

【問題 4-110】 (平成 13)

検査と前処置との組合せで正しいのはどれか。

- a. ^{99m}Tc -DTPA 腎動脈シンチグラフィ — 飲水
- b. ^{99m}Tc -MDP 骨シンチグラフィ — 撮像直前の排尿
- c. ^{67}Ga 腫瘍・炎症シンチグラフィ — 絶食
- d. ^{123}I 甲状腺シンチグラフィ — ヨウ化カリウムの投与
- e. ^{201}Tl 心筋血流シンチグラフィ — 抗狭心症薬の投与
1. a, b 2. a, e 3. b, c
4. c, d 5. d, e

1

【注解】 c. ^{67}Ga 腫瘍・炎症シンチグラフィは絶食を必要としない。

d. ^{123}I 甲状腺シンチグラフィはヨウ化カリウムの投与は行わない。

e. ^{201}Tl 心筋血流シンチグラフィは抗狭心症薬の投与は行わない。

a, b の前処置はいずれも正しい。 1

^{67}Ga は、注射後 48~72時間後に撮像する。

その間ずっと絶食をすることは不可能。

絶食をしても食事や便の量とは関係なく ^{67}Ga は回盲部から大腸に排泄されるので、 ^{67}Ga 検査に絶食は無意味。

下剤や浣腸が有効。

2

^{201}Tl Myocardial SPECT (Stress study 負荷試験)



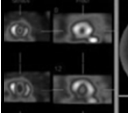
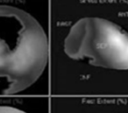
^{201}Tl 71 keV LEHRコリメータ

運動負荷、薬剤負荷(血管拡張剤ジピリダモール)直後に ^{201}Tl 111MBq 静脈投与10分後にSPECT撮像。(Stress像)

4時間後に再度撮像するとRest像(安静像)を得る。 ^{201}Tl は、再分布する(投与後も分布が変化する)。

狭心症の発作を予防する薬剤(ニトログリセリン)を飲んでると、病変部位の狭窄した冠動脈が拡張するので、負荷心筋SPECT検査で異常所見が出現しない。

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。)
		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)

4

【問題 4-112】 (平成 14)

静脈注射をしない検査はどれか。

- a. ^{123}I -ヨウ化ナトリウム甲状腺シンチグラフィ
- b. ^{99m}Tc -コロイドリンパ節シンチグラフィ
- c. ^{99m}Tc -MAA 肺シンチグラフィ
- d. ^{99m}Tc -MDP 骨シンチグラフィ
- e. ^{99m}Tc -MAG₃腎シンチグラフィ
1. a, b 2. a, e 3. b, c
4. c, d 5. d, e

5

【注解】 a. ^{123}I -ヨウ化ナトリウム甲状腺シンチグラフィは ^{123}I -ヨウ化ナトリウムを経口投与する。

b. ^{99m}Tc -コロイドリンパ節シンチグラフィは ^{99m}Tc -コロイドを皮下に注射して行う。

c. ^{99m}Tc -MAA 肺シンチグラフィ, d. ^{99m}Tc -MDP骨シンチグラフィ, e. ^{99m}Tc -MAG₃腎シンチグラフィは、いずれも静脈注射で行う。 1

6

^{123}I thyroid scintigraphy
 ^{123}I γ 線 159KeV 半減期 13時間
 LEHRコリメータ または ^{123}I 専用コリメータ

^{123}I は内服薬 (NaI)。3.7~7.4 MBq内服
 ^{131}I も内服薬 (NaI)。

内服前に、薬を頸部ファントムに入れて撮像。
 (最近では内服薬をガンマカメラで撮像して
 投与カウントを測定する簡便法が多い。)

内服3時間後と24時間後にプランナー撮像。
 3時間後と24時間後の画像から
 甲状腺コード摂取率を算出する。
 正常値(24時間) 10~40%

検査1~2週間前から、ヨード制限食の前処置が
 必要。甲状腺治療薬を内服している場合は
 内服を検査1~2週間前から中止する。



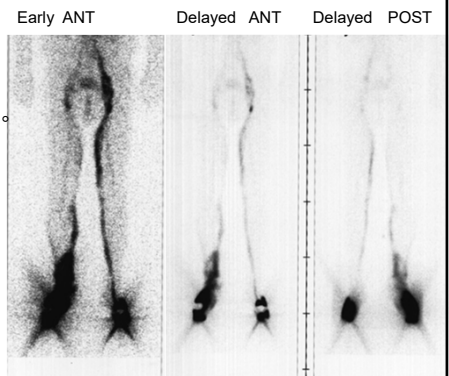
7

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSA(人血清アルブミン) または $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sn-colloid (スズコロイド) Lymphography (リンパ節シンチグラフィ)

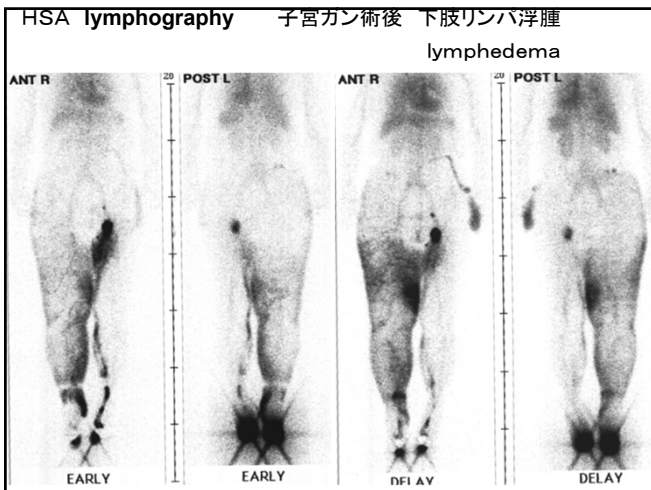
$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSAまたは
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sn-colloidを
 左右の足背または
 手背の皮下に
 各 18.5~37MBq注入。

下肢、または上肢の
 リンパ流を描画する。

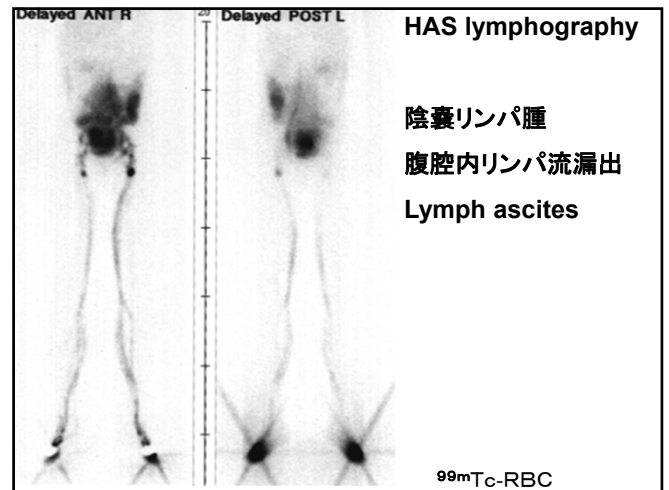
投与後数十分像で
 リンパ管、
 投与後数時間像で
 リンパ節が
 描出される。



8



9



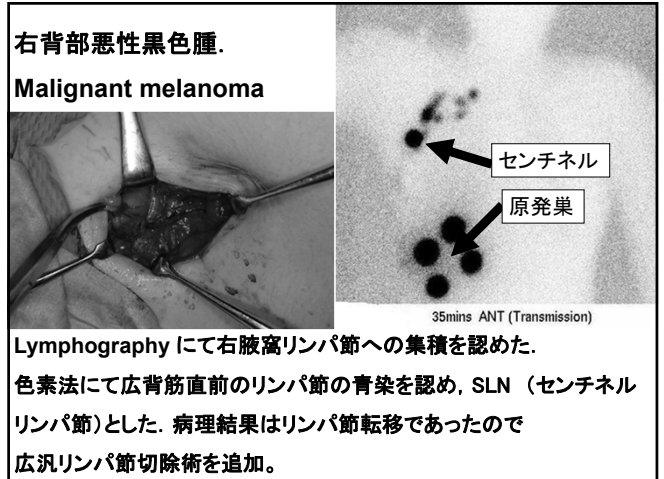
10

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) $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HSAまたは $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -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。

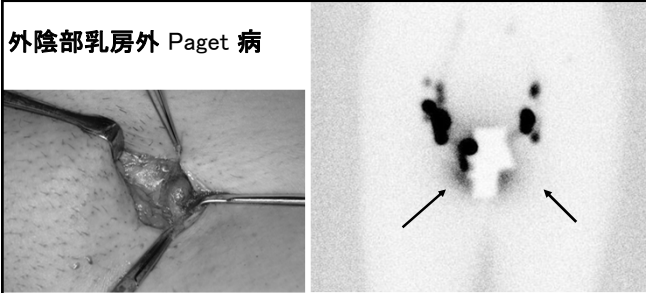
手術でセンチネルリンパ節を摘出し、術中迅速病理診断で、
 そこに転移がなければ他部位にもリンパ節転移なしと判断。
 転移があれば、リンパ節の広汎切除を追加する。



11

12

外陰部乳房外 Paget 病



Lymphographyにて両側鼠径に複数箇所 depositを認めた。色素法にて、両側の浅鼠径リンパ節の青染を確認し、右2つ、左1つの鼠径リンパ節をSLNとした。
 病理：2つの右鼠径リンパ節にPaget細胞、転移陽性。

13

【問題 4-113】 (平成 12)

誤っている組合せはどれか。

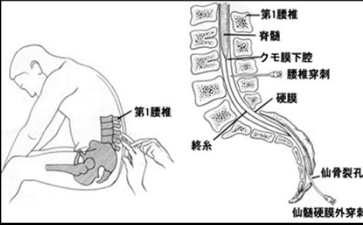
1. 脳血流シンチグラフィ——静脈注射
2. 脳槽シンチグラフィ——腰椎穿刺
3. 肺換気シンチグラフィ——経気道投与
4. リンパ節シンチグラフィ——静脈注射
5. 骨髄シンチグラフィ——静脈注射

〔注解〕 4. リンパ節シンチグラフィは放射性コロイドを皮内または皮下に注射して行う。
 1, 2, 3, 5 の RI 投与法はいずれも正しい。

4

14

¹¹¹In-DTPA cisternography 脳槽シンチグラフィ
¹¹¹In 173 keV、MEGPコリメータ、半減期2.8日
¹¹¹In-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。



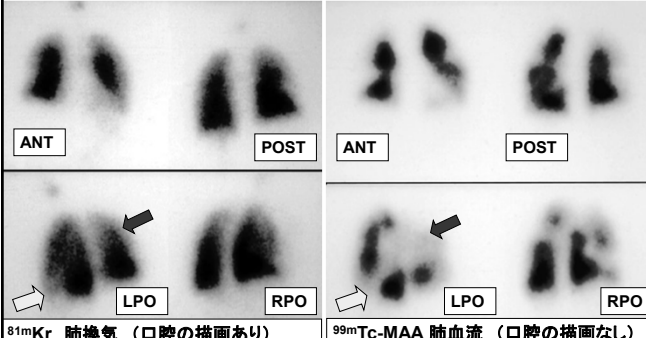
15

^{81m}Kr (クリプトン) 肺換気 (pulmonary ventilation)
 半減期 13秒 希ガス 190 keV MEGP コリメータ
 クリプトンガスジェネレータ (⁸¹Rb - ^{81m}Kr 放射平衡) で
^{81m}Kr ガスを持続吸入しながら撮像。
 胸部の正面、背面、左右前斜位、左右後斜位を撮像。
 気管支の通過性などを調べる。半減期が非常に短いので
 肺塞栓を疑う場合は、^{99m}Tc-MAA 肺血流シンチグラフィの
 直前に(MAA注射前)実施可能で、診断精度が向上する。
 (肺塞栓は、肺血流は欠損するが、吸気分布は正常。)
 (陳旧性肺炎では肺血流、吸気ともに欠損するので鑑別可)

16

肺塞栓症 ^{81m}Kr 肺換気 ^{99m}Tc-MAA 肺血流

塞栓箇所は、血流は欠損するが換気は保たれる。
 気管支が閉塞した箇所は、肺動脈血流も低下する(気管支肺炎など)
 陳旧性炎症部位は、肺組織が破壊しているので血流、換気ともに低下



^{81m}Kr 肺換気 (口腔の描画あり) ^{99m}Tc-MAA 肺血流 (口腔の描画なし)

17

【問題 4-114】 (平成 12)

成人における投与量で適切でないのはどれか。

1. ¹¹¹In-DTPA による脳槽シンチグラフィ : 37 MBq
2. ^{99m}Tc-MDP による骨シンチグラフィ : 740 MBq
3. ^{99m}Tc-DMSA による腎シンチグラフィ : 185 MBq
4. ¹²³I-IMP による脳血流シンチグラフィ : 370 MBq
5. ²⁰¹Tl-塩化タリウムによる心筋シンチグラフィ : 74 MBq

〔注解〕 4. ¹²³I-IMP による脳血流シンチグラフィは 111 MBq を用いる。1, 2, 3, 5 の投与量はいずれも適切である。

4

18

^{99m}Tc 標識薬剤の投与量 (半減期 6時間)
 骨 370~740 MBq (10~20mCi) 被曝 6mSv
 心筋 370~740 MBq (10~20mCi) 心筋分布は 2%以下
 腎 185 MBq (5mCi) 40%以上が腎臓に分布
 肝胆道 185 MBq (5mCi) 50%以上が肝胆道に分布
 脳槽 37 MBq (1mCi) 分布範囲は脊髄腔内のみ

^{123}I 標識薬剤の投与量 (半減期 13時間)
 脳 111 MBq (3mCi)

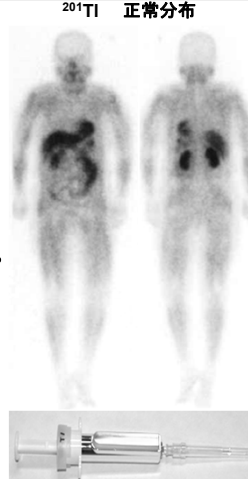
^{67}Ga (半減期 3.2日) 74 MBq (2mCi) 被曝 9mSv
 ^{201}Tl (半減期 3.0日) 111MBq (3mCi) 被曝 26mSv

19

^{201}Tl タリウム 心筋、腫瘍の検査

^{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。



20

核医学検査(シンチグラフィ)による被曝(mSv)
 (1mSvの被曝で10万人に1人が癌で死亡する)

^{201}Tl 心筋,肺 (111MBq)	25.5 (腎 60 胎児 5.6)
^{131}I 甲状腺 (74MBq)	11.1 (甲状腺37000 胃 34 胎児 3.7)
$^{67}\text{-Ga}$ (74MBq)	8.9 (骨髄 13 大腸 15 胎児 5.8)
$^{99m}\text{-Tc-MDP}$ 骨 (740MBq)	5.9 (骨 47 膀胱 37 胎児 4.5)
$^{18}\text{-F-FDG}$ (148MBq)	4.0 (膀胱 25 心臓 10 胎児 3.0)
$^{11}\text{-C-Methionine}$ (370MBq)	2.0 (肝 7 脾 7)
$^{15}\text{-O-CO}$ (2000MBq)	1.5 (肺 7)
$^{15}\text{-O-CO}_2$ (3000MBq)	2.0 (肺 11)
$^{15}\text{-O-O}_2$ (6000MBq)	4.0 (肺 17)

21

【問題 4-115】 (平成 10)

放射性薬剤投与直後から撮像開始するのはどれか。

- RI アンギオグラフィ
- 心筋血流シンチグラフィ
- 平衡時法
- ファーストパス法
- レノグラフィ

- a, b, c
- a, b, e
- a, d, e
- b, c, d
- c, d, e

22

〔注解〕 b. ^{201}Tl を用いる心筋血流シンチグラフィは静注 5~10 分後より撮像を開始する。

c. 心機能検査の平衡時法は静注後全身の血管に RI が分布し、平衡に達した時点で心電図の R 波をトリガーとしてデータ収集を行う方法で RI 静注 10 分以後に撮像を開始する。

RI アンギオグラフィ、ファーストパス法、レノグラフィは投与直後から撮像を開始する。

3

23

ファーストパス法 = RI アンギオグラフィ

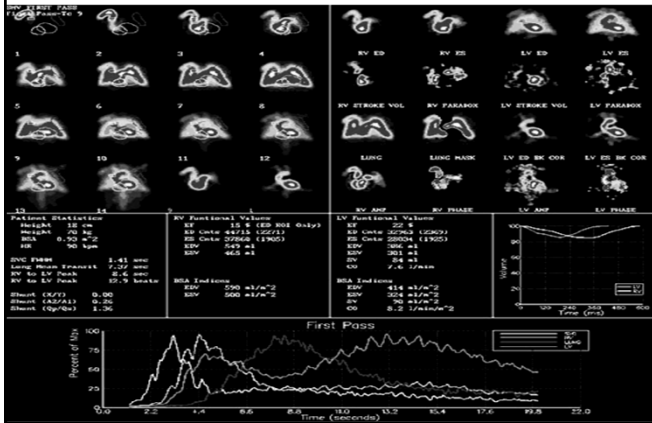
はじめに、RIを標識していないピロリン酸(PYP)を静脈注射。約10分後に患者を撮像するセッティングを行い、 $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (パーテクネート;何も標識していない ^{99m}Tc)を静脈注射(740MBq)すると同時に、ダイナミック撮像開始(64x64 または 128x128、1フレーム 1~5秒、1~5分間)。

ピロリン酸は患者の赤血球表面に付着し、投与された ^{99m}Tc を吸着する。体内で患者赤血球が ^{99m}Tc 標識される。(インビボ標識 $^{99m}\text{Tc-RBC}$ 、生体内標識法)

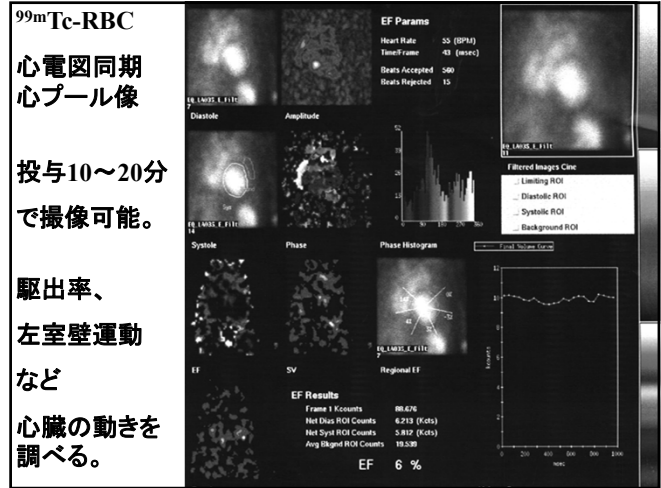
10~20分後に撮像すると平衡時像(プール像)が撮像される。(患者の体内血液(赤血球)分布画像。平衡時法。)

24

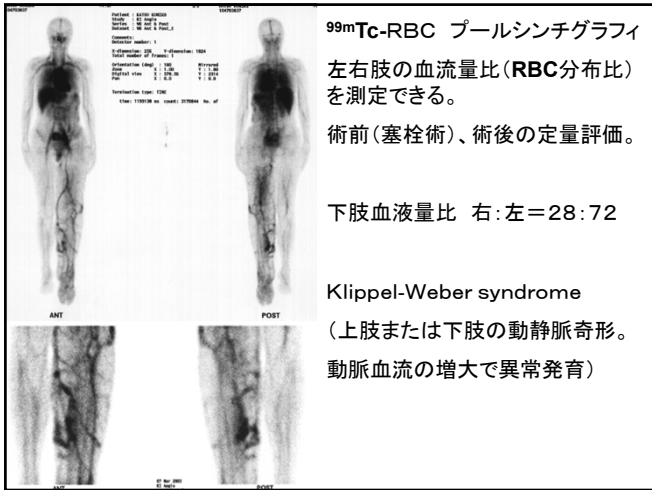
心臓血管造影 RI Cardio-angiography (CAG)
心室の放射能曲線から、心拍出量、左右短絡率などを算出。



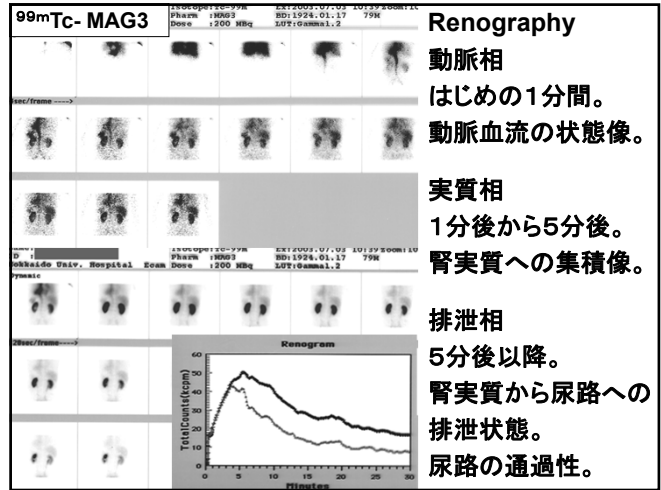
25



26



27



28

【問題 4-116】(平成 15)

放射性医薬品の投与直後から撮像を開始するのはどれか。

a. 脳槽シンチグラフィ
b. 肺換気シンチグラフィ
c. 肝・胆道シンチグラフィ
d. 心筋梗塞シンチグラフィ
e. 骨髄シンチグラフィ

1. a, b 2. a, e 3. b, c
4. c, d 5. d, e

29

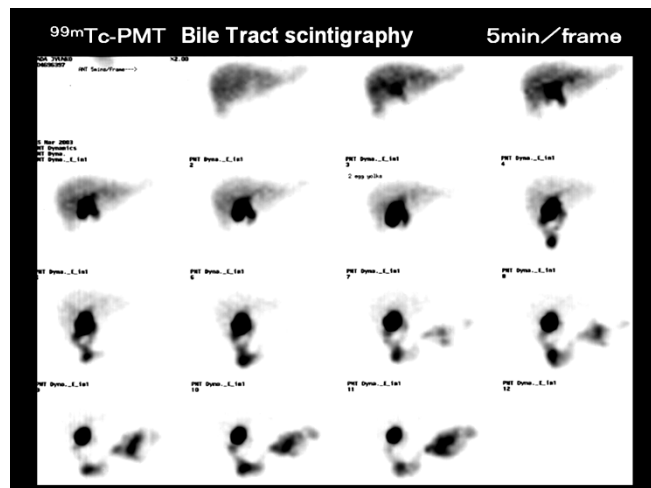
【注解】 a. 脳槽シンチグラフィは投与後1時間より撮像を開始する。
d. 心筋梗塞シンチグラフィは投与後3~4時間後に撮像する。
e. 骨髄シンチグラフィは投与後48~72時間後に撮像を開始する。
b. 肺換気シンチグラフィ, c. 肝・胆道シンチグラフィは投与直後から撮像を開始する。

3

30

81mKr (クリプトン) 肺換気 (pulmonary ventilation)
 半減期 13秒 希ガス 190 keV MEGP コリメータ
 クリプトンガスジェネレータ (81Rb - 81mKr 放射平衡) で
 81mKr ガスを持続吸入しながら撮像。
 胸部の正面、背面、左右前斜位、左右後斜位を撮像。
 気管支の通過性などを調べる。半減期が非常に短いので
 肺塞栓を疑う場合は、99mTc-MAA 肺血流シンチグラフィの
 直前に (MAA注射前) 実施可能で、診断精度が向上する。
 (肺塞栓は、肺血流は欠損するが、吸気分布は正常。)
 (陳旧性肺炎では肺血流、吸気ともに欠損するので鑑別可)

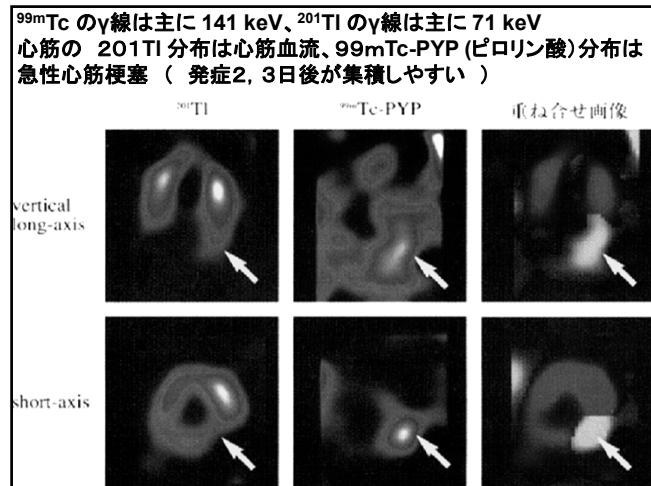
31



32

99mTc-PYP myocardial scintigraphy、SPECT
 (心筋梗塞シンチグラフィ)
 • 99mTc 141keV
 • LEHR または LEGP コリメータ
 99mTc-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。

33



34

【問題 4-117】 (平成 13)
 放射性医薬品の投与から撮像までの時間で
 適切でない組合せはどれか。
 1. 67Ga-クエン酸ガリウム ——— 3日
 2. 99mTc-MDP ——— 3時間
 3. 99mTc-MAA ——— 1時間
 4. 131I-アドステロール ——— 7日
 5. 201Tl-塩化タリウム ——— 5分
 【注解】 3. 99mTc-MAA による肺血流シンチグラフィは静注直後より撮像する。
 67Ga クエン酸ガリウム, 99mTc-MDP, 131I-アドステロール, 201Tl-塩化タリウムの撮像までの時間は適切である。

35

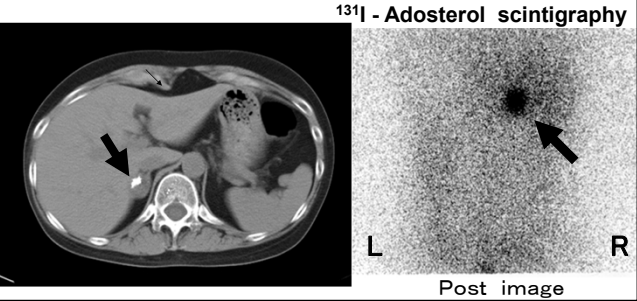
99mTc-MAA pulmonary perfusion scintigraphy
 • 99mTc 141 keV、コリメータ LEHR。
 99mTc-MAA (macro-aggregated albumin) (大凝集アルブミン) 185MBq 静脈投与2分後から撮像可能。肺野正面、背面、左右後斜位プラナー像。
 MAAは直径10~50μmで、肺動脈末梢毛細血管を通過できず停滞するので、肺動脈血流分布が画像化される。
 肺塞栓の患者は胸痛で長時間の検査は困難、速やかな診断が治療に必要なので、注射後に速やかに撮像して、速やかに画像を主治医に見せることが重要。

36

¹³¹I - Adosterol adrenal scintigraphy
¹³¹I 365KeV 高エネルギー用コリメータ HEGP
¹³¹I - Adosterol 18.5 MBq 静脈投与。
 投与後、3日目と7日目くらいに、正面、背面プラナー像。
 Adosterol は 約1週間かけてゆっくり副腎皮質に集まる。
 アドステロールは、コレステロールの類似物質。
 コレステロールは、副腎皮質ホルモン(コルチゾルなど)の材料なので¹³¹I - Adosterolは、副腎皮質に集積する。
 脂質なので水に溶けない。エタノール溶液の薬剤。
 アルコールに弱い患者では、酒酔い症状が出るので、生理的食塩水で2倍以上に希釈して数分かけて静脈投与。
¹³¹I 標識薬剤なので、甲状腺ブロックの前処置が必要。

37

クッシング症候群 Cushing syndrome
 副腎皮質ホルモンを過剰産生する副腎皮質腺腫。
 (functioning adrenal cortical adenoma)
 副腎皮質刺激ホルモン (ACTH) が減少するので
 健常側副腎への集積が低下する。



38

²⁰¹Tl タリウム ²⁰¹Tl 正常分布
²⁰¹Tl 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と共に Tl が能動的に心筋細胞内に数分で取り込まれる。
 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。
²⁰¹Tl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。

39

【問題 4-118】 (平成 12)

投与から撮像開始までの時間が最も長いのはどれか。

1. 脳血流シンチグラフィ
2. 肺換気シンチグラフィ
3. 肝シンチグラフィ
4. レノグラム
5. 副腎皮質シンチグラフィ

40

【注解】 5. 副腎皮質シンチグラフィはRI投与後7~9日に撮像を開始する。

1. 脳血流シンチグラフィはRI投与後5~20分で撮像を開始する。
2. 肺換気シンチグラフィはRI投与後すぐに撮像を開始する。
3. ^{99m}Tc-フィチン酸を投与後15~30分で肝シンチグラフィは撮像開始する。
4. レノグラムはRI投与直後より撮像開始する。

5

41

【問題 4-119】 (平成 9)

放射性医薬品を投与後24時間以内に終了する検査はどれか。

1. 赤血球寿命
2. 赤血球鉄利用率
3. 循環血漿量
4. 血小板寿命
5. 骨髓シンチグラフィ

【注解】 3. 循環血漿量の検査は投与後5, 10, 15, 20分の採血と放射能測定によるので1時間以内に終了する。

3

42

⁵⁹Fe 鉄代謝 Ferrokinesics ⁵⁹Fe 半減期 44.5日 1.1, 1.3 MeV

貧血の種類を調べるテスト。撮像は行わない。

⁵⁹Feを0.37MBq 静脈注射して、1、2、3、4時間後に採血。

⁵⁹Feは速やかに骨髄に取り込まれて赤血球の成分になる。

この間の放射能減少率で血漿鉄消失率(PID)を求める。
(Plasma Iron decreasing rate)

PIDが低下していたら骨髄の機能低下。

さらに2、4、6、8、10日後にも採血して、
この間の放射能減少率で赤血球鉄利用率(RIU)を求める。
(Red Cell Iron Utility ratio)

RCUが亢進していたら鉄欠乏性の貧血。
RCUが低下していたら骨髄の機能低下(再生不良性貧血)

43

⁵⁹Fe ferrokinetics

FERROKINETICS 2001.10.22 Pt ID 449-820-7
RI No. 01-3350

⁵⁹Fe静注後 30~240分
の間に数回採血し、
血漿鉄消失時間(PID)を
計算。正常T1/2 1~2時間

⁵⁹Fe静注後 1~14日
の間に数回採血し、
赤血球鉄利用率(RIU)を
計算。正常は1週間後に
80~100%

肝/心、脾/心 実数比

体外計測

- 肝/心 カウント比
- 脾/心 カウント比
- 骨髄/心 カウント比

44

再生不良性貧血のFerrokineticsと InCl 骨髄シンテグラフイ

In(インジウム)は、Feと同様の分布を示し、赤色骨髄に集積。

FERROKINETICS 2001.07.23
004-391-5 3月 入院 01-0574 限 50 T

血漿鉄消失時間 PID (T1/2) = 190.92 (min)
(正常 60 ~ 120 min)

鉄利用率(%)

4日 鉄利用率=8 %
7日 鉄利用率=14 %
11日 鉄利用率=11 %

肝/心、脾/心、骨髄/心 実数比

体外計測

- 肝/心 カウント比
- 脾/心 カウント比
- 骨髄/心 カウント比

45

⁵¹Cr 循環赤血球量測定 ⁵¹Cr 半減期27.7日 320KeV

撮像は行わない。

体内を循環している血液中の赤血球量を調べるテスト。

血液を8ml採取し、試験管内で、⁵¹Crを混ぜて(3MBq程度)、
15分後に一定量(北大では6ml)を、患者に静脈注射。

残りの⁵¹Crを混ぜた血液の放射能(Bq/ml)を測定。

30分後に再度採血し、血液の放射能(Bq/ml)を測定。

この放射能の比が、体内を循環している血液中の赤血球量。

赤血球増多症の鑑別(真性か脱水か)に利用される。

46

⁵¹Cr 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⁵¹Crを標識して、
1ml を放射能測定し、X Bq/ml であったとする。

1ml を患者に静注し、30分後に 採血した血液が
Y Bq/ml であったとすると、
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 x ヘマトクリット x 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。

47

⁵¹Cr 赤血球寿命測定

さらに1週間の中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

⁵¹Cr 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⁵¹Crを混ぜて標識し、患者に投与。
1週間の中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

48