

【問題 4-134】(平成 14)

骨シンチグラフィで正しいのはどれか。

1. 放射性医薬品の静脈注射後 30 分以内に撮像を開始する。
2. 全身の撮像に SPECT 検査を追加する意義は乏しい。
3. 単純 X 線写真で同定困難な骨折は描出できない。
4. ^{99m}Tc 標識のリン酸化合物を使用する。
5. 健常人では肝臓に集積する。

1

【注解】 1. 骨シンチグラフィは放射性医薬品を静注後 2~4 時間後に撮像する。

2. 全身の撮像に SPECT 検査を追加することが望ましい。
3. 単純 X 線写真で同定困難な骨折部位も描出可能である。
5. 健常人では肝臓に集積しない。
4. ^{99m}Tc -MDP などの ^{99m}Tc 標識のリン酸化合物を使用する。

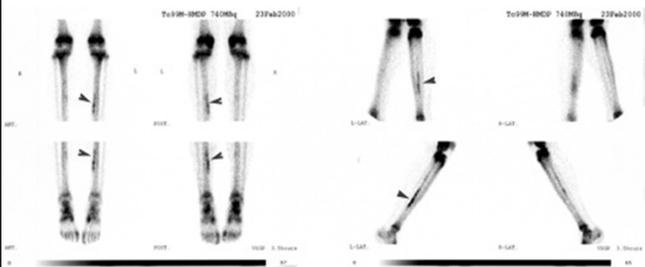
4

2

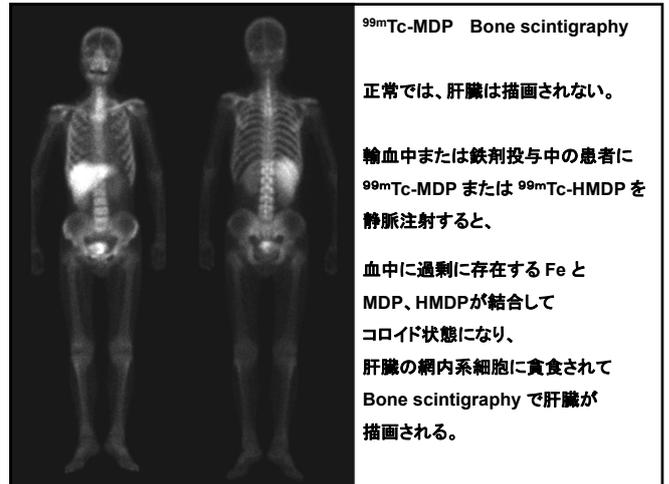
疲労骨折 fatigue fracture

Bone scintigraphy が有効な疾患。

過度のスポーツなどで、骨(脛骨 Tibia、腓骨 Fibula に多い)の表面に微小骨折が生じる。骨折部位には骨の再生が亢進するので、リン酸の集積が高くなる。単純 X 線像や CT では、ほとんど所見がない。



3



^{99m}Tc -MDP Bone scintigraphy

正常では、肝臓は描画されない。

輸血中または鉄剤投与中の患者に ^{99m}Tc -MDP または ^{99m}Tc -HMDP を静脈注射すると、

血中に過剰に存在する Fe と MDP、HMDP が結合してコロイド状態になり、肝臓の網内系細胞に貪食されて Bone scintigraphy で肝臓が描画される。

4

【問題 4-135】(平成 13)

算出できる指標で正しい組合せはどれか。

- a. 肺血流シンチグラフィ——肺活量
 - b. 骨髄シンチグラフィ——赤血球寿命
 - c. 脳血流シンチグラフィ——局所脳血流量
 - d. 心電図同期心プールシンチグラフィ——心駆出率
 - e. 甲状腺シンチグラフィ——甲状腺摂取率
1. a, b, c
 2. a, b, e
 3. a, d, e
 4. b, c, d
 5. c, d, e

【注解】 a. 肺血流シンチグラフィは肺血流分布を示すが、肺活量は算出できない。

b. 骨髄シンチグラフィでは赤血球寿命を算出できない。

c, d, e のシンチグラフィは、いずれもそれぞれの指標を算出できる。

5

5

$^{111}\text{InCl}$ Bone marrow scintigraphy 骨髄シンチグラフィ

^{111}In 171 keV, 245 keV

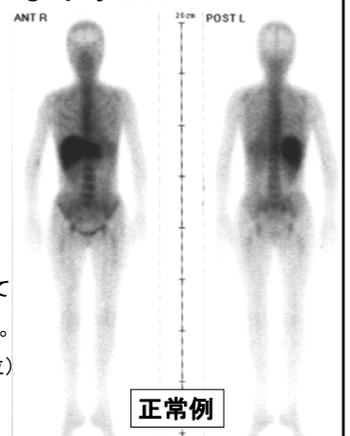
MEGP コリメータ

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)

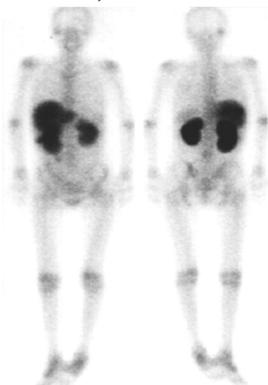
肝臓にも正常分布あり。



6

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。



7

^{51}Cr 循環赤血球量測定 ^{51}Cr 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、 ^{51}Cr 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 ^{51}Cr 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。

赤血球增多症の鑑別 (真性か脱水か)に利用される。

8

^{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 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、 $Z \times \text{ヘマトクリット} \times 0.92$
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。

9

^{51}Cr 赤血球寿命測定

さらに1週間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。

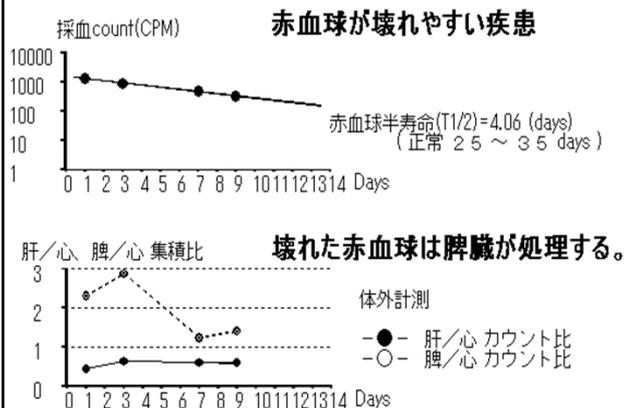
正常 赤血球半減期(半数に減少する時間) 28±2 日

^{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

10

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



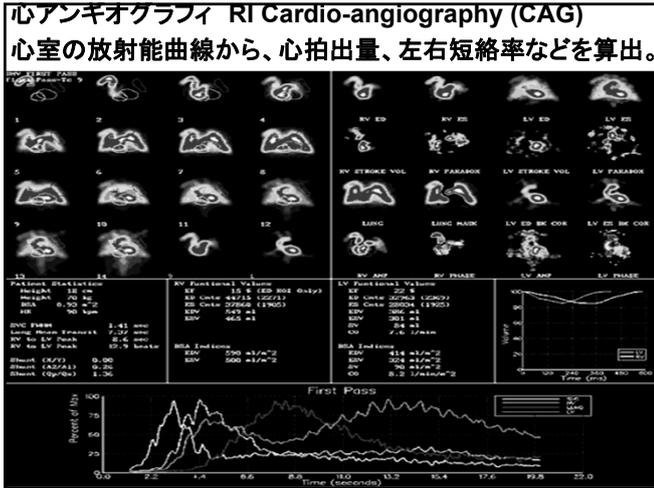
11

ファーストパス法 = RI アンギオグラフィ

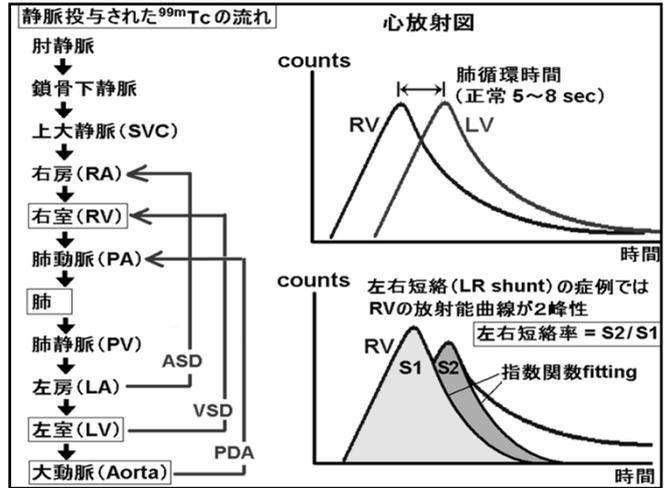
はじめに、RIを標識していないピロリン酸(PYP)を静脈注射。
約10分後に患者を撮像するセッティングを行い、
 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$ (パーテクネート;何も標識していない $^{99\text{m}}\text{Tc}$)を
静脈注射(740MBq)すると同時に、ダイナミック撮像開始
(64x64 または 128x128、1フレーム 1~5秒、1~5分間)。

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

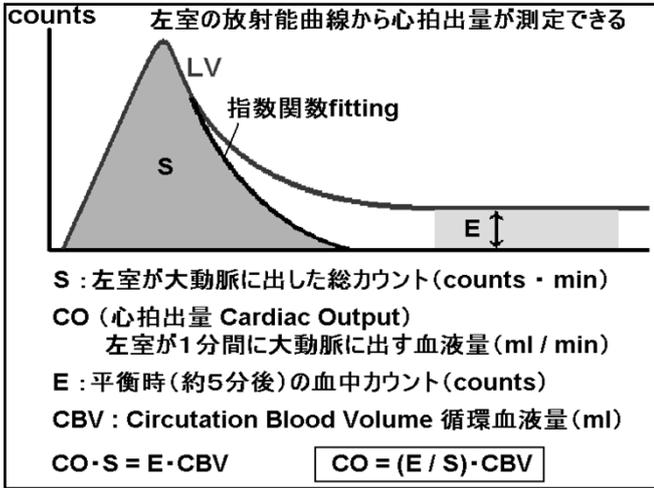
12



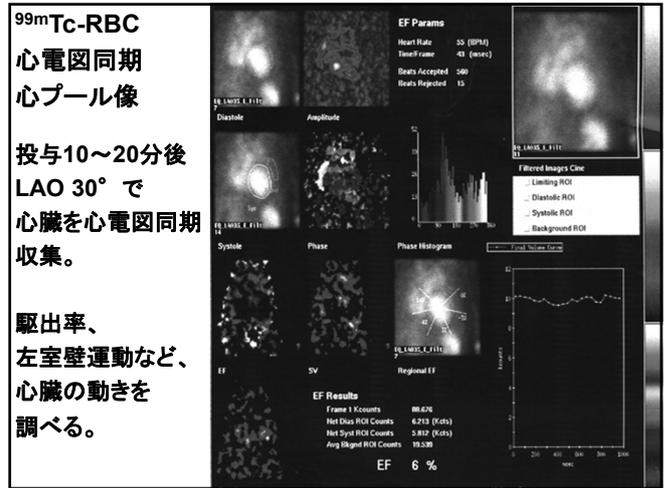
13



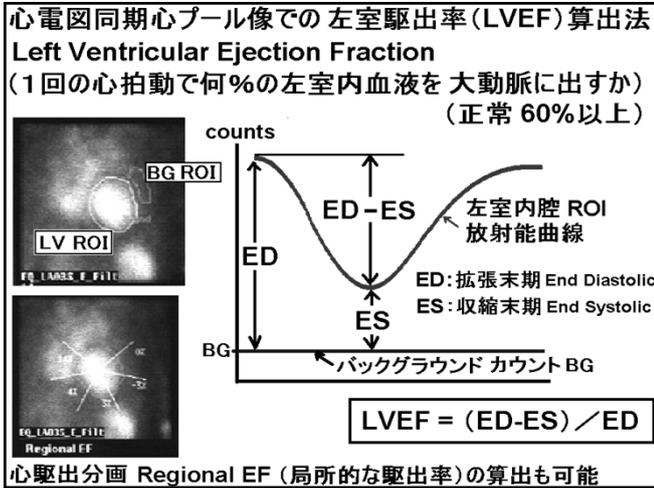
14



15



16



17

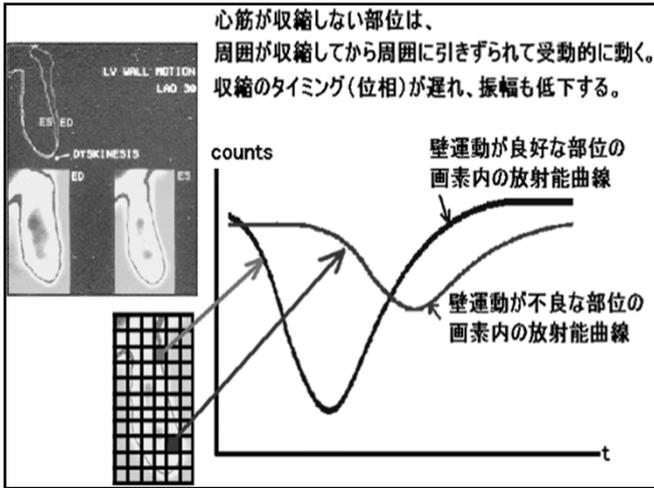
左室内腔の ^{99m}Tc-RBC の放射能の変化率は、左室内腔の赤血球量の変化率を算出していることになる。

心電図同期心プール像での LVEF 算出は、左室心筋および左室内腔を囲む領域の赤血球量の変化率から、左室内腔容積の変化率を算出している。

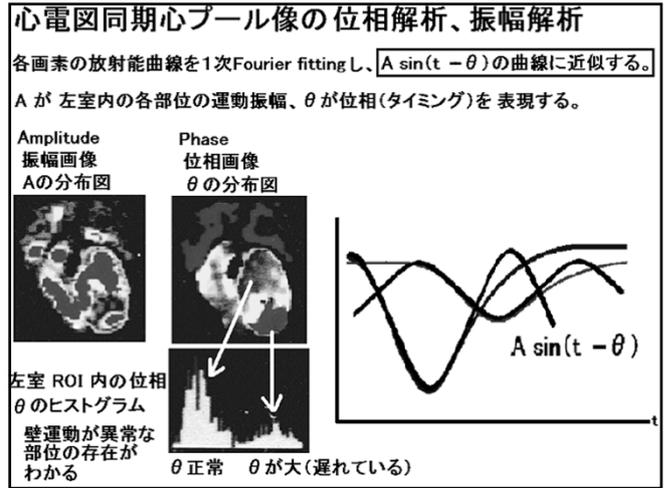
心プール像の左室内放射能曲線 = 左室容量曲線

左室内腔と比べ左室心筋内部は、赤血球分布はわずかであり、厳密に左室内壁に沿うROIを設定しなくても、精度の良いLVEFを算出できる。

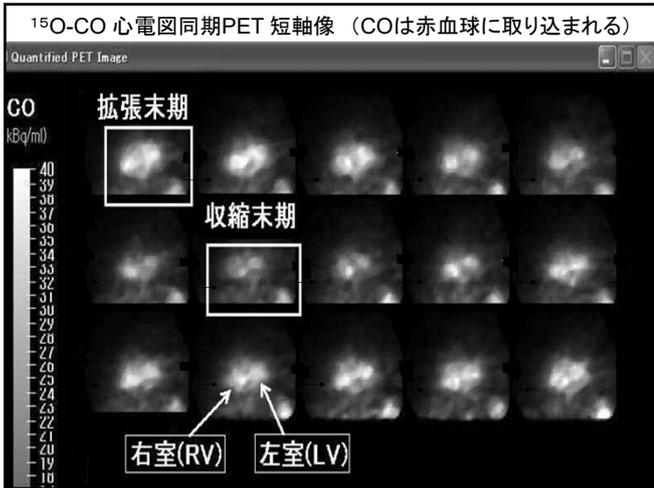
18



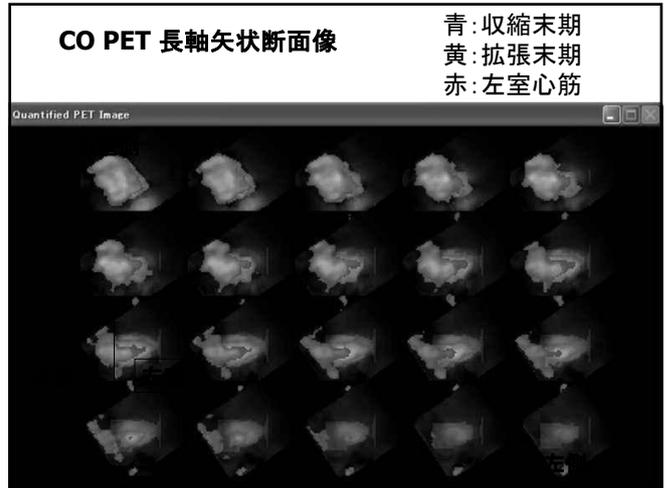
19



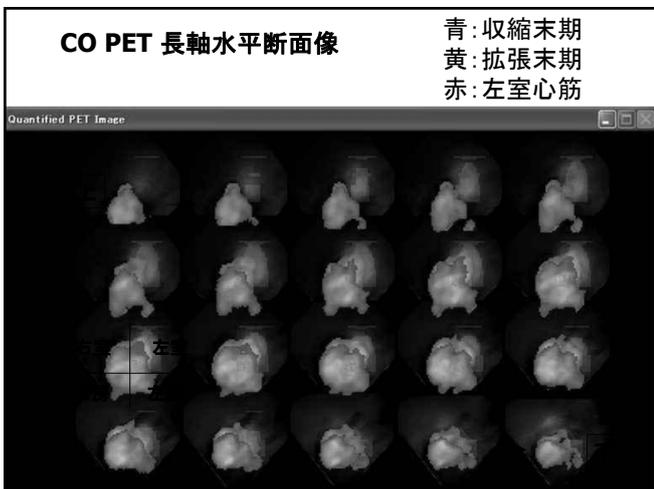
20



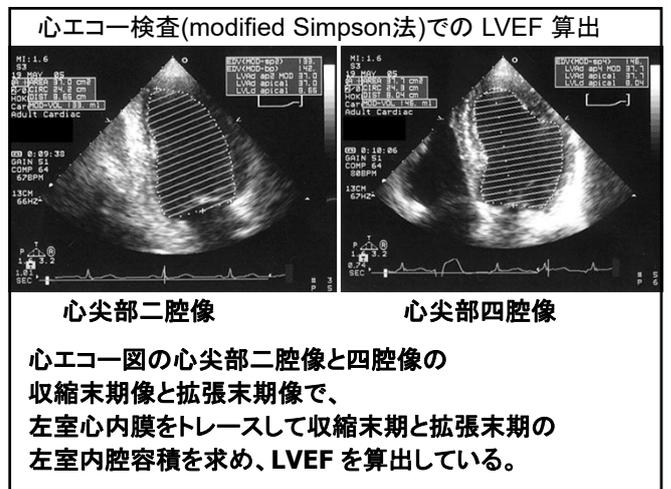
21



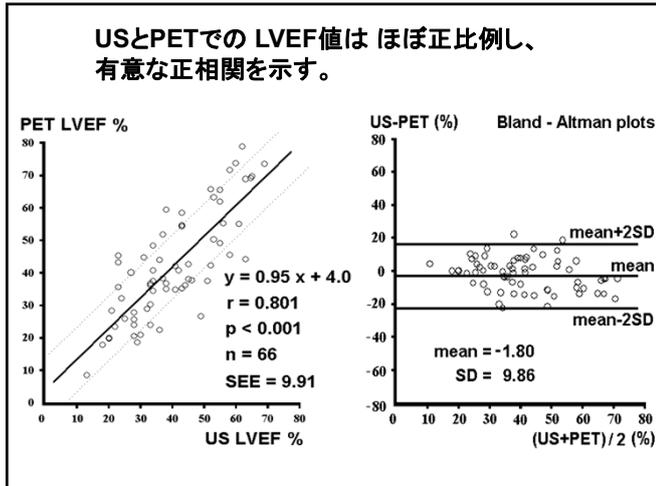
22



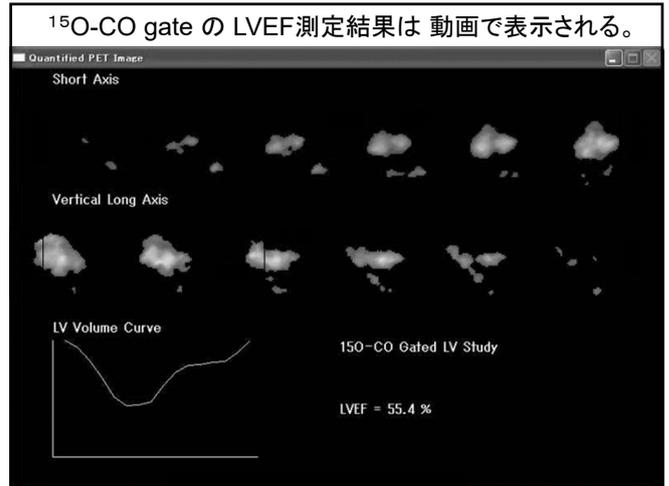
23



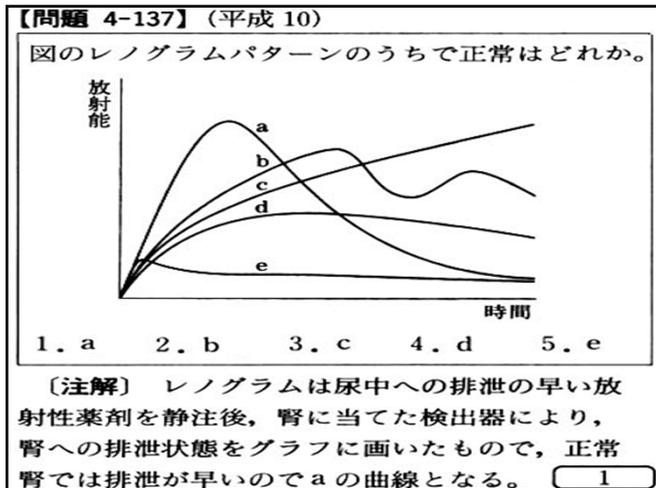
24



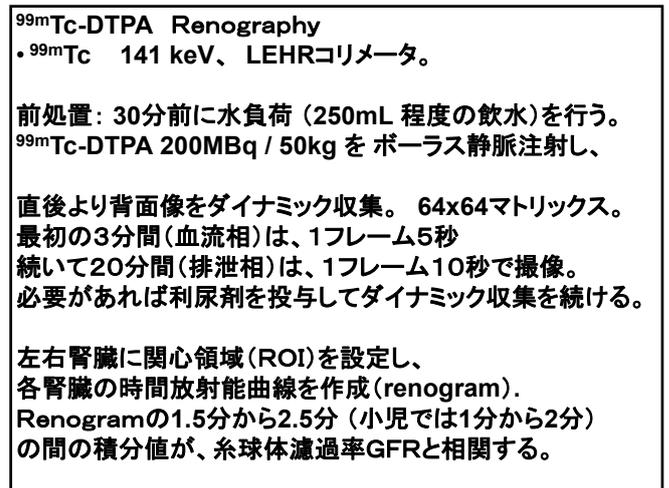
25



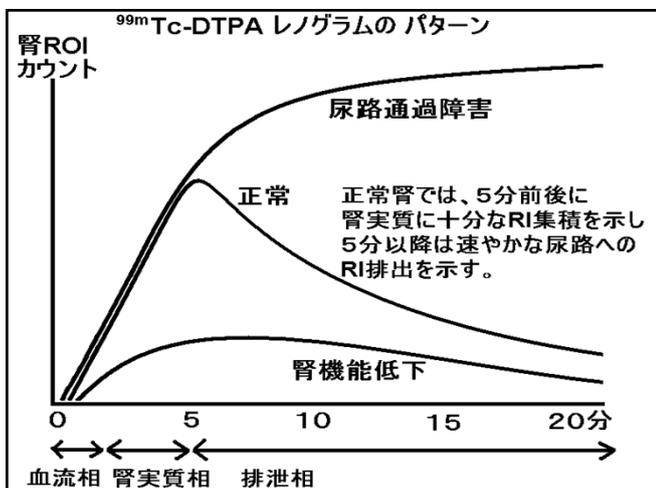
26



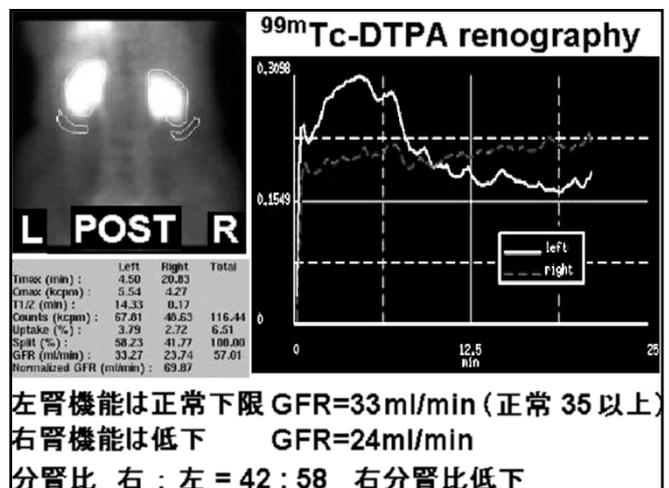
27



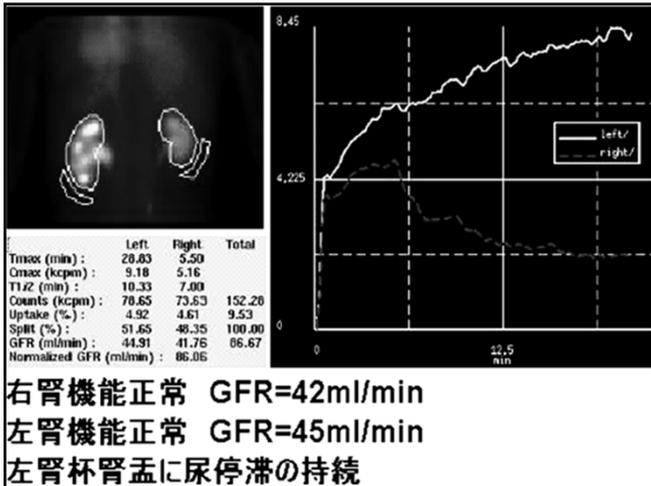
28



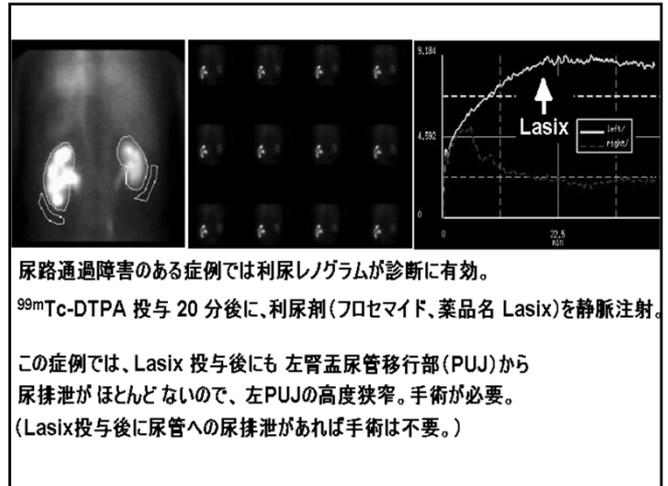
29



30



31



32

【問題 4-138】 (平成 15)

^{99m}Tc-DTPA 腎シンチグラフィについて正しいのはどれか。

1. 有効腎血漿流量 (ERPF) が測定できる。
2. 腎臓関心領域 (ROI) は両側まとめて 1 個 だよ。
3. 放射性医薬品投与の 2 時間前に 飲水させる。
4. 坐位で動態撮像を行うのが一般的である。
5. 腎血管性高血圧の診断にはカプトプリル負荷を行う。

(注解) 1. ^{99m}Tc-DTPA 腎シンチグラフィのみでは有効腎血漿流量の測定はできない。
2. 腎臓関心領域は両側まとめるだけでなく、分画しても行う。
3. 放射性医薬品投与の 30 分前に 飲水させる。
4. 動態撮像は通常背臥位で行う。
5 の記述は正しい。

5

33

^{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 ボーラス静脈注射し、直後より ^{99m}Tc-DTPA と同じく、背面像ダイナミック収集。

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。

34

カプトプリル負荷 レノグラフィ

腎臓には全身血流量をモニターする機能がある。腎血流が減ると、全身に流れる血液が減ったと判断し、重要な臓器への血流を維持するため、全身末梢血管が収縮して、血圧を保つ生体防御機構がある。

レニン - アンジオテンシン 血圧制御機構
腎血流が低下すると、腎の傍糸球体から、レニンの分泌が亢進する。レニンは、肝から出るアンジオテンシノーゲンをアンジオテンシン I に変える。アンジオテンシン I は、アンジオテンシン転換酵素 (ACE) でアンジオテンシン II になる。アンジオテンシン II は、末梢血管を収縮させて血圧を上げ、腎の糸球体輸出細動脈も収縮させる。

35

腎血管性高血圧症 (RVH Renovascular Hypertension)
腎動脈が狭窄して、レニン - アンジオテンシン 系の血圧上昇のメカニズムが作動するために生じる高血圧。

カプトプリル (薬品名 カプトリル Capril) は、高血圧を治療する内服薬。
アンジオテンシン転換酵素 (ACE) の阻害剤。降圧薬。
アンジオテンシン II が減るので末梢血管の収縮が減り、血圧が下がる。

腎の構造

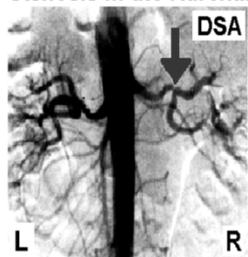
36

アンジオテンシンⅡは、糸球体輸出細動脈も収縮させる。腎血流が下がると糸球体内の血圧も下がるので、血中の老廃物を尿に排泄する能力が落ちる(腎実質機能低下)が、糸球体輸出細動脈を収縮させることで、糸球体内の血圧を上げて、腎実質機能を下げないようにしている。

ところが、カプトプリルを内服すると、アンジオテンシンⅡが減るので、糸球体輸出動脈の収縮も減って、腎動脈が狭窄している腎臓の機能が低下する。

37

右腎動脈狭窄
Stenosis in the Rt.renal a.



DSA

血流相

実質相

L R

カプトプリル投与なし
GFR 右40 左41

カプトプリル投与で右腎実質機能が高度低下し、右腎動脈拡張術が必要と判断される。

血流相

実質相

L R

カプトプリル投与あり
GFR 右21 左40

38

カプトプリル負荷 レノグラフィ

腎血管性高血圧症(RVH)を診断する検査。

カプトプリルまたは同様の降圧薬を服用している場合は、検査3日前から内服を中止する。

^{99m}Tc-DTPA または ^{99m}Tc-MAG3 を静脈注射する
1時間前に、カプトプリル(25 または 50mg カプセル)を内服。
30分前に、水を250 ml 飲む。

カプトプリル負荷をしないレノグラフィを
負荷検査の前後数日以内に実施することが望ましい。

39

カプトプリル負荷レノグラフィで、負荷をしない場合と比べ、

腎動脈狭窄を伴う腎の、
実質機能が75%以下に減少、または
分腎比が40%以下に低下、または
レノグラフィの形状で、明らかに腎実質機能が低下、
を示す場合には、カプトプリルによる反応ありと判断し、
腎動脈狭窄に対して拡張術が必要と診断する。
(反応がなければ拡張術を行う必要はまだ無いと診断。)
また、腎動脈拡張術後の効果判定にも有用な検査である。
カプトプリルの副作用で腎機能低下が著明な症例を見つ
けられる。反応があればカプトプリルの内服を中止する。

40

【問題 4-139】(平成14)

SPECT 撮像が必須なのはどれか。

1. 骨シンチグラフィ
2. 骨髄シンチグラフィ
3. 脳血流シンチグラフィ
4. 甲状腺シンチグラフィ
5. 肺血流シンチグラフィ

〔注解〕 3. 脳血流シンチグラフィは局所脳血流分布情報を必要とするので、SPECT 撮像が必須である。

1. 骨シンチグラフィ、2. 骨髄シンチグラフィ、4. 甲状腺シンチグラフィ、5. 肺血流シンチグラフィは、いずれも SPECT 撮像が必須ではない。

3

41

【問題 4-140】(平成15)

心筋血流 SPECT について誤っているのはどれか。

1. 運動負荷不足は診断能低下の原因となる。
2. 大きな乳房は見かけの前壁集積低下の原因となる。
3. 薬剤負荷にはアセタゾラミド(ダイアモックス)が使われる。
4. ²⁰¹Tl では運動負荷終了5~10分後から撮像を開始する。
5. ^{99m}Tc 心筋血流製剤は肝・胆道系に集積が多い。

〔注解〕 3. ダイアモックスは、脳血流シンチグラフィに用いる脳血管拡張剤で心筋血流 SPECT には使用しない。

1, 2, 4, 5 の記述はいずれも正しい。

3

42

^{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)を飲んでいると、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。

43

Stress	Rest	<p>労作性狭心症(angina)</p> <p>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。)</p> <p>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)</p>

44

Breast Attenuation Artifact
乳房の γ 線吸収による心尖部前壁の描画低下。

45

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmin は、胆汁排泄が多いので、SPECTのアーチファクトの原因になる。空腹時に実施。

46

アセタゾラミド (薬品名 ダイアモックス Diamox)
炭酸脱水素酵素阻害剤。
利尿作用。血管拡張作用。

脳血管が正常な部位では脳血流が1.5~2倍になる。(脳血管が狭窄している部位では増加が乏しい。)
主に ^{123}I -IMP 脳血流SPECT に用いる。
($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO, ECD でも使うが、血流増大が分かりにくい。)

RI 投与10分前に2バイアル(瓶)(1g)静脈注射。
利尿作用を伴うので検査前に排尿をしてから実施。

47

左内頸動脈狭窄、左後頭葉梗塞
Lt IC Occlusion + Lt Occipital infarction

MRI			
IMP REST			
IMP Diamox			

48