日 本 核 医 学 会
2020 年（第 17 回）核医学専門医試験問題

2020 年（第 17 回）核医学専門医試験は、2020 年（令和 2 年）10 月 25 日（日）に下記の要領で行われました。ここに、試験問題（原文のまま）を掲載いたします。なお、受験者は 45 名で 36 名合格いたしました。

2021 年 6 月 20 日（日）実施予定の 2021 年（第 18 回）核医学専門医試験も、多数受験されるようお願いいたします。

一般社団法人　日本核医学会
教育・専門医審査委員会
委員長　橋　本　　順

試験期日　2020 年（令和 2 年）10 月 25 日（日）

試験会場　**札幌会場**：北海道大学医学部　管理棟　2-2 共通セミナー室
福島会場：福島県立医科大学　先端臨床研究センター　大会議室
東京会場：（公社）日本アイソトープ協会本部　本館　第 2 会議室
愛知会場：藤田医科大学　大学 2 号館　901 号室
大阪会場：アットビジネスセンター心斎橋駅前　602 号室
香川会場：香川大学医学部　臨床教育開発棟　会議室
福岡会場：リファレンス大博多ビル　SMR1107

試験内容　核医学　60 題（択一問題）、6 題（記述問題）

試験方法　筆答（マークシート、記述）

核医学専門医試験問題の領域

1. 放射線物理・測定原理の基礎知識
   (1) 放射性核種に関する知識
   (2) 核医学測定機器に関する知識（機器の精度管理を含む）
   (3) 画像構築・データ解析法に関する基礎知識

2. 放射性医薬品の基礎知識（製造、集積機序、体内動態、代謝）

3. 放射性医薬品の安全取扱

4. 核医学診療に伴う被曝と線量計算（MIRD 法）に関する知識

5. 放射線関連法規についての知識

6. 核医学検査の実践に必要な基礎知識
   (1) 放射性医薬品の選択
   (2) 適応疾患と検査法の実際
   (3) 正常像と読影法

7. 核医学内用療法の実践に必要な基礎知識
   (1) 原理と放射性医薬品
   (2) 適応疾患と治療法の実際
   (3) 治療効果と副作用

8. 脳神経核医学
   (1) 脳神経核医学に関連する神経放射線学を含めた脳神経系の解剖と脳循環・代謝などの生理学の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) 脳負荷試験（薬剤、賦活試験、他）
   (4) 定量的測定法と画像解析法
   (5) 脳核医学イメージングの読影
   (6) 脳血管障害、脳腫瘍、神経変性疾患、てんかん、水頭症等、主な疾患の病態生理と臨床

9. 循環器核医学
   (1) 循環器核医学に関連する心血管系の解剖と生理学の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) 心臓負荷試験（運動、薬剤、他）
   (4) データ収集法と画像解析法
   (5) 心臓核医学イメージングの読影
   (6) 虚血性心疾患、心筋症、弁膜症、先天性心疾患、不整脈、等、主な疾患の病態生理と臨床
   (7) 末梢循環障害における核医学イメージングの読影
   (8) その他循環器疾患に関連する核医学イメージングの読影

10. 腫瘍核医学
   (1) 腫瘍核医学に関連する腫瘍の病理・病態生理・腫瘍免疫・腫瘍関連抗原の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) データ収集法と画像解析法
   (4) 腫瘍核医学イメージングの読影
   (5) 核医学内用療法の実践
   (6) 腫瘍核医学に関連する各臓器・組織の病態と機能に関する基礎知識および核医学イメージングの読影
      1) 呼吸器系
      2) 消化器・泌尿器・生殖器系
      3) 骨・関節・軟部組織・炎症系
      4) 内分泌・血液造血器・リンパ系

第 17 回核医学専門医試験問題（選択式）

注：症例問題の図は設問中に別紙と表記し、
後ろにまとめて掲載してあります。

01. 放射性同位元素の崩壊形式で誤っている組合せはどれか。1 つ選べ。
- a. ^{18}F ——— β^+壊変
- b. ^{68}Ga ——— β^-壊変
- c. ^{99m}Tc ——— 核異性体転移
- d. ^{123}I ——— 軌道電子捕獲
- e. ^{223}Ra ——— α壊変

02. 同位体はどれか。1 つ選べ。
- a. 陽子数が等しく、中性子数が異なる核種
- b. 質量数が等しく、陽子数が異なる核種
- c. 中性子数が等しく、陽子数が異なる核種
- d. 陽子数と中性子数が等しく、核内のエネルギー状態が異なる核種
- e. 原子番号が質量数と同じ核種

03. Dose length product (DLP)の単位で正しいものはどれか。1 つ選べ。
- a. mGy
- b. mSv
- c. mGy・cm
- d. mSv・cm
- e. mSv / cm

04. 放射能測定装置（ドーズキャリブレーター）について、正しいものはどれか。1 つ選べ。
- a. 測定時間を長くすると統計誤差が大きくなる。
- b. 検出器に電離箱が用いられる。
- c. β^-線放出核種の放射能を測定する。
- d. 核種は自動的に判断される。
- e. 測定値には容積補正が必要である。

05. ガンマカメラについて、正しいものはどれか。1 つ選べ。
- a. NaI (Tl) シンチレータ結晶は蛍光減衰時間が 50 ns である。
- b. ピンホールコリメータの解像度は線源との距離によらずほぼ一定である。
- c. エネルギー分解能は入射γ線のエネルギーに依存しない。
- d. 平行多孔コリメータの感度は線源との距離に比例する。
- e. アンガー方式で位置演算する。

06. PET について、正しいものはどれか。1 つ選べ。
- a. 偶発同時計数が多いほど、画質は向上する。
- b. 散乱同時計数の割合は、計数率が高くなると小さくなる。
- c. 偶発同時計数の割合は、被写体の放射能に依存しない。
- d. 検出器リングの直径が大きいほど、感度は低くなる。
- e. 計数率が高くなると、計数損失は少なくなる。

07. 放射性核種と通常用いられる製造法の組み合わせで正しいものはどれか。1 つ選べ。
- a. ^{15}O ——— ジェネレータ
- b. ^{67}Ga ——— ジェネレータ
- c. ^{99}Mo ——— 原子炉
- d. ^{123}I ——— 原子炉
- e. ^{131}I ——— サイクロトロン

08. 以下の放射性医薬品の集積機序と関連性の低いものはどれか。1 つ選べ。

a. ^{99m}Tc-HMDP ―――― ハイドロキシアパタイト
b. ^{123}I-MIBG ―――― ノルアドレナリン
c. ^{67}Ga-citrate ―――― トランスフェリン
d. ^{99m}Tc-MIBI ―――― トランスポータ
e. ^{111}In-pentetreotide ―― ソマトスタチン受容体

09. ^{18}F-標識放射性医薬品を合成してから 6 時間後に比放射能を求めたところ、10 GBq/μmol であった。合成時点での比放射能として最も近いのはどれか。1 つ選べ。ただし、放射能の減衰以外は考慮する必要はない。
a. 1.3 GBq/μmol
b. 10 GBq/μmol
c. 30 GBq/μmol
d. 60 GBq/μmol
e. 80 GBq/μmol

10. ^{18}F-FDG について、誤っているのはどれか。1 つ選べ。
a. 細胞に取り込まれた後、代謝を受けて速やかに排出される。
b. 褐色脂肪組織 (brown adipose tissue) に集積する。
c. 炎症に伴い浸潤するマクロファージに集積する。
d. 高血糖では、脳や腫瘍への集積は低下する。
e. 尿中に排泄される。

11. 脳機能イメージング剤に関する記述のうち、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{123}I-ioflupane はドパミン受容体のイメージング剤である。
b. 比放射能が高いと受容体が飽和しやすい。
c. 非特異的結合が大きい方が脳への集積が高くなるため、診断上有利である。
d. ^{18}F-flutemetamol はトランスポータを介して脳内に取り込まれる。
e. ^{99m}Tc-HM-PAO は代謝・分解物が脳内に蓄積することを利用したイメージング剤である。

12. 塩化ラジウム（^{223}Ra）に関する記述のうち、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. アルカリ金属である。
b. 壊変系列中に γ 線を出さない。
c. 糖代謝亢進部位に集積する。
d. 物理的半減期は約 3 日である。
e. 高頻度に DNA 二本鎖切断をおこす。

13. 心筋イメージング剤について正しいのはどれか。1 つ選べ。
a. ^{123}I-MIBG は交感神経受容体と結合する。
b. ^{99m}Tc-MIBI は ^{201}TlCl より心筋摂取率が高い。
c. $^{13}NH_3$ を用いることでアミノ酸代謝が評価できる。
d. ^{18}F-FDG の正常心筋への取り込みは、一般に食後は低い。
e. ^{123}I-BMIPP の集積はメタボリックトラッピングが関与する。

14. 次のうち正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 放射性医薬品の管理上、放射線自己分解に注意を要する。
b. 放射性医薬品の有効期間は核種の半減期により規定される。
c. 放射性核種の純度は放射能の半減期を測定して求められる。
d. 過テクネチウム酸（^{99m}Tc）注射液の性状は黄色の澄明の液である。
e. 院内製造された ^{18}F-FDG はエンドトキシン試験結果の確認前に投与される。

15. 妊婦または妊娠している可能性のある女性への投与が禁忌となっている放射性医薬品はどれか。1 つ選べ。
a. イオマゼニル（^{123}I）
b. 塩化タリウム（^{201}Tl）

c. クエン酸ガリウム（^{67}Ga）
d. テクネチウムスズコロイド（^{99m}Tc）
e. インジウム（^{111}In）イブリツモマブ チウキセタン

16. 放射性医薬品の安全取扱いに関する以下の記述について、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. ポケット線量計は、内部被ばくの評価に有効である。
b. 患者の被ばくに関しては、線量限度が設定されていない。
c. 放射線医療従事者の被ばくは、医療被ばくに分類される。
d. 外部被ばくの防止には、安全キャビネット内での作業が有効である。
e. 放射性医薬品を投与された患者は、公衆被ばくの放射線源とはならない。

17. 塩化ラジウム（^{223}Ra）の投与後 1 週間の注意事項として、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 使用後のトイレの洗浄は 2 回流すこと。
b. 公共の場への外出は可能な限り控えること。
c. 入浴はその日の最後に行うことが望ましい。
d. 患者の尿に触れる可能性がある場合は手袋を着用すること。
e. 出血の際には、トイレットペーパーでふき取り、トイレに流すこと。

18. 核医学診療に伴う被ばくについて、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. MIRD 法は、β線の被ばく線量計算に使える。
b. 標的臓器の被ばく線量の推定には、他臓器に集積した放射能の影響も考慮する。
c. 核医学診断において、小児への放射性医薬品の投与量は成人への投与量と同じで良い。
d. 放射性医薬品の投与により有害事象の起こる確率は、X 線 CT の造影剤に比べて低い。
e. 核医学診断における被ばくは内部被ばくが中心であるが、CT 撮像を伴う場合は外部被ばくも起こる。

19. 核医学治療について、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 介護者の線量拘束値は 5 mSv/件である。
b. 公衆被ばくの線量限度は 1 mSv/件である。
c. 甲状腺機能亢進症治療に用いられる外来での ^{131}I 投与量は 1.11 GBq 以下である。
d. ^{131}I 投与後退出可能な 1 メートルの点における 1cm 線量当量率は 10 μSv/h 以下である。
e. 純β線放出核種である ^{90}Y を用いた治療では、投与量に基づく退出基準が設定されていない。

20. 令和 2 年 4 月 1 日に公布された医療法施行規則の一部の改正で放射線診療従事者等の線量限度が引き下げられたのはどれか。 1 つ選べ。
a. 皮膚の等価線量限度
b. 女子の 3 か月間の実効線量限度
c. 眼の水晶体の等価線量限度
d. 5 年間の実効線量限度
e. 妊娠中の女子腹部表面の等価線量限度

21. 法令上、PET 施設に従事する医師もしくは歯科医師の少なくとも 1 名に求められるものとして誤っているのはどれか。1 つ選べ。
a. 当該の病院の常勤職員であること。
b. PET 診療の安全管理の責任者であること。
c. 核医学診断の経験を 3 年以上有していること。
d. PET による腫瘍診断に関する研修をうけていること。
e. PET 装置の性能点検を含む所定の研修をうけていること。

22. 脳循環代謝の核医学検査について、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{123}I-IMP を用いた ARG 法による脳血流量定量測定で行われる 1 点動脈採血は ^{123}I-IMP 静注開始より 7 分から 10 分後に行うのが適当である。
b. Dual Table ARG 法（Q-SPECT 法）では、安静時の ^{123}I-IMP 静注開始からアセタゾラミド静注までの時間は一定にすべきである。

c. ^{15}O ガス PET によるによる脳循環酸素代謝測定で用いられる放射性薬剤は、$C^{15}O$、$^{15}O_2$、$C^{15}O_2$ である。
d. 灌流圧が変化しても血管抵抗の調節により脳血流を保つ機能を自己調節（autoregulation）と言う。
e. Misery perfusion の領域では、安静時脳血流量（CBF）と脳酸素摂取率（OEF）が低下する。

23. 脳内ドーパミントランスポータイメージングの所見とその原因の正しい組み合わせはどれか。1 つ選べ。
a. 線条体の集積増加 ――― パーキンソン病
b. 淡蒼球の集積増加 ――― 加齢
c. 線条体の集積低下 ――― アルツハイマー型認知症
d. 黒質の集積増加 ――― 脳血管性認知症
e. 線条体の集積低下 ――― レビー小体型認知症

24. 週に数回程度の発作頻度の難治性てんかんの患者において、脳波モニタリング下で発作時の脳血流変化を検出する目的で使用する放射性医薬品はどれか。1 つ選べ。
a. ^{99m}Tc-ECD
b. ^{18}F-FDG
c. ^{99m}Tc-HSA
d. ^{123}I-IMP
e. ^{123}I-iomazenil

25. 輸送担体（トランスポータ）で脳細胞に取り込まれるものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{99m}Tc-ECD
b. ^{123}I-IMP
c. ^{123}I-iomazenil
d. ^{18}F-FDG
e. $H_2{}^{15}O$

26. 以下のなかで大脳皮質に左右差のある血流低下がみられる頻度が最も高い疾患はどれか。1 つ選べ。
a. 正常圧水頭症
b. 多系統萎縮症
c. 嗜銀顆粒性認知症
d. アルツハイマー型認知症
e. レビー小体型認知症

27. 負荷心筋血流 SPECT における医療被ばく低減の取り組みとして誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 70 歳以下では ^{201}Tl を利用する。
b. ^{99m}Tc 標識製剤の場合、負荷時像が正常であれば安静時の検査を省略する。
c. 心臓専用半導体 SPECT 装置を利用する。
d. コリメータ開口径補正ソフトウェアを利用する。
e. 心臓専用コリメータを利用する。

28. 心筋血流シンチグラフィに用いる 2 つの薬剤の説明について、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 緊急検査での使用には ^{99m}Tc-tetrofosmin よりも ^{201}Tl の方が向く。
b. 心筋への初回循環摂取率は ^{201}Tl よりも ^{99m}Tc-tetrofosmin の方が高い。
c. 放出される主な光子のエネルギーは ^{201}Tl よりも ^{99m}Tc-tetrofosmin の方が高い。
d. γ 線吸収（減弱）の影響は ^{201}Tl よりも ^{99m}Tc-tetrofosmin の方が大きい。
e. 投与後の経時的な分布の変化を捉えるのは ^{201}Tl よりも ^{99m}Tc-tetrofosmin の方が優れる。

29. 心筋血流 SPECT を行う際に、負荷法として運動負荷よりもアデノシン負荷が推奨される症例はどれか。1 つ選べ。
a. 若年者
b. 肺気腫症例

c. 気管支喘息症例
d. 完全左脚ブロック症例
e. Ⅱ度房室ブロック症例

30. 負荷心筋血流 SPECT について、正しい記述はどれか。1 つ選べ。
a. アデノシン負荷時に軽い労作を加えることは、心筋バイアビリティの判定に有用である。
b. 腹臥位での撮影を追加することで、前壁の偽陽性を防ぐ効果が得られる。
c. 一過性虚血性心拡大（transient ischemic dilatation）は、中等度狭窄を有する一枝病変例でしばしば見られる所見である。
d. ^{201}Tl 心筋 SPECT の方が、^{99m}Tc 標識製剤による心筋 SPECT よりも胆嚢への高集積によるアーチファクトの頻度は高い。
e. 半導体 SPECT 装置を用いると、従来型 SPECT 装置と比べて、より短時間で高分解能の画像が得られる。

31. 心筋血流製剤の性質について、正しいものを 1 つ選べ。
a. ^{99m}Tc 標識心筋血流製剤は水溶性化合物である。
b. ^{99m}Tc-MIBI は受動拡散により心筋細胞膜を通過する。
c. 心筋細胞に到達した ^{201}Tl はその多くがミトコンドリア内に留まる。
d. ^{201}Tl の再分布は心筋バイアビリティ評価において不利な特性である。
e. ^{201}Tl は Ca と同様の生物学的動態を示し、心筋組織へと取り込まれる。

32. 検査と括弧内に示す前処置の組み合わせで、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{18}F-FDG を用いた PET による悪性腫瘍の診断 （放射性医薬品投与前 4 時間の絶食）
b. ^{201}TlCl を用いた SPECT による脳腫瘍の診断 （特に制限なし）
c. ^{67}Ga-citrate を用いたシンチグラムによる悪性腫瘍の診断 （撮影前の下剤投与）
d. ^{111}In-pentetreotide を用いたシンチグラムによる神経内分泌腫瘍の診断 （放射性医薬品投与前のソマトスタチンアナログの投薬中止）
e. ^{123}I-MIBG を用いたシンチグラムによる神経芽腫の診断 （放射性医薬品投与前日のヨード造影剤使用禁止）

33. 腫瘍・炎症の検査で用いる放射性医薬品と投与から撮像までの一般的なタイミングの組み合わせで誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 神経内分泌腫瘍疑いに対する ^{111}In-pentetreotide ――― 4 時間後と 24 時間後
b. 褐色細胞腫疑いに対する ^{123}I-MIBG ――― 6 時間後と 24 時間後
c. 骨転移検索に対する ^{99m}Tc-(H)MDP ――― 1 日後
d. 不明熱に対する ^{67}Ga-citrate ――― 2 - 3 日後
e. 副腎腫瘍に対する ^{131}I-アドステロール ――― 1 週間後

34. 肺換気シンチグラフィについて、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{99m}Tc ガスは肺胞に沈着する。
b. ^{99m}Tc ガスはガス発生装置を必要とする。
c. ^{99m}Tc ガス検査では SPECT 撮影が可能である。
d. ^{81m}Kr ガス検査では閉鎖回路が必要である。
e. ^{81m}Kr ガス検査は air trapping の評価に向く。

35. ^{99m}Tc-MAA 肺血流シンチグラフィについて正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 高安動脈炎で肺動脈病変がある場合は肺動脈塞栓症と鑑別ができる。
b. 平均肺動脈圧が 45 mmHg 以上の肺高血圧症例は絶対禁忌である。
c. 原発性肺高血圧症では fissure sign が認められる。
d. 気管支閉鎖の末梢側肺では肺血流は低下する。
e. 重力効果により下肺野の血流は上肺野の血流よりも少ない。

36. ^{99m}Tc-MAA について誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 血液製剤を原料としている。

b. 無色透明の注射液である。
c. 投与は管理区域で行う。
d. 末梢静脈から投与すれば、肺血流分布を示す画像が得られる。
e. 動脈から投与すれば、投与された動脈の血流分布を示す画像が得られる。

37. ^{99m}Tc-GSA を用いた肝機能シンチグラフィについて正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 成人での投与量は約 185 MBq である。
b. 正常では、胆嚢は描出されない。
c. 静注 15 分後に撮像を開始する。
d. 中エネルギーコリメータを使用する。
e. 肝機能が低下すると LHL15 が上昇する。

38. ^{99m}Tc-DTPA を用いた腎動態シンチグラフィで、糸球体ろ過能の定量評価に最も適した時相はどれか。1 つ選べ。
a. 静注 30 秒以内
b. 静注 3 分後
c. 静注 5 分後
d. 静注 10 分後
e. 静注 20 分後

39. 消化管出血が疑われた患者（1 才）の $^{99m}TcO_4^-$投与後 1、5、10 分の体幹部正面シンチグラムを示す（別紙 1 ページ No. 39）。最も考えられるものはどれか。1 つ選べ。
a. 異常なし
b. 胃出血
c. 十二指腸出血
d. 回腸腫瘍
e. Meckel 憩室

40. 図（別紙 1 ページ No. 40）に示した全身骨シンチグラムの所見や解釈として、誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 骨外集積がある。
b. super bone scan である。
c. 患者は成人である。
d. 腎実質の集積が高い。
e. 関節集積増加がある。

41. 次の放射性医薬品のなかで、注射漏れを生じていない場合でも静脈内投与時に血管痛を生ずる頻度が最も高いものはどれか。1 つ選べ。
a. ^{123}I-IMP
b. ^{123}I-MIBG
c. ^{123}I-ioflupane
d. ^{123}I-BMIPP
e. ^{123}I-iomazenil

42. 3 相骨シンチグラフィが有用な疾患はどれか。1 つ選べ。
a. 骨軟化症
b. 骨粗鬆症
c. アミロイドーシス
d. 筋ジストロフィー
e. 反射性交感神経性ジストロフィー

43. 80 歳代男性。最近物忘れが多くなったと家族に指摘され来院。幻視、レム睡眠行動異常はみられない。MMSE=25 点。神経学的に問題なし。MRI で左優位に両側海馬の萎縮がみられた。脳血流

SPECT では典型的なアルツハイマー病でみられる頭頂側頭連合野、後部帯状回の血流低下の有無が判然としない。アミロイド PET が施行された。（別紙 2 ページ No. 43）
以下の文のうち、正しいものはどれか。1 つ選べ。

a. 本例はアミロイド PET イメージング剤の適正使用ガイドラインの不適切な使用症例となる。
b. 後部帯状回でアミロイド沈着が見られる。
c. 視床の集積は非特異的な集積である。
d. 両側側頭葉皮質のアミロイド沈着が見られる。
e. 本例は塩酸ドネペジルが有用である。

44. 70 歳代女性。2 年前大動脈瘤術後から食欲低下があり、体重が減少した。初診時、幻覚妄想を認めた。MMSE 20/30。^{123}I-IMP および ^{123}I-ioflupane SPECT、アミロイド PET、MRI で画像（別紙 3, 4 ページ No. 44 図 1 - 5）を得た。
可能性の高い疾患はどれか。1 つ選べ。

a. 正常圧水頭症
b. アルツハイマー型認知症
c. 血管性認知症
d. レビー小体型認知症
e. うつ病

45. ^{15}O ガス PET（別紙 5 ページ No. 45）の所見をもつ一側（左側）もやもや病の 30 代男性。この患者の安静時と二酸化炭素ガス吸入負荷時を比較した脳血管反応性について、正しいものはどれか。1 つ選べ。

a. 左中大脳動脈域の血中炭酸ガス分圧低下に対する血管拡張能は対側に比べて低下している。
b. 左中大脳動脈域の血中炭酸ガス分圧低下に対する血管収縮能は対側に比べて増加している。
c. 左中大脳動脈域の血中炭酸ガス分圧増加に対する血管拡張能は対側に比べて低下している。
d. 左中大脳動脈域の血中炭酸ガス分圧増加に対する血管拡張能は対側に比べて増加している。
e. 左中大脳動脈域の血中炭酸ガス分圧増加に対する血管拡張能は対側と同等である。

46. 脳血流 SPECT による認知症診断に関して誤っているものはどれか。1 つ選べ。

a. 粗大な脳梗塞を伴っている症例では、解剖学的標準化が適切に行われていない可能性がある。
b. 放射性ヨーソ製剤を用いる場合は、前処置としてヨードブロックをすることが望ましい。
c. 解剖学的標準化には線形および非線形変換が用いられる。
d. 統計画像解析の結果があれば、SPECT 元画像の画像診断を省略できる。
e. 統計画像解析では、トレーサーの種類や患者の年齢の情報が必要である。

47. 次のうち、認知症の画像診断に関して誤っているものはどれか。1 つ選べ。

a. ^{18}F-FDG-PET 画像は重症度を反映していることが多い。
b. アミロイド PET 画像は比較的早期でも高集積を示すことが多く、重症度の評価に適している。
c. ^{18}F-FDG-PET 画像上、早期に集積が低下するのは後部帯状回であることが多い。
d. アルツハイマー型認知症に対するアミロイド PET 診断薬は日本国内で製造販売承認されたものがある。
e. アルツハイマー型認知症に対するタウ PET 診断薬は日本国内での製造販売は未承認である。

48. 70 歳の男性。左片麻痺を主訴に来院。来院時施行した頭部 MRI 拡散強調像、MRA 像（別紙 6 ページ No. 48 図 1）、1 か月後に施行した脳血流 SPECT 像（安静時）（別紙 7 ページ No. 48 図 2）、脳血流 SPECT 像（acetazolamide (Diamox)負荷時）（別紙 7 ページ No. 48 図 3）を示す。正しいものはどれか。1 つ選べ。

a. 右内頸動脈閉塞症である。
b. 右中大脳動脈の皮質領域に脳梗塞を認める。
c. MRI の脳梗塞領域と SPECT の脳血流低下領域はほぼ一致している。
d. 左小脳半球の血流低下は、crossed cerebellar diaschisis (CCD)のためと考えられる。
e. 右中大脳動脈灌流領域の脳循環予備能低下は認めない。

49. 70 歳代男性。以前より狭心症の診断で外来フォローされていた。労作時の胸痛を自覚する頻度が増加したため心電図同期アデノシン負荷 ^{201}Tl SPECT を施行した。検査結果（図 1A-C：負荷時 ^{201}Tl SPECT、図 1D：負荷時心電図同期 SPECT 解析（QGS）、図 2A-C：安静時 ^{201}Tl SPECT、図 2D：安静時心電図同期 SPECT 解析（QGS）、図 3：Bull's eye map）を示す（別紙 8 - 10 ページ No. 49）。
次の選択肢の中で、正しい記述はどれか。1 つ選べ。
   a. 梗塞も虚血も認められず、有意な異常は認めない。
   b. LCX 領域に梗塞を示唆する集積低下が観察されるが、虚血は認められない。
   c. LAD 領域に虚血を示唆する再分布を認める。
   d. LCX 領域に梗塞及び虚血が観察される。
   e. 虚血後の気絶心筋（stunning）を示唆する所見を認める。

50. 60 歳代、男性。低心機能の無症候性心筋梗塞（左前下行枝及び回旋枝に慢性完全閉塞病変、右冠動脈に 90%狭窄）の症例で、心筋生存性（バイアビリティ）評価のために施行した安静時心筋血流 SPECT（^{99m}Tc-MIBI）及び ^{18}F-FDG PET の画像を示す（別紙 10 ページ No. 50）。
正しいものはどれか。1 つ選べ。
   a. 前壁及び下壁は血流像・^{18}F-FDG 像ともに集積低下しており、バイアビリティは無く、血行再建の適応はない。
   b. 前壁及び下壁に血流－糖代謝ミスマッチを認め、バイアビリティがあるため、血行再建の適応である。
   c. 前壁及び下壁に血流－糖代謝の「逆ミスマッチ」を認め、バイアビリティの判断は困難なため、他の検査所見を参照する。
   d. 前壁には血流－糖代謝ミスマッチを認めるが、下壁には認めないため、前壁領域のみ血行再建の適応である。
   e. 下壁には血流－糖代謝ミスマッチを認めるが、前壁には認めないため、下壁領域のみ血行再建の適応である。

51. 50 歳代男性。心不全で加療中、最近軽度の歩行時にも呼吸困難が出現し、重症度判定のために ^{123}I 標識 MIBG シンチグラフィを施行した（別紙 11 ページ No. 51）。左が投与 10 分後、右が投与 4 時間後のそれぞれの正面像である。次の説明で<u>誤っている</u>ものはどれか。1 つ選べ。
   a. 心筋への集積は高度に低下している。
   b. 心筋からの洗い出しは遅延している。
   c. 心筋交感神経機能障害が示唆される。
   d. 予後不良の重症心不全によく見られる所見である。
   e. パーキンソン病でよく見られる所見である。

52. 84 歳男性。2 ケ月前から徐々に労作時息切れが出現し、全身浮腫を認めるようになり、入院となった。^{99m}Tc-PYP シンチグラフィを SPECT-CT にて施行した。図（別紙 11 ページ No. 52）に SPECT-CT 像（左：冠状断面、右：水平断面）を示す。本症例について正しいものはどれか。1 つ選べ。
   a. 国内では東北地方での罹患率が特に高い。
   b. ^{99m}Tc-PYP 静注後、24 時間後に撮像する。
   c. 脊椎への ^{99m}Tc-PYP 集積は異常所見である。
   d. 左室への ^{99m}Tc-PYP 集積は検査前に糖質制限がされていないためである。
   e. 治療薬はタファミジス（ビンダケル）である。

53. 70 歳代男性。起床後の労作時や入浴時に全胸部圧迫感を自覚。1 週間ほど経過観察をしたところ、頻回に見られるため受診した。^{99m}Tc 心筋血流製剤によるアデノシン負荷・安静心筋血流 SPECT が施行された。図（別紙 12 ページ No. 53）に心筋血流 SPECT 画像を示す。正しいものはどれか。1 つ選べ。
   a. 左前下行枝領域の虚血を認める。

b. 側壁に固定性欠損を認める。
c. 左回旋枝領域の虚血を認める。
d. 前壁の虚血を認める。
e. 一過性左室内腔拡大は認めない。

54. 心臓サルコイドーシスと診断された 4 名の患者 A～D の ^{18}F-FDG PET/CT 画像を図（別紙 12 ページ No. 54）に示す。いずれも検査前日の夕食は、午後 6 時に 5 g 未満の低炭水化物食を摂取し、その後 18 時間以上の長期絶食後に検査を施行した。以下の記述のうち、正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. B, C, D の 3 名の患者を陽性（活動性炎症あり）と判定した。
b. 心臓サルコイドーシスにおける心筋生検の陽性率は 60%を超えるので積極的に施行すべきである。
c. 前処置を十分に行なえば、^{18}F-FDG PET 検査の陽性率は十分に高いので、^{67}Ga-citrate シンチグラフィは診断基準から除外された。
d. 患者 B が、心電図にて完全房室ブロックを認めたのでステロイド治療を開始した。
e. ガドリニウム造影 MRI における心筋の遅延造影所見は、非特異的な所見なので心臓サルコイドーシスの診断には役立たない。

55. 60 歳代女性。左腎腫瘍の精査のため ^{18}F-FDG PET/CT 検査が施行され、検査終了直後に呼吸困難、動悸を訴えた。血圧 103/61 mmHg、脈拍 146/min。^{18}F-FDG PET/CT 画像を示す（別紙 13 ページ No. 55）。
施行すべき治療方法として最も適切なものはどれか。1 つ選べ。
a. アドレナリン（エピペン）筋肉内注射
b. カテーテル血栓溶解療法
c. ステロイド静脈内投与
d. ヘパリン静脈内投与
e. 緊急手術

56. 60 歳代男性。脾腫および脾腫瘤が指摘されており、腫瘤が増大傾向にあるため、精査目的で腹部 CT（別紙 14 ページ No. 56 図 1a から 1c）と ^{18}F-FDG PET/CT 検査（別紙 14 ページ No. 56 図 2）が施行された。さらに鑑別目的に施行された ^{99m}Tc-スズコロイド SPECT 像を示す（別紙 14 ページ No. 56 図 3）。正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 脾門部に副脾を認める。
b. 脾臓の ^{18}F-FDG 集積はびまん性に亢進している。
c. 脾原発悪性腫瘍の疑いが強い。
d. 肝臓や脾臓の ^{99m}Tc-スズコロイド集積は G-CSF 投与の影響である。
e. 脾腫瘤内に網内系の存在が示唆される。

57. 塩化ラジウム（^{223}Ra）による治療について誤っているものはどれか。1 つ選べ。
a. 骨転移のある去勢抵抗性前立腺癌が適応となる。
b. 塩化ラジウム（^{223}Ra）は全生存期間を延長する。
c. 脊髄圧迫のある場合に治療効果が大きい。
d. 1 回投与量は体重 1 kg あたり 55 kBq である。
e. 4 週間ごとに 1 回、最大 6 回まで使用する。

58. 50 歳代男性。X-5 年秋、多発リンパ節腫大にて医療機関を受診し、悪性リンパ腫（濾胞性リンパ腫、Grade 2）と診断されたが、化学療法にて寛解した。X 年 3 月、再度、多発リンパ節腫大が認められたため、病期診断のために、^{18}F-FDG PET/CT 検査（当施設での初回検査：図 1 と 2）を実施した。その後、治療を行っていたが、X+2 年 1 月、sIL2-R（可溶性インターロイキン 2 受容体、基準値 122～496 U/ml）が 3 ヶ月間で 516 U/ml から 1298 U/ml に急増したため、再度、病態評価のために、^{18}F-FDG PET/CT 検査（当施設での 2 回目の検査：図 3 と 4）を実施した。

別紙 15 ページ No. 58
図 1： 初回 ^{18}F-FDG PET 画像（MIP 画像）
図 2： 初回 ^{18}F-FDG PET/CT 融合画像（腹部横断像）左傍大動脈リンパ節の SUVmax 7.74
図 3： 2 回目 ^{18}F-FDG PET 画像（MIP 画像）
図 4： 2 回目 ^{18}F-FDG PET/CT 融合画像（腹部横断像）左傍大動脈リンパ節の SUVmax 12.04

この症例に関する以下の記載のうち、正しいものを 1 つ選べ。
a. 当施設での初回検査の際の悪性リンパ腫の病期は、 II 期以下である。
b. 当施設での初回検査の際に、悪性リンパ腫が心筋に浸潤している。
c. 当施設での 2 回目の検査時に histological transformation が疑われる。
d. 当施設での 2 回目の検査後の左傍大動脈リンパ節をはじめとする病変の集積増加は flare phenomenon である。
e. 当施設での 2 回目の検査後に適切な化学療法を実施すれば、良好な予後が期待できる。

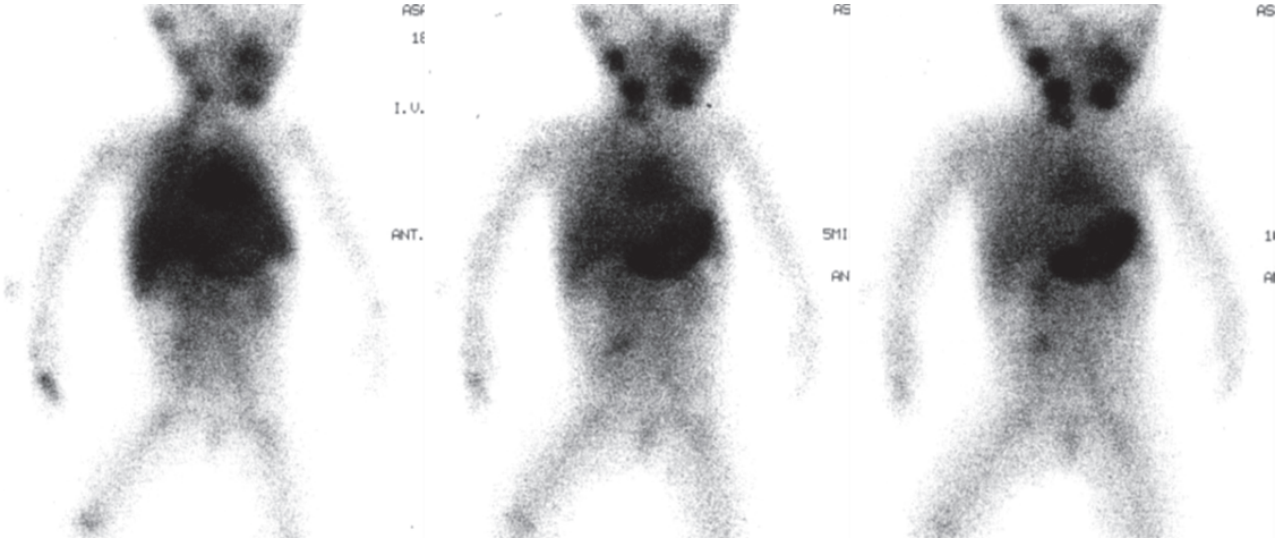
59. 図（別紙 16 ページ No. 59）に骨シンチグラムを示す。この所見がみられやすい疾患はどれか。1 つ選べ。
a. 慢性疼痛
b. 慢性肝疾患
c. 慢性心疾患
d. 慢性腎疾患
e. 慢性呼吸器疾患

60. 50 歳代女性。頻脈を主訴に近医を受診したところ、甲状腺中毒症を指摘された。追加の血液検査で TRAb（抗 TSH レセプター抗体）・TSAb（甲状腺刺激抗体）はともに陰性であり、頚部超音波検査では甲状腺左葉に 2.5 cm 大の結節性病変を認めた。精査目的に施行した ^{99m}Tc 甲状腺シンチグラムを図（別紙 16 ページ No. 60）に示す。今後の治療として放射性ヨウ素内用療法を施行する方針になった。
この治療について正しいものはどれか。1 つ選べ。
a. 治療前のヨウ素制限は不要である。
b. 治療前に甲状腺全摘術が必要である。
c. 治療時に TSH が 30 μU/mL 以上の状態が望ましい。
d. 期待照射線量から投与量を決定する場合、結節重量、24 時間後ヨウ素摂取率、物理学的半減期が必要である。
e. 1,110 MBq を投与する場合、放射線治療病室への入室・入院管理が必要である。

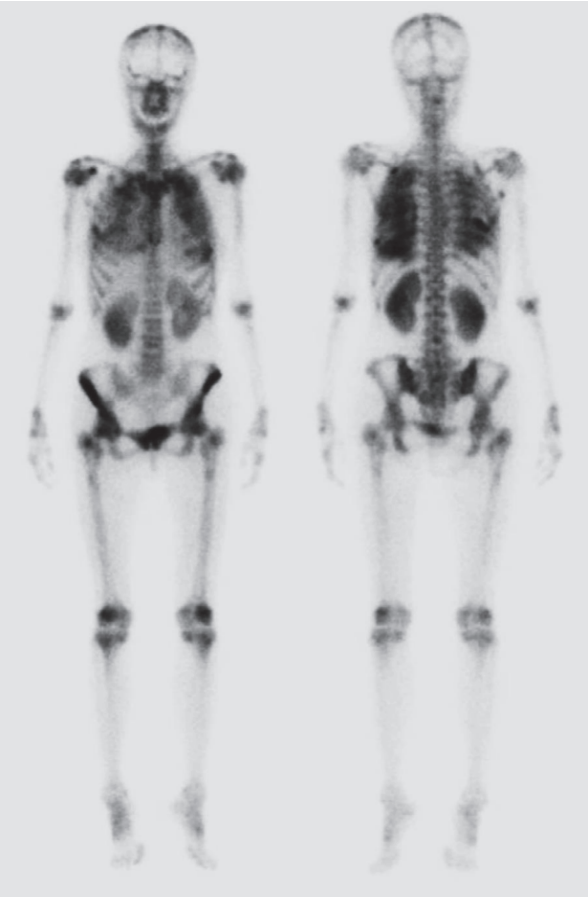
別紙

設問No.

39



40



43

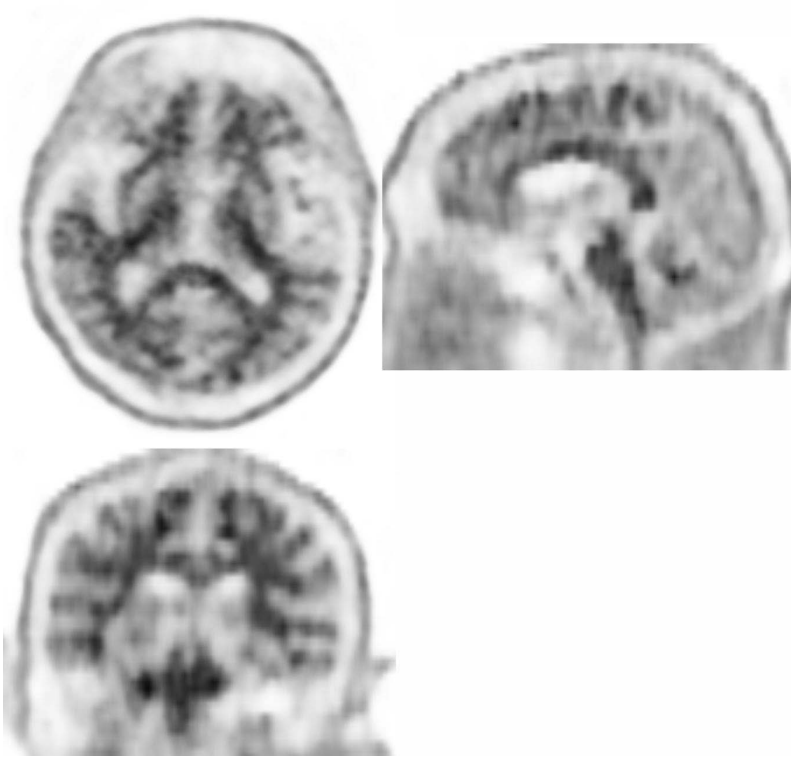


図1　^{123}I-IMP-SPECT 断層像

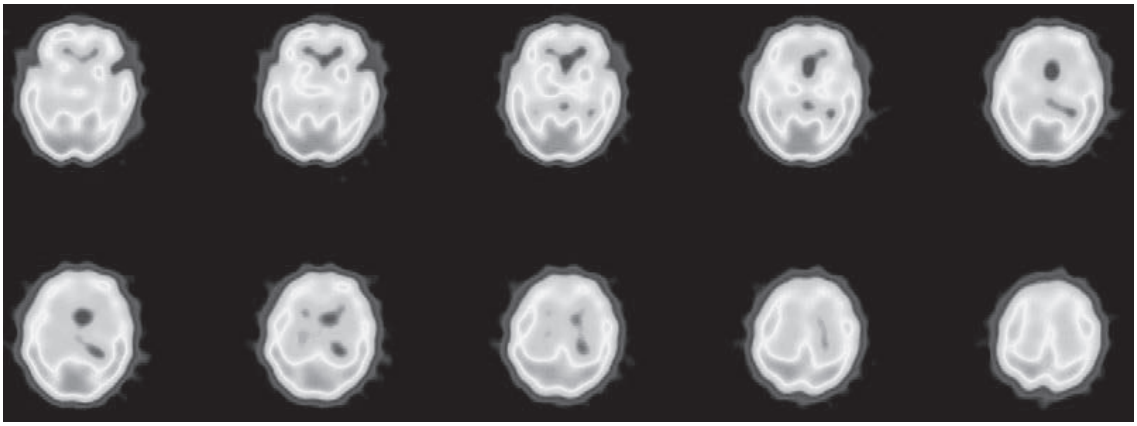


図2　3D-SSP (^{123}I-IMP)

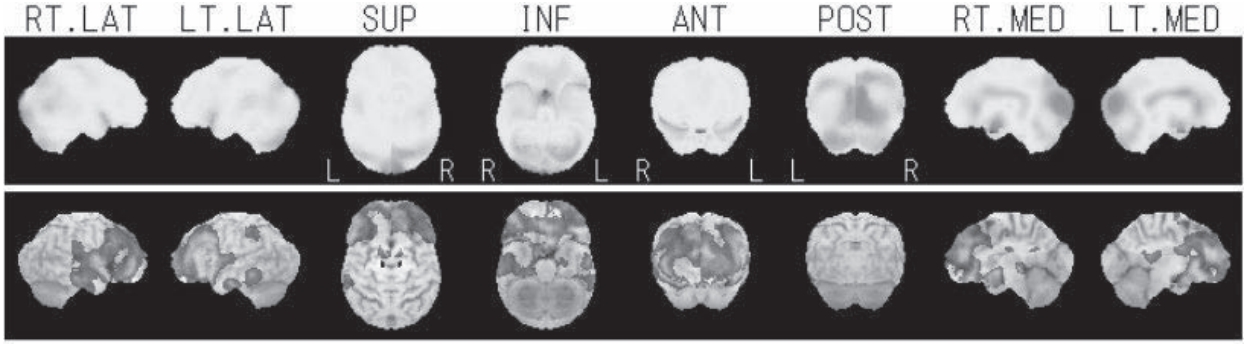


図3　^{123}I-ioflupane SPECT

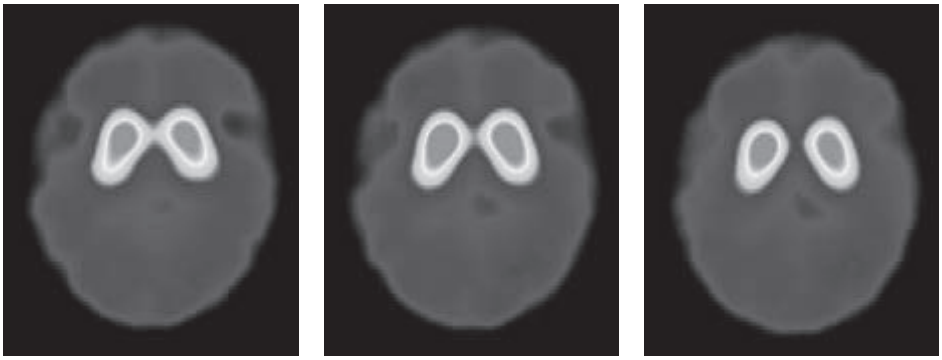


図4　アミロイドPET

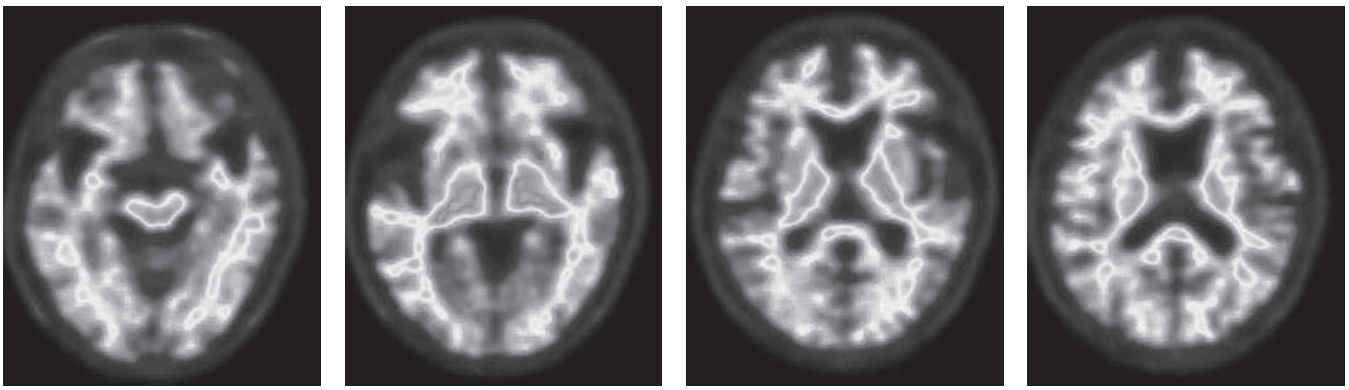
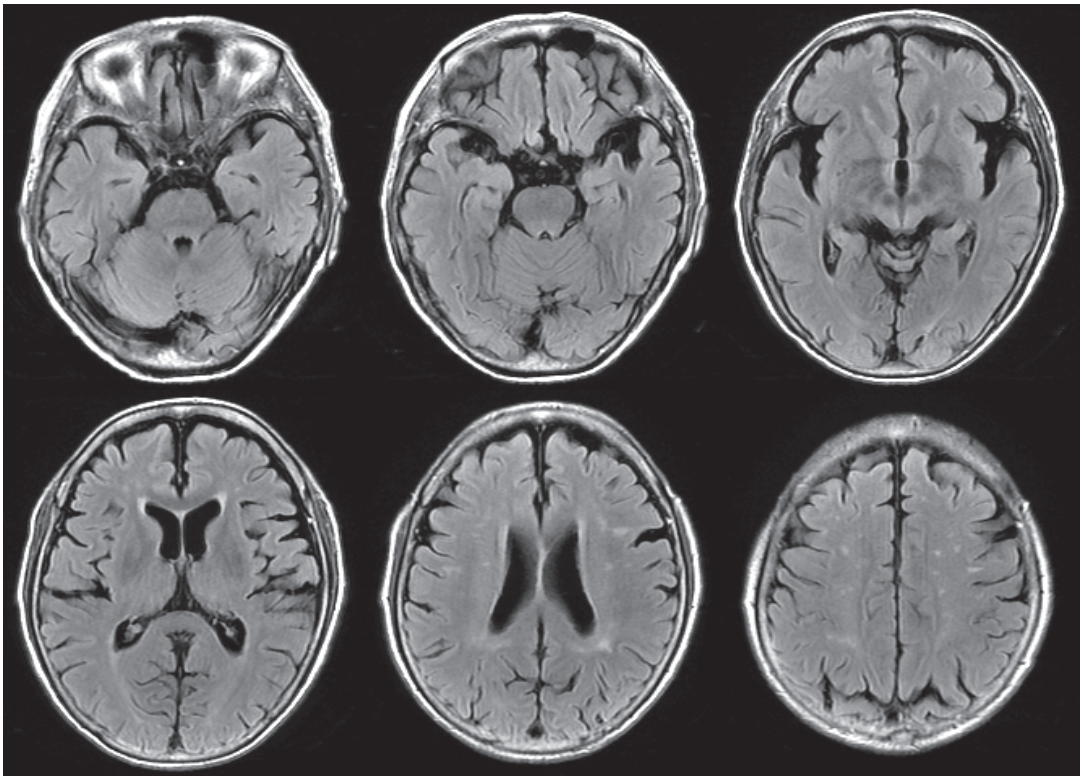
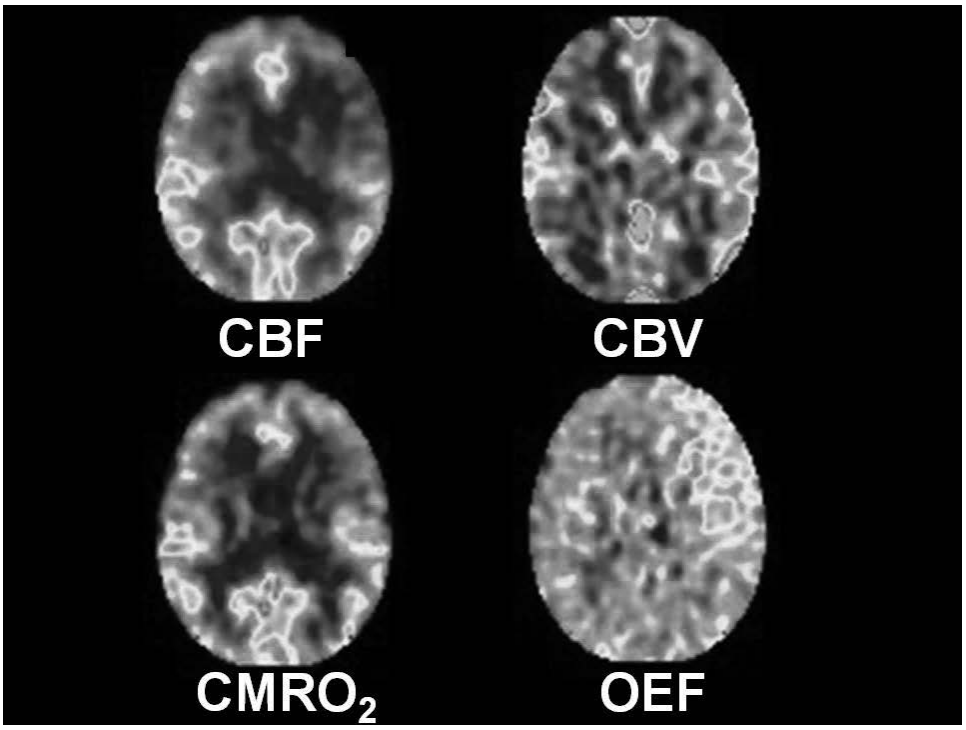


図5　MRI FLAIR像



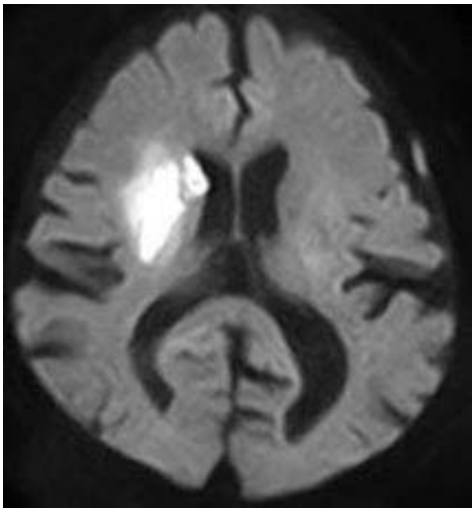
45



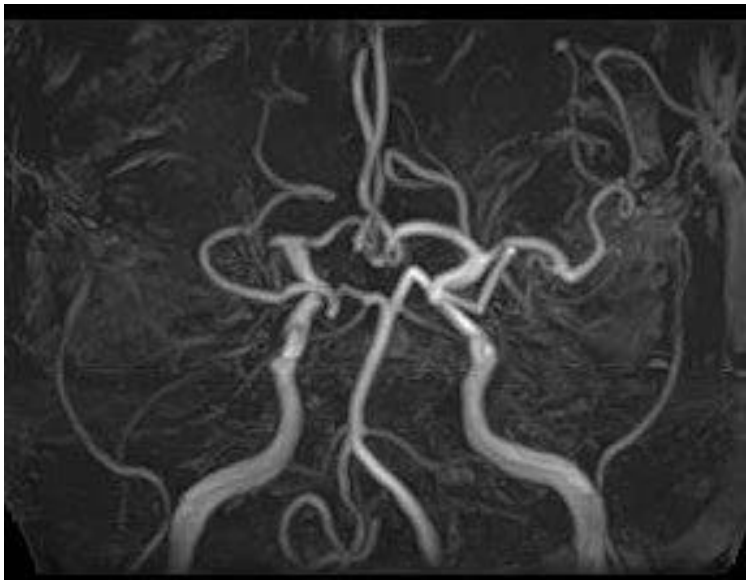
48

図1　頭部MRI

拡散強調像



MRA像



48

図2　脳血流SPECT像（安静時）

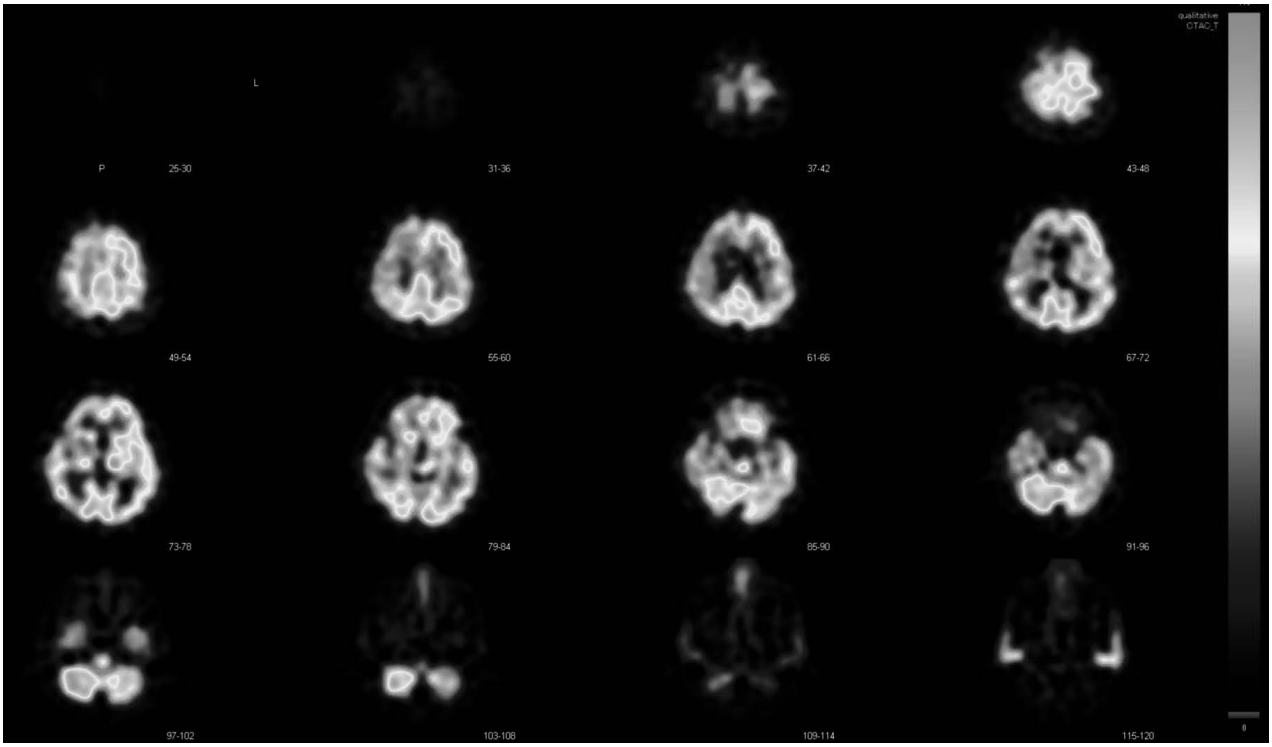
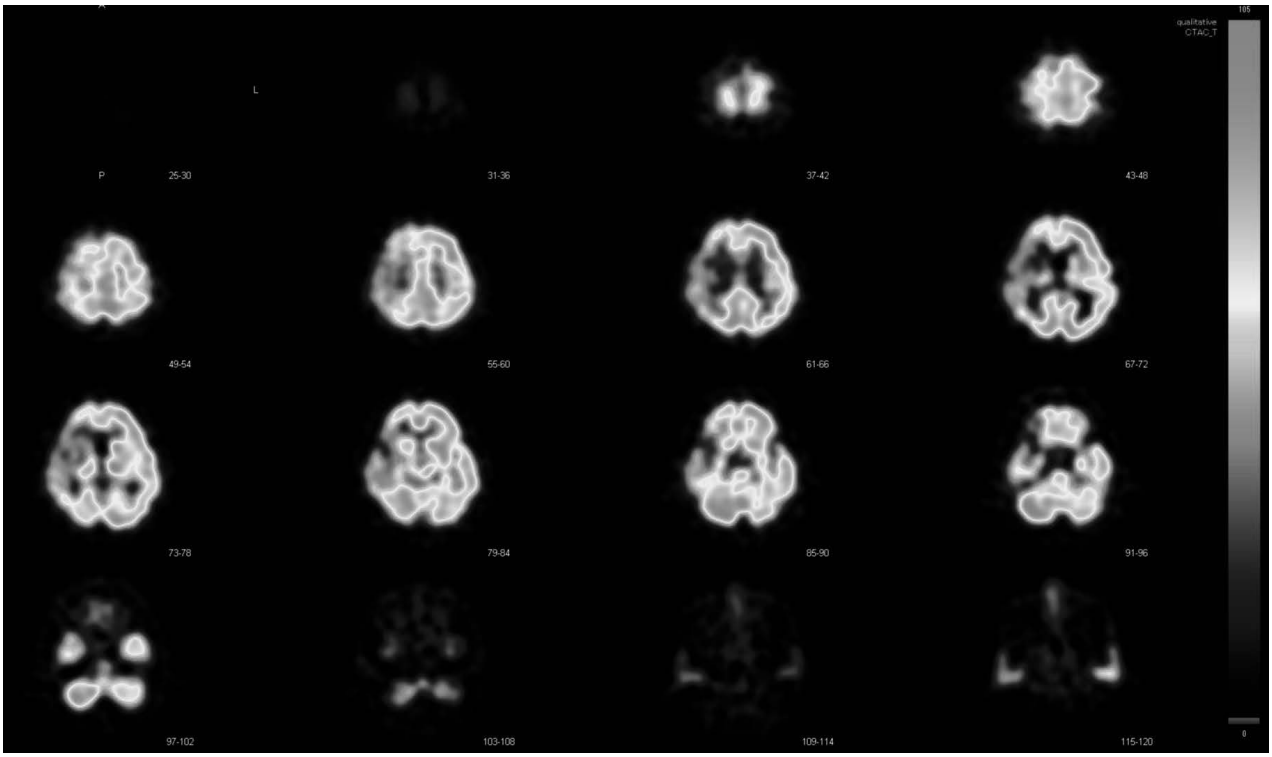


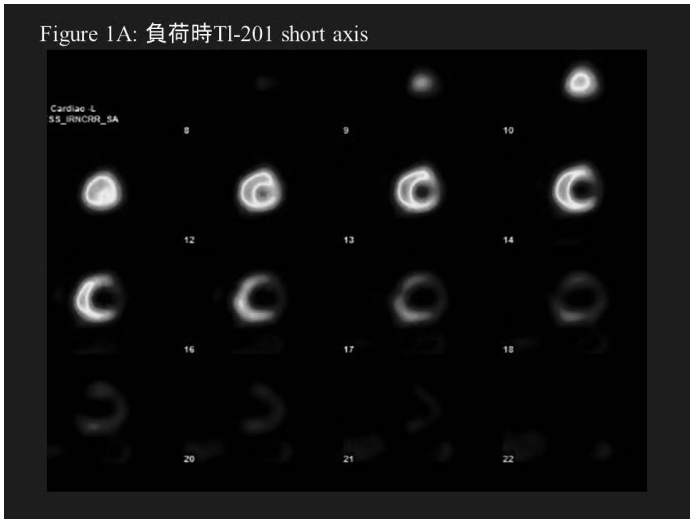
図3　脳血流SPECT像（acetazolamide(Diamox)負荷時）



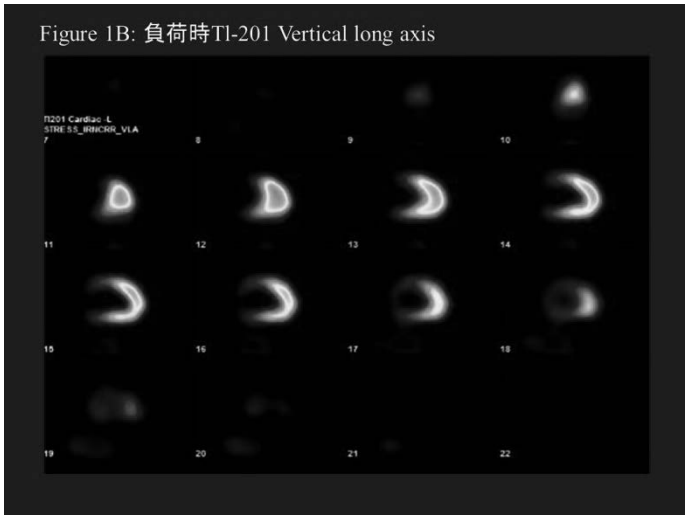
49

図1　負荷時心筋血流SPECT画像

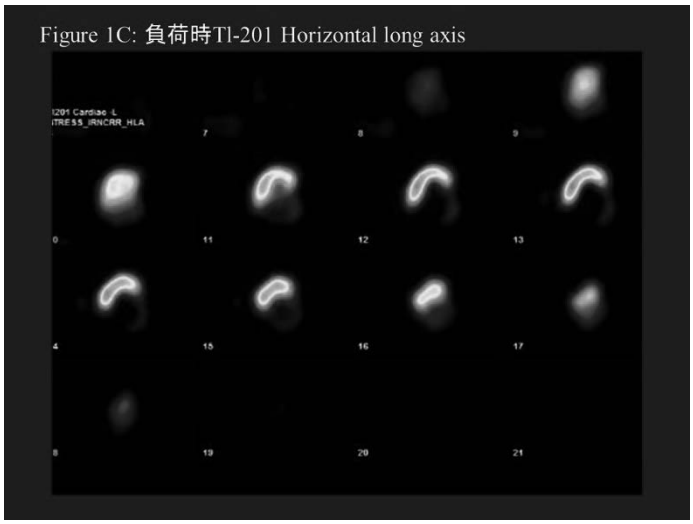
A：SPECT短軸像



B：SPECT垂直長軸像



C：SPECT水平長軸像



D：心電図同期SPECT解析

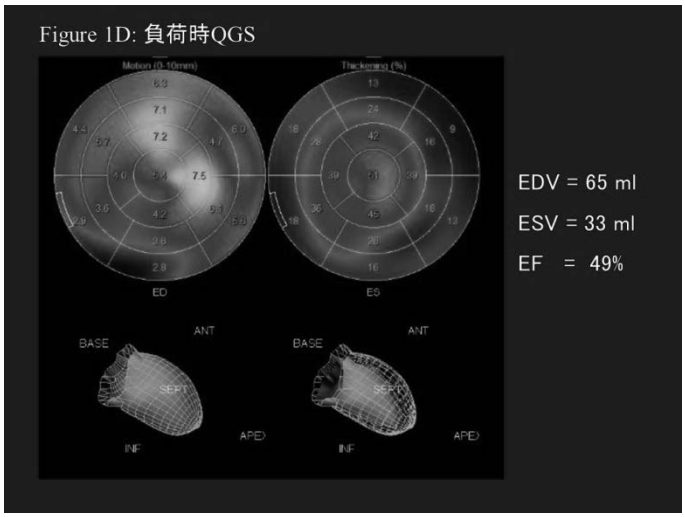
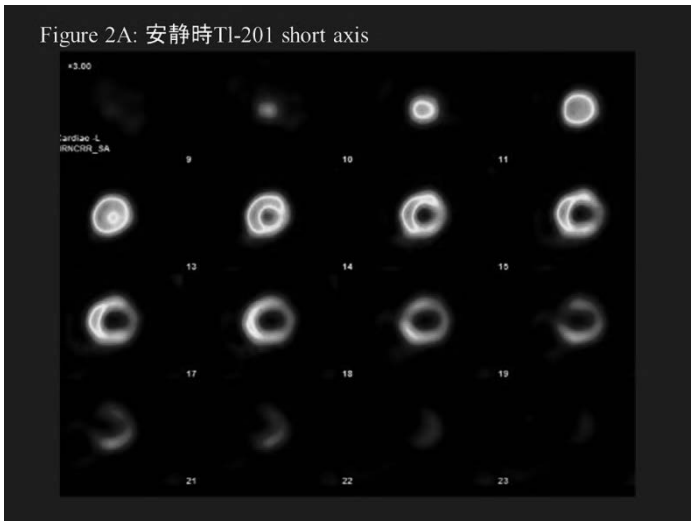
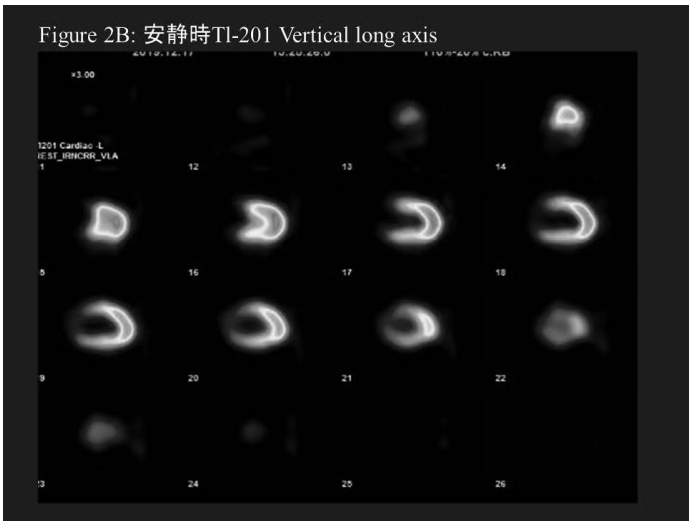


図2　安静時心筋血流SPECT画像

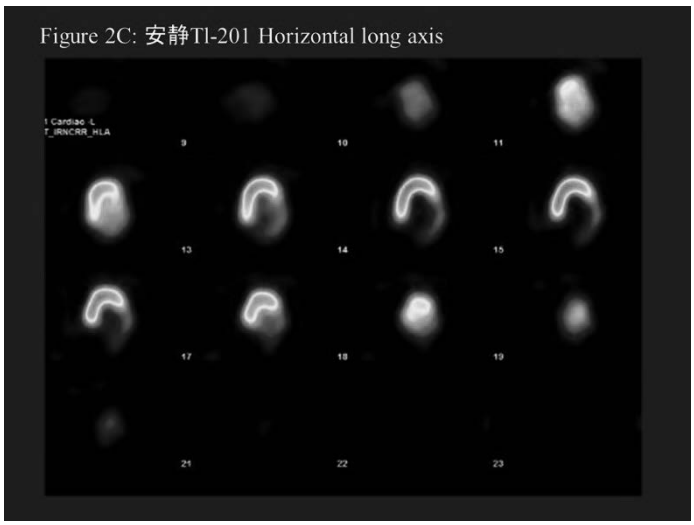
A：SPECT短軸像



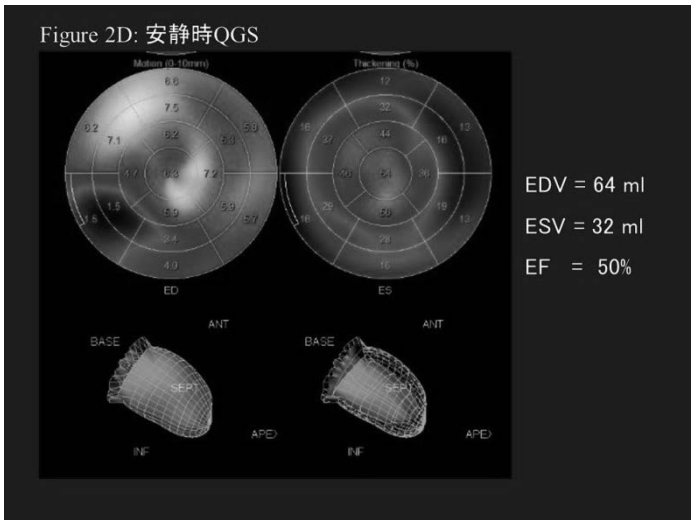
B：SPECT垂直長軸像



C：SPECT水平長軸像

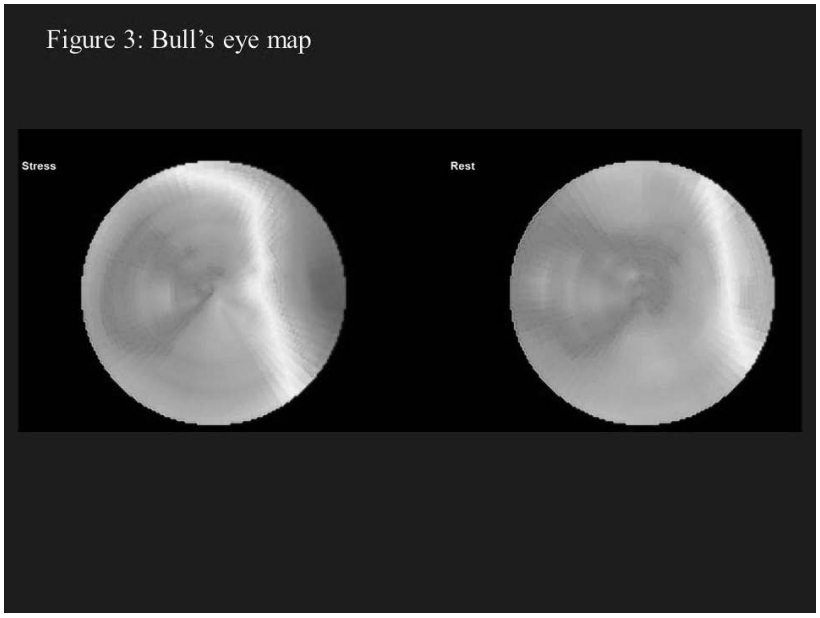


D：心電図同期SPECT解析

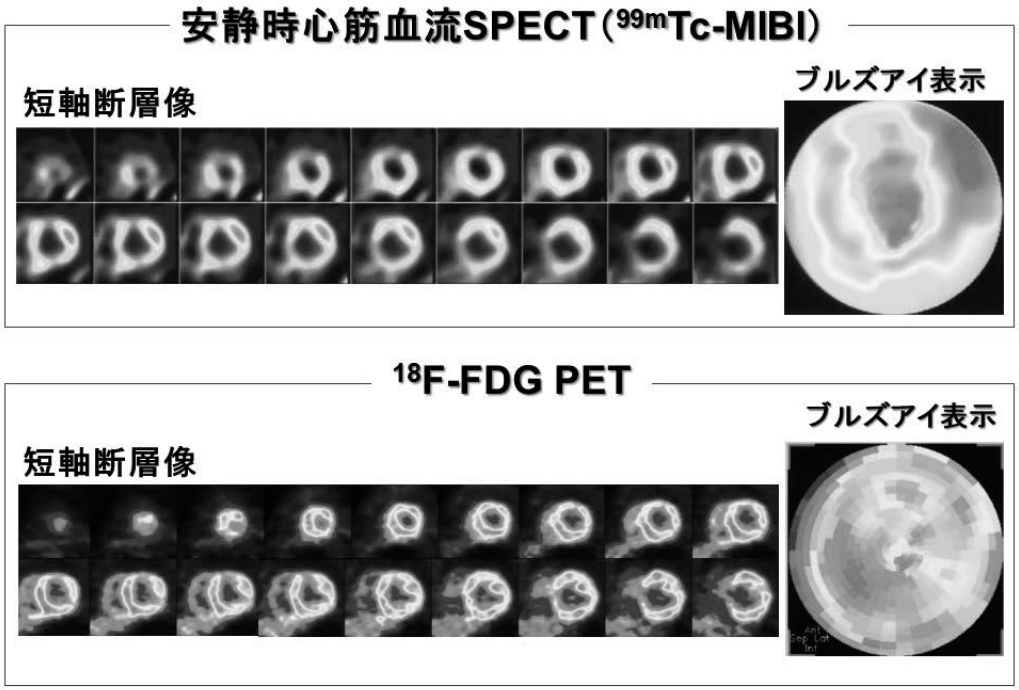


49

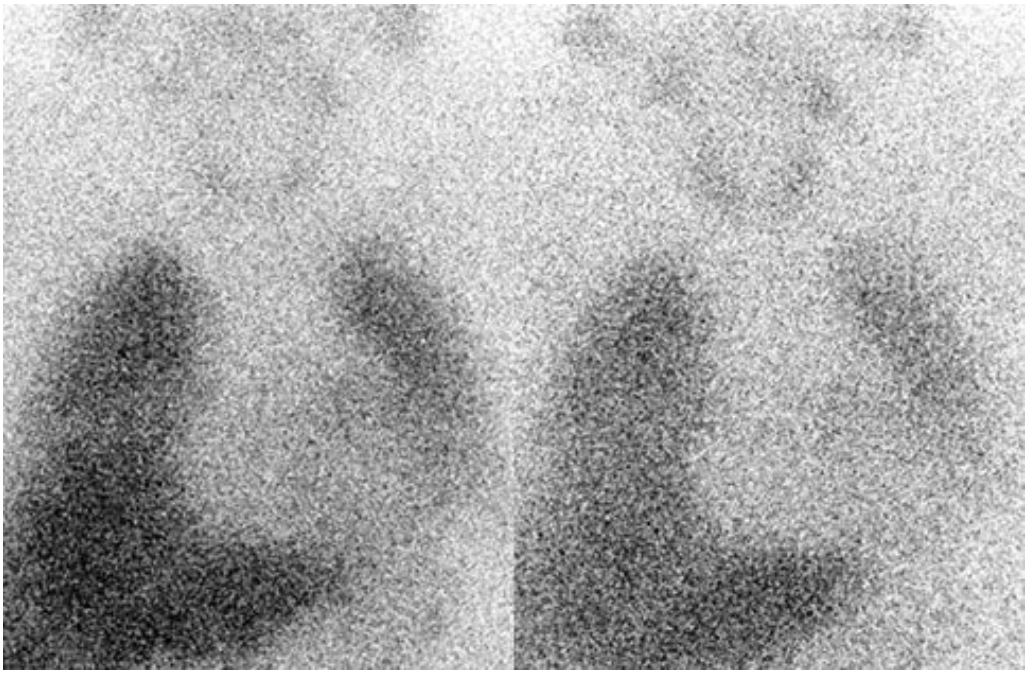
図3　Bull’s eye map（極座標表示）
左:負荷時　　右:安静時



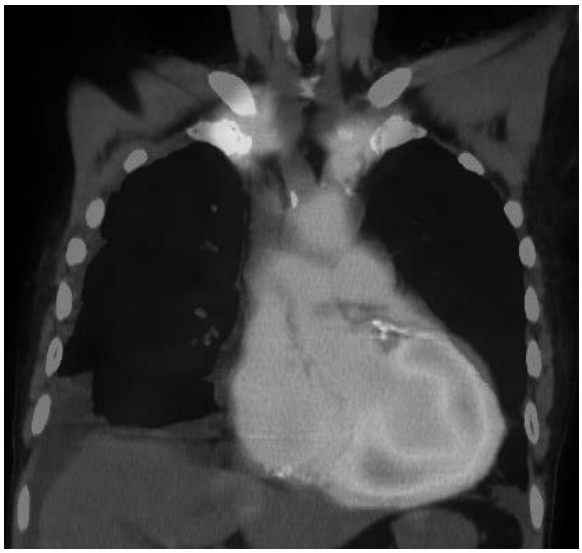
50

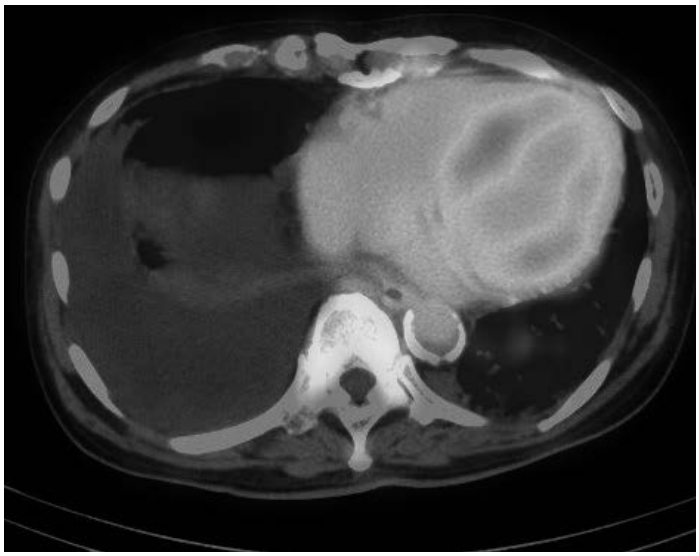


51

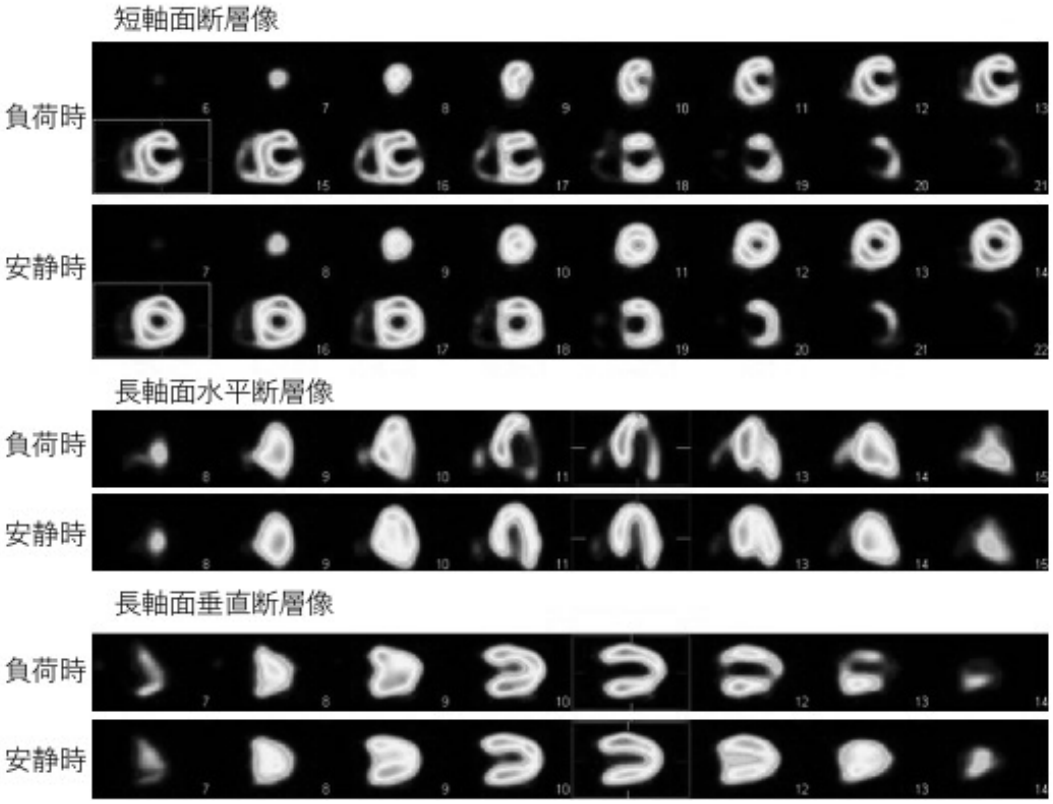


52

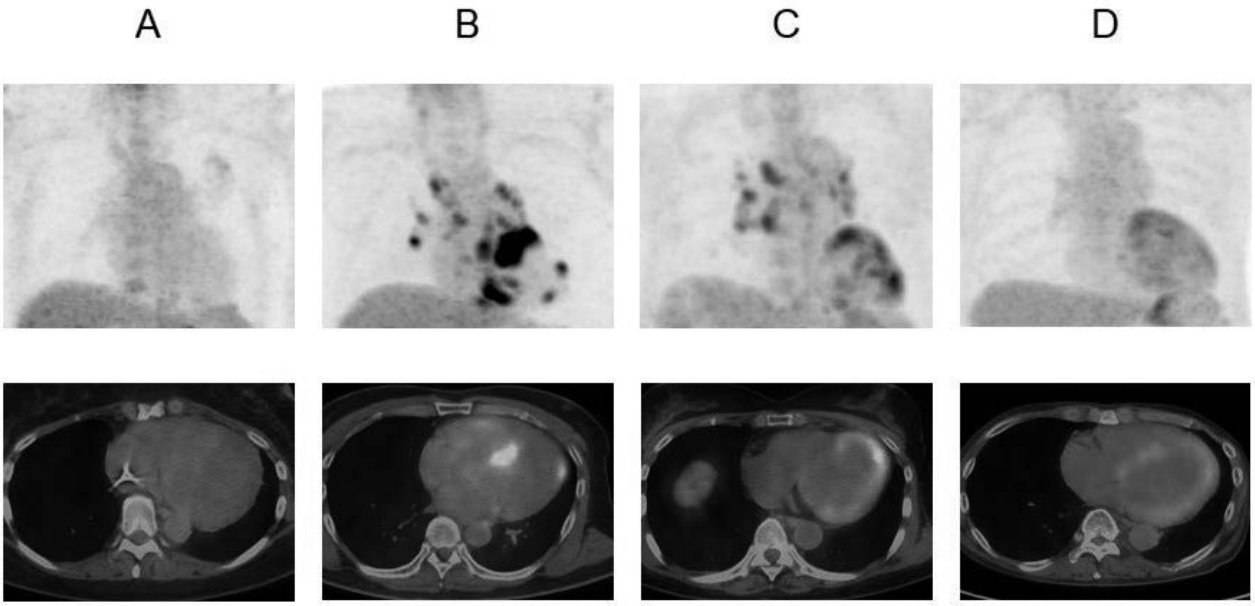




53



54



上段: ^{18}F-FDG PETの胸部MIP 画像 (Maximum intensity projection image)
下段: ^{18}F-FDG PET/CTの左心室レベルの融合画像 (PET/CT fusion image)

55

56

図1

a 単純　　b 造影動脈相　　c 造影平衡相

図2

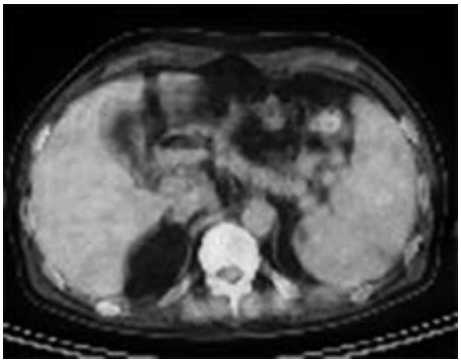
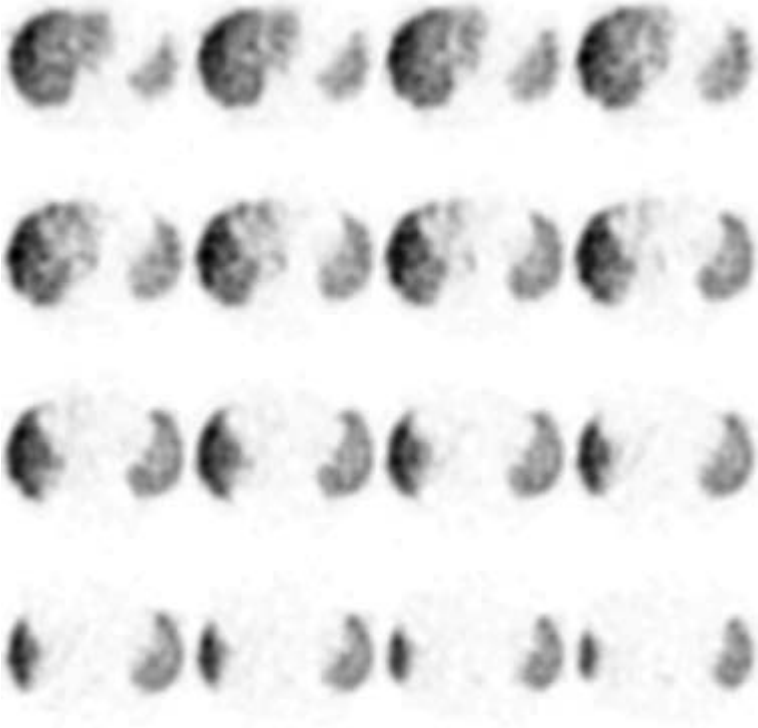


図3



58

図1

図2

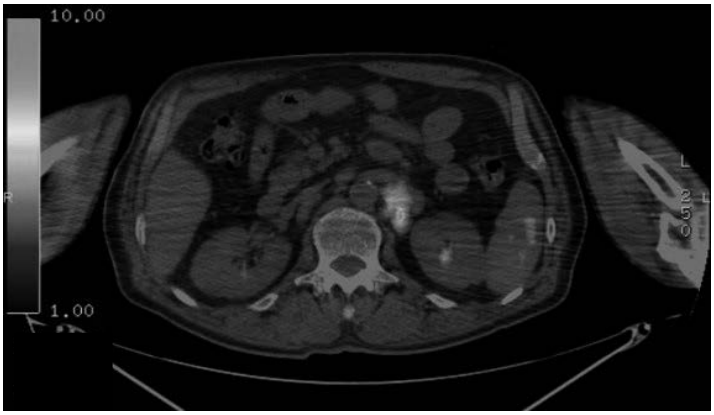
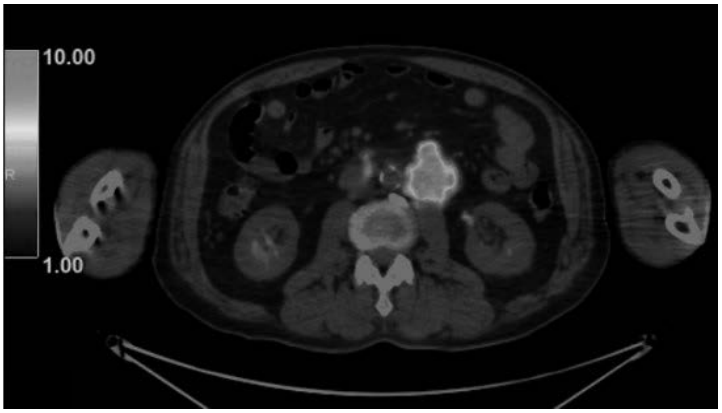


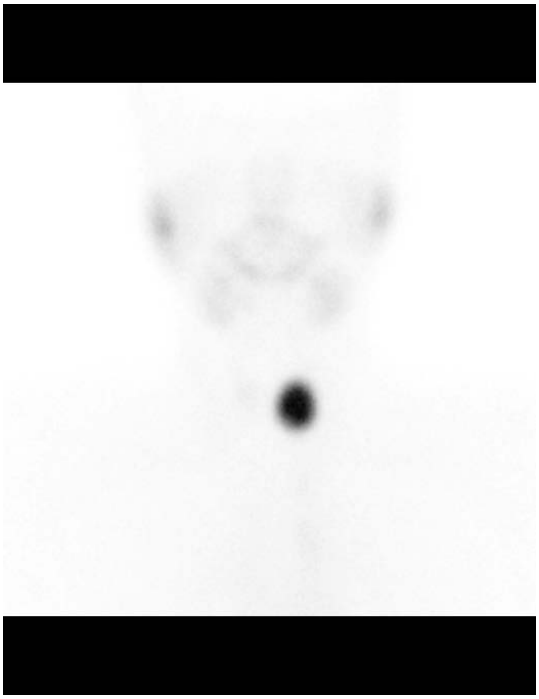
図3

図4



59

60



第 17 回核医学専門医試験問題（記述式）

注:症例問題の図は別紙として後ろに掲載してあります。

問題１
図１は、心電図同期 SPECT を心機能解析ソフトウェアで解析した心筋輪郭抽出を示している。次の問いに答えよ。

（１） 心機能解析ソフトウェアにより算出される心機能指標を 4 つ日本語名で答えよ。

（２） 本症例では解析結果が不正確になっている。どの指標にどのような誤差を生じているのかを 2 つ述べよ。

（３） （２）の誤差要因となっている患者側の因子を 1 つ述べよ。

（４） 心機能解析ソフトウェアの解析結果に影響を及ぼす患者側の因子（誤差要因）を（３）で述べたもの以外に 2 つ挙げよ。

問題２
核医学診療にかかわる法令・管理について次の問いに答えよ。

（１） 医療放射線管理に関わる関連法令を 4 つ述べよ。

（２） （１）で答えた法令を管轄する省庁を述べよ。

（３） 医療法施行規則の改正（平成 31 年 3 月）による「診療用放射線に係る安全管理体制」について、どのような項目があるか 4 つ述べよ。

問題３
（１） 放射性医薬品による内部被ばく線量を MIRD 法で評価するにあたって通常考慮される放射線の種類を 5 つ挙げよ。

（２） 放射性医薬品による内部被ばく線量評価に際して考慮されるべき因子、指標を 5 つ挙げよ。

問題４
甲状腺癌の放射性ヨウ素内用療法に関して、以下の問いに答えよ。

（１） 適応となる組織型について述べよ。

（２） 適応となる病態(状態や病期)を 3 つ挙げよ。

（３） 治療に際して必要となる前処置とその理由について述べよ。

問題５

A 病院では、^{99m}Tc-DTPA を用いた腎動態シンチグラフィを行う際に、診断参考レベル（Diagnostic Reference Level, DRL）のチェックを行った。

（１） 診断参考レベルとは何か。簡潔に説明せよ。

（２） ^{99m}Tc 標識製剤のうちで、診断参考レベルが 555MBq 以下の検査・放射性薬剤を解答例以外に 3 つ挙げよ（解答例：腎動態シンチグラフィ・^{99m}Tc-DTPA）。

（３） 腎動態シンチグラフィにおける ^{99m}Tc-DTPA の診断参考レベルは 400MBq である。A 病院では、2019 年 1～12 月における ^{99m}Tc-DTPA 腎動態シンチグラフィの投与量の中央値が 450MBq であった。A 病院のこの検査での投与量は適正か。また、A 病院で今後この検査を行う際にとるべき方策について述べよ。

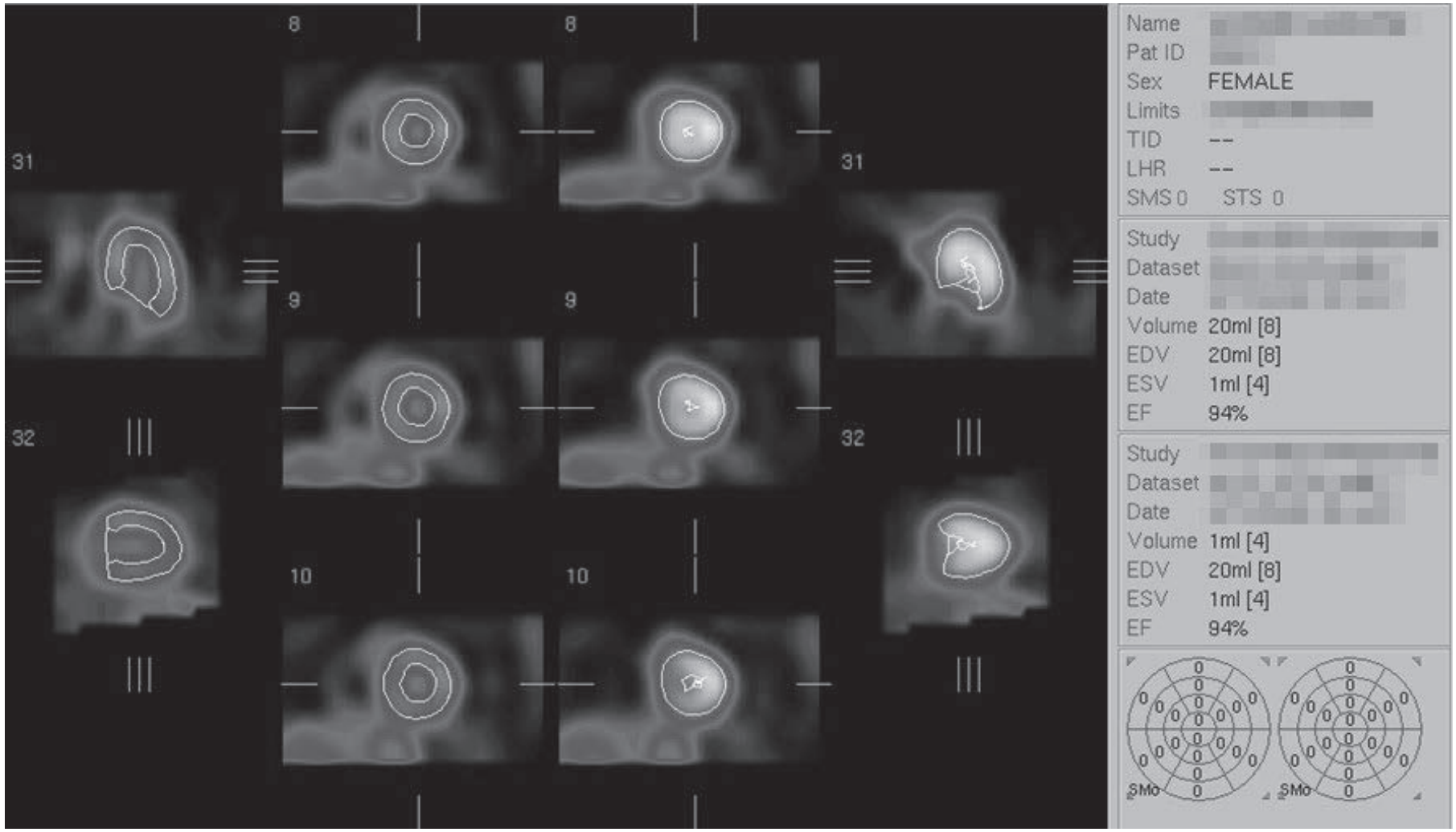
問題６

（１） 誤投与防止のため、調製から投与までにおいて放射性医薬品の取扱で注意すべき事項について 3 つ挙げよ。

（２） 薬剤の調製から投与までにおける ^{99m}Tc-MAA の取扱の注意点について、他の一般的な放射性医薬品とは異なる点に絞って 2 つ挙げよ。

別紙

図1


8
8
31
31
9
9
32
32
10
10
Name
Pat ID
Sex FEMALE
Limits
TID --
LHR --
SMS 0 STS 0
Study
Dataset
Date
Volume 20ml [8]
EDV 20ml [8]
ESV 1ml [4]
EF 94%
Study
Dataset
Date
Volume 1ml [4]
EDV 20ml [8]
ESV 1ml [4]
EF 94%
SMo
SMo

拡張期　　収縮期