

骨シンチグラフィ検査の基礎

— 撮像の工夫でより良い検査に! —

独立行政法人 労働者健康安全機構 青森労災病院 中央放射線部 ○伊原 靖(Ihara Yasushi)

【はじめに】

骨シンチグラフィ検査は本邦で40年以上前より施行されはじめ、現在でも多くの施設で行われている標準的な検査の一つである。ガンマカメラ、ソフトウェア等が進歩を続ける中で、改めて薬剤の代謝、それを踏まえた撮像方法とピットフォール等を今一度確認していきたい。

【薬剤集積機序と正常像】

製剤である標識リン酸化合物 (99mTc-MDP、HMDP) は骨構成成分の水酸化リン酸カルシウム (ハイドロキシアパタイト) に化学吸着し、投与2~4時間後には投与量の30~40%が骨集積となる。これは全身骨代謝や骨リモデリング (骨破壊後再生) を反映した機能画像であり、骨形成代謝のバランス変化を画像化することとなるため病変描出感度が高いといわれている。そのため用途としてX線検査ではつきりしない病変、悪性腫瘍の転移巣検索、再発病変の経過観察や治療効果判定に用いられる。ただし集積機序の前提として骨反応の活動性・活発性を反映しているものであるため、質的判断は他モダリティ (CT、MR等) を考慮した総合的判断が必要になる。

正常像は主に肩峰、烏口突起、胸鎖/胸肋関節、胸骨角、肩甲骨下角、仙腸関節、股関節、甲状軟骨、舌骨、上腕骨近位 (三角筋粗面)、脛骨近位 (脛骨粗面) に集積が多く見られる。

【疾患と異常像】

疾患に関しては骨シンチ検査で主な目的となる転移性骨腫瘍について述べる。転移性骨腫瘍では血行性転移 (静脈・動脈系) が主となる。静脈系転移では硬膜外脊椎静脈であり弁構造がないBatson静脈叢が重要である。Batson静脈叢では、腹腔胸腔内圧の変化により順行性の血流の逆転が生じて連絡のある静脈間を交通する。このためがん細胞は肝や肺を通らずに直接骨組織へ取り込まれ、静脈叢と同範囲である赤色骨髄の存在域に転移が多く見られる。一方動脈系転移は手や足の抹消転移がみられ、この抹消骨の原発巣は肺がんの頻度が高い。これは肺静脈浸潤悪性細胞

が動脈系大循環に入り抹消骨へ運搬されることで転移すると考えられている。

骨転移のパターンには大きく分けて4通りあり、溶骨型・造骨型・混合型・骨梁間型がある。溶骨型は甲状腺がん、腎細胞がん、子宮がん、消化管がんによく見られ、骨が溶けてしまったような画像を呈する (Fig.1)。造骨型は前立腺がんによく見られ、転移部位に薬剤が集積亢進した画像となる (Fig.2)。造骨型でもBatson静脈叢域 (赤色骨髄域) 全体に強く集積し、四肢末梢集積低下したものをSuper (Beautiful) Bone Scanと呼ぶ。腎描出されないことからAbsent kidney Sign ともいわれている。混合型は溶骨・造骨が同時に画像上確認されるもので、肺がん、乳がん、子宮頸がん、卵巣がん、睾丸がん等に見られ転移パターンの中でも圧倒的に多い (Fig.3)。骨梁間型は骨シンチでは確認が難しく、MRやPETで病変を確認すること



Fig.1 溶骨型骨転移 (例)

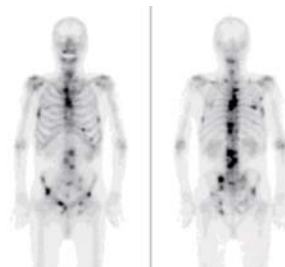


Fig.2 造骨型骨転移 (例)

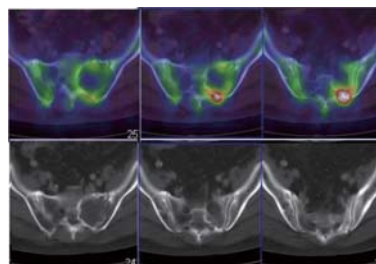


Fig.3 混合型骨転移 (例)

ができる (Fig.4)。

骨転移の特徴的所見として、骨の長軸に沿った形で現れやすい、骨転移は骨の中に生じる、いわゆるドーナツ型になる、左右非対称の分布をする、赤色骨髄の分布する部位に多い、多発性であることが多い事が挙げられている。

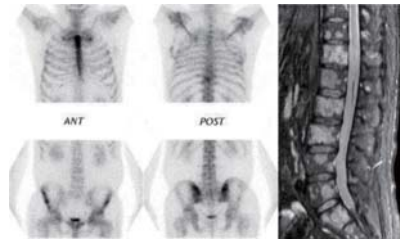


Fig.4 骨梁間型骨転移 (例)

【収集～画像化】

検査前の準備として検査指示の確認を行いたい。転移疑いであれば疾患別の集積パターンを念頭におくこと、通常と異なる集積はなるべく追加撮影をするべきことが挙げられる。特に初回検査時は今後のフォローアップのことも考慮して追加撮影を行いたい。指示内容から3相骨シンチを選択する場合もある。これは骨集積前の血流相をダイナミック撮像するため、一般的に骨髄炎と蜂窩織炎等の鑑別に有効である (Fig.5)。他にも検査結果を予測するためにも実施済み検査 (診断画像・バイタル (PSA等)) も確認しておきたい。参考にPSAと骨転移陽性確率の表を掲げる (Table 1)。

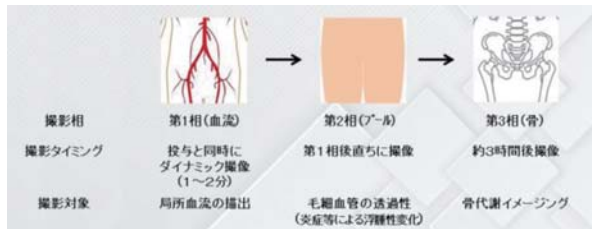


Fig.5 3相骨シンチ

Table 1 PSAと骨転移陽性確率

血清PSA値	骨転移陽性確率
20ng/mL以下	1/61人(1.6%)
20.1~40.0ng/mL	2/38人(4.7%)
40.1~60.0ng/mL	3/20人(15%)
60.1~100.0ng/mL	7/19人(36.8%)
100.0ng/mL超	19/38人(50%)

撮影・画像出力には数種類の方法があり、以下に示す。

<Wholebody>

撮像はベッド移動速度10~15 cm/minを基準に、

15~20分程度収集を勧める。椎体・四肢が視認できる2画像表示を行うが、画像濃度表示に技師間差が生じやすいため、各施設で考慮が必要である。画質改善ソフト (Planar Processing、Crality 2D、Astonish等) の使用はフィルタリングにより画質向上するため、診断能向上にも期待できる。CAD (BONENAVI) への解析結果向上も報告されているが、ソフト処理有無によって結果数値が異なってくるため、使用には確認を必要とする。

<SPECT>

WholebodySPECTは10 sec/viewを60view、これを2bed撮像が当院では基本としている。これは赤色骨髄・Batson静脈叢領域である頸部から骨盤を追うためである。再構成はFBPと比較してストリークアーチファクトの減少、低カウントでもS/N良好であること、体幹部挙手不可でも影響がほぼないことから3D-OSEMを推奨したい。なお、詳しい条件等は骨SPECT撮像の標準化に関するガイドラインを参照いただきたい。SPECTを撮像することにより肋骨側面や膀胱の影となる仙尾骨の集積を見落とすことが防げるため、最低でも2bed収集は推奨したい (Fig.6)。

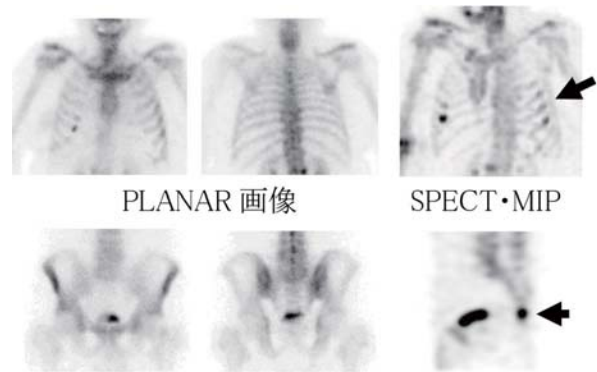


Fig.6 WB-SPECTの必要性

<FUSION (CT、MR等と混合表示)>

SPECT単体での画像表示より集積箇所判別に長けるため、SPECT単体機であっても積極的に他モダリティとの混合表示を推奨する (Fig.7)。この際、同一姿勢ではない画像との混合となるため、恣意的画像にならないように注意が必要である。

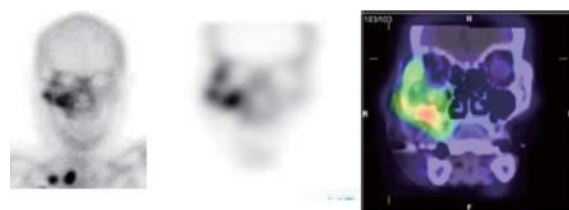


Fig.7 FUSION画像 (例)

また、SPECT-CT機ではCT撮像許可に関して事前に施設で診断側とdiscussionを行い、スムーズな検査を施行できるように願いたい。

<STATIC (PLANAR) >

STATIC画像は被写体厚による吸収・減弱があるため、厚い部位では前後左右を撮影する必要がある。しかしSPECTより解像度が高いため、集積箇所形状描出(特に混合型骨転移)に効果がある。収集は3~5 min/spot、斜位像や座位像等目的に応じて使い分けを願いたい。斜位像は胸骨や肋骨の集積形状の把握に有用であり、座位像は高集積尿で排尿不可時、SPECTではアーチファクトが発生してしまう場合等に有用である (Fig.8)。画像出力は椎体・四肢が視認できる2画像表示や前述の画質改善ソフト使用も考慮したい。

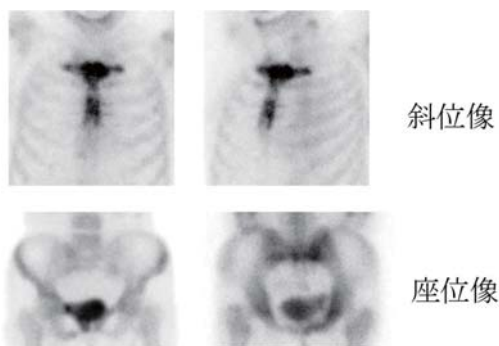


Fig.8 STATIC (PLANAR) 画像

<CAD>

Wholebody解析 (BONENAVI, VS-BONE BSI) ではBSI値(全骨量中の異常集積の割合)が感覚の数値化を果たし、BSIの変化は骨転移の治療効果、予後の判断に用いられている。検査時にはWhole Body撮像後に異常集積の客観的確認ができるため追加撮像の必要性を判断する材料ともなる。

SUV算出CAD (GI-BONE) は、PET-SUVに準じた骨SUVの算出を目的としている。SPECT-CTが必須である等、制約があるものの使いこなせば上記Wholebody解析よりも詳細な結果提供の可能性もあり、活用を検討されたい。

【例外的画像について】

薬剤集積について、生理的集積やそれ以外でも特異的な集積像を呈することがある。以下に数例示すが心得ていただきたい。

・骨外集積について、投与部位の漏れや、衣服への付着尿等生理的集積以外の集積を見る事がある。注射側の腕が検査対象でないことを事前に確認すること、衣服への付着部位を関心部位か

ら離す等工夫をされたい。また骨外集積は腫瘍、脳梗塞等にも見られることがあるため患者既往を確認されたい (Fig.9)。

・生理的集積で副鼻腔炎やう歯への集積、頭蓋骨の対称性びまん性集積が確認されることがある (Fig.10)。他にも不全骨折(いわゆるHONDAサイン)や尻もち骨折、利き腕側の肩関節周囲の軽度集積増加や放射線治療後の集積低下等、様々な集積を見ることがある (Fig.11, 12)。いずれにせよ患者確認や他モダリティ検査等との比較を行い、状態の把握と伝達に心がけていただきたい。

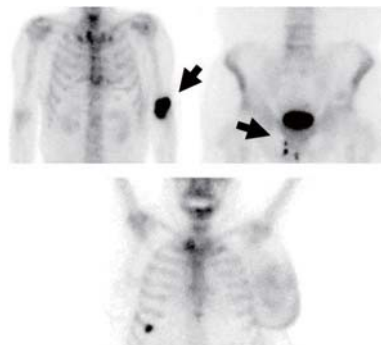


Fig.9 骨外集積例(投与漏れ、付着尿、腫瘍)



Fig.10 生理的集積例(副鼻腔炎、う歯、頭蓋骨の集積)

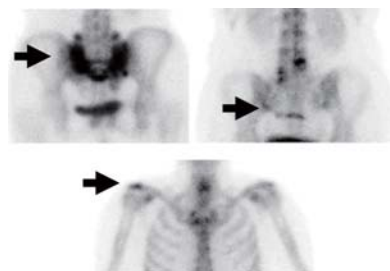


Fig.11 生理的集積例(不全骨折、尻もち骨折、利き腕側の肩関節周囲の軽度集積増加)

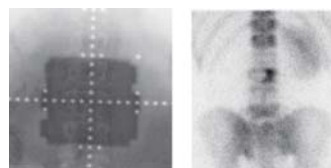


Fig.12 RT後の集積低下

【あとがき】

検査の基礎的事項や画像作成について述べてきたが、その時の検査状態を反映した情報を伝達

するためには、検査当事者が捉えられるすべての情報を画像のみならず文書記録や口頭伝達等あらゆる手段をもって行うべきと考える。多くの情報を画像として出力するためにも、症例に沿った適切な撮影を心がけたい。今回の提示が患者QOLに活かされる高付加価値な検査遂行への一助となることを望む。

【参考文献・図書】

- 1) 遠藤啓吾, 小泉 満: 全身骨転移を探るー骨シンチグラフィー, 2000
- 2) 日本核医学技術学会, 新核医学技術総論: 2020
- 3) 日本核医学技術学会, 核医学画像の定量化・基準化のための調査研究ワーキンググループ: 臨床に役立つ基準画像の収集・処理・表示・出力のポイント 核医学技術, 28:13-66, 2008
- 4) 薬学部会, 核医学イメージング・検査技術専門委員会: 全身イメージングにおける適正スキャン速度に関する指針, radioisotopes, 51, 272, 2002
- 5) Raj P Pal, Thivyaan Thiruudaian and Masood A Khan, When is a bone scan study appropriate in asymptomatic men diagnosed with prostate cancer : Asian Journal of Andrology. Volume 10, Issue 6 (November 2008) 10, 890-895;
- 6) 高橋俊二: がん骨転移治療 ビスホスホネート治療によるBone Management, 2012
- 7) 高橋康二, 沖崎貴琢: “転移”の画像診断 骨, 画像診断 30-2, 2010
- 8) 玉木長良, 真鍋治: わかりやすい核医学, 2016
- 9) 日本放射線技術学会, 大西英雄, 松本雅典, 増田一孝: 核医学検査技術学, 2008
- 10) 坂本春生 et al.: 3phase骨シンチグラフィにより下顎骨骨髓炎との鑑別が可能であった慢性頬部蜂巣炎の1例について, 日本口腔外科学会 34 :1683-1686, 1988
- 11) 山本和歌子 et al.: 人工股関節置換後症例における3phase骨シンチグラフィ, 日本骨・関節感染症研究会 18:17-20, 2004