

2016年 国家試験 解答 3

腎臓の核医学検査で正しいのはどれか。

1. 腎動態シンチグラフィでは側面像で解析する。
2. ^{99m}Tc-DTPA シンチグラフィでは腎血漿流量を算出できる。
3. ^{99m}Tc-DMSA シンチグラフィは腎瘢痕の評価に有用である。
4. 腎動態シンチグラフィの検査前に患者の水分摂取を制限する。
5. ^{99m}Tc-DMSA シンチグラフィは腎機能が低下している患者には禁忌である。

DTPA、MAG3 腎動態ダイナミック撮影は、背面像を撮る。

DTPAは糸球体濾過率GFR、MAG3は有効腎血漿流量ERPFを測定。一般に、RI検査薬投与量は極微量なので、腎機能低下例にも使用可。

1

【問題 4-91】 (平成 14)

時間放射能曲線で正しいのはどれか。

1. ガリウムシンチグラフィで作成できる。
2. レノグラムはその一つである。
3. 関心領域の設定は不要である。
4. 定量指標は算出できない。
5. 縦軸に時間を表す。

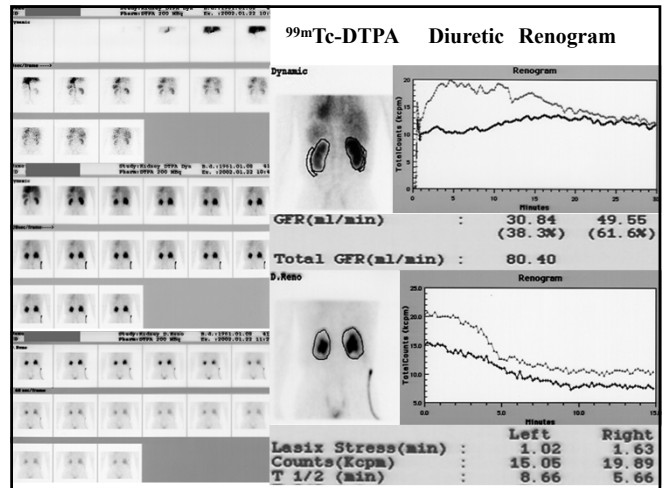
2

〔注解〕 2. RI 検査で臓器の経時的な RI 集積状況を示す時間放射能曲線であるレノグラムはその1つであるので正しい。

1. Ga の集積は遅いのでガリウムシンチグラフィで時間放射能曲線は作成できない。
3. 関心領域の設定をする。4. 定量指標は算出できる。5. 横軸に時間を表す。

2

3



4

^{99m}Tc-DTPA Renography

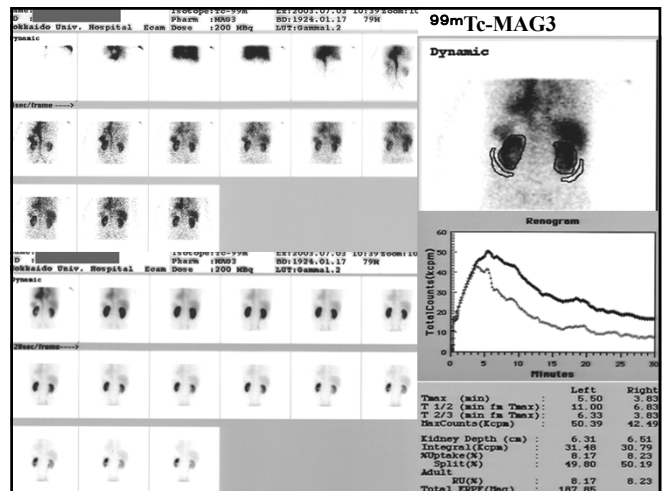
• ^{99m}Tc 141 keV、LEHRコリメータ。

前処置: 30分前に水負荷 (250mL 程度の飲水) を行う。
^{99m}Tc-DTPA 200MBq / 50kg を ポーラス静脈注射し、

直後よりダイナミック収集。64x64マトリックス。
最初の3分間 (血流相) は、1フレーム5秒
続いて20分間 (排泄相) は、1フレーム10秒で撮像。
必要があれば利尿剤を投与してダイナミック収集を続ける。

左右腎臓に関心領域 (ROI) を設定し、
各腎臓の時間放射能曲線を作成 (renogram)。
Renogramの1.5分から2.5分 (小児では1分から2分)
の間の積分値が、糸球体濾過率GFRと相関する。

5



6

^{99m}Tc-MAG3 Renography

• ^{99m}Tc 141 keV、LEHRコリメータ。

前処置：30分前に水負荷（250mL 程度の飲水）を行う。
^{99m}Tc - MAG3 を 200MBq / 50kg ポーラス静脈注射し、
直後より ^{99m}Tc-DTPA と同じ方法でダイナミック収集。

左右腎臓に関心領域(ROI)を設定し、
各腎臓の時間放射能曲線を作成 (renogram)。
Renogramの1分から2分間の積分値が、
有効腎血漿流量ERPFと相関する。

DTPAよりも腎実質への集積が多く、排泄も速やかなので、
腎機能が高度低下している症例、小児例では
DTPA より MAG3 のほうが有効。

7

2009年 国家試験

解答 3

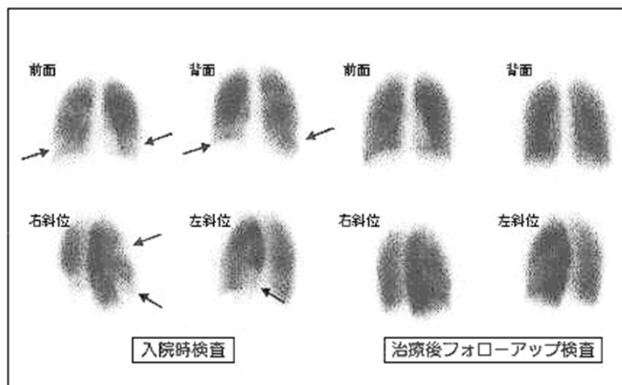
^{99m}Tc-MAA を上肢から投与して肺血流シンチグラフィを施行
したところ、脳に高集積がみられた。考えられるのはどれか。

1. 標臓不良
2. てんかん発作
3. 右左シャント
4. 三尖弁閉鎖不全
5. 静注時の動脈誤穿刺

8

^{99m}Tc-MAA Pulmonary perfusion scintigraphy

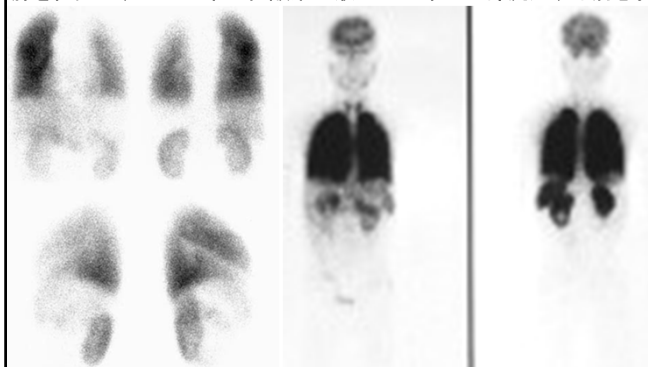
肺塞栓症 (Pulmonary Thromboembolism ; PTE)



9

^{99m}Tc-MAA Pulmonary perfusion scintigraphy

右左シャント (R-L shunt) ASD, VSD, TOF, 肺動静脈短絡などで
肺を経由せずに右心系の低酸素血液が左心系に一部流入する病態。



10

^{99m}Tc-MAA pulmonary perfusion scintigraphy

• ^{99m}Tc 141 keV、コリメータ LEHR。

^{99m}Tc-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、左右後斜位プレーン像。
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。肺静脈、左心系、大動脈は描画され
ない (右左シャントがあると左心系が描画される)。
肺癌は、胸部大動脈から分枝する気管支動脈から
血流をうけるので、MAA分布は欠損する。

11

2009年 国家試験

解答 4

脳血流 SPECT で側頭頭頂葉優位の血流低下がみられるのはどれか。

1. うつ病
2. 前大脳動脈閉塞
3. 後大脳動脈閉塞
4. アルツハイマー病
5. 前頭側頭型認知症

12

2016年 国家試験

解答 5

認知症の核医学検査で正しいのはどれか。

1. ^{123}I -IMP 投与3時間後の画像で診断する。
2. ^{123}I -MIBG の心臓の集積は前頭側頭型認知症で低下する。
3. 画像統計解析では若年健常者から得られたデータベースと比較する。
4. ^{123}I -イオマゼニルはLewy(レビー)小体型認知症の診断に用いられる。
5. 早期の Alzheimer(アルツハイマー)型認知症では前頭葉の血流は保たれる。

13

^{123}I -IMP (N-isopropyl iodo- amphetamine)

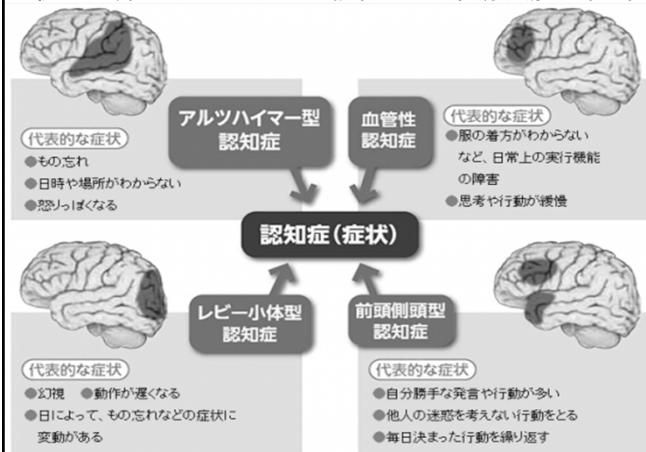
^{123}I 159keV LEHR または ^{123}I 専用コリメータ

投与量 111 MBq

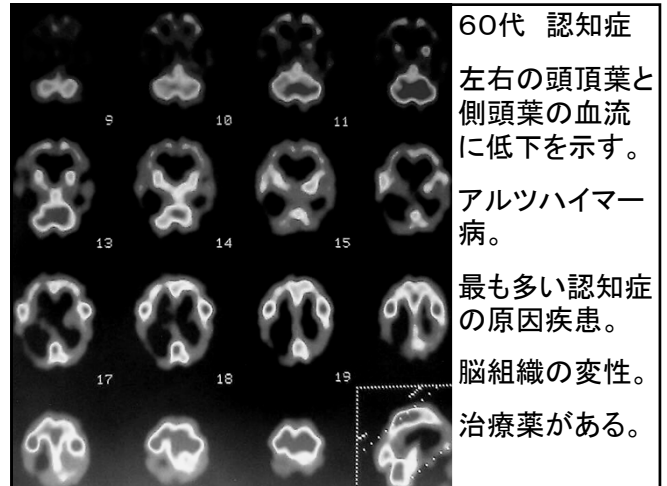
アンフェタミンは覚醒剤だが、薬剂量は極めて微量なので薬理効果は出ない。高率に脳に取り込まれ、局所脳血流に比例して脳内に分布し、脳血流シンテグラムが得られる。静注10分後に動脈採血し、血液中放射能を測定し、静注20分後にSPECT撮像20分間。オートラジオグラフィ法によって脳血流定量画像が得られる。

14

RI検査は、認知症の区別が可能。適切な早期治療に寄与。



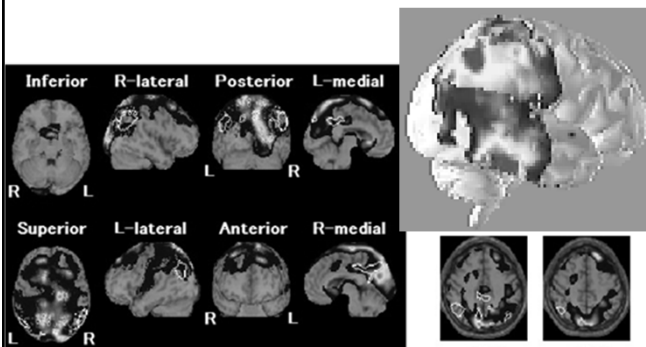
15



16

脳血流の偏差値マップ SPM、SSP など

脳血流が同年代正常値の値に比べて低下している(偏差値の低い)部位がカラー表示される。



17

アルツハイマー病 AD Alzheimer Disease

記憶障害を初発症状とし、次第に見当識障害、計算障害、失語・実行・実認などの巣症状を伴って知的機能の荒廃をきたし、最終的には寝たきりとなる。進行が速い。

病理学的には神経細胞脱落、大脳皮質に広範にみられる老人斑と神経原線維変化。

進行を遅らせる薬がある(アリセプト)。

18

アルツハイマー病(早期)
脳組織の形状には異常を認めないが
血流や糖代謝の低下が出現している。

PET、SPECTで異常あり

ブドウ糖代謝分布
血流分布

SPECT、PETは代謝、機能の情報

MRIでは異常なし

水、脂肪の分布

T1 脂肪 T2 水

19

¹²³I-IMZ (イオマゼニル iomazenyl) 脳 SPECT

商品名 ベンゾダイン

¹²³I 159keV LEHR または ¹²³I 専用コリメータ

投与量 167 MBq 静脈注射

投与3時間後に、撮像 20~30 分間。

イオマゼニルは脳神経細胞にあるベンゾジアゼピン受容体に集積するので、正常脳神経分布画像が撮像される。
癲癇(Epilepsy)の原因部位(焦点)の検索に用いる。
(好発部位は側頭葉内側)。

20

¹²³I-イオマゼニル(IMZ)脳SPECTは、
てんかん(癲癇、Epilepsy)の焦点(脳障害部位)の検出に優れている。IMZは、正常でない脳組織には集積しない。

123I-IMZ(イオマゼニル) SPECT

MRI

INTERICTAL ICTAL

てんかん間歇時(非発作時) てんかん発作時

123I-IMP SPECT

21

80代 認知症

左右の前頭葉と側頭葉の血流に低下と不均一を示す。

大脳皮質萎縮と
動脈硬化性多発小梗塞。

2番目に多い認知症の原因疾患。

22

認知症とパーキンソン病(PD)症状を伴う症例
左右の頭頂葉と後頭葉の血流に低下を示す。
レビー小体型認知症 DLB。脳組織の変性。
パーキンソン病(PD)に認める認知症。

23

びまん性レビー小体病の脳血流偏差値マップ。
左右の頭頂葉と後頭葉に血流低下。
アルツハイマー病よりも頭頂部の血流低下範囲が広い。

RT.LAT LT.LAT SUP INF ANT POST RT.MED LT.MED

24

びまん性レビー小体 (Lewy bodies) 病 DLB
(レビー小体型認知症)

レビー小体は、パーキンソン病の脳幹部神経細胞内の封入体で、パーキンソン病の病理学的特徴とされる。

このレビー小体が大脳皮質にも多数出現し、臨床的に進行性の痴呆とパーキンソン症状を特徴とするものがびまん性レビー小体病といわれる。

初老期、老年期に発症し、記憶障害から始まって徐々に痴呆症状が目立つようになり、経過中、筋固縮や寡動を主とするパーキンソン症状が加わってくる。

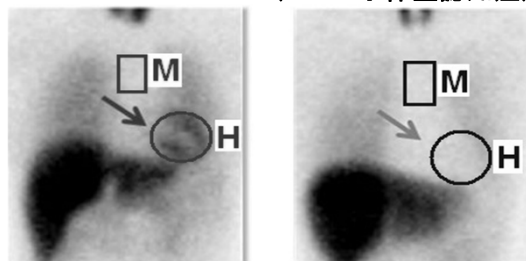
25

^{123}I -MIBG シンチグラフィによるパーキンソン病の診断
MIBGはアドレナリンの類似物質。交感神経に集積。
正常心筋はMIBG集積あり(心/縦隔比(H/M)2.5程度)
パーキンソン病は交感神経障害で、心筋描出が乏しい。

正常例

パーキンソン病

(レビー小体型認知症)



26

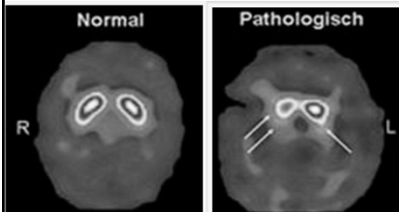
^{123}I -イオフルパンSPECTによるパーキンソン病の診断
イオフルパンはドーパミン受容体に集積する物質。
投与3時間後に30分間SPECT撮像。

正常例では、基底核のドーパミン受容体に集積。

正常集積は、基底核/バックグラウンド比が6以上。

パーキンソン病やレビー小体型認知症は、集積低下。

正常例 パーキンソン病(レビー小体型認知症)



2014年1月から
検査が認可された。

検査名 Dat scan

27

【問題 4-92】(平成9)

病変部が陰性像となることが多い組合せは
どれか。

1. 肺癌 ————— $^{201}\text{TlCl}$
2. 心筋梗塞 ————— $^{201}\text{TlCl}$
3. 骨転移 ————— $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$
4. メッケル憩室 ————— $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$
5. 悪性リンパ腫 ————— ^{67}Ga -クエン酸

〔注解〕 2. $^{201}\text{TlCl}$ は正常な心筋に集積するので、心筋梗塞部位は陰性像となる。

肺癌、骨転移、メッケル憩室、悪性リンパ腫とその放射性薬剤では陽性像を示す。 2

28

^{201}Tl Lung SPECT

^{201}Tl 71 keV

・ LEHRコリメータ

^{201}Tl 111MBq 静脈投与
10分後にSPECT撮像。
120分後にDelayed像。
(炎症は120分像で
集積が低下する。)

Rt. lung cancer
(心筋集積は正常像)

29

^{201}Tl Myocardial SPECT

^{201}Tl 71 keV

・ LEHRコリメータ

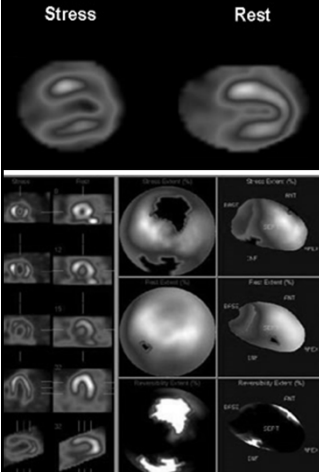
運動負荷、薬剤負荷(血管
拡張剤ジピリダモル)直後
に ^{201}Tl 111MBq 静脈投与
10分後にSPECT撮像。
(Stress像)

4時間後に再度撮像すると
Rest像(安静像)を得る。

心電図同期収集をすると、拡張期、収縮期の心筋SPECT
から壁運動評価、左室駆出率の算出が可能。

30

Stress **Rest**



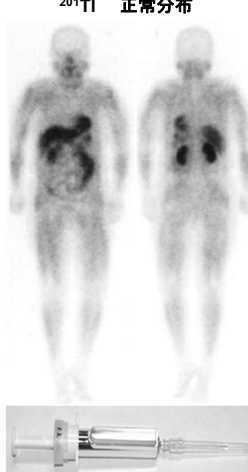
労作性狭心症(angina)

Stress像で
心尖部前壁 (apical anterior) に局所的血流低下あり、**Rest像で**
同部位に再分布を示す。
(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 像でも分布低下なら
心筋梗塞。
(Myocardial Infarction)


31

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。

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。



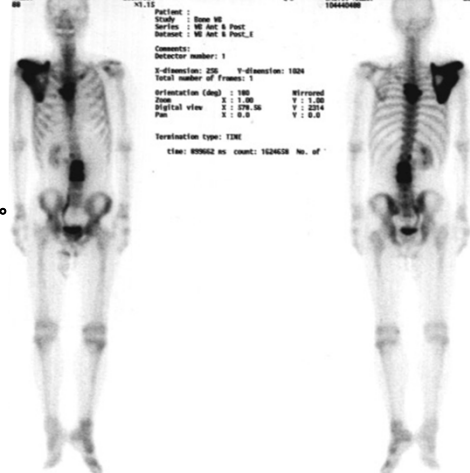
32

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-Ga (74MBq)	8.9(骨髄 13 大腸 15 胎児 5.8)
99m-Tc-MDP骨 (740MBq)	5.9(骨 47 膀胱 37 胎児 4.5)
18-F-FDG (148MBq)	4.0(膀胱 25 心臓 10 胎児 3.0)
11-C-Methionine(370MBq)	2.0(肝 7 脾 7)
15-O-CO (2000MBq)	1.5(肺 7)
15-O-CO2 (3000MBq)	2.0(肺 11)
15-O-O2 (6000MBq)	4.0(肺 17)

33

Bone metastases



骨 シンチグラフィ

リン酸の分布図。骨転移に強く分布。

尿中への排泄が多いので、尿路、膀胱が描画される。

34

99mTc-MDP bone scintigraphy

- 99mTc 141 keV、コリメータ LEHR。

99mTc-MDP (methylene diphosphonate) または 99mTc-HMDP (hydroxy MDP) 555 MBq 静脈投与 3~5時間後に撮像。全身正面、背面プラナー像。1000 counts / cm² 以上で撮像。必要に応じてSPECT撮像。

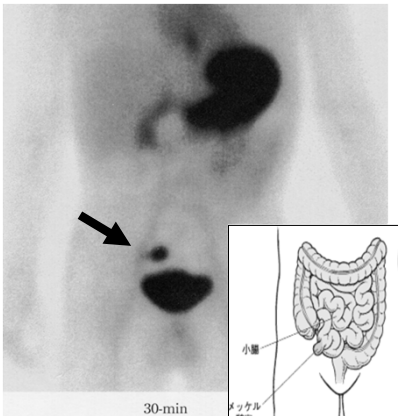
尿への正常排泄があるので、排尿をしてから撮像する。下着の尿汚染、導尿チューブがある症例では、尿の画像が骨の画像に重ならないように工夫して撮像。

35

99mTcO₄⁻ (パーテクネート)メッケル憩室シンチグラフィ

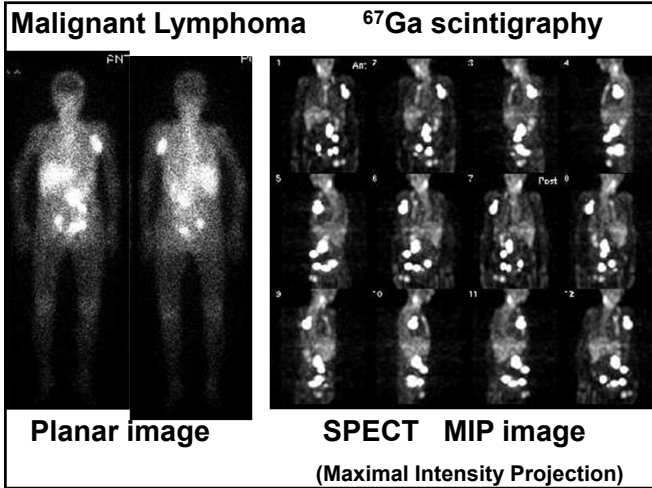
99mTcO₄⁻は、腺組織に集積する。胃粘膜に集積する。異所性胃粘膜があれば集積する。

メッケル憩室
小腸内の胎生遺残組織 約半数に胃粘膜を伴う。胃液が貯留するので潰瘍を起しやすい。



30-min

36



37

⁶⁷Ga scintigraphy

- 93、185、300 keV の3ピークを撮像に使う
- 中エネルギー用コリメータ MEGP

クエン酸ガリウム (⁶⁷Ga-citrate) 74MBq 静脈注射
体内分布の速度は遅く、投与48時間または72時間後に撮像。必要に応じてSPECTを撮る。

肝、大腸(便)、骨髄に正常分布する。
大腸に病的集積が疑われた場合、さらに数時間後～1日後に腹部正面の追加撮像。(便ならば集積像が肛門側へ移動する)

38

【問題 4-93】 (平成 10)

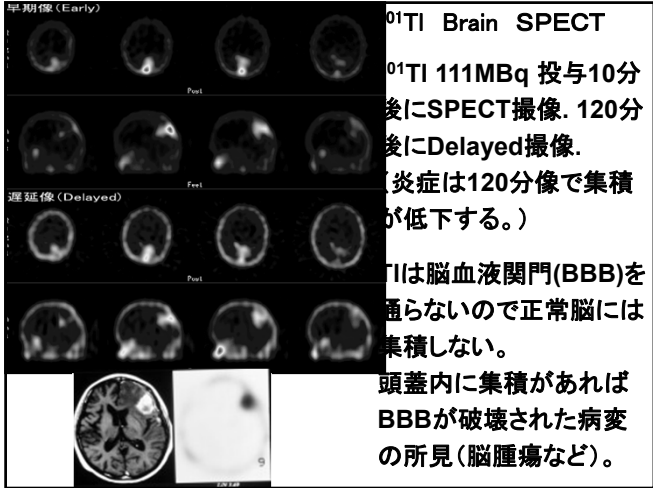
病変部が陰性像となる組合せはどれか。

- 脳腫瘍 — ²⁰¹TlCl
- 肺塞栓症 — ^{99m}Tc-MAA
- 心筋梗塞 — ^{99m}Tc-MIBI
- 肝癌 — ^{99m}Tc-ブチン酸
- 転移性骨腫瘍 — ^{99m}Tc-MDP

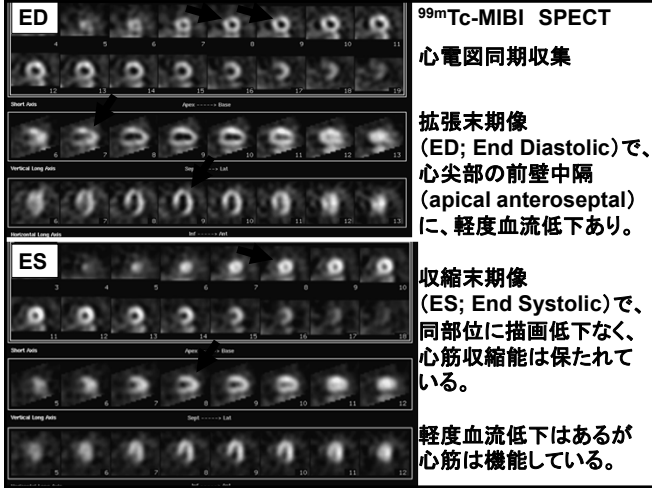
1. a, b, c 2. a, b, e
3. a, d, e 4. b, c, d
5. c, d, e

【注解】 a. ²⁰¹TlCl による脳腫瘍検査では病変部に RI が集積し陽性像となる。
e. ^{99m}Tc-MDP による転移性骨腫瘍検査では病変部に RI が集積し陽性像となる。
肺塞栓症、心筋梗塞、肝癌は、いずれも病変部が陰性像を示す。 4

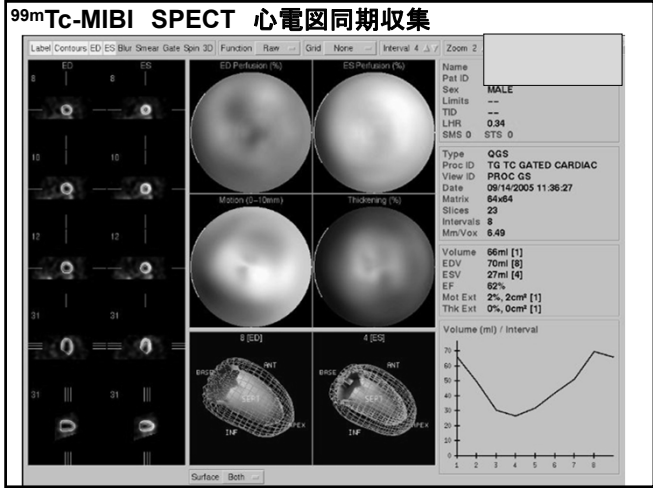
39



40



41



42

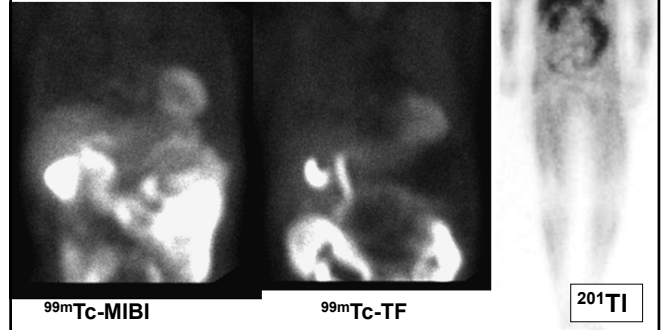
^{99m}Tc-MIBI Myocardial SPECT
^{99m}Tc-TF (Tetrofosmin) Myocardial SPECT

正常心筋に集積する ^{99m}Tc標識薬剤のほうが ²⁰¹Tlよりも画像が良好。(γ線エネルギーが高い。半減期が短いので投与量が多い)

投与した薬剤が心筋に集積する割合は ²⁰¹Tlのほうが多い (Tl 4% Tc製剤 2%)
²⁰¹Tlは再分布現象がある (負荷時に集積低下した部位が数時間後に集積が増加する) ので、1回投与で負荷時、安静時の撮像が可能。

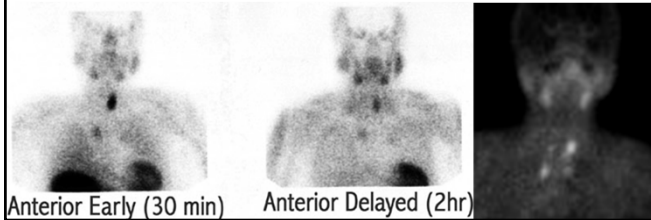
43

^{99m}Tc-MIBI, ^{99m}Tc-TF の
心筋集積率は 1~2% (²⁰¹Tl は3~4%)
胆汁排泄が多いので、胆道や腸管に多く集積。



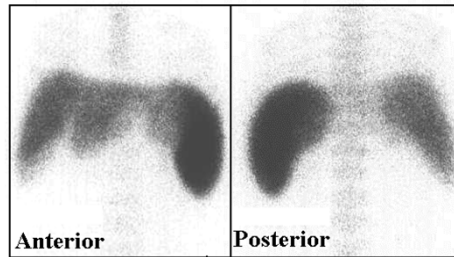
44

^{99m}Tc-MIBI は、副甲状腺腫瘍の検査にも用いる。
 正常の甲状腺、副甲状腺には集積しない。
 甲状腺に重なる局所集積があれば
 副甲状腺腫瘍 (良性腺腫) または副甲状腺過形成 (hyperplasia) (腎不全に伴うビタミンD 活性化障害によるカルシウム欠乏で副甲状腺が肥大する)



45

^{99m}Tc-Sn-colloid (スズコロイド) 肝シンチグラフィ
^{99m}Tc-phytate (フチン酸) 肝シンチグラフィ
 フチン酸は、血中でカルシウムと結合してコロイドを形成する。コロイドは、肝、脾、骨髄の網内系細胞 (クッパー細胞など) に集積。投与20~30後に撮像。プランナー像、SPECT像

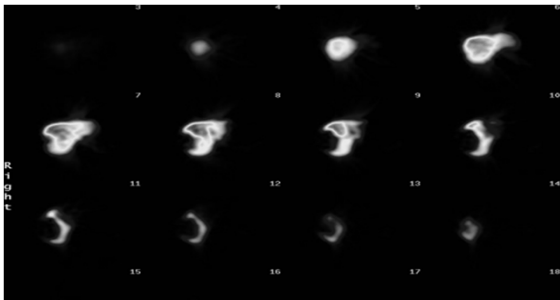


肝硬変 cirrhosis 脾臓の腫大、肝外側区腫大、肝右葉萎縮

46

^{99m}Tc-Sn-colloid (スズコロイド) 肝シンチグラフィ
^{99m}Tc-phytate (フチン酸) 肝シンチグラフィ

コロイドは、肝、脾、骨髄の網内系細胞 (クッパー細胞など) に集積。正常肝組織に集積する。



肝右葉の肝細胞癌 (HCC ; hepatocellular carcinoma)

47