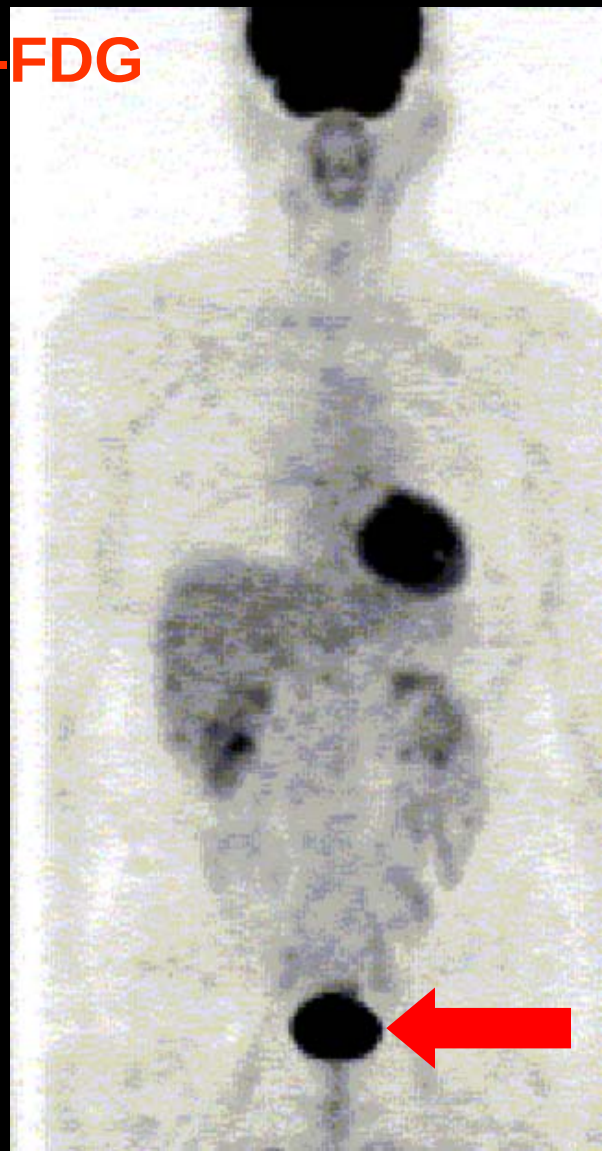
胎児の医療被曝を避ける方法

10日規則: 10 days rule 妊娠していないことが確実な時期
(生理開始日から10日以内)に放射線を用いた検査を行う。

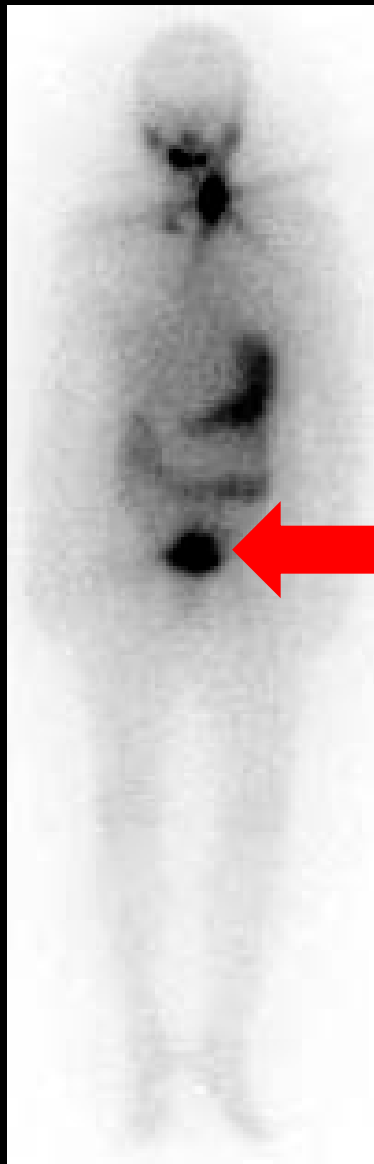
生理が遅れている患者に、放射線を用いた検査を行わない。

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。

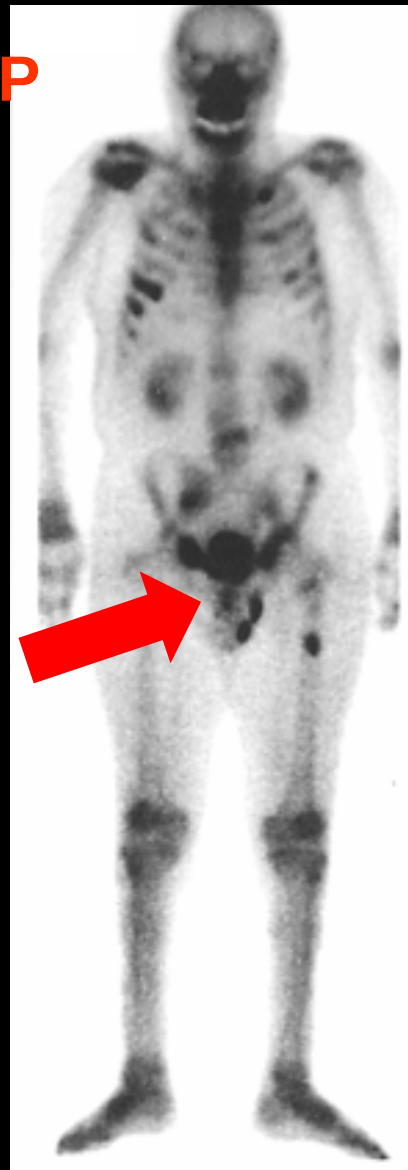
^{18}F -FDG



^{131}I



$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP



2005年国家試験

問題 51 常温での安定性が最も低いのはどれか。

1. ^{67}Ga - クエン酸ガリウム
2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - HMPAO
3. ^{123}I - IMP
4. ^{123}I - ヨウ化ナトリウム
5. ^{201}Tl - 塩化タリウム

解答 2

HMPAO(脳血流SPECT用製剤)は、投与直前に標識する。
Tcが外れやすい。

2005年国家試験

問題 52 院内製造の ^{18}F -FDG 合成に必要な装置・設備はどれか。

- a. 自動注入装置
- b. 自動合成装置
- c. ホットラボ室
- d. サイクロトロン
- e. ^{68}Ge - ^{68}Ga ジェネレータ

1. a、b、c

2. a、b、e

3. a、d、e

4. b、c、d

5. c、d、e

解答 4

ホットラボ 自動合成装置

サイクロトロンで製造した ^{18}F 、 ^{11}C などの陽電子放出核種を用いてFDGやメチオニンなどの分子を合成する部屋。

従事者の被曝を防止するために、自動合成装置が装備されている。陽電子放出核種は半減期が短いので院内に設置する必要がある。



自動注入装置

従事者の被曝を防止するための装置。
装備されているほうが望ましい。北大病院に最近入った。
従事者は、患者に注射針を刺入する作業のみ実施し、
高エネルギー γ 線を十分に遮蔽する厚い鉛容器に蓄えられた
PET用放射性薬剤を、必要な投与量を自動で注入する。

$^{68}\text{Ge} - ^{68}\text{Ga}$ ジェネレータ

$^{68}\text{Ge} - ^{68}\text{Ga}$ は、放射平衡の核種。半減期271日。
 ^{68}Ga は陽電子放出核種で、
PETのトランスミッション用線源の ^{68}Ga を院内で合成する装置。
旧式のPETでは、 ^{68}Ge から ^{68}Ga をミルクキングして用意していたが、
現在のPETでは、 ^{68}Ge が金属容器に封入された状態で
PET装置内部に標準装備され、約1年おきに新品と交換する。
ほとんどのPET施設では $^{68}\text{Ge} - ^{68}\text{Ga}$ ジェネレータは不要。

2005年国家試験

問題 53 ^{201}Tl -塩化タリウムが集積機序として正しいのはどれか。

1. 化学吸着
2. 動脈塞栓
3. 受容体への結合
4. 分圧差による拡散
5. 細胞膜での能動輸送

解答 5

Na-K イオンポンプによる細胞内への集積。

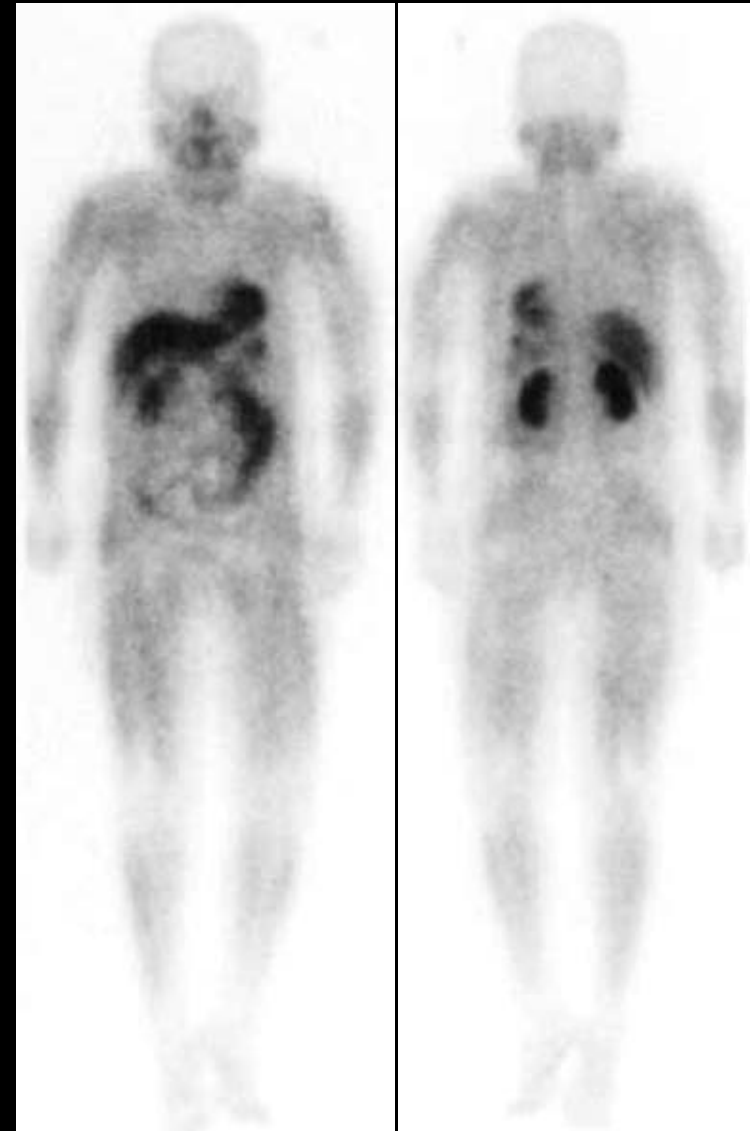
^{201}Tl タリウム

^{201}Tl は、**K(カリウム)**と類似した生体内挙動を示す。正常心筋では心筋細胞膜の**Na-Kポンプ**でKが心筋細胞内に能動的に取り込まれ心筋に集積する。

またTlは血流に応じた分布が見られ、腫瘍組織でもNa-KポンプでTlが貯留する。

^{201}Tl は物理半減期が長い上に(73時間)体内で代謝されず細胞内に留まり、24時間以降における**生物半減期も長く**(4日)、**最も被曝量の多いRI検査**。

腎臓が最も被曝する。



2005年国家試験

問題 54 放射性医薬品の副作用について正しいのはどれか、2つ選べ。

1. 重篤な副作用の出現は極めてまれである。
2. 発現頻度はヨード造影剤の静脈内投与と同程度である。
3. 血管迷走反射による症状が発現することがある。
4. ^{131}I -アドステロールの副作用報告はない。
5. ^{201}Tl 投与時に金属臭や金属味がすることがある。

解答 1, 3

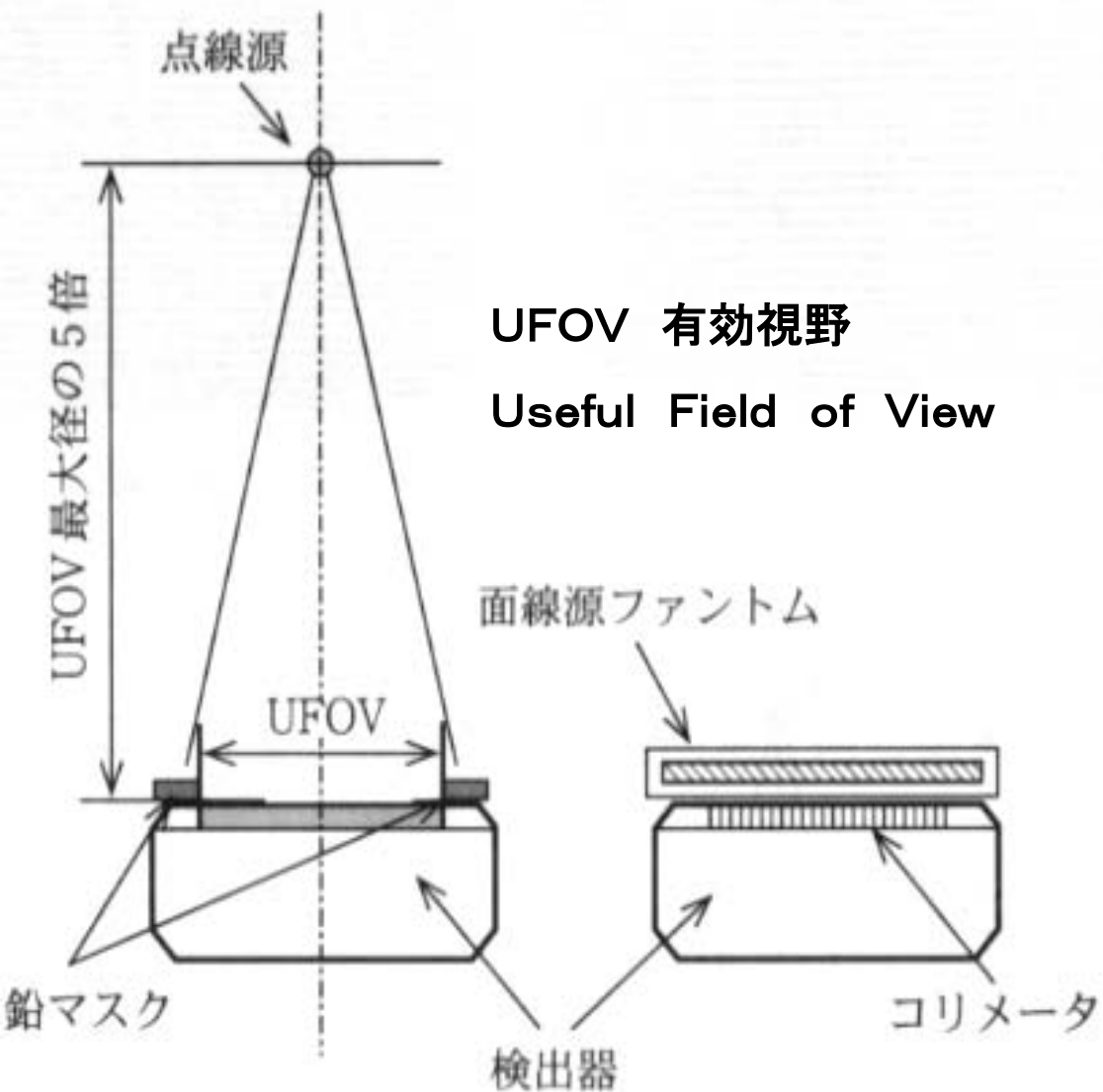
静脈注射の血管刺激による悪心、嘔吐が稀にある。
アドステロールはエタノール溶液なので酒酔い症状がある。
金属臭が注射時に数秒間あるのは Tc-MIBI 。

問題 55 ガンマカメラの性能試験で誤っているのはどれか。

1. 固有分解能は総合分解能より良い。
2. 画像直線性には鉛スリットファントムを使用する。
3. 総合均一性には面線源を使用する。
4. エネルギー分解能は半価層から求める。
5. 計数率特性は線源減衰法で求める。

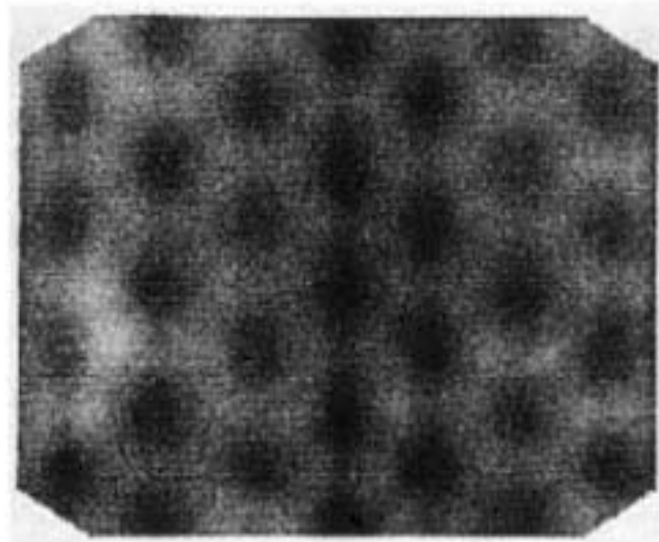
解答 4

半価層は、X線透過率が半減する銅板の厚さ。RIとは無関係。

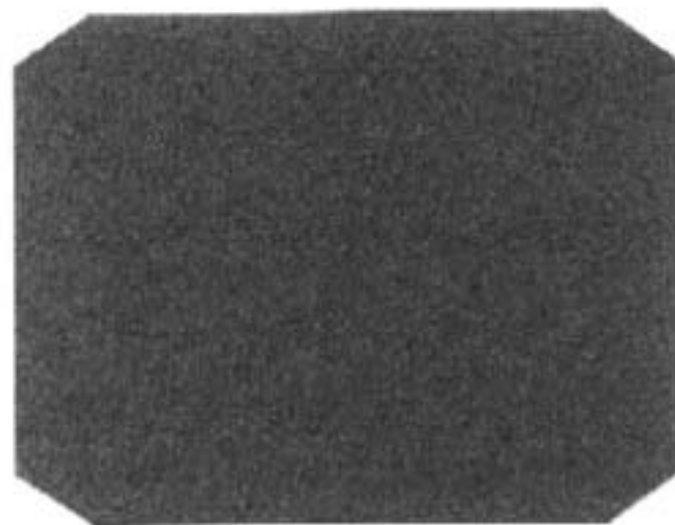


(a) 固有感度均一性

(b) 総合感度均一性



補正前



補正後

図 5・6 感度均一性測定

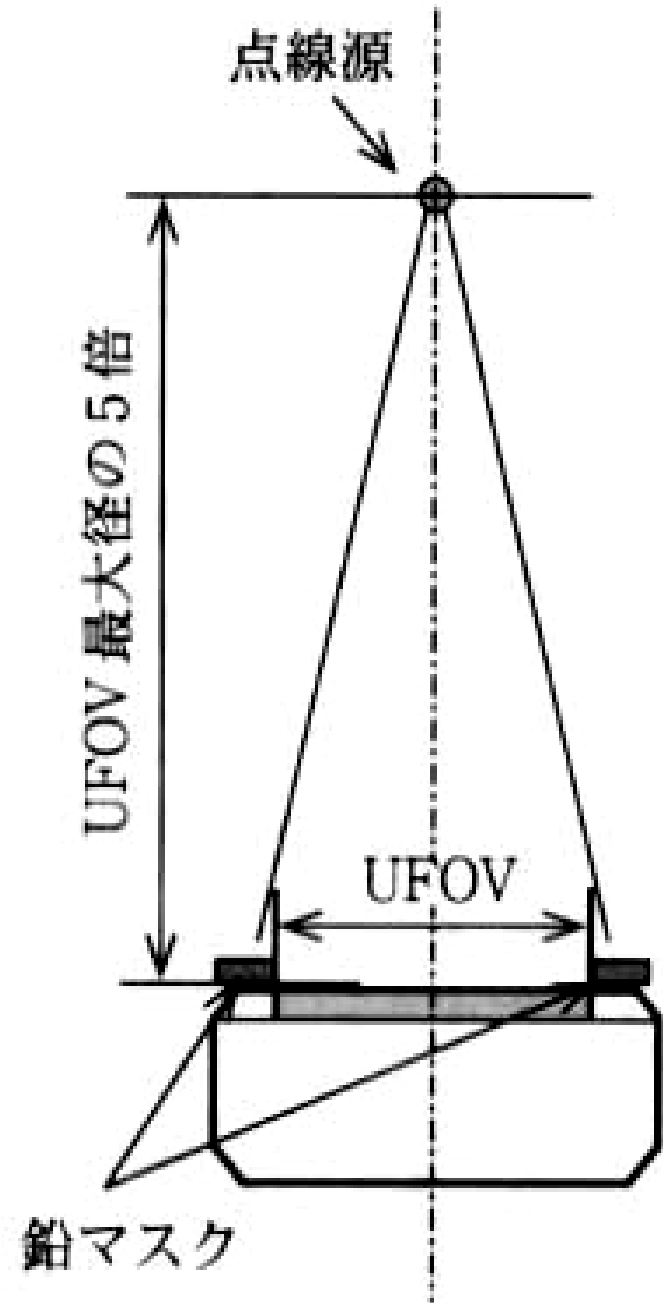
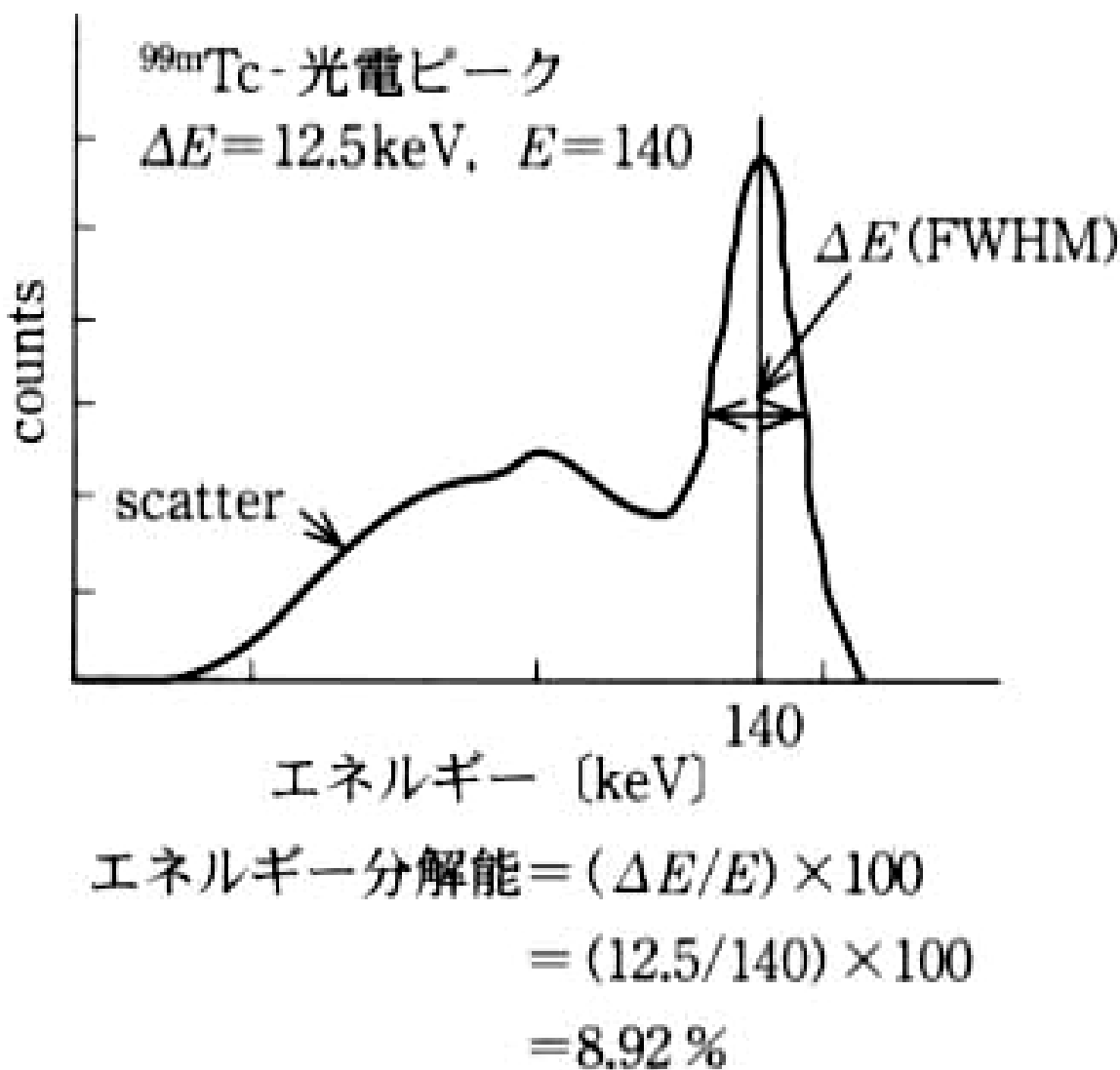
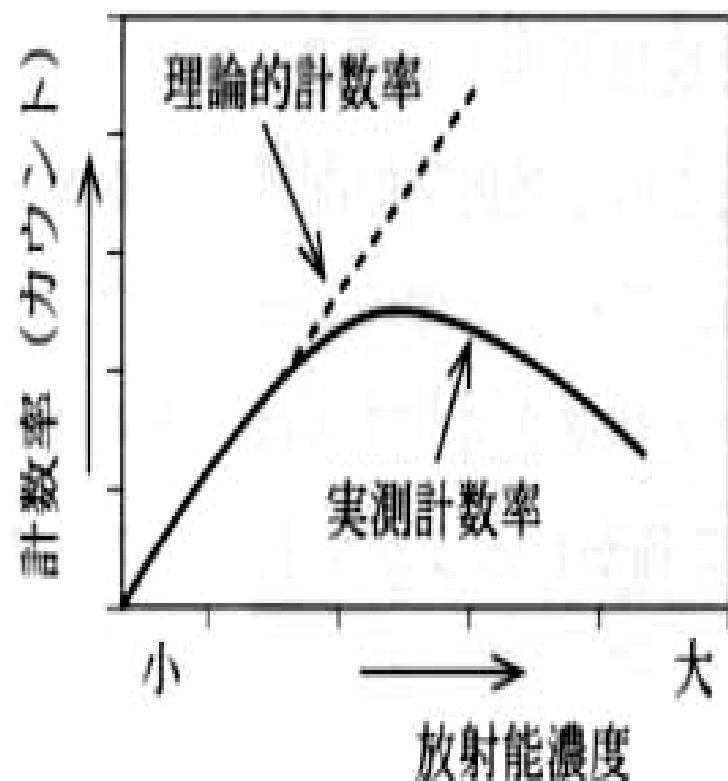
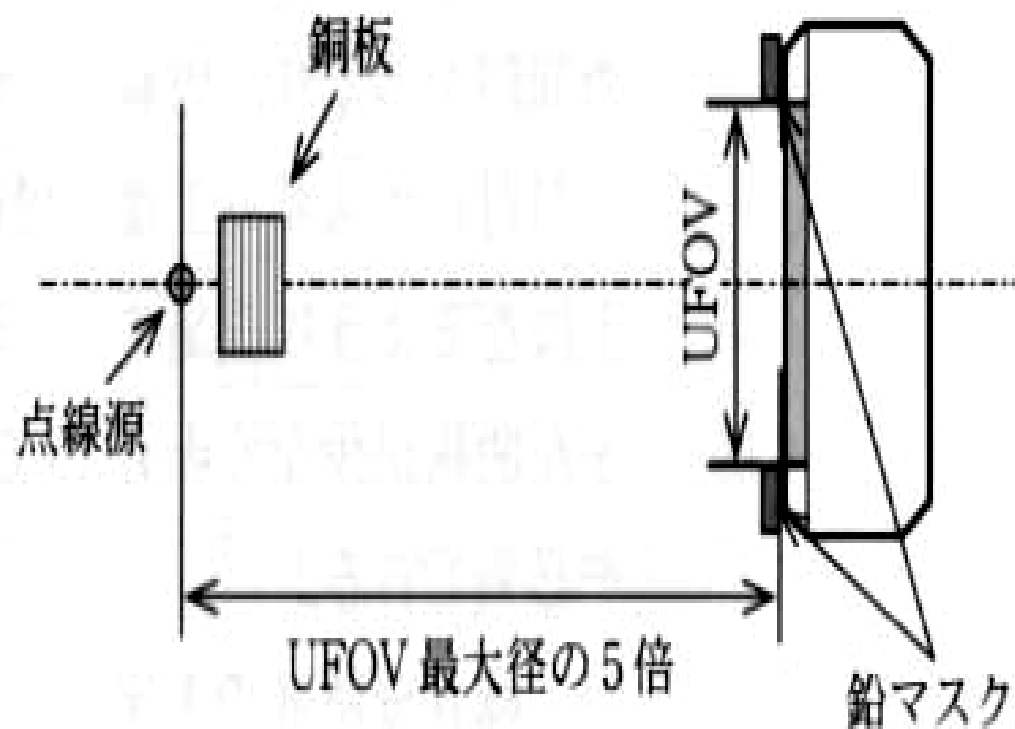


図 5・9 エネルギー分解能測定



(a) 放射能濃度と計数率の関係



(b) 銅吸収法の実験配置図

図 5・10 計数率測定

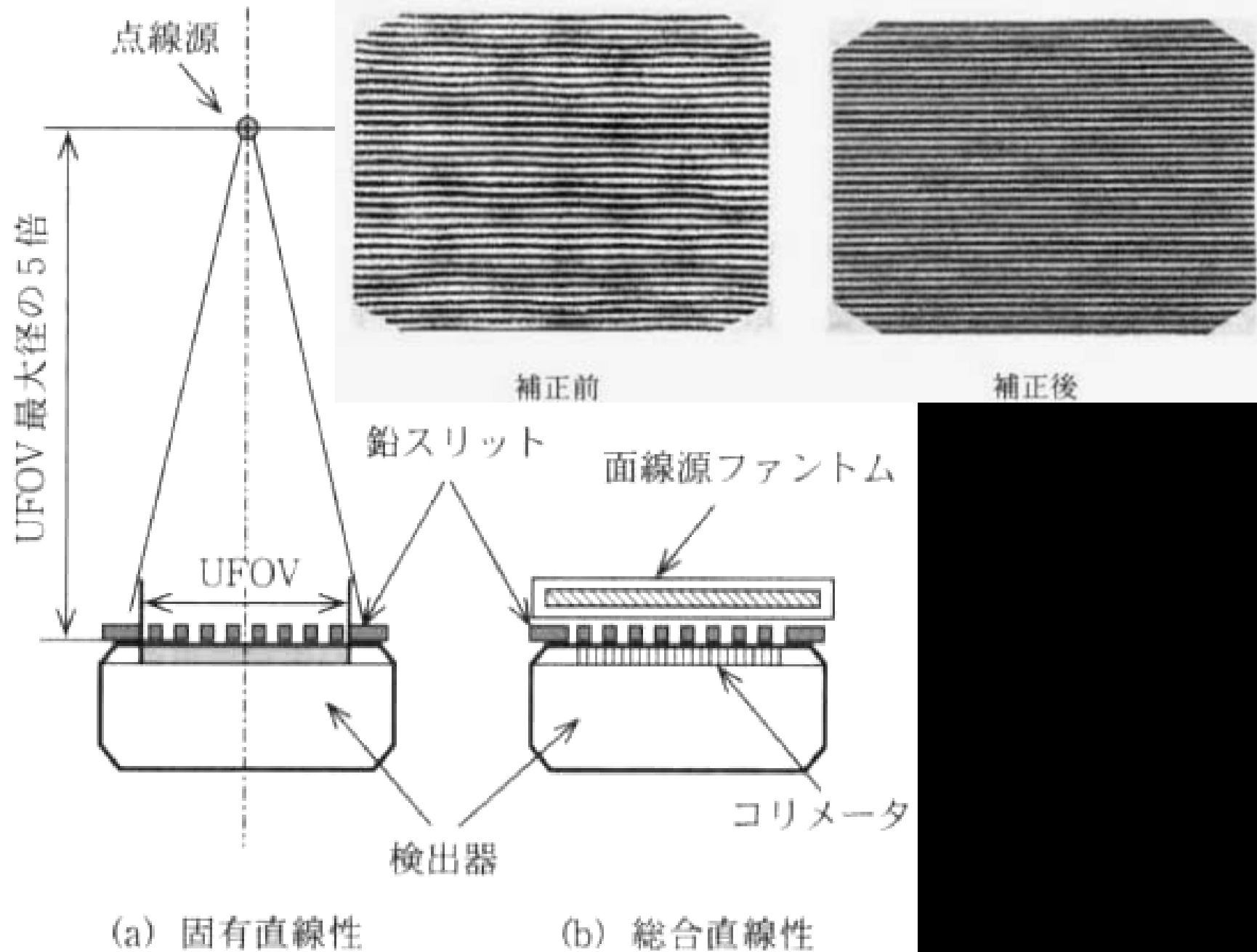


図 5・7 直線性測定

56 SPECT の分解能に影響しないのはどれか。

2005年 国家試験

1. 回転半径
2. 吸収補正
3. 散乱補正
4. 画像再構成法
5. 放射能減衰補正

解答 5 または 2

コリメータを持つガンマカメラは、
カメラから離れた場所の点広がり関数が広がる。

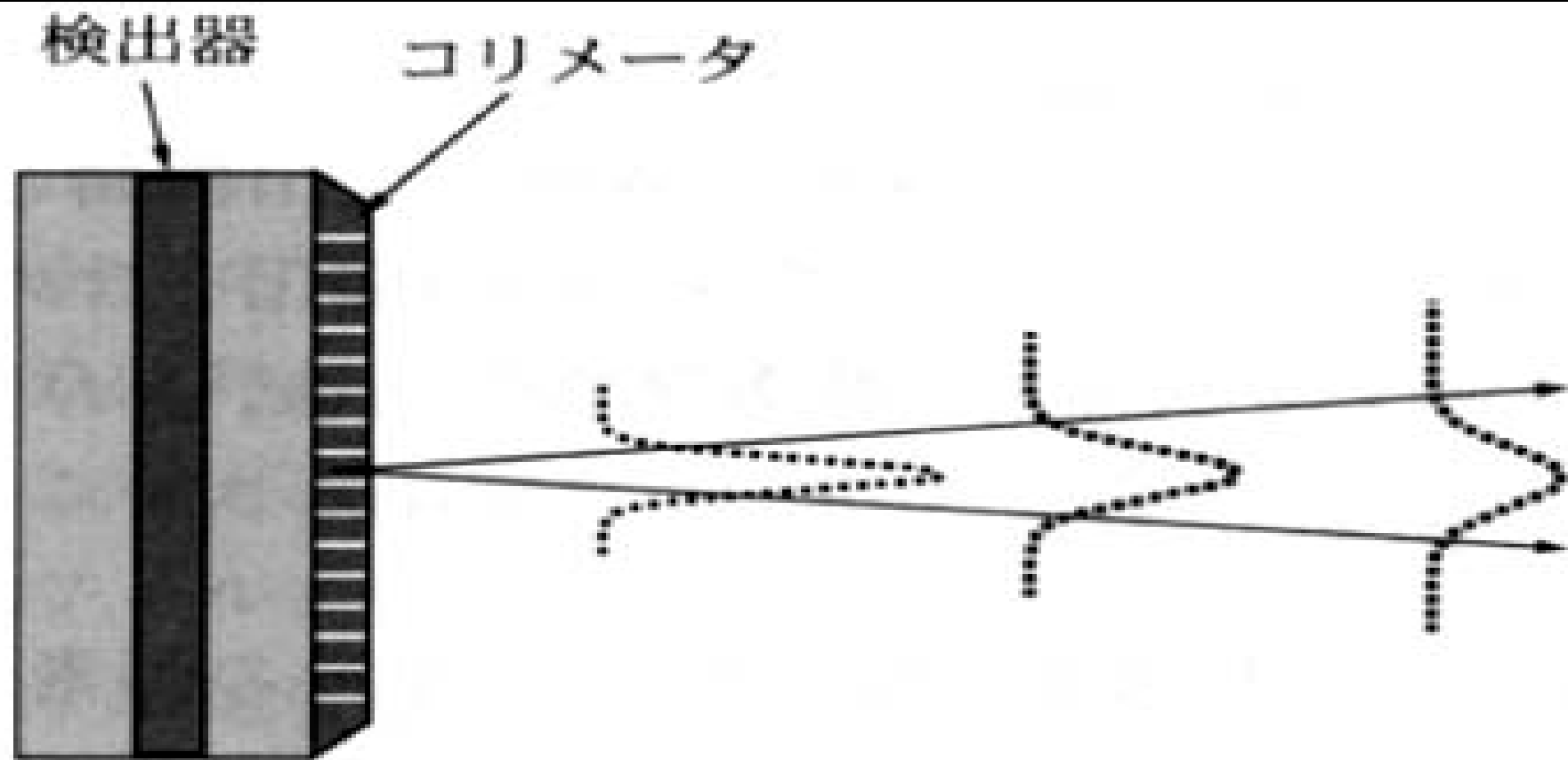
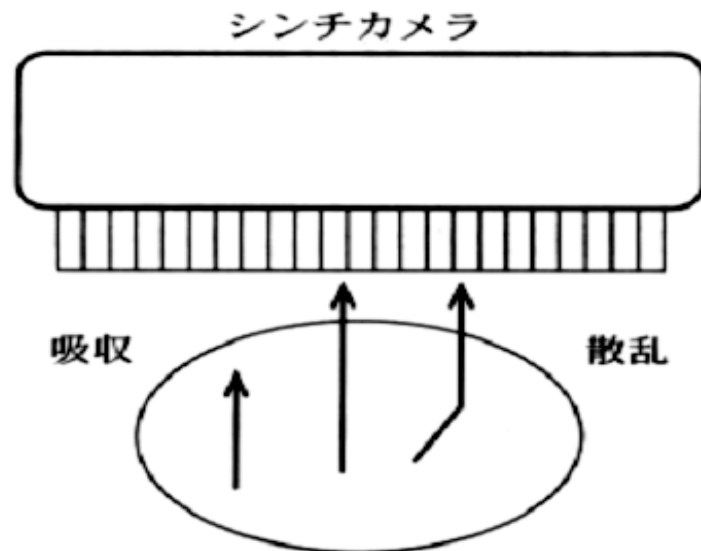


図 4・54 距離に依存した空間分解能の劣化

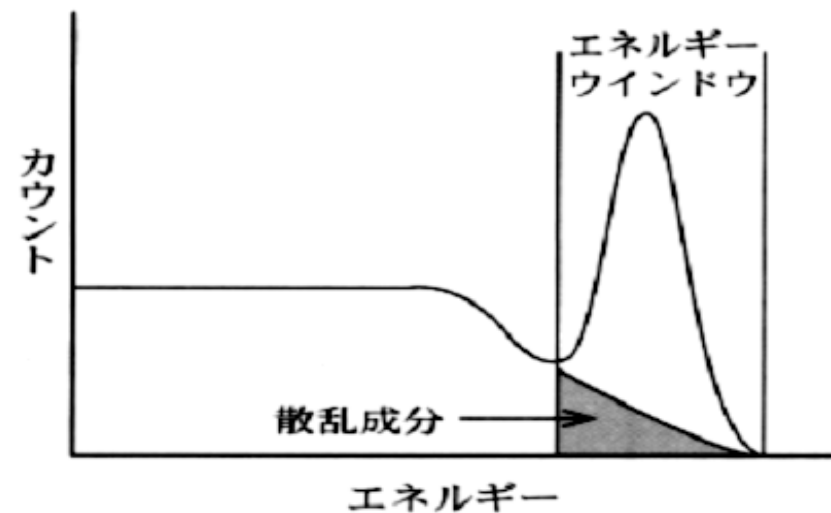
コンプトン散乱成分は、点広がり関数を広げ、画像をぼけさせる。

3・4・5 SPECT 装置の各種補正

SPECT は定性的にはその評価は臨床的に認められているが、物理学的定量性はまだ必ずしも十分とはいえない。SPECT の定量性を阻害している原因は、(1) 体内において発生したコンプトン散乱線（図 3・20(a)）があらかじめ設定していた SPECT 装置のエネルギーウインドウ内に混入すること（図 3・20(b)）、(2) γ 線の体内組織による減弱（図 3・20(a)）、および(3) 空間分解能の悪さである。対象臓器にもよるが、通常投影データは減弱により、1/2 から 1/5 程度に減少し、一方、散乱線により数十％増加するといわれている。



(a) 体内での吸収・散乱



(b) 光電ピーク成分に混入する散乱成分

図 3・20 体内での吸収・散乱および光電ピーク成分に混入する散乱線成分

再構成の方法やパラメータの違いで、画像の分解能は変化する



FBP

1i

2i

3i

4i

5i

6i

7i

8i

9i

10i

1 s

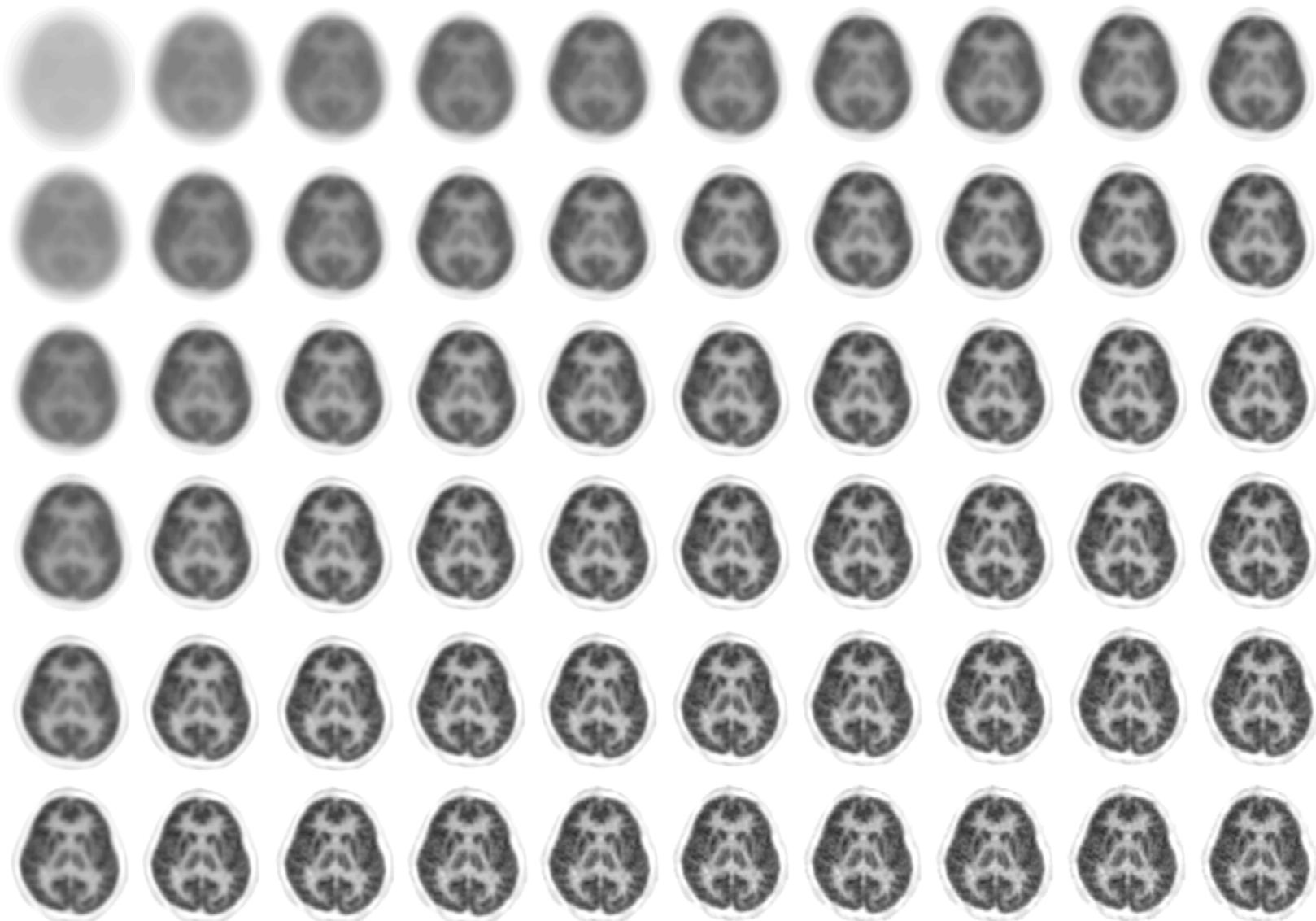
2 s

4 s

8 s

16 s

32 s



2005年国家試験

問題 57 SPECT が PET より優れている点はどれか。2つ選べ。

1. 定量性が良い。
2. 空間分解能が良い。
3. 吸収補正が容易である。
4. 検査室の遮へいが容易である。
5. 2核種同時収集が可能である。

解答 4、5

PET用の RI は陽電子消滅による 511keV の γ 線を出す。
2核種同時収集は不可能。 厚い遮蔽板が必要。

2005年国家試験

問題 58 血液試料の放射能計測が必要なのはどれか。

- a. 左室駆出率
- b. 赤血球寿命
- c. 血小板寿命
- d. 循環血漿量
- e. 甲状腺ヨウ素摂取率

1. a、b、c

2. a、b、e

3. a、d、e

4. b、c、d

5. c、d、e

解答 4

左室駆出率、甲状腺ヨード摂取率は採血不要。

^{51}Cr 循環赤血球量測定、赤血球寿命測定

採血した患者血液 2ml に ^{51}Cr を標識して、
1ml を放射能測定し、 $X \text{ Bq/ml}$ であつたとする。
1ml を患者に静注し、30分後に 採血した血液が
 $Y \text{ Bq/ml}$ であつたすると、

循環血液量 Z は、 X/Y 。正常 60~70 ml/kg(体重)

循環赤血球量は、 $Z \times \text{ヘマトクリット} \times 0.92$

正常 25~35 ml/kg(体重)

循環血漿量は、循環血液量 - 循環赤血球量。

真性多血症などで循環赤血球量の増加。

^{51}Cr 赤血球寿命測定

さらに1週間の間に数回採血して血中放射能の減衰率を測定すると、赤血球寿命を計算できる。

正常 赤血球半減期(半数に減少する時間) 28 ± 2 日

^{51}Cr 血小板寿命測定

血小板寿命も同様の方法で計算できる。

患者の血小板濃縮液に ^{51}Cr を混ぜて標識し、患者に投与。

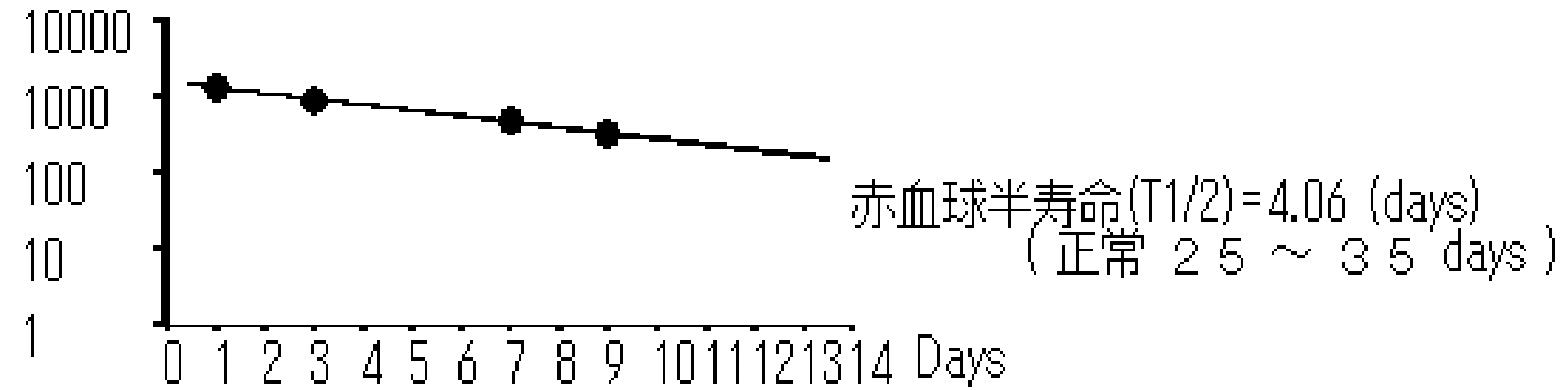
1週間の間に数回採血して血中放射能の減衰率を測定。

正常 血小板半減期 4 日

^{51}Cr RBC Half Life 溶血性貧血 (Hemolytic Anemia)

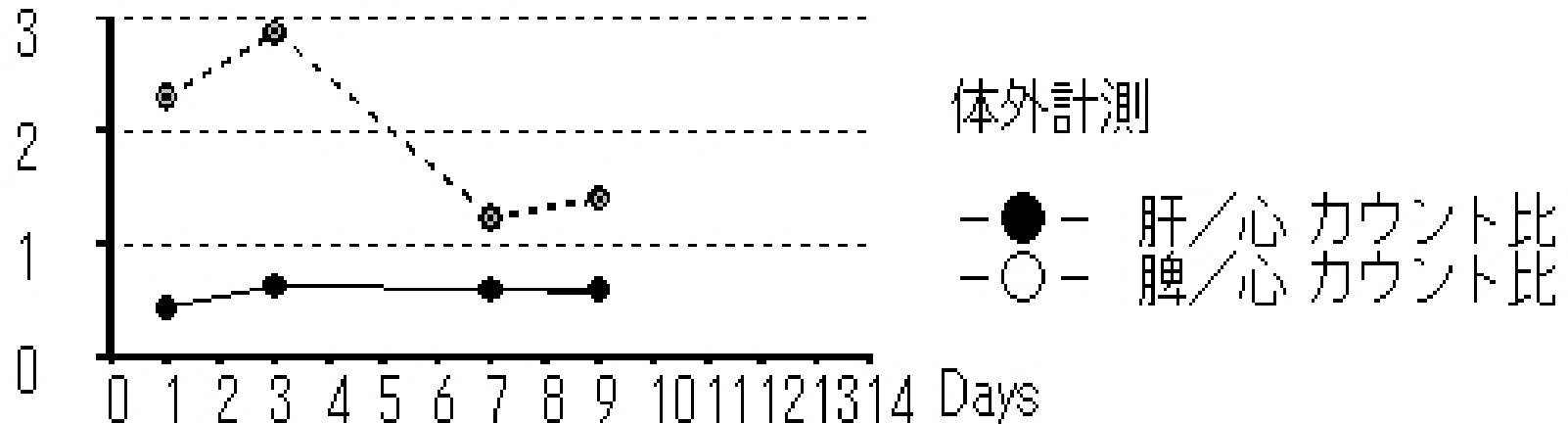
赤血球が壊れやすい疾患

採血 count (CPM)



壊れた赤血球は脾臓が処理する。

肝/心、脾/心 集積比



2005年国家試験

問題 59 関係のない組合せはどれか。

- | | | |
|-------------|-------|-------------|
| 1. 統計誤差 | _____ | 収集カウンタ |
| 2. 散乱線除去 | _____ | コリメータ |
| 3. 核種のエネルギー | _____ | 波高分析器 |
| 4. 2核種同時収集 | _____ | 同時計数回路 |
| 5. 時間放射能曲線 | _____ | 関心領域(ROI)設定 |

解答 4

同時計数回路は、PETの陽電子消滅による2本の γ 線を計数する回路。
2核種同時収集とは無関係。

2005年国家試験

問題 60 視野 50 cm のガンマカメラで2倍拡大撮影する場合、
収集マトリックスを 128×128 とすると、
ナイキスト周波数(cycles/cm)はどれか。

1. 5.12 2. 2.56 3. 1.28 4. 0.64 5. 0.32

解答 2

1/2波長が1画素長の振動が、ナイキスト周波数。
(波長が2画素の振動が、ナイキスト周波数。)

128画素に25cmの像が入るので、
1画素は、 $(25/128)$ cm

ナイキスト周波数の波長は、 $2 \times 25/128 = 50/128$ cm
ナイキスト周波数は、逆数の $128/50 = 2.56$ (/cm)

問題 61 2回撮像するのはどれか。

1. 肺血流シンチグラフィ
2. 心筋梗塞シンチグラフィ
3. ^{201}Tl 負荷心筋シンチグラフィ
4. 肝コロイドシンチグラフィ
5. 腎静態シンチグラフィ

解答 3

Stress

Rest

労作性狭心症(angina)

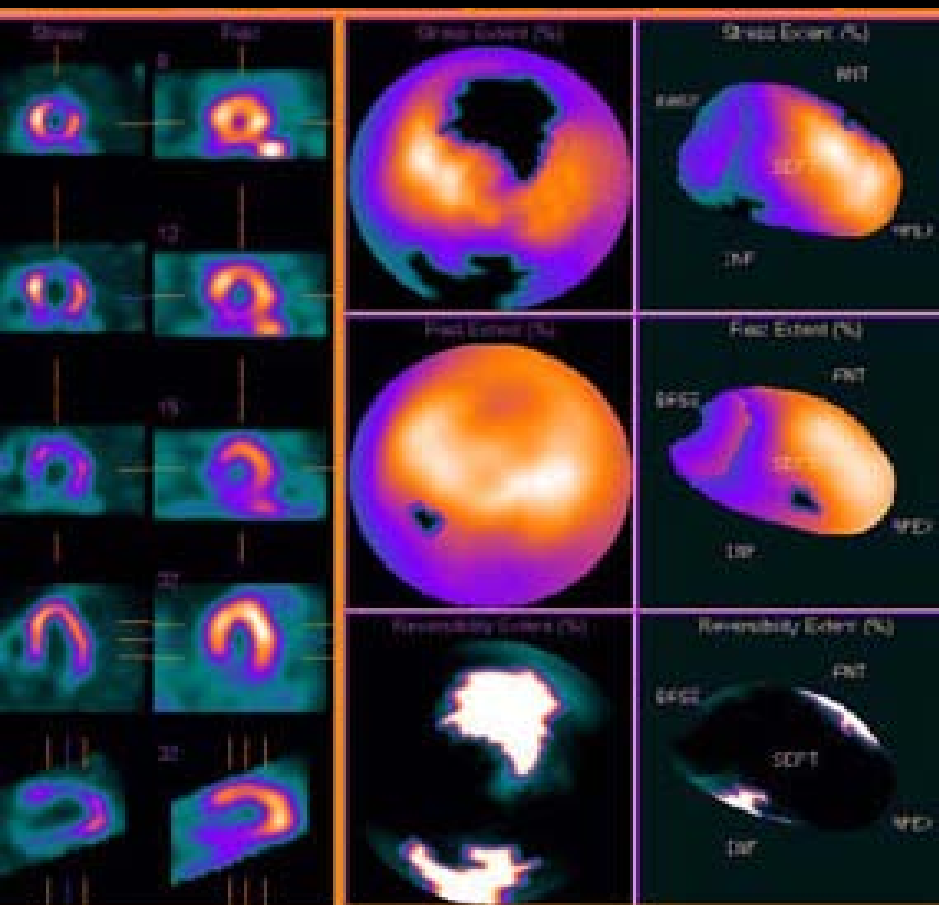
Stress像で

心尖部前壁(apical anterior)に局所的血流低下あり、

(運動時は心筋血流が4倍になるが、冠動脈が細い場所では、**相対的に心筋血流が周囲より低下する。**)

3～4時間後のRest像で同部位に再分布を示す。

(安静時には、正常部位の分布が低下するので病変部の血流低下所見が消失)



2005年国家試験

問題 62 センチネルリンパ節シンチグラフィの適応疾患はどれか。

1. 乳 癌
2. 白血病
3. 慢性腎炎
4. 転移性肝癌
5. 再生不良性貧血

解答 1

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)

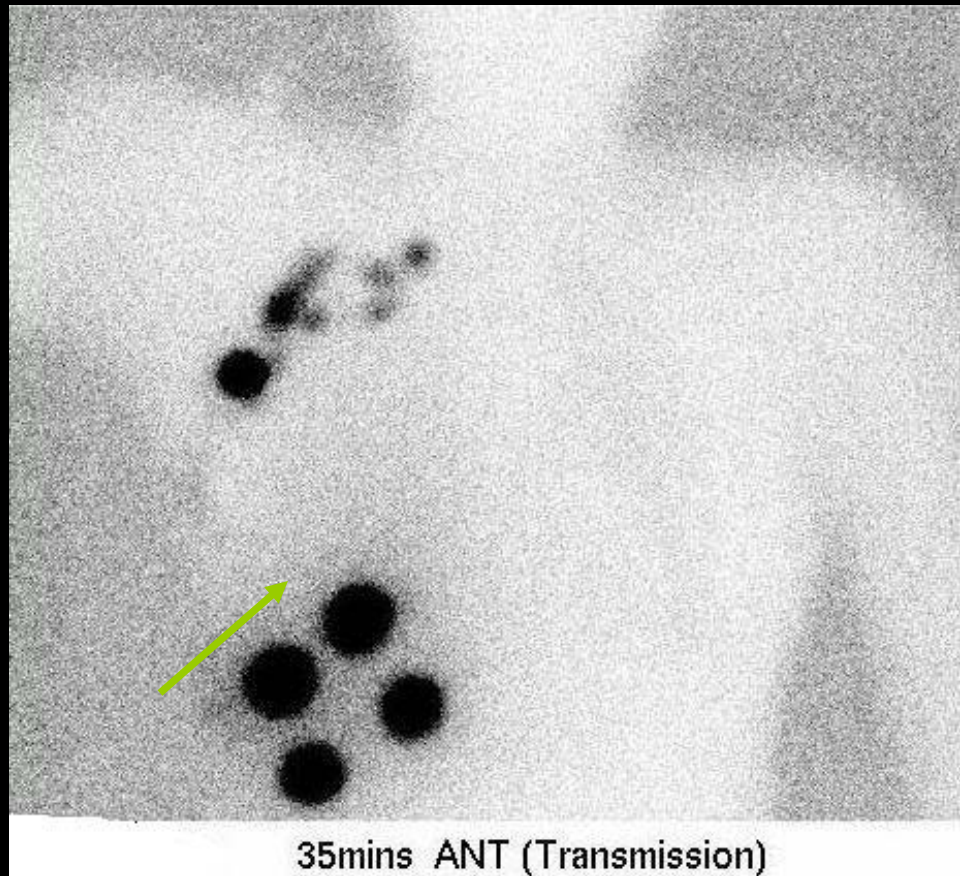
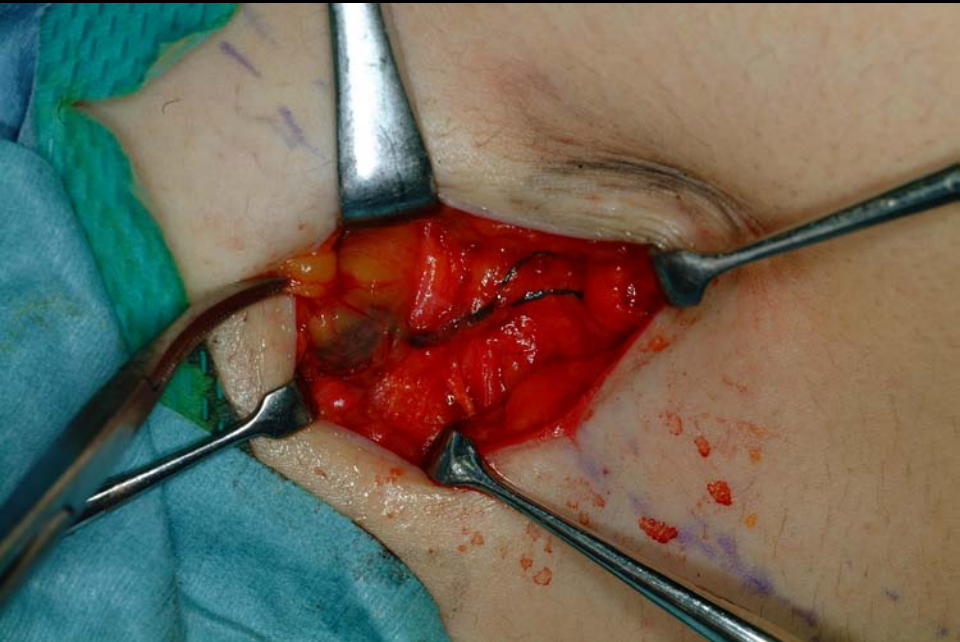
皮膚腫瘍、乳癌など体表近傍の病変周囲に4箇所ほど
(1箇所 18.5MBq) ^{99m}Tc -HSAまたは ^{99m}Tc -Sn-colloidを
皮下注射し、病変から出るリンパが流れ込むリンパ節
(センチネルリンパ節)を探す検査。

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。

右背部悪性黒色腫.

Malignant melanoma



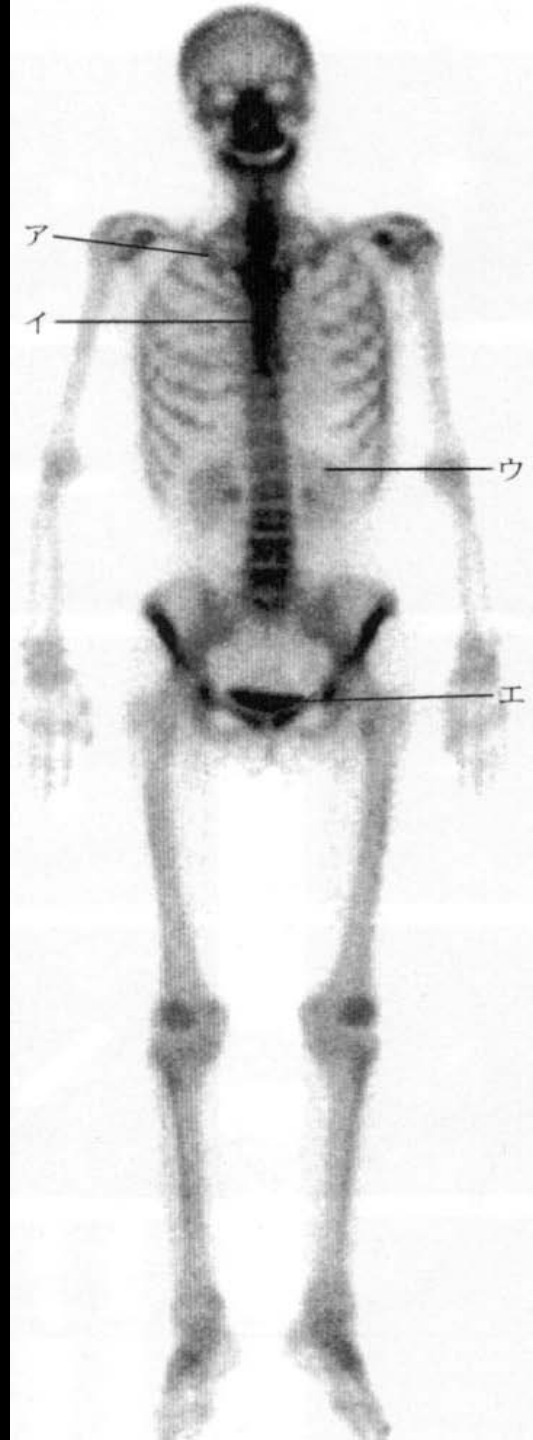
Lymphographyにて右腋窩リンパ節への集積を認めた.

色素法にて広背筋直前のリンパ節の青染を認め, SLN (センチネルリンパ節)とした. 病理結果はリンパ節転移であった.

骨盤, 鼠径部にはリンパ流を認めない.

問題 63 骨シンチグラムを示す。
正しいのはどれか。

1. 後面像である。
2. アは肩甲骨を示す。
3. イは胸骨を示す。
4. ウは腸管を示す。
5. エは恥骨を示す。



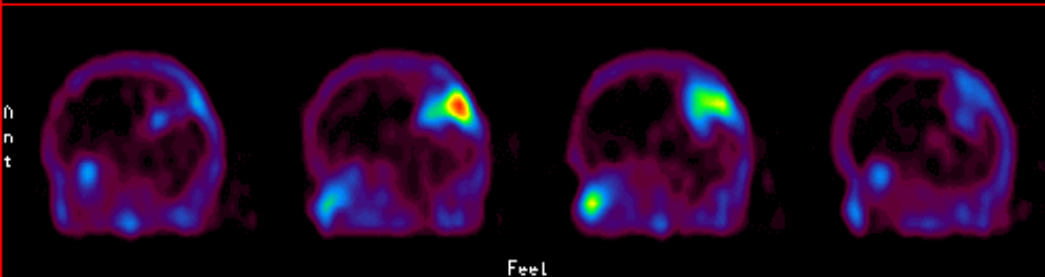
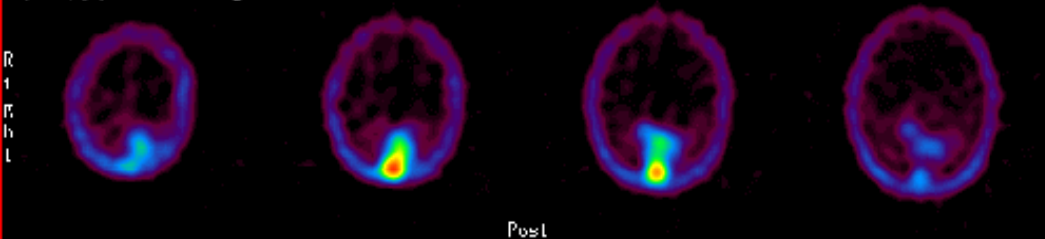
解答 3

問題 64 病変部が陰性像となる組合せはどれか。

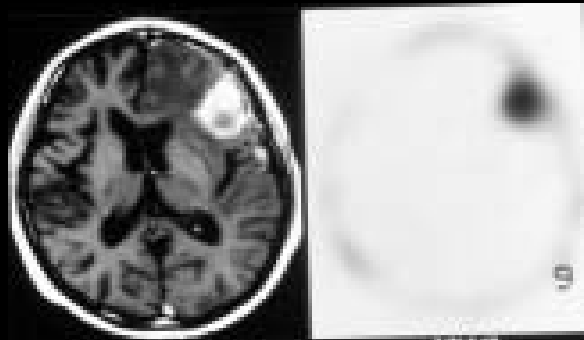
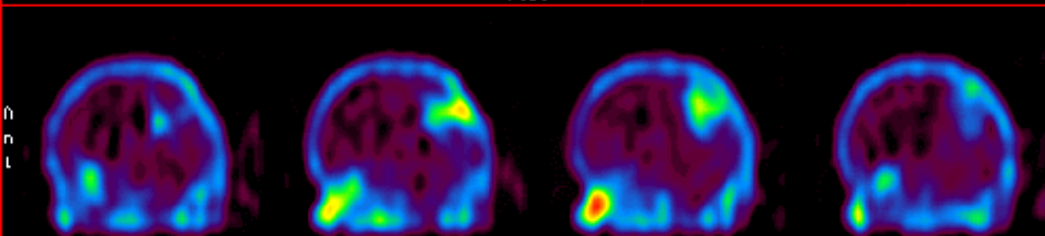
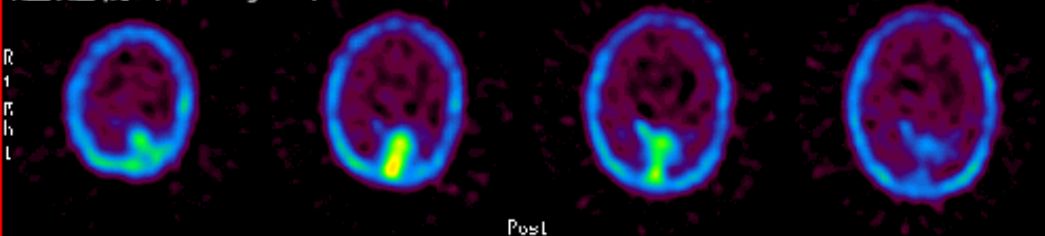
- a. 脳腫瘍 ————— $^{201}\text{TlCl}$
- b. 肺塞栓症 ————— $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{MAA}$
- c. 心筋梗塞 ————— $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{MIBI}$
- d. 肝 癌 ————— $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{フチン酸}$
- e. 転移性骨腫瘍 ————— $^{99\text{m}}\text{Tc} - \text{MDP}$

- 1. a、b、c 2. a、b、e 3. a、d、e
- 4. b、c、d 5. c、d、e

早期像 (Early)



遅延像 (Delayed)



^{201}Tl Brain SPECT

^{201}Tl 111MBq 投与10分
後にSPECT撮像. 120分
後にDelayed撮像.

(炎症は120分像で集積
が低下する。)

**TIは脳血液関門(BBB)を
通らないので正常脳には
集積しない。**

頭蓋内に集積があれば
BBBが破壊された病変
の所見(脳腫瘍など)。

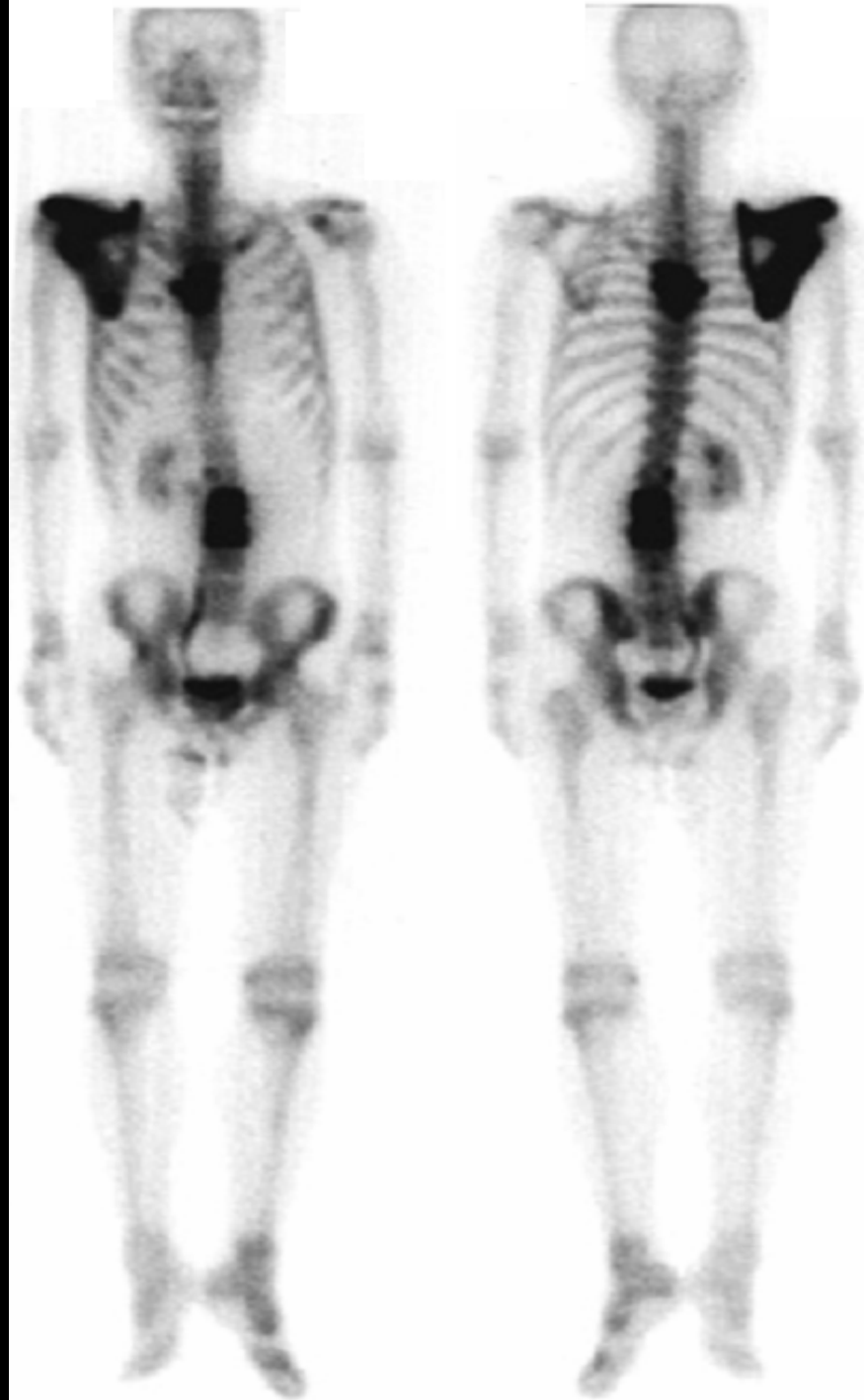
Bone metastases

Tc-MDP 骨シンチグラフィ

リン酸の分布図。

造骨性病変 (Osteoblastic lesion)
の強い骨転移に強く分布。

溶骨性病変 (Osteolytic lesion)
の強い骨転移は、分布が欠損する。



2005年国家試験

問題 65 ガリウムシンチグラフィの適応疾患はどれか。

- a. 不明熱
- b. 早期胃癌
- c. 前立腺癌
- d. 悪性リンパ腫
- e. サルコイドーシス

1. a、b、c

2. a、b、e

3. a、d、e

4. b、c、d

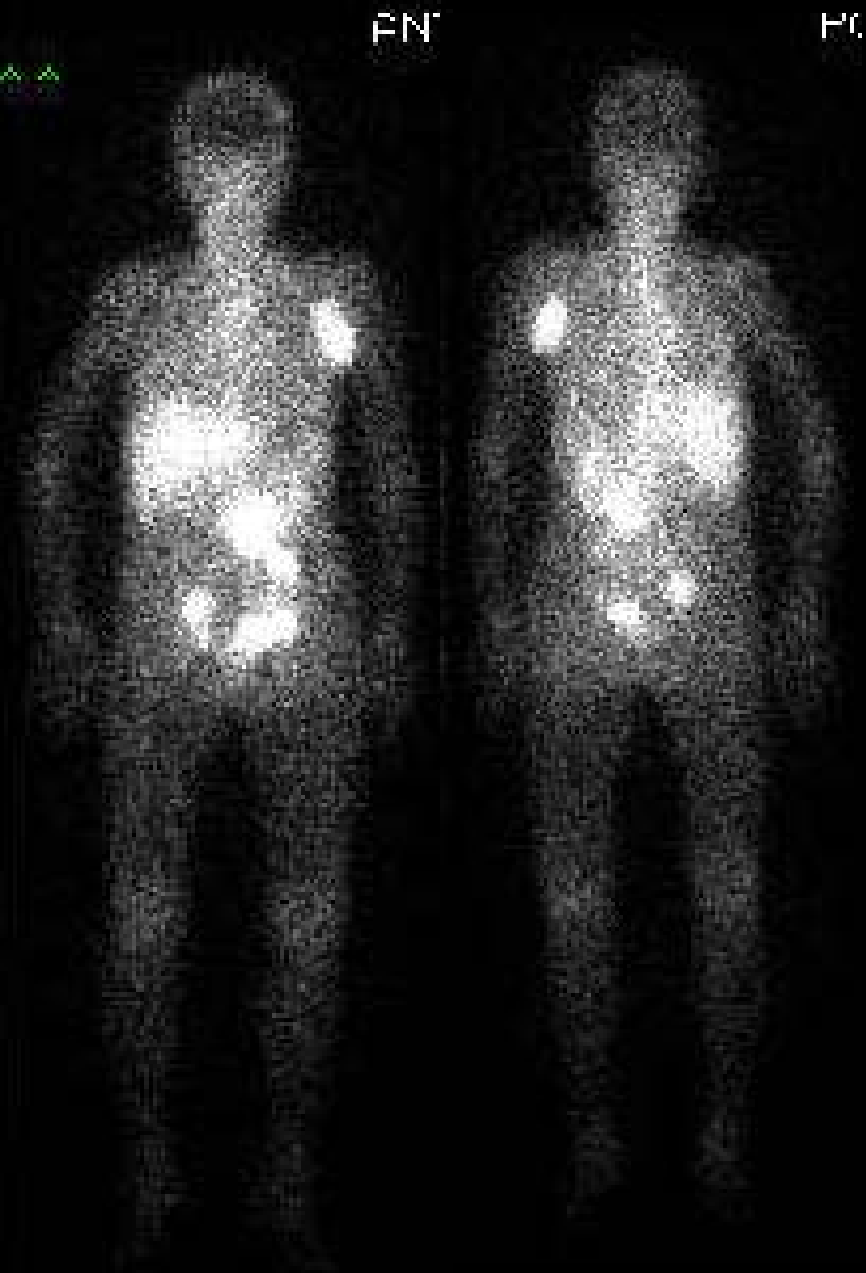
5. c、d、e

解答 3

ガリウムは、腺癌にはあまり集積しない。

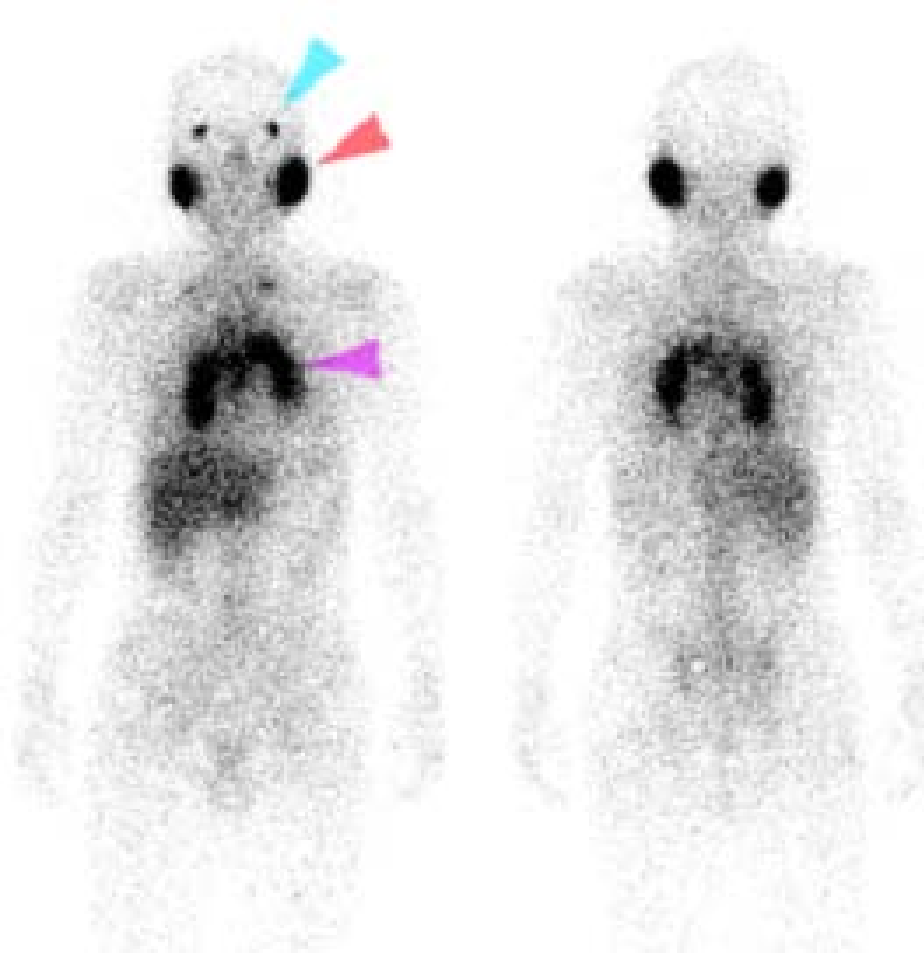
胃癌は腺癌。進行胃癌でもガリウム陽性率は40%以下。

^{67}Ga scintigraphy

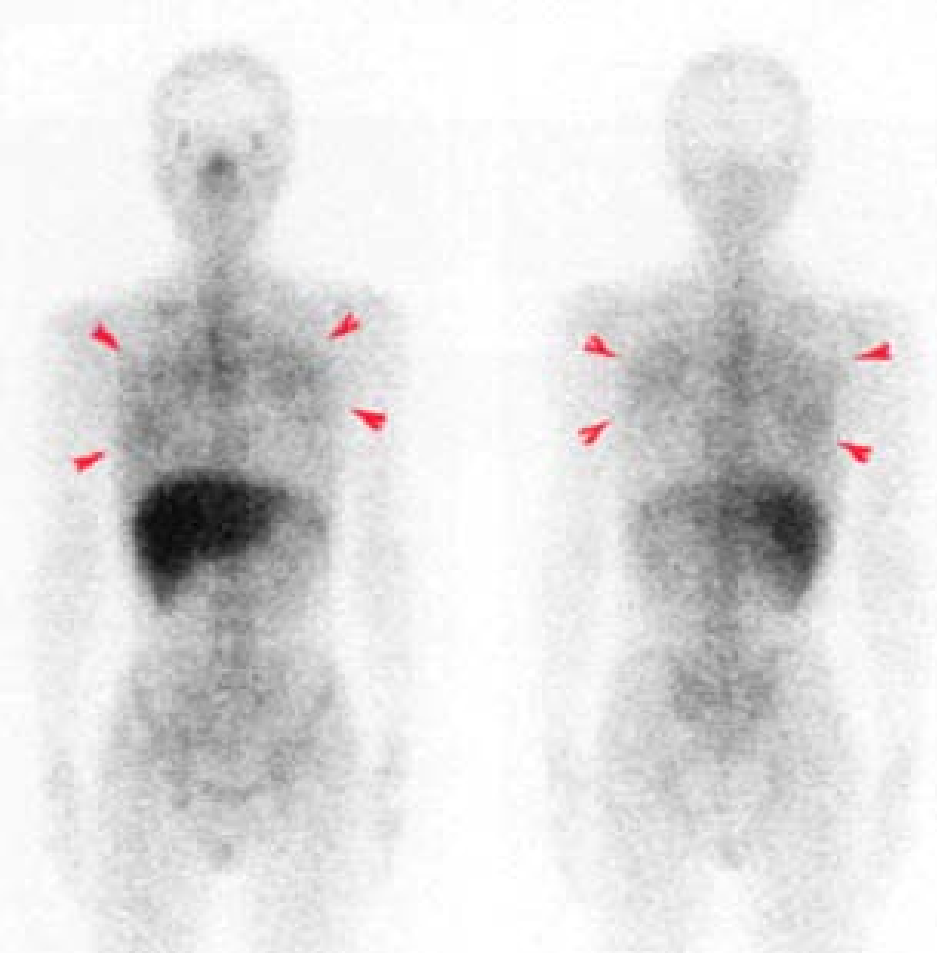


Malignant Lymphoma

ガリウムは悪性リンパ腫の
病変に強く集積し、
病期診断(Stage)に有効。



サルコイドーシス Sarcoidosis
 良性疾患。リンパ節、唾液腺、
 心筋などに肉芽腫を形成。
 強いガリウム集積を示す。



間質性肺炎 IP
 Interstitial Pneumonitis
 CTやXPで所見がないので
 不明熱の原因となる。

2005年国家試験

問題 66 ^{111}In 標識白血球による炎症シンチグラフィで使用するのはどれか。

1. ファンビームコリメータ
2. 高エネルギーコリメータ
3. 中エネルギーコリメータ
4. 低エネルギー用高感度コリメータ
5. 低エネルギー用高分解能コリメータ

解答 3

^{111}In 半減期2. 8日 エネルギーピーク 171、240 keV

160～300 keV の核種は、中エネルギー用コリメータを使用。

問題 67 ^{18}F -FDG を用いた PET 画像を示す。

正しいのはどれか。

1. 矢状断層像である。
2. トランスマッション画像である。
3. ^{18}F -FDG 投与直後の画像である。
4. 脳全体に異常集積を認める。
5. 尿中排泄像を認める。



2005年国家試験

**FDG PET 冠状断層像
(coronal image)**

**吸収補正をしていない
エミッション画像である。**

**FDG投与1時間後に、
撮像する。**

**脳と尿(腎盂、膀胱)に
強い正常集積あり。**

解答 5

68Ge Transmission image

放射線を吸収する物体の分布像

Slice thickness = 4. mm

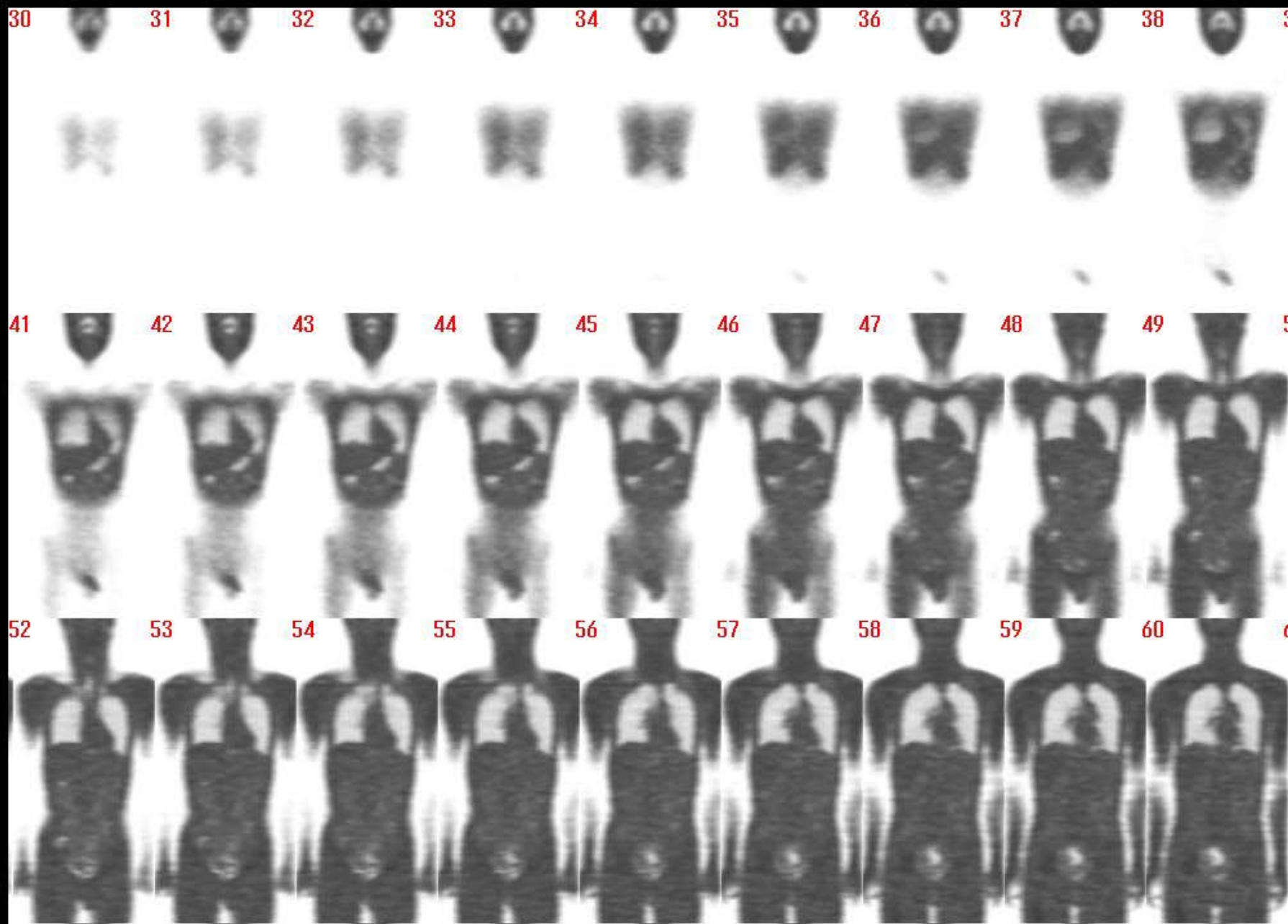
Ge-68 Solid Solution

104546230

1/cm
x0.001

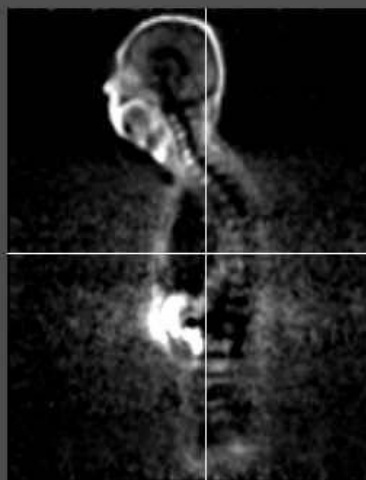
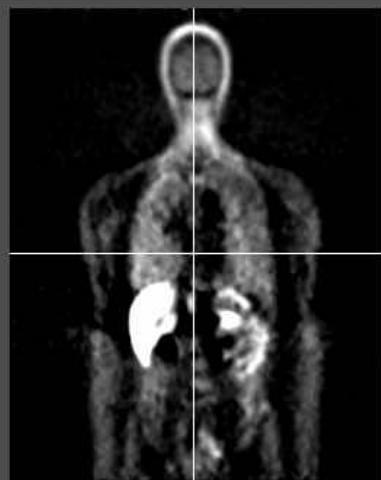
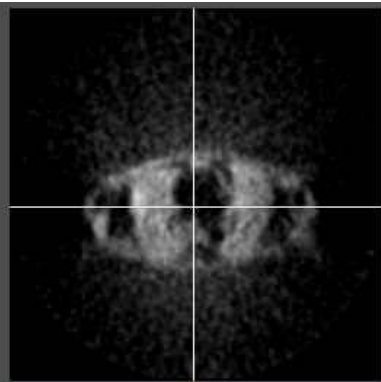
100

0



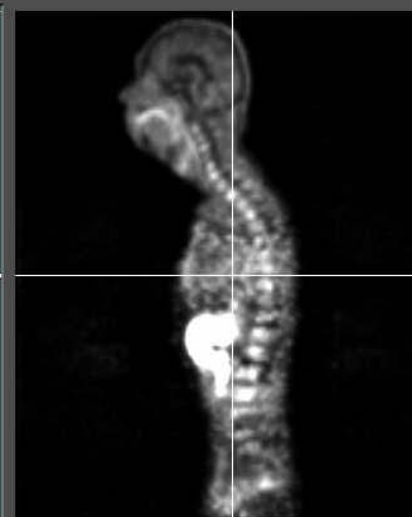
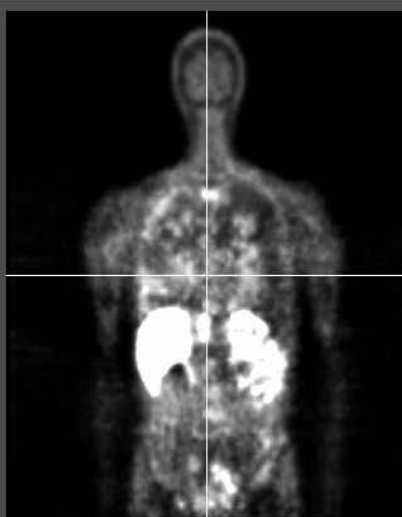
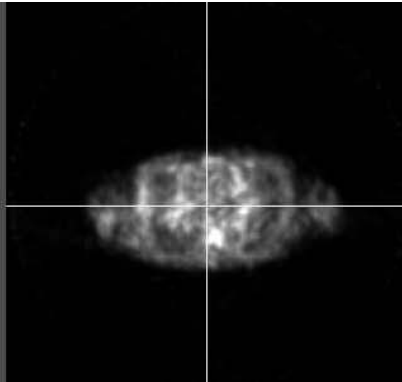
11C-メチオニンPET

吸収補正なし



	Tra.	Sag.	Cor.
Position	[80]	No [64]	Px [69]
Distance	[404.2] mm	[324.4] mm	[350.1] mm

吸収補正あり



	Tra.	Sag.	Cor.
Position	[80]	No [64]	Px [69]
Distance	[432.5] mm	[324.4] mm	[350.5] mm

2005年国家試験

問題 68 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

解答 5 ^{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。

甲状腺癌

びまん性肺転移

手術不能例

^{131}I 内服治療

