

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—
「骨シンチグラフィ」

戸川 貴史 TOGAWA Takashi

《はじめに》

骨シンチグラフィは核医学診療の中でも古くから行われている検査法の一つであり、腫瘍核医学の分野では ^{18}F -FDG PET/CTが主流である今日においても未だに重要かつ基本的な検査法である。言い換えれば、核医学診療に携わる時、まず「骨シンチグラフィから読影を学ぶ」といっても過言ではない。日本核医学会の専門医試験ではこれまで総論11題、各論19題の計30題が出題されている。第1回から第7回試験の中から、これまで出題された骨シンチグラフィに関連する問題を解説し、骨シンチグラフィの基本的事項および重要なkey wordを復習していくこととしたい。

《基本的事項》

基本的事項としては、骨シンチグラフィではどんな核種を患者に投与し、どんな前処置を行ったあとコリメータは何を使い、何時間後に撮像を開始するのか、年齢による集積の違いはあるか、および集積機序などが頻回に問われている。

【問題】 骨シンチグラフィ用放射性医薬品について誤っているのはどれか。(第1回総論 問35)

- $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識リン酸化合物を使用する
- 骨形成を反映して集積を示す
- 放射線治療後の照射野の骨では集積が低下する
- 骨壊死では集積は低下する
- 撮像は注射後30分に行う

正解：e

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ 標識リン酸化合物, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ MDP (methylenediphosphonate), $^{99\text{m}}\text{Tc}$ (hydroxyl methylenediphosphonate) のいずれかを370-740MBq 静注し2-3時間後に低エネルギー高分解能コリメータを装着したガンマカメラで全身を撮像する。

リン酸化合物であるため薬剤は腎から膀胱に排泄され、検査前には必ず排尿させなければならない。

【問題】 骨シンチグラフィについて誤っているのはどれか。(第4回総論 問33)

- 検査前に排尿が必要である
- 撮影には低エネルギー高分解能コリメータを使用する
- 小児・成長期では骨成長端の集積が強い
- 高齢者では長管骨への集積増加の傾向がある
- 腎は通常描出されない

正解：e

骨シンチグラフィでの集積亢進は骨新生すなわちカルシウム代謝のターンオーバーを反映している。したがって、骨成長期の小児では骨端部への集積が強い。また骨転移巣においてがんの増殖が速く急激に骨破壊が進行する場合、あるいはこれとは逆に甲状腺癌に見られるように骨転移巣の増殖が遅く、転移巣周囲に骨新生が生じにくい場合には、病巣は骨シンチグラフィにおいて欠損像を呈する。骨髄腫でも同様の現象が生じる。

また集積はカルシウム代謝のターンオーバーを反映しているので骨シンチグラフィで陽性描画される病巣が必ずしも悪性とは限らない。

【問題】 骨シンチグラフィについて正しいのはどれか。(第1回総論 問34)

- 多発性骨髄腫の全身検索にきわめて有用である。
- Pure lytic な骨転移では集積しない。
- Caのターンオーバーを反映した画像である。
- 病変部に集積した場合、良悪の鑑別は困難である。
- 骨外性骨肉腫には集積しないことが多い。

正解：(2),(3),(4)

多発性骨髄腫は骨シンチグラフィでは、検出されにくい。Pure lytic な転移巣の検出には ^{18}F -FDG PET/CTあるいは ^{201}Tl SPECTなど腫瘍を陽性描画する腫瘍イメージング(後述)の方が有用である。骨シンチグラフィで骨以外の軟部組織

や腫瘍が陽性描画されるいわゆる「骨外集積」についても頻回に出題されている。

問題 ^{99m}Tc 標識リン酸化合物を用いた骨シンチグラフィについて誤っているのはどれか。(第5回総論 問35)

- 多発性骨髄腫では、多発性骨転移と比較して検出率が高い
- 多発性筋炎や、横紋筋融解症に骨シンチグラフィは病変部に集積が認められる
- 骨肉腫だけでなく、良性の骨巨細胞腫、軟骨芽細胞腫などにも集積する
- SAPHO症候群(掌跡のう胞症、重症の座そう、乾癬といった皮膚病変と骨関節病変)において骨シンチグラフィは有用である
- 肋骨骨折では、肋骨の走行に対して垂直に、数個並ぶことが多い

正解：a

《肋骨の単発集積》

骨シンチグラフィでは、骨転移か転移以外の非特異的集積かの鑑別は特に重要である。肋骨においては、しばしば単発集積が見られるが、集積が肋骨の軸に平行であるか垂直であるかが両者の鑑別のポイントとして役立つ。肋骨軸に垂直な集積では骨折の頻度が多いのに対し、肋骨軸に平行な分布を示す場合には転移が多い。過去の胸部への打撲の有無を確認するのも、鑑別に役立つ。打撲の既往がなくても、激しい咳発作によって肋骨骨折が惹起される場合もあるので、検査に際しては問診が大変重要である。

《骨外集積》

骨以外の腫瘍や病巣に ^{99m}Tc 標識リン酸化合物集積がみられることがあり、その機序は石灰沈着、血流増加が考えられる。腫瘍では転移性脳腫瘍、肺癌、乳癌、神経芽細胞腫や大腸癌肝転移巣に骨外集積がみられることがある。そのほか成人T細胞性白血病などの高カルシウム血症に伴う転移性石灰化症(metastatic calcification)では肺、腎、胃、心集積がみられる。

きわめて稀ではあるが、何らかの原因で腸と膀胱に瘻孔が形成されることがある。腸膀胱瘻では膀胱から尿が腸管へ逆流し腸管が描出される。

問題 3相骨シンチグラフィが鑑別診断に役立つ可能性が高いのはどれか。(第4回総論 問31)

- 不全骨折
- 急性骨髄炎
- reflex sympathetic dystrophy(RSD)
- 大腿骨頭壊死症
- 骨粗しょう症

正解：(2),(3)

《3相骨シンチグラフィ》

病巣の血流を評価する目的で行われる。静注後直ちに3-5秒/1フレームでRIアンギオグラフィを

行い血流イメージを得た後(早期相)、5-10分後に血液プールイメージを撮像し(血液プール相)、2-3時間後に通常の骨シンチグラフィを行う(遅延相)。急性骨髄炎と蜂窩織炎との鑑別診断に用いられることがある。急性骨髄炎では早期相で血流増加、血液プール増加および骨シンチグラフィで骨に集積亢進を認める。これに対し、蜂窩織炎では、血流増加、血液プール増加を示すが骨シンチグラフィで骨は正常か骨にびまん性に軽度の集積を認めるのみである。

《Reflex sympathetic dystrophy》

反射性交感性ジストロフィといわれ、略してRSDとされる。四肢末梢において腫脹、疼痛、麻痺、可動制限を呈する原因不明の疾患であり、3相骨シンチグラフィの早期相、血液プール相で血流の増加と血液プールの増加、遅延相で関節周囲の異常集積を示すのが特徴である。

問題 骨シンチグラフィにて beautiful bone scan をきたす可能性の高い疾患はどれか。(第3回総論 問36)

- 前立腺癌
- 腎細胞癌
- 甲状腺癌
- 多発性骨髄腫
- 副甲状腺機能亢進症

正解：(1),(5)

《Super bone scan》

Beautiful bone scan とも呼ばれる。骨転移部位は基本的に集積亢進を呈し、病巣が多発している場合には診断は容易である。

しかし、赤色骨髄の分布に一致しほぼ全身骨にびまん性転移が見られると全体に集積が亢進するため、一見正常の骨シンチグラフィと見誤る事がある。このような骨シンチグラフィ像は super bone scan と呼ばれている。全身骨へのびまん性転移以外でも副甲状腺機能亢進症で時に微慢性に集積が亢進する。

腎細胞癌、甲状腺癌、多発性骨髄腫は骨シンチグラフィで検出されにくい集積欠損を呈することが多い疾患である。前立腺癌以外にも胃癌、乳癌ではびまん性骨転移を来たしやすく beautiful bone scan がみられることが多い。

問題 骨シンチグラフィ(図1)の所見として正しいものを選び。(第3回各論 問17)

- 正常所見の範囲内
- 腎性骨異常栄養症
- 腎機能低下
- びまん性骨転移
- 正常小児例

正解：d



図1

本例では坐骨の集積が異常に亢進しており、胸腰椎も坐骨と同じレベルの集積度であることから beautiful bone scan であることが分かる。beautiful bone scan では腎の描出が不良になるのが一つの特徴でもある。

骨外集積の問題をもう1つ復習しておく。

問題 次の骨シンチグラム(図2)で正しいのはどれか。(第1回腫瘍核医学各論 問15)

- ^{99m}Tc -リン酸化合物投与15分後のイメージである
- 慢性腎不全のイメージである
- 多発性筋炎である
- ^{99m}Tc の標識不良である
- 鉄剤の投与中である

正解：c

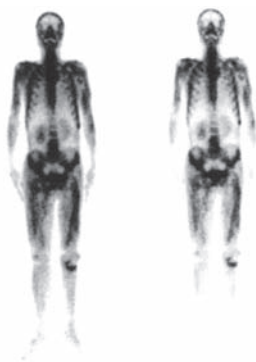


図2

15分後イメージであれば心プール像が見えるはずである。 ^{99m}Tc の標識不良の場合にはフリーの ^{99m}Tc が甲状腺、胃に集積する。本例では甲状腺、胃は描出されていない。鉄欠乏性貧血治療のためにコンドロイチン硫酸鉄コロイド(商品名ブルタール)を投与中の患者に骨シンチグラフィを行うと、コロイドと ^{99m}Tc が結合し、肝臓への集積が見られる場合がある。本例では肝は描出されていない。したがって、eは誤りである。慢性腎不全ではカルシウムが軟部組織に沈着する場合がありますが、時に骨シンチグラフィで陽性描画される。しかし、腎機能の低下により通常腎は描出されない。本例では腎が描出されている。多発性筋炎は自己免疫疾患でありこれまで大腿部筋肉への骨外集積例が報告されている。筋へのびまん性骨外集積で稀にみられる疾患としては他に横紋筋融解症がある。壊死組織へのカルシウム沈着に集積すると考えられている。

《腫瘍イメージングとの比較》

骨転移の検出に関し、骨シンチグラフィと腫瘍イメージングの検出能を比較し、それぞれの特徴についても良く出題されている。

問題 左乳癌の手術後、左背部痛を訴える50歳代の女性。骨シンチグラフィ背面像と ^{18}F -FDG PETのMIP背面像を示した(図3)。適切な記述の組み合わせを選べ。(第4回腫瘍各論 問8)

- 骨シンチグラフィでは左第9肋骨に異常集積を認め、細長い集積であり骨転移を疑う
- 骨シンチグラフィで集積を示す肋骨には ^{18}F -FDG PETで異常集積がなく、骨転移ではないと判断できる
- 乳癌の骨転移検索には ^{18}F -FDG PETは役に立たない
- 乳癌の骨転移検索には、骨シンチグラフィのみで充分である
- 肋骨骨折は、骨シンチグラフィと ^{18}F -FDG PETともに偽陽性の原因となる

正解：(1),(5)

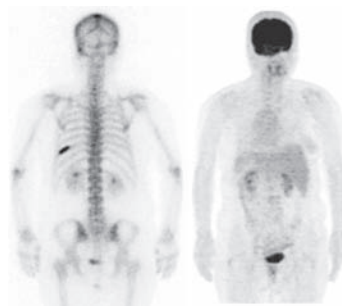


図3

溶骨性転移は骨シンチグラフィで検出されにくい、骨を破壊している腫瘍自体は腫瘍イメージングで陽性描画される。これに対し骨硬化性転移は骨シンチグラフィで陽性描画されるが、腫瘍イメージングでは検出されにくい。

《特徴的な集積パターン》

骨シンチグラフィでは、ある疾患に関連し特徴的な集積パターンを示すことが多いが、これらについての出題も多い。不全骨折におけるHonda sign、掌蹠のう胞症における胸肋骨関節炎、肺癌における肥厚性骨関節症、疲労骨折とshin splint、fibrous dysplasiaなどは一度特徴的な所見を見ておけば診断が容易である。

問題 50歳代男性の骨シンチグラフィ(図4)の所見として正しいのはどれか。(第5回腫瘍各論 問16)

- 多発関節炎
- 慢性腎不全に伴う2次性副甲状腺機能亢進症
- 肺の転移性石灰化
- Hypertrophic osteoarthropathy
- びまん性骨転移

正解：d



図4

本例では、大腿骨や下腿骨の皮質に沿って左右対称性にびまん性の集積亢進がみられる。

肺性肥厚性骨関節症に特徴的な所見であり、肺癌、肺癌以外の肺良性疾患、炎症性病変でみられる。

《おわりに》

骨シンチグラフィの読影に際して重要な事項に関し専門医試験を基に解説した。ここで過去問すべてに触れることはできないので、これまで頻出されているkey wordをまとめた。既出問題を解析すると、基本的な事項について設問の形式を変え、何度も出題されているので、これらkey wordをよく理解しておくことが重要と考えられる。

《骨シンチグラフィに関連するkey word》

骨外集積 転移性石灰化 SAPHO症候群
溶骨性転移による偽陰性 神経芽細胞腫
3相シンチグラフィ 不全骨折
Reflex sympathetic dystrophy (RSD)
Super bone scan Flare現象
肺性肥厚性骨関節症 Shin splint
Loosening Honda sign

TOSHIBA

Leading Innovation >>>

機能美を追求したデザインがさらに進化する。

核医学検査におけるワークフローを突き詰めて生まれたのがSymbia Eのデザインです。細部にまでわたる改良が、さらなる“安心”“安全”に徹底的にこだわった新しい核医学検査を提案します。

●高画質を支える東芝オリジナルコリメータ

●国内のニーズに応える東芝製ワークステーション「GMS-7700A」

東芝メディカルシステムズ株式会社

DIGITAL GAMMACAMERA

Symbia E

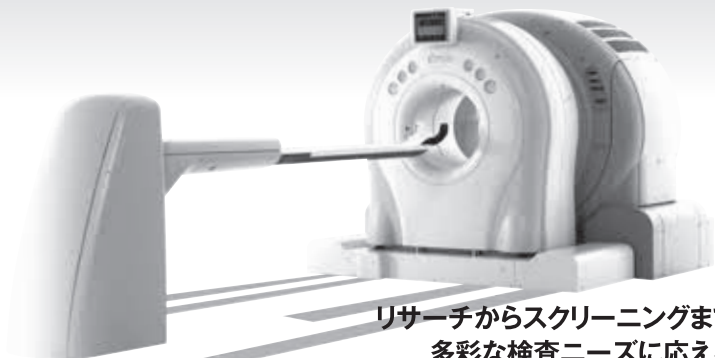
<http://www.toshiba-medical.co.jp>

デジタルガンマカメラSymbia E 認証番号:220ADBZX00100000

SHIMADZU

Eminence
STARGATE

製造販売承認番号：21900BZX00784000



リサーチからスクリーニングまで
多彩な検査ニーズに応える

High flexible PET-CT System

株式会社 島津製作所 医用機器事業部

604-8511 京都市中京区西ノ京桑原町1 Tel(075)823-1271 www.med.shimadzu.co.jp