リレー講座

診療に役立つ核医学の基本 - 専門医試験も見すえ - 「消化器・腎核医学検査」

小泉 潔 KOIZUMI Kiyoshi

《はじめに》

消化器核医学検査および腎核医学検査の基本について述べる。この分野の出題数はあまり多くはなく、核医学専門医試験や放射線科専門医試験(診断)において毎年1~2題程度であるが、核医学ならではの機能検査であり、専門医として充分な知識が要求される。それぞれの分野において臨床的のみならず基礎的・研究的にも深く掘り下げることもできるが、基本的事項を主に既出問題に基づき述べる。

《薬剤に関する総論的事項》

消化器核医学検査あるいは腎核医学検査に用いられる放射性医薬品を問う問題は繰り返し出されている。形式としては放射性医薬品と検査名との組み合わせの他,対象疾患・検査目的との組み合わせや,特に腎では算出できる定量指標との組み合わせを問うている。

問題 使用核種の組み合わせで正しいのはどれか。 (2010年核医学総論問題33)

- a. 胃排出シンチグラフィ——^{99m}Tc-DTPA
- b. 唾液腺シンチグラフィ——²⁰¹TICI
- c. タンパク漏出シンチグラフィ——^{99m}Tc-スズ コロイド
- d. メッケル憩室シンチグラフィ——^{99m}Tc-パー テクネテイト
- e. 肝コロイドシンチグラフィ——^{99m}Tc-GSA 正解:a.d

唾液腺シンチグラフィは^{99m}Tc-パーテクネテイ

ト、タンパク漏出シンチグラフィは^{99m}Tc-HSA-D, 肝コロイドシンチグラフィは^{99m}Tc-スズコロイドないし^{99m}Tc-フィチン酸を使う。なお、胃排出シンチグラフィには^{99m}Tc-スズコロイドを使う場合もある。この問題の他にも知っておくべき検査は、経直腸門脈シンチグラフィには^{99m}Tc-パーテクネテイトないし²⁰¹TICI、消化管出血シンチグラフィには^{99m}Tc-赤血球や^{99m}Tc-HSA、胃食道逆流シンチグラフィ(いわゆるミルクシンチ)には^{99m}Tc-DTPAないし^{99m}Tc-スズコロイドを使う。

問題 核医学検査目的と放射性医薬品の組み合わせで正しいのはどれか。(2004年核医学総論問題31)

- (1)有効腎血漿流量の推定——^{99m}Tc-DTPA
- (2)消化管出血の検出——^{99m}Tc-スズコロイド
- (3)腎瘢痕の検出——^{99m}Tc-DMSA
- (4)異所性胃粘膜の検出——^{99m}Tc-過テクネチ ウム酸
- (5)肝細胞癌の転移検索——^{99m}Tc-GSA

正解:(2),(3),(4)

有効腎血漿流量は 131 I(ないし 123 I)-ヒプル酸塩(OIH),肝細胞癌の転移検索は 99m Tc-PMTを用いる。その他,門脈大循環シャントの診断は 99m Tc-パーテクネテイトないし 201 TlCl,体質性黄疸・総胆管嚢腫・胆道ジスキネジアの診断は 99m Tc-PMT,肝予備能評価は 99m Tc-GSAを使う。なお,基本的なことであるが, 99m Tc-過テクネチウム酸, 99m Tc-パーテクネテイト, 99m TcO $_4$ は全て同じ物である。

東京医科大学八王子医療センター放射線科

〒193-0998 東京都八王子市館町1163

TEL. 042-665-5611 FAX. 042-665-1796 E-mail: kkoi@tokyo-med.ac.jp Department of Radiology, Hachoji Medical Center, Tokyo Medical University

問題 腎の核医学検査に関する組み合わせで正しいのはどれか。(2010年核医学総論問題34)

- a. 99mTc-DTPA——パラアミノ馬尿酸クリアランス
- b. ^{99m}Tc-MAG3——尿細管抽出率
- c. ^{99m}Tc-DMSA——分時尿量
- d. 99mTc-DTPA——有効腎血漿流量
- e. ^{99m}Tc-MAG3——糸球体ろ過量

正解:b

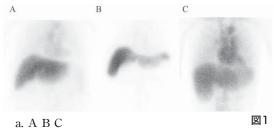
^{99m}Tc-DTPA は糸球体ろ過量、^{99m}Tc-DMSA は 左右腎の摂取率、^{99m}Tc-MAG3は尿細管抽出率で あり、パラアミノ馬尿酸クリアランスを算定でき るのは¹³¹I(ないし¹²³I)-ヒプル酸塩(OIH)である。

《肝受容体シンチグラフィ》

肝の核医学検査は受容体シンチグラフィの他に, 肝胆道シンチグラフィやコロイド肝シンチグラフィがある。その内, 99mTc-GSAを用いた肝受容体シンチグラフィに関する問題は比較的多く出題される。

99mTc-GSA は肝細胞表面に存在するアシアロ糖 蛋白受容体と結合し、肝臓で代謝された後、胆汁 中に排泄される。肝炎・肝硬変などの肝機能障害 時には血液中のアシアロ糖蛋白の肝細胞による除 去能力が低下し、この低下の程度と肝細胞機能障 害の程度が相関する。画像の定量解析から肝機能 を定量化できる。種々の定量指標が報告されてい るが、HH15とLHL15が基本である。前者は血中 クリアランスを表すので肝障害が高度になれば増 加するが、後者は肝摂取を表わすので肝障害が高 度になれば低下する。ただ、LHL15は肝障害の程 度と直線関係ではなく, 軽度の肝障害での感度は 低い。後述する^{99m}Tc-PMTとは異なり, 黄疸症 例でも肝機能の評価ができる。これらの指標によ る全肝機能の評価の他にSPECT、特にdynamic SPECTを行うことにより局所肝機能を評価でき る。古典的肝細胞癌や転移性肝腫瘍などでは原則 的に集積しないが、高分化肝細胞癌や限局性結節 性過形成など細胞膜受容体が保たれていれば集積 しうる。

問題 肝癌の患者3名の^{99m}Tc-GSA シンチグラフィ15分後の正面像である(図1)。肝予備能のよい順番に並べたものとして正しいのはどれか。(2010年核医学各論問題11)



- b. B C A
- c. A C B
- d. C A B
- e. B A C

正解:e

視覚的に肝機能を判定するには肝と心プールと の濃度差をみる。速やかに心プールが消失するほ ど機能は良好である。

《肝胆道シンチグラフィ》

問題 肝胆道シンチグラフィで正しいのはどれか。 (2006年核医学各論問題13)

- (1)^{99m}Tc-GSA 肝シンチグラフィでは通常は 肝内胆管・胆囊の描出は認められない。
- (2)^{99m}Tc-PMT 肝 胆 道 シンチ グラフィ 上Gilbert 症候群では肝実質から胆道系へのトレーサ排泄遅延が認められる。
- (3)^{99m}Tc-PMT の肝集積は血中ビリルビン濃度に影響される。
- (4)^{99m}Tc-PMT 肝胆道シンチグラフィ上トレーサ投与後1時間において胆道系の描出が認められないのは異常所見である。
- (5)^{99m}Tc-GSA 肝シンチグラフィにおいてトレーサ投与後30分において腸管排泄が認められないのは異常所見である。

正解:(3),(4)

肝胆道シンチグラフィは^{99m}Tc-PMTを用いて行われ、投与5分で心プールが消失し、速やかに肝への集積がみられる。その後、胆汁中に排泄されるので、30分以内には肝管・総胆管を経由して腸管が描出される。胆嚢も通常60分以内に描出される。ただし、胆嚢描出のためには前処置として

絶食が必要である。黄疸が高度であればビリルビンと競合するので、肝集積・排泄が低下する。総ビリルビン値が $20\sim30$ mg/dLまでは描出可能とはいわれるが、6mg/dLを超えると腸管排泄がみられないこともある。

対象は種々の病態における胆道の通過性,胆汁の排泄能,胆嚢機能などを評価することである。新生児黄疸の鑑別に有用で,腸管排泄があれば胆道閉鎖症が否定される。体質性黄疸の鑑別ではRotor型では肝集積の低下がみられるが,Gilbert病では正常所見である。胆嚢が充満された後に卵黄や胆嚢収縮剤を投与することにより胆嚢収縮機能の評価ができる。

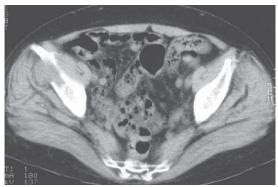
問題 60歳代女性。肝細胞癌にて肝動脈塞栓術が施行され、肝内病変は制御されたが腫瘍マーカーが上昇傾向にあった。シンチグラム全身像(図2A)およびCT(図2B)を示す。シンチグラフィで用いられた放射性医薬品は何か。(2010年核医学各論問題3)

- a. 99m Tc-GSA
- b. ^{99m}Tc-PMT
- c. 99mTc-MAG3
- d. ^{99m}Tc-MIBI
- e. 99mTc-HMDP

肝腫瘤性病変の鑑別に使用されることがあり、 肝細胞癌の原発巣や腫瘤を形成している骨転移に 集積を示す。限局性結節性過形成でも集積し、排 泄が障害されているので、正常肝の集積が消失し た時相にて肝内の限局性病巣への集積は残存する。

《コロイド肝シンチグラフィ》

歴史的に有名な検査で、99mTc-スズコロイドや99mTc-フィチン酸が肝の網内系細胞であるクッパー細胞に取り込まれることにより肝が特異的に描出される。したがって、集積は肝実質細胞の機能を反映しているのではないが、肝血流には依存する。現在は日常的にほとんど行われることはないが、MRIの造影剤である超常磁性酸化鉄粒子(SPIO)が同じ機序で集積することもあり、専門



正解:b 図2B

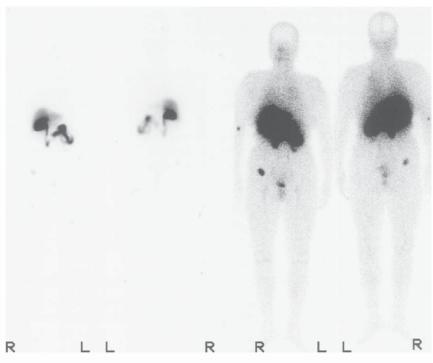


図2A

医として知っておくべき検査である。肝硬変では 特徴的な画像を呈し、劇症肝炎や急性アルコール 性肝障害では全く集積しない場合がある。肝内腫 瘤では限局性結節性過形成ではその1/3が集積低 下、1/3が正常集積、1/3が集積増加を示すといわ れ、病変内のクッパー細胞の多寡や貪食能の程度 によって所見が決まる。肝腺腫や肝芽腫などでも 同様の病態により集積の程度が異なる。

《異所性胃粘膜シンチグラフィ》

99mTc-パーテクネテイトが胃粘膜の粘液産生上皮細胞に取り込まれ、胃内腔に分泌される性質を有しているので、異所性胃粘膜を内在するメッケル憩室の検出に用いられる。異所性胃粘膜を内在する頻度はメッケル憩室の20~50%といわれているが、下血等の症状を認める小児の場合には高率(50~91%)に胃粘膜を内在している。出血直後は胃粘膜が脱落するので、偽陰性を示すともいわれ、逆に尿路排泄、子宮出血(月経)、腸閉塞、Crohn病、潰瘍性大腸炎などで偽陽性を示す。検出率向上のため、cimetidine、pentagastrin、glucagon等を投与する方法が報告されている。他に異所性胃粘膜を内在する病変であるBarrett食道、腸管重複症、胃嚢胞などの検索に本シンチグラフィが行われることがある。

《消化管出血シンチグラフィ》

99mTc-コロイドを用いる方法と^{99m}Tc-RBC ないし 99mTc-HSA を用いる方法とがある。前者は RI 投与後約15分間の出血しか検出できないが、バックグラウンドが低いので最小検出出血量は少ない。後者は24時間の間歇性出血を検出できるが、バックグラウンドは高めであり、最小検出出血量は前者より多くなる。本検査の目的は下血(下部消化管出血)の部位を推定することにあり、血管造影(IVRによる止血)施行前の緊急検査として重要である。血管造影での出血検出率に関し、消化管出血シンチグラフィをせずに行った場合に比べ、先行して本検査により出血を確認後、血管造影に移る方が明らかに検出率は上がると報告されている。

問題 50歳代の男性。下血を認めたため、消化 管出血シンチグラフィを施行した(図3A:投 与直後32分間連続像、図3B:投与3および 24時間像)。正しいのはどれか。(2006年放 射線科専門医2次試験問題72)

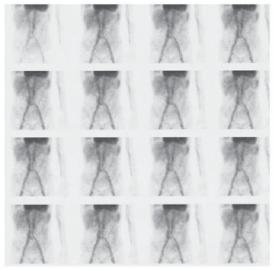


図3A

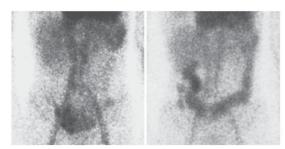


図3B

- a. 間歇性出血である。
- b. 回腸出血の可能性が高い。
- c. 検査開始早期より異常がみられる。
- d. 横行結腸からの出血を合併している。
- e. 上部消化管内視鏡を行うべきである。

正解:a,b

間歇性出血でも検出できるといえども、連続撮像のタイミングにより所見が出ないことがある。 24時間後に追加撮像すると出血が経時的に移動した結果である結腸集積がみられるので、出血部位と誤ってはならない。

《その他の消化器核医学検査》

上述した総論的事項の中で項目だけ挙げたものもあるが、唾液腺シンチグラフィ、蛋白漏出性胃腸症検査、門脈シンチグラフィ、食道通過性検査、胃食道逆流検査、胆汁胃逆流検査、胃排出能検査、小腸・大腸通過性検査、腹腔シンチグラフィなど機能を評価する検査が種々存在する。それぞれ、特殊な病態や疾患に限定されるが、核医学ならではの検査法であり、有用性が高い。

《腎動態シンチグラフィ》

腎核医学検査には腎動態シンチグラフィと腎静態シンチグラフィがある。前者では薬剤負荷も行われる。核医学的手法に基づく腎機能は分腎機能が評価できる点で臨床的に有用性が高い。

問題 腎の核医学検査で正しいのはどれか。 (2008年核医学総論問題34)

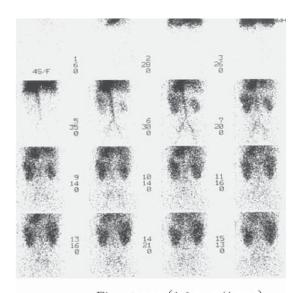
- a. ^{99m}Tc-DTPA 腎シンチグラフィでは血清クレ アチニンが 2 mg/dLを超えると腎描出が認め られなくなる。
- b. ¹²³I-OIH はヨードアレルギーの患者には禁忌 である。
- c. 腎血管性高血圧症の診断における ACE 阻害 剤負荷腎シンチグラフィは片側性よりも両側 性腎動脈狭窄症において診断精度が高い。
- d. 99mTc-DMSA 腎シンチグラフィは逆流性腎症 における腎瘢痕の検出において超音波検査よ りも検出感度が高い。
- e. ^{99m}Tc-MAG3の腎クリアランスにおける糸球 体濾過の関与は全体の30%程度である。

正解:d

腎動態シンチグラフィには腎排泄性薬剤が使用されるが、薬剤によって排泄機序が異なる。 99mTc-DTPA は糸球体濾過物質であり、1回循環での濾過率は20%である。99mTc-MAG3は主に尿細管から分泌され、60%が尿細管分泌であり、5%は糸球体でも濾過される。131I(ないし123I)-OIH(ヒプル酸塩)も主に尿細管から分泌され、75%が尿細管分泌、15%が糸球体濾過である。腎除去率の最も高いOIHが最もバックグラウンドの低い画像になるが、現在、本邦では123I-OIHは発売中止になっている。OIHは放射性ヨウ素を含むが、ヨードアレルギーの患者でも禁忌にはならない。ただ、

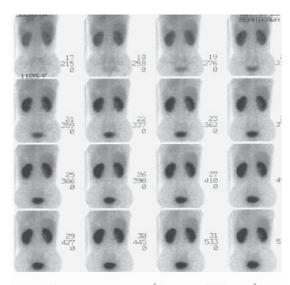
血管迷走神経反応が報告されている。各薬剤により種々の定量指標が算出でき、その算出方法はガンマカメラ法や採血法(1点採血法や多点採血法)など種々報告されている。

問題 33歳の男性。乏尿を主訴に来院した。腎動態シンチグラムを示す(図4A: Flow image (1frame/4sec), 図4B: Sequential image (1frame/110sec), 図4C: Renogram)。正しいのはどれか。(2005年放射線科専門医2次試験問題69)



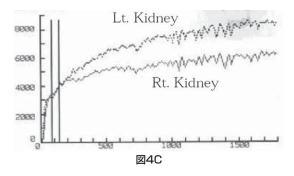
Flow image(1 frame/4 sec.)

図4A



Sequential image (1 frame/110 sec.)

図4B



- a. 用いた放射性医薬品は99mTc-DMSAである。
- b. 腎血流は比較的良好に保持されている。
- c. 両側の腎盂の拡張を認める。
- d. 慢性腎不全の所見である。
- e. 腎機能回復が期待できる。

正解:b.e

99mTc-DMSA は腎静態シンチグラフィに使われる。腎血流量の多寡は後面像にて脾集積の強さと比較する。血流が保たれており,腎への集積が経時的に増加し,排泄は乏しい場合,急性尿細管壊死を疑う。血流が保たれていれば腎機能の回復が期待できる。

《負荷試験》

腎動態シンチグラフィにおける負荷試験は2種類ある。具体的な手技の記述は省略するが、検査の目的と注意点は重要である。フロセミド負荷は水腎症が閉塞性か非閉塞性かの鑑別に使われるが、腎機能障害あるいは水腎症が高度の場合は判定が困難となる。カプトプリル負荷は腎血管性高血圧の診断に用いられる。上記同様に高度の腎機能障害時には判定が困難である。両側性の腎動脈狭窄の場合でも診断精度は落ちる。99mTc-DTPAと99mTc-MAG3を用いた時とで判定基準は異なるが、検出率は同等である。

《腎静態シンチグラフィ》

膀胱尿管逆流現象(VUR)に伴い発症する腎瘢痕に対して検出率の高い検査法である。

用いる放射性医薬品は^{99m}Tc-DMSAであり、これは近位尿細管に集積する。1回循環での腎除去率は5%であるため、撮像まで2~3時間待つ必要がある。SPECTを行うことにより小病変も検出できる。定量指標として左右腎摂取率を算出することがあり、尿細管機能を反映した指標となる。

《おわりに》

消化器核医学検査および腎核医学検査の基本について述べたが、広い分野であり、誌面の都合で割愛せざるを得ないものもあった。有用性の高い検査もあるので、専門医試験に出る出ないを問わず必要性に応じて勉強して頂きたい。

