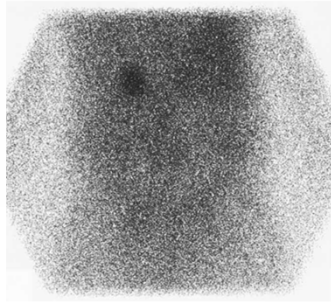


21年 国家試験

解答 5

¹³¹I-アドステロール投与7日後に撮影した腹部後面像を示す。考えられるのはどれか。

1. 神経芽腫
2. 神経鞘腫
3. 褐色細胞腫
4. 副腎髓質過形成
5. クッシング症候群



1

2016年 国家試験

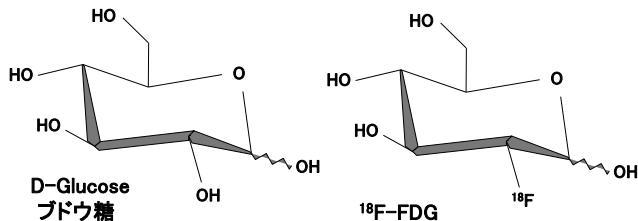
解答 5

¹⁸F-FDGの集積性が低いのはどれか。

1. 大腸癌
2. 悪性黒色腫
3. 悪性リンパ腫
4. 頭頸部扁平上皮癌
5. 高分化型肝細胞癌

2

¹⁸F-FDG (Fluoro Deoxy Glucose)は、ブドウ糖の類似物質(analog)で、ブドウ糖と同様に組織に摂取されるが、代謝されないで組織内に長く停滞し、(例外の組織として、肝細胞はFDGを細胞外に排出する。)(肝細胞癌は肝細胞機能を持つので、FDGで検出困難。)脳や病変のブドウ糖定量画像収集に有用な薬剤となる。



3

23年 国家試験

毛細血管塞栓で集積するのはどれか。

正解 5

1. ^{99m}Tc-DTPA
2. ^{99m}Tc-ECD
3. ^{99m}Tc-GSA
4. ^{99m}Tc-HSA
5. ^{99m}Tc-MAA

^{99m}Tc-MAA (macro-aggregated albumin) 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。

4

2009年 国家試験

解答 3

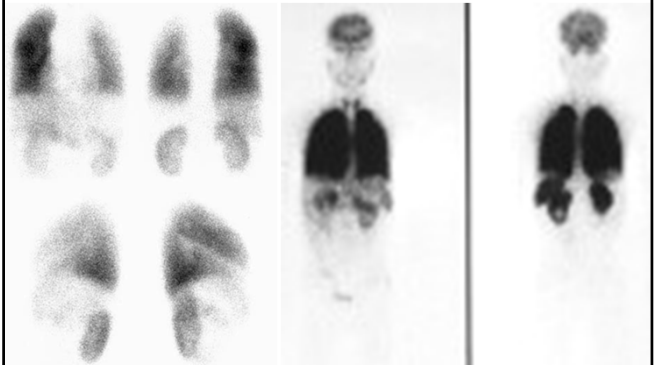
^{99m}Tc-MAAを上肢から投与して肺血流シンチグラフィを施行したところ、脳に高集積がみられた。考えられるのはどれか。

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

5

^{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。



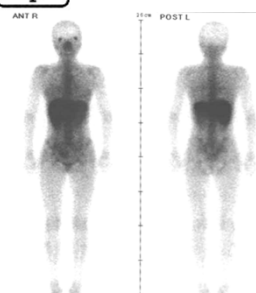
6

^{67}Ga -クエン酸シンチグラフィにおける正常集積部位はどれか。
 a. 肝臓 b. 骨 c. 脳 d. 心筋 e. 甲状腺
 1. a, b 2. a, e 3. b, c 4. c, d 5. d, e

^{67}Ga -クエン酸シンチグラフィにおいて正常集積部位は肝臓および骨、脳、心筋、甲状腺には集積しない。 1

^{67}Ga 正常例 (72時間像)

正常集積
 肝
 大腸(便) (小腸には集積なし)
 中心骨髄
 涙腺
 鼻腔
 乳腺



7

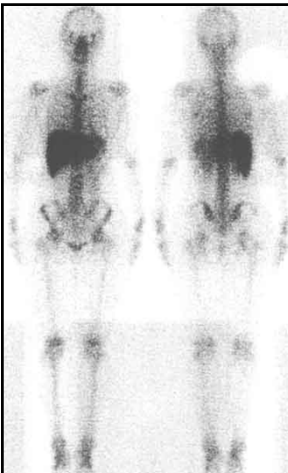
2016年 国家試験 解答 5

ガリウムシンチグラフィが有用な疾患はどれか。

1. 胃 癌
2. 腎 癌
3. 子宮体癌
4. 前立腺癌
5. 悪性リンパ腫

^{67}Ga は悪性腫瘍全般に集積するが、腫瘍を形成しやすい腫瘍が画像上診断しやすい。(胃癌は分かりにくい)

8



^{67}Ga 正常例の骨髄描画は個人差が大きい。末梢骨髄が描画されることもある。

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. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -スズコロイド
3. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 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

2007年 国家試験 解答 1

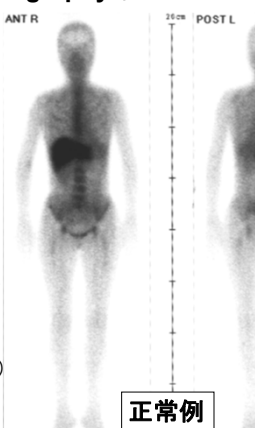
9

$^{111}\text{InCl}$ 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)

肝臓にも正常分布あり。

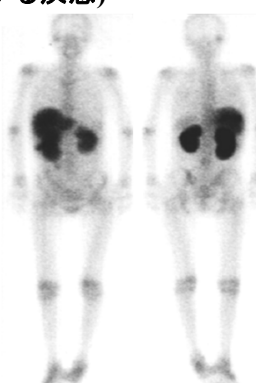
正常例




10

再生不良性貧血(Aplastic anemia)
(骨髄全体の造血機能が廃絶する疾患)

骨髄の機能がびまん性に低下し、 $^{111}\text{InCl}$ の集積部位がなくなるので腎臓に多く排泄されて腎臓の描出が強くなる。



11



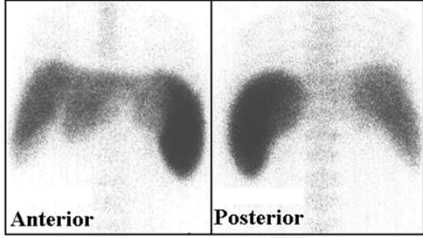
癌患者の化学療法後には、低下した骨髄の造血機能を回復させるためにG-CSFなどの骨髄機能の賦活剤が投与される。上腕骨や大腿骨が末梢部まで赤色骨髄になるので $^{111}\text{InCl}$ が末梢部にも集積する。(末梢骨髄進展像) G-CSFの効果判定ができる。真性多血症も同じ所見を示す。

12

$^{99m}\text{Tc-Sn-colloid}$ (スズコロイド) 肝シンチグラフィ
 $^{99m}\text{Tc-phytate}$ (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)に貪食(どんじょく)される。

投与20~30後に撮像。プラナー像、SPECT像



肝硬変 cirrhosis 脾臓の腫大、肝外側区腫大、肝右葉萎縮

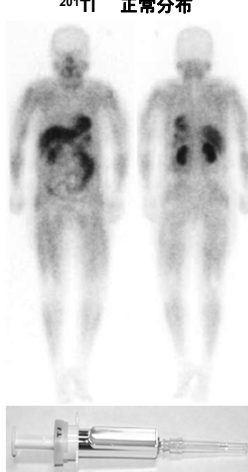
13

^{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。約 30mSv



^{201}Tl 正常分布

14

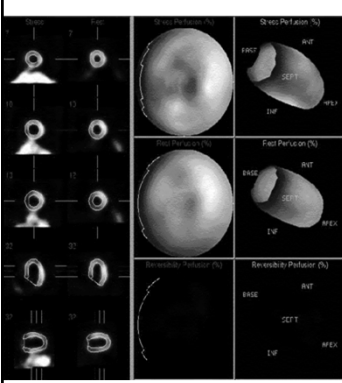
^{201}Tl Myocardial SPECT

^{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。



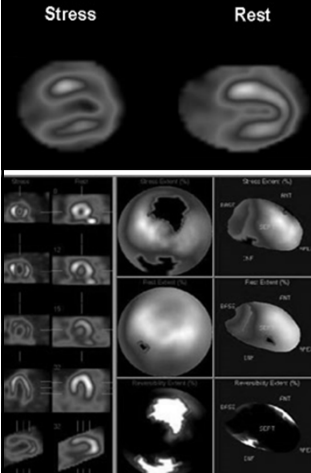
15

Stress Rest 労作性狭心症(Effort angina)

Stress像で、左室心筋の心尖部前壁(apical anterior)に局所的血流低下あり、LADの狭窄による狭心症。

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)

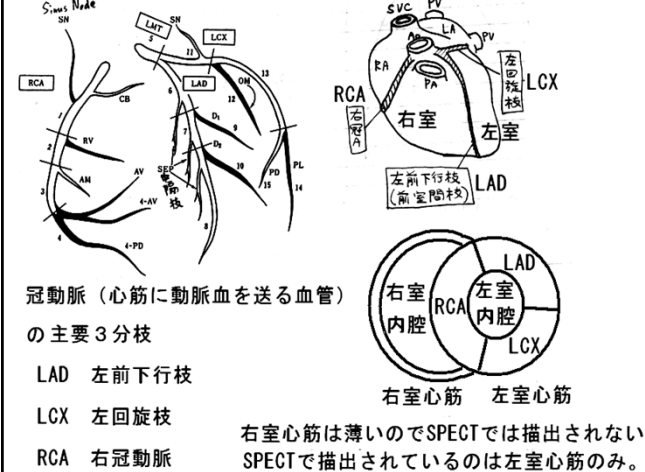


16

冠動脈 (心筋に動脈血を送る血管)の主要3分枝

LAD 左前下行枝
 LCX 左回旋枝
 RCA 右冠動脈

右室心筋は薄いのでSPECTでは描出されない。SPECTで描出されているのは左室心筋のみ。



17

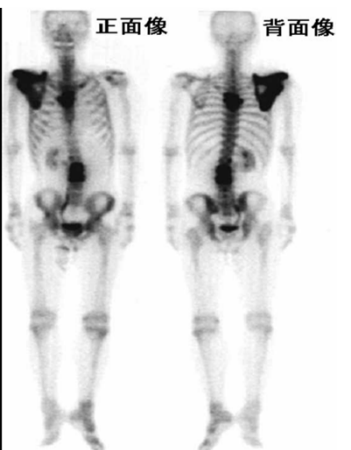
$^{99m}\text{Tc-MDP}$ (リン酸化合物)

骨シンチグラフィ
 Bone scintigraphy

リン酸にガンマ線放出RIを標識した薬剤の分布図。骨転移に強く分布。

肺癌の骨転移症例。右肩甲骨、胸椎、腰椎
 Bone metastases

尿中への排泄が多いので尿路、膀胱が描画されている。



正面像 背面像

18

【問題 4-84】 (平成 14)

静脈注射された $^{99m}\text{TcO}_4^-$ が特異的に集積するのはどれか。

- a. 唾液腺
- b. 甲状腺
- c. 胃粘膜
- d. 心筋
- e. 骨

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

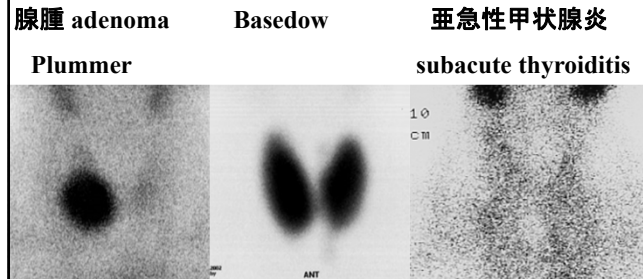
〔注解〕 静脈注射された $^{99m}\text{TcO}_4^-$ は a. 唾液腺, b. 甲状腺, c. 胃粘膜には特異的に集積するが, 心筋, 骨には集積しない。 1

19

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ 甲状腺シンチグラフィ

過テクネシウム酸 (パーテクネート) ($^{99m}\text{TcO}_4^-$) は正常腺組織に集積。

正常甲状腺ではない部位に集積欠損を示す。



20

2016年 国家試験 解答 4

甲状腺中毒症となっている時期に甲状腺の ^{123}I の集積がびまん性に増加するのはどれか。

- 1. 亜急性甲状腺炎
- 2. 無痛性甲状腺炎
- 3. 外因性甲状腺中毒症
- 4. Basedow (バセドウ) 病
- 5. Plummer (プランマー) 病

甲状腺中毒症：血液中の甲状腺ホルモンが増加している状態。
 亜急性甲状腺炎：主にウイルス感染による甲状腺の炎症。痛みがある。
 無痛性甲状腺炎：主に免疫異常による甲状腺の炎症。痛みが無い。
 外因性甲状腺中毒症：甲状腺ホルモン剤の過剰摂取(やせる目的)で。

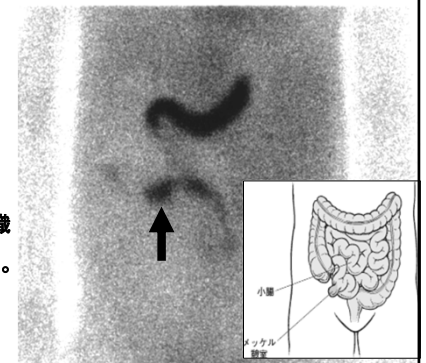
21

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ (パーテクネート) メックル憩室シンチグラフィ

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ は、腺組織に集積する。 **ANT 2hr**

胃粘膜に集積する。異所性胃粘膜があれば集積する。

メックル憩室
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。

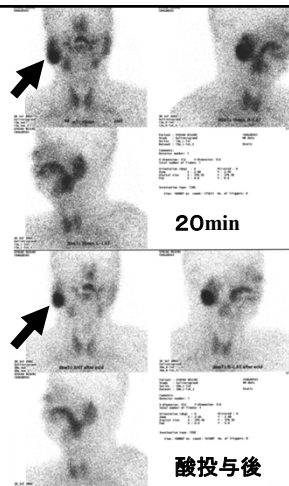


22

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ (パーテクネート) 唾液腺シンチグラフィ

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ は、腺組織に集積する。唾液腺、甲状腺に集積する。病変に腺組織があれば集積する。唾液腺、甲状腺腫瘍の良性、悪性鑑別に有用。

Warthin腺腫 良性腫瘍

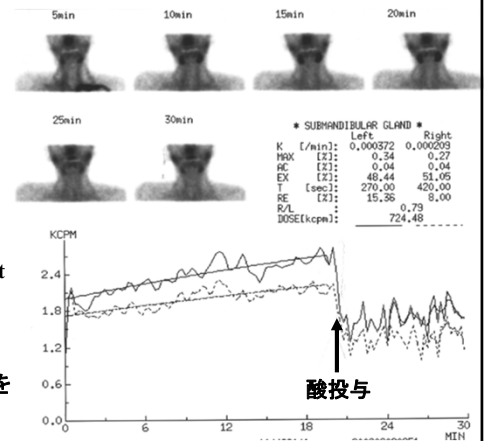


23

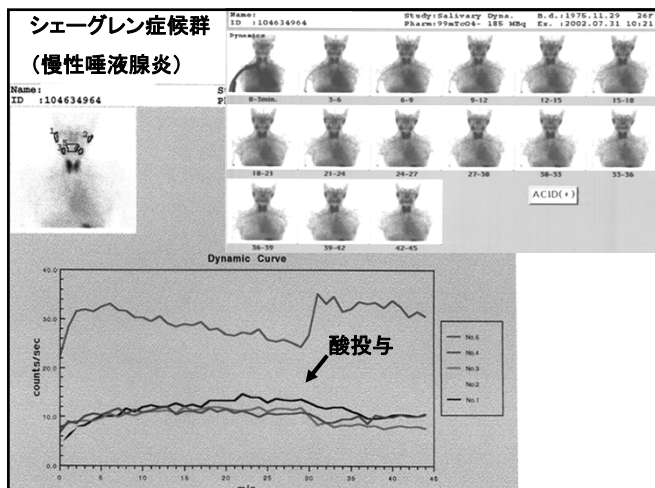
$^{99m}\text{TcO}_4^-$ (パーテクネート) ダイナミック 唾液腺シンチグラフィ

唾液腺の機能(唾液分泌機能)を測定する。

左右耳下腺、顎下腺に
関心領域(ROI) Region of Interestを設定して各唾液腺の時間放射能曲線を算出。



24



25

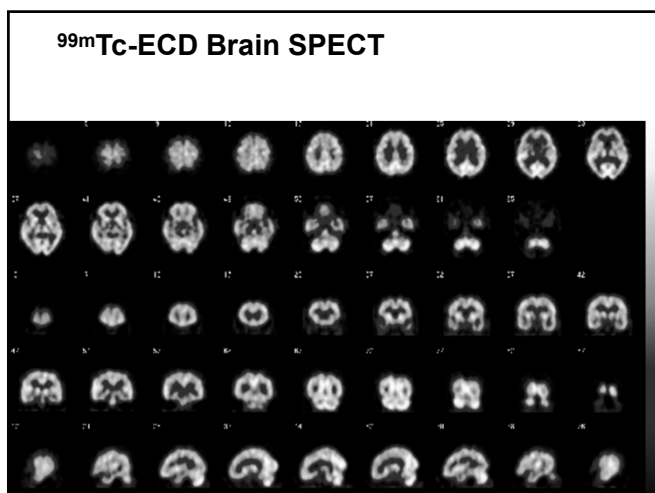
【問題 4-86】 (平成 15) 解答 2

病変部が陰性像となることが多い組合せはどれか。

a. 脳梗塞—— ^{99m}Tc -ECD
 b. 甲状腺腺腫—— ^{123}I -ヨウ化ナトリウム
 c. 副甲状腺腺腫—— ^{201}Tl -塩化タリウム
 d. クッシング症—— ^{131}I -アドステロール候群
 e. 腎癌—— ^{99m}Tc -DTPA

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

26



27

^{99m}Tc -ECD brain SPECT

- ^{99m}Tc 141keV LEHR コリメータ

^{99m}Tc -ECD (ethyl cysteinat dimer)
 400~800MBq 静脈投与。5分後から撮像可能。
 SPECT像 (128x128マトリックス) を撮る。
 脳血流を調べる緊急検査に適する。

ECDは、脂溶性の低分子で、BBB(血液脳関門)を通り、正常脳組織に入る。
 脳組織に入るとエステル基が加水分解されて水溶性になりBBBを通らなくなり脳組織に停滞する。

28

Brain SPECT で、よく認める認知症の所見。
 アルツハイマー病 (認知症の60%) Alzheimer
 頭頂葉~側頭葉に左右対称性の脳変性、血流低下。
 早期 Alzheimer病は、CT や MRI で 所見なし。

29

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

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。

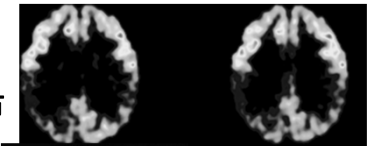
進行を遅らせる薬がある (アリセプト)。

30

SPECT, PETで異常あり

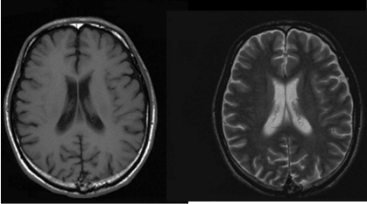
アルツハイマー病(早期)
脳組織の形状には異常を認めないが
糖代謝異常が出現している

ブドウ糖代謝分布



SPECT, PETは代謝、機能的な情報

MRIでは異常なし



水、脂肪の分布

T1 脂肪 T2 水

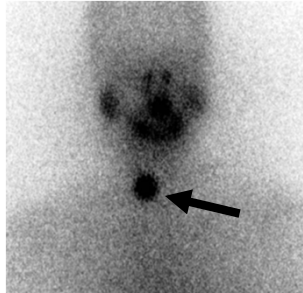
CT, MRIは解剖学的な情報

31

^{123}I thyroid scintigraphy

^{123}I は、正常甲状腺組織に集積。
甲状腺腺腫の多くは、甲状腺ホルモンを産生しない腺腫
(non-functioning adenoma)
正常甲状腺組織が乏しいので ^{123}I 集積が低下する。

Plummer disease プランマー病
(functioning thyroid adenoma)
甲状腺ホルモンを産生する腺腫
甲状腺ホルモンが過剰産生され
脳下垂体の甲状腺刺激ホルモン
(TSH)が低下するので、
正常甲状腺組織への ^{123}I 集積が
抑制され、腺腫だけが描出される。



32


^{123}I thyroid scintigraphy

^{123}I の γ 線は 159KeV
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)。

内服前に、薬を頸部ファントムに入れて撮像。
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
甲状腺ヨ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。

バセドウ病と亜急性甲状腺炎は症状が似ているが、
甲状腺ヨード摂取率は、前者で亢進、後者で低下を示し、
この検査が有用。

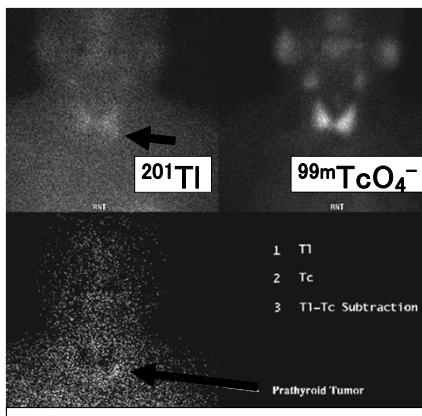


33

$^{201}\text{Tl} - ^{99m}\text{TcO}_4^-$ parathyroid scintigraphy

副甲状腺腺腫は
 ^{99m}Tc 集積なし。
 ^{201}Tl 集積あり。

^{201}Tl 像から
 ^{99m}Tc 像を減算し
サブトラクション
像を作成すると、
副甲状腺腺腫が
検出される。



$^{201}\text{Tl} - ^{99m}\text{TcO}_4^-$ subtraction

34

$^{201}\text{Tl} - ^{99m}\text{TcO}_4^-$ parathyroid scintigraphy

- ^{99m}Tc 141 keV、 ^{201}Tl 71 keV
- 低エネルギー用コリメータ LEHR。

^{201}Tl は、74MBq 静脈投与10分後にプランナー撮像。
 ^{99m}Tc は、74MBq 静脈投与10分後に撮像。
(^{201}Tl 撮像終了直後、患者をそのままの状態
で ^{99m}Tc の投与、撮像を行う。)

^{201}Tl 像から ^{99m}Tc 像を減算してサブトラクション像を作成する。

^{201}Tl 像 - 減算定数 x ^{99m}Tc 像
減算定数は、症例によって適切な値を探す。

35

腎動態検査(レノグラフィ) 前処置: 30分前に250ml飲水

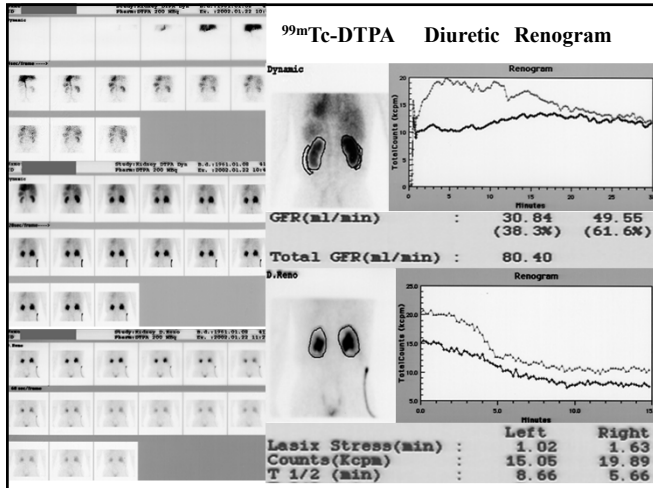
^{99m}Tc -DTPA

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)

36



37

99mTc-DTPA Renography
 • 99mTc 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。
 99mTc-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。

38

【問題 4-87】（平成 13）

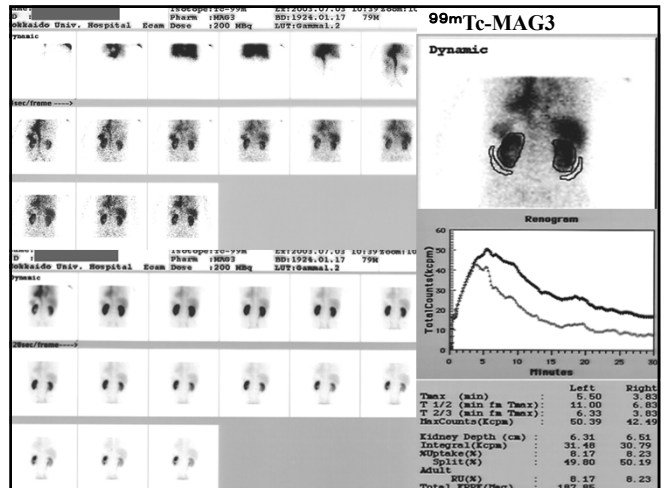
健常人で腎へ集積しないのはどれか。

1. 99mTc-MAG₃
2. 99mTc-DMSA
3. 99mTc-MDP
4. 99mTc-MAA
5. 201Tl-塩化タリウム

〔注解〕 4. 99mTc-MAA は肺に集積し、腎へ集積しない。
 99mTc-MAG₃、99mTc-DMSA、99mTc-MDP、201Tl-塩化タリウムはいずれも腎へ集積する。

4

39



40

99mTc-MAG3 Renography
 • 99mTc 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。
 99mTc-MAG3 を 200MBq / 50kg ポーラス静脈注射し、
 直後より 99mTc-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。

41

99mTc-DMSA
 正常腎実質（近位および遠位尿管）に集まる。
 腎臓の機能、局所的障害部位を調べる。

主にVUR（膀胱尿管逆流症）に伴う腎盂腎炎による
 腎実質の炎症後瘢痕（scarring）の有無を調べる検査

42

2016年 国家試験

解答 1

骨シンチグラフィで正しいのはどれか。

1. 放射性医薬品として ^{99m}Tc 標識リン酸化合物を用いる。
2. 排尿後に放射性医薬品を投与する。
3. 患者は投与から撮影開始までの間は検査室外に出られない。
4. 投与後約 30 分で撮影を開始する。
5. 検査当日の入浴を禁止する。

Bone Scintigraphy

^{99m}Tc -MDP 静脈注射 3~5時間後に、排尿後撮像。
注射後から撮像までの数時間は、外出、食事は自由。

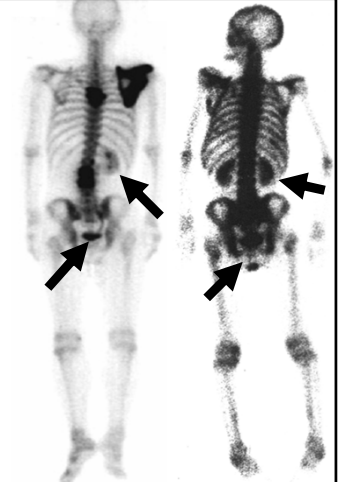
43

^{99m}Tc - MDP, ^{99m}Tc - HMDP

Bone scintigraphy

尿から排泄される。
薬剤は腎実質を通過するので
腎臓は描出される。

腎機能が悪いと腎実質に
薬剤が停滞し、腎臓が濃く
描出される。



44

健常人で腸管が描出されるのはどれか。

(平成 11)

- a. ^{99m}Tc -DMSA d. ^{67}Ga -クエン酸ガリウム
b. ^{99m}Tc -MDP e. ^{201}Tl -塩化タリウム
c. ^{99m}Tc -PMT
1. a, b, c 2. a, b, e
3. a, d, e 4. b, c, d
5. c, d, e

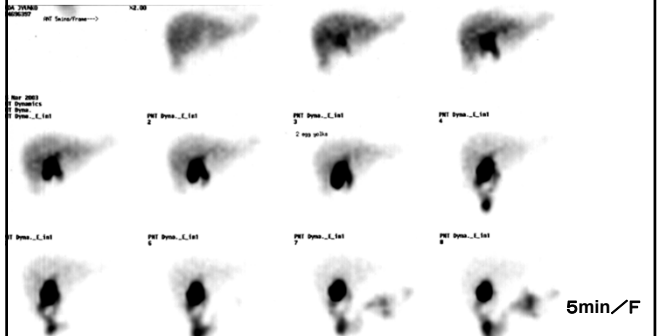
5

a. ^{99m}Tc -DMSA は静注後に腎の尿細管上皮細胞に摂取され、
静態腎シンチグラフィに用いられるが、腸管には排泄されない。
b. ^{99m}Tc -MDP は骨シンチグラフィに用いる。腸管に排泄されない。
 ^{99m}Tc -PMT, ^{67}Ga -クエン酸ガリウム, ^{201}Tl -塩化タリウムは、
いずれも腸管に排泄される。

45

^{99m}Tc -PMT 胆道シンチグラフィ

PMT (pyridoxyl-5-methyltryptophan) は、ビリルビン
(赤血球が分解されたもの。胆汁の材料になる)の類似物質
で、肝細胞に取り込まれ、速やかに胆汁へ排泄される。



46

^{99m}Tc -PMT bile tract scintigraphy

• ^{99m}Tc 141 keV、LEHRコリメータ。
前処置：5時間程度の絶食(食後は胆嚢が収縮している)
PMT 185MBq ボーラス静脈注射し、直後よりダイナミック
収集 128x128 マトリックス。60分間、1フレーム 1~5分。
適宜、1~5時間後の撮像を追加する(肝内胆汁うっ滞例)。
正常例では、5分後に肝臓が強く描出され、
10~15分後に肝内胆管への排泄が描画され、
15~30分後に胆嚢内へのPMT流入が描画され、
30分後に十二指腸へのPMT排泄が認められる。
60分後には肝実質内のPMT分布はほとんど消失。
胆汁の排泄経路の通過性を正しく評価できる検査。

47

2016年 国家試験

解答 4

肝胆道シンチグラフィで正しいのはどれか。

1. ^{99m}Tc - GSA を使用する。
2. 投与後 15 分以内で撮影が完了する。
3. 心臓と肝臓のカウント比を計測する。
4. 乳児肝炎と胆道閉鎖症の鑑別に使用する。
5. 酸刺激に対する放射性医薬品の排泄を評価する。

新生児の便が白い場合(ビリルビンが腸管に排泄されていない)、
乳児肝炎か胆道閉鎖症か、速やかに鑑別し、治療する。
乳児肝炎：肝臓の描画のみ。肝臓から胆道にPMTが移動しない。
胆道閉鎖症：胆管にPMTの停滞が続き、十二指腸に移行しない。

48