

的に四肢末梢に高い転移の頻度がある(1)。しかし、通常の単純 X 線撮影による骨検索では、四肢末梢は十分に含まれないため、骨シンチグラムの全身検索が可能な特徴が十分に生かせる部位である。また、ACR の適応基準では、転移を有する患者の四肢長管骨の病的骨折の症例は、骨シンチグラムによる全身骨検索の適応となるとしている(2)。

3. 無症状の転移の検索

骨シンチグラムを無症状の骨転移の検索に用いることの意義は、早期発見により予後の改善が可能であるという前提に基づいている。しかし、その十分な根拠は見出されていない。早期の転移性病変が予後の改善に役立っているという客観的なデータが、今後の研究により明らかにされる必要がある。

ベースライン検査として、骨転移の可能性が低い初期の段階で骨シンチグラムを撮影することは比較検討に役立つ。しかし、肋骨の潜在骨折を除いては、単純 X 線撮影などとの相関によって診断が可能であり、ベースライン検査をルーチンに施行することは一般的には推奨されない。

4. 骨転移の種類

溶骨性転移と硬化性転移: 硬化性転移は核種をもっとも強力に集積し、陽性率の高い病変である。それに対して溶骨性変化の強い病変では、骨破壊の強い病変の中心では集積が減少することがあり、典型的には cold lesion となる。これは時に偽陰性の原因となる。このような転移巣への集積は、集積の低い骨破壊部と集積の高い硬化性病変部および病変周囲の集積が混在しており、集積の高さと病変の大きさとは単純には相関しない。

単発性転移: 今日の検査法では単発性骨転移の頻度は、骨シンチグラムを用いた検討では 10%程度と低い(3)。また、悪性腫瘍の既往のある患者で骨シンチグラムで診断された単発性の脊椎圧迫骨折の症例に占める転移の頻度は、わずかに 10%を上回る程度とされている(3)。単発性の肋骨病変を骨シンチグラムでみることは多いが、転移である可能性は 10%ないしそれ以下である(4)。そのため、悪性腫瘍の既往を有する成人患者の単発性骨病変では、骨シンチグラムにより全身の骨検索を行うことは鑑別診断としても有効な手段である。ただし乳ガンは例外であり、単発性骨病変としてみられた転移は 21%に上り、特に脊椎に好発すると報告されている(5)。また、乳ガン患者の胸骨の単発性集積は 80%において転移であったと報告されている(6)。

びまん性骨転移: 広範な転移が起こると、骨への集積の上昇がびまん性になり、病変部と健

常部とのコントラストがつかないため、偽陰性の原因となりうる。その極端な例が super bone scan である。

骨髓浸潤と骨梁間転移: 多発性骨髓腫や白血病以外の腫瘍でも、たとえば肺小細胞ガン、肝ガンなどでは初期には骨梁に沿って浸潤し、骨梁間転移としてみられることがある。このような転移は単純 X 線撮影でみえないばかりか、骨シンチグラム像も陰性となる(7)。また粘液型脂肪肉腫でも骨シンチグラム上の異常を呈すること無く広範な骨髓への転移を来すことが知られている。このような腫瘍のステージングには MRI が必要となる(8)。

骨転移を初発とする悪性腫瘍: 悪性腫瘍の既往のない骨の症状を訴える 50 歳以上の患者において、骨シンチグラムにより、転移性腫瘍が 10% 程度に発見されたとする報告がある(3)。悪性腫瘍の既往の無い患者で、骨に関連する症状をもつ患者には骨シンチグラムは推奨されておらず、その意義はさらに検討される必要がある。

5. 腫瘍の原発

骨転移を起こし易い腫瘍は、前立腺ガンと乳ガンであり、肺、消化管、腎、肝臓、膵臓がそれに次ぐ。

前立腺ガン: 前立腺ガンでは無症状に進行する骨転移が多く、骨シンチグラムのよい適応であった。しかし、今日 PSA によるスクリーニングがきわめて有用である(9)。PSA が 0.3ng/ml 以下では骨転移の可能性は極めて低いとされているが、ACR の基準では 20ng/ml を越えてはじめて骨シンチグラムの適応となるとしている(2)。

乳ガン: 乳ガンも前立腺ガンと並んで無症状のうちに進行するガンが多く、骨シンチグラムのよい適応とされていたが、活発なマンモグラフィによるスクリーニングが行なわれると早期の乳ガンの頻度が高くなる。今日、初期の乳ガンで無症状の例では、骨シンチグラムは適応とはならない(10)。ACR の基準では stage I の乳ガンは骨シンチグラムの適応としていない。実際には stage II の乳ガンを合わせても骨転移の頻度は 5% に至らないとされている(3)。従って、ACR の基準では stage II で症状があるもののみを骨シンチグラムの適応としている(2)。

肺ガン: 非小細胞ガンの術前ステージングにおいては、CT により小さいうちに原発巣が発見され、最初に転移をおこす肺門や縦隔のリンパ節の評価が容易になったことから、骨シンチグラムの役割は必ずしも大きいわけではない。小細胞ガンでは転移の頻度が高く、早期から高い陽性率があり、治療の適応を考慮する場合のステージングに役立つ。ただし、

骨シンチグラムによる経過観察に関する十分な報告はなく、ルーチンの経過観察に加えることについては議論の余地がある。

骨肉腫: 間葉系由来の骨・軟部肉腫の骨転移は通常極めてまれなため、骨シンチグラムの適応とはならない。ただし、骨肉腫だけは例外で、腫瘍自体が核種を取り込むため、原発巣、骨転移のみならず軟部組織、リンパ節、各臓器の転移巣まで検索が可能であり、有用性が認められている。また骨肉腫では肺転移を生ずる前に骨に潜在的な転移巣がみられるという報告があり(11)、ACRの基準でも骨シンチグラムの施行を推奨している(2)。

造血器腫瘍: 多発性骨髄腫や悪性リンパ腫のような造血組織由来の腫瘍は陽性率が低い(12)、肋骨、胸骨や肩周囲のように特に評価の困難な部位でなければ適応とはならない。ACRの適応基準では多発性骨髄腫の広がりへの検索には骨シンチグラムを推奨していない(2)。Langerhans型組織球症でも同様に陽性率が低く骨シンチグラムは有用ではないとされている(13)。ただしEwing肉腫は単発性病変として始まり骨転移を来すので、転移の評価に役立つ(14)。

腎ガンでは潜在性骨転移の頻度が低く、骨シンチグラムのルーチンの使用は推奨されていない。

甲状腺ガン、特に乳頭状腺ガンや濾胞腺ガンでは、腫瘍に特異的に取り込まれるI-131が用いられ、Tc-99mリン酸化合物による骨シンチグラムは転移巣の確認以上の役割はなく、転移巣の検索には通常適応とはならない。

7. 経過観察

治療との関連は集積の程度の消長により骨シンチグラムでも評価できる。特に放射線治療後では、集積が低下するのが観察される。しかし、治療に反応して一過性に集積が増大したり(flare phenomenon)、骨転移が必ずしも予後決定因子ではないため、予後との相関が十分に証明できないこともあって、あまり積極的には利用されていない。多くの場合単純X線撮影が用いられるが、骨病変の治療後の変化は病変の辺縁に限定され、病変自体の正常な骨への回復はほとんどの場合、不十分、不完全であり、予後の一般的に短い転移性骨病変では大きな変化は通常期待できない。

文献

1. Krishnamurthy GT, Tubis M, Hiss J, et al. Distribution pattern of metastatic bone disease.

- JAMA 1977;273:2504-2506
2. ACR Appropriateness Criteria. Metastatic bone disease. ACR, Reston VA 1995
 3. Jacobson AF. Bone scanning in metastatic disease. Collier BD, Fogelman I, Rosenthal L (eds). Skeletal nuclear medicine. St. Louis: Mosby-Year Book 1996: 87-123
 4. Tumeh SS, Beadle G, Kaplan WD. Clinical significance of solitary rib lesions in patients with extraskeletal malignancy. J Nucl Med 1985;26:1140-1143
 5. Boxer DI, Todd CEC, Coleman R, et al. Bone secondaries in breast cancer: the solitary metastasis. J Nucl Med 1989;30:1318-1320
 6. Kawi AH, Stomper PC, Kaplan WD. Clinical significance of isolated scintigraphic sternal lesions in patients with breast cancer. J Nucl Med 1988;29:324-328
 7. Yamaguchi T, Tamai K, Yamato M, et al. Intertrabecular pattern of tumors metastatic to bone. Cancer 1996;78:1338-1394
 8. Kattapuram SV, Khurana JS, Scott SA, et al. Negative scintigraphy with positive magnetic resonance imaging in bone metastases. Skeletal Radiol 1990;19:113-116
 9. Terris MK, Klonecke AS, McDougall R, et al. Utilization of bone scans in conjunction with prostate-specific antigen levels in the surveillance for recurrence of adenocarcinoma after radical prostatectomy. J Nucl Med 1991;32:1713-1717
 10. Coleman RE, Rubens RD, Fogelman I. Reappraisal of the baseline bone scan in breast cancer. J Nucl Med 1988;29:1045-1049
 11. Goldstein H, McNeil BJ, Zufall E, et al. Changing indications for bone scintigraphy in patients with osteosarcoma. Radiology 1980;135:177-180
 12. Woolfendon JM, Pitt MJ, Durie BG, et al. Comparison of bone scintigraphy and radiography in multiple myeloma. Radiology 1980;134:723-728
 13. Siddiqui AR, Tashjian JM, Lazarus K, et al. Nuclear medicine studies in evaluation of skeletal lesions in children with histiocytosis X. Radiology 1981;140:787-789
 14. Frankel RS, Jones AE, Cohen JA, et al. Clinical correlation of Ga-67 and skeletal whole body radionuclide studies with radiography in Ewing's sarcoma. Radiology 1974;110:597-603

(江原茂)

骨軟部領域における CT

1. はじめに

CTは骨と石灰化の描出に優れるが、濃度分解能においてMRIに劣り、またX線被曝があること、全身の検索に適さない検査であることにより骨軟部領域においては限られた症例においてのみ検査が施行される。

2. 適応と禁忌

1) 適応

単純X線写真で不明瞭な骨および石灰化病変の検出が主な適応となる。

(1)骨盤や脊椎など解剖学的に複雑な部位の骨折、骨腫瘍などの骨病変の描出。

(2)単純X線写真で不明瞭な類骨骨腫などの微小骨病変の検出。

(3)骨軟部腫瘍や腫瘍性病変における微細な石灰化の描出。

脂肪の描出にも感度がよいが、MRIは被曝なくより特異的に診断可能であり、CTが第1選択となることはない。

2) 禁忌

絶対的な禁忌は存在しない。しかしながら、多くの病変は単純X線写真の次にMRIが適応となることが多い。

妊娠の可能性がある場合には、常に被曝による潜在的リスクとCTによる利益とのバランスの上で慎重に検査が行われなければいけない。特に、胎児が直接被曝を受ける骨盤部の骨病変では十分に適応が検討されなければならない。

3. CT装置

装置の基準として以下の能力が必要である。

1)スキャン時間：2秒以下

2)スライス厚：2mm以下

4. 画像表示

骨病変については骨条件のアルゴリズム、軟部病変については軟部条件のアルゴリズムで画像再構成を行う。症例によっては骨および軟部条件のアルゴリズムによる再構成が必要である。

文献

1: Feldman F.

Musculoskeletal radiology: then and now.

Radiology. 2000;216:309-16.

2: Pretorius ES, Fishman EK.

Spiral CT and three-dimensional CT of musculoskeletal pathology. Emergency room applications.

Radiol Clin North Am. 1999;37:953-74.

3: Murphey MD, Smith WS, Smith SE, Kransdorf MJ, Temple HT.

From the archives of the AFIP. Imaging of musculoskeletal neurogenic tumors: radiologic-pathologic correlation.

Radiographics. 1999;19:1253-80.

4: Freedman DM, Dowdle J, Glickel SZ, Singson R, Okezie T.

Tomography versus computed tomography for assessing step off in intraarticular distal radial fractures.

Clin Orthop. 1999;(361):199-204.

5: Bearcroft PW.

The use of spiral computed tomography in musculoskeletal radiology of the lower limb: the calcaneus as an example.

Eur J Radiol. 1998;28:30-8.

6: Jaovisidha S, Subhadrabandhu T, Siriwongpairat P, Pochanugool L.

An integrated approach to the evaluation of osseous tumors.

Orthop Clin North Am. 1998;29:19-39.

7: Munk PL, Lee MJ, Janzen DL, Connell DG, Logan PM, Poon PY, Bainbridge TC.

Lipoma and liposarcoma: evaluation using CT and MR imaging.

AJR. 1997;169:589-94.

8: Panicek DM, Gatsonis C, Rosenthal DI, Seeger LL, Huvos AG, Moore SG, Caudry DJ, Palmer WE, McNeil BJ.

CT and MR imaging in the local staging of primary malignant musculoskeletal neoplasms: Report of the Radiology Diagnostic Oncology Group.

Radiology. 1997;202:237-46.

9: Manaster JF, Andrews CL, Conway WF, Fleckenstein JL, Kaplan PA.
Musculoskeletal radiology.
Radiology. 1996;198:618-21.

10: Pretorius ES, Fishman EK.
Helical (spiral) CT of the musculoskeletal system.
Radiol Clin North Am. 1995;33:949-79.

11: Massengill AD, Seeger LL, Eckardt JJ.
The role of plain radiography, computed tomography, and magnetic resonance
imaging in sarcoma evaluation.
Hematol Oncol Clin North Am. 1995;9:571-604.

12: McEnery KW, Wilson AJ, Pilgram TK, Murphy WA Jr, Marushack MM.
Fractures of the tibial plateau: value of spiral CT coronal plane
reconstructions for detecting displacement in vitro.
AJR Am J Roentgenol. 1994;163:1177-81.

13: Manaster BJ.
CT or MR imaging for further evaluation of known or suspected musculoskeletal
lesions.
AJR Am J Roentgenol. 1994;162:1244-5.

14: Magid D.
Computed tomographic imaging of the musculoskeletal system. Current status.
Radiol Clin North Am. 1994;32:255-74.

画像検査法とその適応 MRI

磁場強度

骨軟部疾患の MRI で、同一患者を低磁場装置と高磁場装置で直接比較した研究は比較的少ない。MRI の SN 比は磁場強度に比例するが、診断能は必ずしもこのような単純な関係にあるのではない。膝関節や肩関節といった関節における比較研究で、低磁場装置と高磁場装置の診断能はほぼ同等である、という結果が報告されている。

撮像法

どのような疾患でも、T1、T2 強調像が基本となるが、関節疾患では、対象により最適なシーケンスは異なる。例えば、膝半月板の描出には、プロトン密度強調像や T2*強調像が、T1、T2 強調像よりも有用性が高い。したがって、細かい撮像法に関しては、部位別、疾患別にプロトコールを設定することが望ましい。高速スピネコー法は、骨軟部疾患でもルーチンに使用可能で、診断能が低下することはないと考えられている。

造影剤投与の適応

関節と骨軟部疾患においても、他の領域と同じく、ほとんどすべての解剖学的構造、疾患、あるいは病態を対象に、造影 MRI の応用が検討されてきた。その中で造影剤の使用に関して、放射線科医により同意が得られている分野として、次の 3 つをあげるのが妥当と考えられる。

- 1) 骨軟部腫瘍：腫瘍の進展範囲の診断、特に悪性腫瘍における生存腫瘍と壊死組織、反応層（周囲の浮腫）との鑑別
- 2) 関節疾患：MR 関節造影による関節軟骨、関節内靭帯の描出。炎症性関節炎におけるパンヌスの描出。
- 3) 感染症：早期診断、進展範囲検索、治療効果判定。

MRI の対象となる骨軟部疾患には、すべての関節の関節疾患（外傷、炎症、変性疾患など）、骨軟部腫瘍、骨髄性疾患、外傷、感染症など、ほぼすべての骨軟部疾患が含まれる。関節疾患、特に膝関節における MRI の役割は多くの臨床研究により確立され、診断目的の関節鏡は不要になっている。肩関節、股関節でも、MRI は単純 X 線検査の次に行われるべき検査法になっている。骨軟部の腫瘍性疾患ではほぼ全例で MRI が撮像されている。骨髄腫や白血病といった骨髄性疾患の診断あるいは治療経過観察における MRI の応用は、導入当初か

ら期待されている領域である。MRI は骨病変には不向きとの見方があったが、今日外傷による、X線検査では描出できない骨折や骨髄の異常に関して、MRI の有用性が広く認識されている。軟部組織の感染症に対する MRI の応用の報告は今のところ比較的限られているが、有用性は高い。

超音波検査

1. 使用装置と手技について

骨軟部・関節領域で用いられる装置はBモード、電子リニア、メカニカルセクタおよびアニュラアレイ探触子が適しており、周波数は7.5・10MHzの使用が望まれる。生後3カ月以降の乳児股関節検査には5MHzが使用されることがある。

検査は直接皮膚に探触子を当てる接触走査が行われ、皮膚や皮下組織など表層の病変については適切な音響伝播媒体（水囊やポリマーゲルなど）を使用する。

2. 適応部位と疾患

(1) 関節

先天性股関節脱臼

単純性股関節炎

肩腱板障害

(2) 軟部組織

軟部腫瘍

筋肉断裂

アキレス腱断裂

(3) 骨

骨髄炎

文献

①瀬本喜啓. 9. 運動器領域 (新超音波医学 4. 産婦人科、泌尿器科、体表臓器およびその他の領域) p. 386・395、医学書院、東京. 2000.

②Abiri MM, Kirpekar M, Ablow RC. Osteomyelitis : Detection with US. Radiology 1989;172;509-511

③Chhem RK, Kaplan PA, Dussault RG. Ultrasonography of the musculoskeletal system. Radiol Clin North Am 1994;32;275-289

④Hoglund M. Ultrasound diagnosis of soft-tissue tumors in the hand and forearm. A prospective study. Acta Radiol 1997; 38;508-513

⑤ Kaplan PA, Matamoros A, Anderson JC. Sonography of the musculoskeletal system. AJR 1990;155;237-245

⑥ Kaplan PA, Anderson JC, Norris MA, Matamoros A. Ultrasonography of post-traumatic soft-tissue lesion. Radiol Clin North Am 1989;27;973-982

⑦Lund PJ, Nisbet JK, Valencia FG, Ruth JT. Current sonographic applications

放射線診療ガイドライン 骨軟部・関節領域

軟部腫瘍：CT/MRにおける造影剤投与の適応

軟部腫瘍の画像診断には以下の検査法が用いられる。

- (1) 単純X線撮影
- (2) 超音波検査
- (3) CT
- (4) MRI
- (5) 核医学検査
- (6) 血管造影検査

小項目1. 触知される軟部腫瘍

単純X線撮影 (点数9) : 腫瘍像の描出。

脂肪成分の有無、石灰化の有無。

骨の二次性変化 (骨膜反応、骨皮質の侵蝕・破壊など) の有無

超音波検査 (点数9) : 腫瘍像の描出。

病変内部の性状 (充実性、嚢泡性) の診断。

石灰化の有無。

MRI (点数3) : 検査法の第1選択にはならない。

小項目2. 単純X線で石灰化を含む腫瘍

CT (点数5) : 石灰化の形態、病変内の位置の診断。

MRI (点数9) : 病変の部位、範囲、形態の診断。

病変内部の性状の診断。

小項目3. 単純X線で描出されない病変

MRI (点数9) : 病変の部位、範囲、形態の診断。

病変内部の性状の診断。

CT (点数3) : MRIに比べて上記の診断能は劣る。

超音波検査 (点数4) : 嚢泡性腫瘍に関して有用。

近傍の血管構造との関連性の診断。

【解説】

軟部組織の腫瘍性病変の術前鑑別診断は困難なことが多く、現行の検査法を用いても画像所見の特異性は高いとは言えない。そのような現状において、病変の部位、範囲および可能な限りの性状診断を行うために無駄のない適切な方法を考慮されることが望まれる。

(1) 臨床所見の重要性

軟部腫瘍は患者もしくは医師が触知することによって発見されることが多い。触診所見、疼痛の有無、皮膚所見の有無などが鑑別診断に有用である。また、臨床経過（発見から受診までの経過、外傷の有無、増大傾向の有無など）も重要である。

(2) 単純X線撮影の意義

従来から初診時に最初に行われる画像検査法である。その臨床的意義は必ずしも大きいとは言えず、触知できる病変でも単純X線像に描出されない場合が少なくない。そのため、第一に行うべき検査法としてその価値に疑問があるが、石灰化の有無やその形状の診断には有用であり、血管腫や化骨性筋炎など特徴的な石灰化所見を呈する場合にはその後の過剰な検査を防ぐことができる。また、大きさ、発生部位によって良性脂肪腫ではX線透過性の高い腫瘍像が描出されるので特異的診断が可能である。

非特異的な所見を呈する軟部腫瘍では、近傍の骨構造の二次的所見（骨膜反応、骨皮質の侵蝕、破壊など）により、鑑別診断の一助となる。

(3) 超音波検査の意義

超音波検査は整形外科領域の疾患に対して実際にはあまり広く用いられていない。しかし、病変の存在診断や内部性状を観察する上では初診時に簡便に用いることができる。腫瘍性病変の内部性状が嚢胞性か充実性かの鑑別に有用であり、その後の検査の進め方の方向性を考慮するための情報が得られる。

関節周囲の嚢胞性腫瘍は滑膜嚢胞、ガングリオン、半月板嚢胞などがあり、発生部位との関連により診断ができる。嚢胞、膿瘍、血腫の鑑別は必ずしも容易ではないが臨床症状や局所所見を加味することにより診断できる。

四肢の動脈瘤や偽性動脈瘤の診断にも非侵襲的で簡便な診断法である。

(4) MRIの意義

軟部腫瘍の画像診断の中心的役割を担うのがMRIである。軟部組織間のコントラストが他の画像診断法に比べて優れており、病変に関して脂肪成分の有無、腫瘍内出血の有無、壊死性・嚢胞性変化の有無、周囲組織との境界、進展範囲の描出ができる。また隣接する骨への影響（浸潤、骨膜反応など）周囲筋肉・脂肪織への影響（浸潤、反応性変化、浮腫など）などを描出することができる。これらの所見から病変の部位、範囲、質的診断が行われる。腫瘍の良悪性の鑑別は必ずしも容易ではなく、議論が多い。

一般的に行われる撮像法はT1強調SE法、T2強調SE法（高速SE法を含む）の組み合わせである。その他に脂肪抑制法の併用、造影剤の使用、ダイナミック造影法の併用などが試みられている。

a. 脂肪抑制法の意義

骨軟部領域では、皮下・筋肉間・骨髄の脂肪が高信号強度を呈するので、とくにT2強調像で比較的高信号強度を呈する病変のコントラストが低下したり、造影MRIで軽微な造影効果の評価が困難なことがある。これらの不都合を解消するためにT2強調像または造影T1強調像に脂肪抑制法を併用することが勧められる。化学シフト飽和法による脂肪抑制画像は比較的良好なS/N比を保ち、造影MRIにも併用できる。STIR法は比較的短時間で撮像が可能で病変と脂肪組織とのコントラストが良好になるが装置によってはS/N比が低く、また造影MRIには併用できない。

b. 造影剤（ガドリニウム製剤）使用の適応.

軟部腫瘍の MR 所見の特異性の低さから、造影剤投与の適応については議論が多い。充実性腫瘍と嚢胞性腫瘍の鑑別には有用であるが、充実性腫瘍において造影効果の程度やパターンから特異的な鑑別診断は困難である。

一方で、造影 MRI によって病変の血流の多寡の診断や術後・化学療法後の治療効果の判定、再発病変の診断に有用であり、ダイナミックMRを行うことが勧められている。ダイナミックMRは造影剤の静注直後から3分または5分後まで連続して撮像を行う。病変の代表的な断面（1～数断面）を選び、約10秒～30秒の撮像法（GRE法またはSE法）を用いる。

造影MRの適応疾患：充実性腫瘍の術前診断

悪性軟部腫瘍の化学療法後の治療効果判定

悪性軟部腫瘍術後の再発の診断

(5) CTの意義

MRIが軟部組織の良好なコントラストを描出するので、CTの適応は低減しつつある。悪性軟部腫瘍の骨浸潤などの病変近傍の骨構造の変化もMRIで同等以上に評価することができる。

【参考文献】

- ①Kransdorf MJ, Murphy MD. Imaging of soft tissue tumors (in. Imaging of soft tissue tumors) 37-56,1997 W.B.Saunders Company,Philadelphia
- ②Kransdorf MJ, Jelinek JS, Moser RP. Imaging of soft tissue tumors.
Radiol Clin North Am 1993;31;359-372
- ③Berquist TH. Magnetic resonance imaging of primary skeletal neoplasms.Radiol Clin North Am 1993;31;411-424
- ④Greenspan A, McGahan JP, Vogelsang P et al. Imaging strategies in the evaluation of soft-tissue hemangiomas of the extremities: correlation of the findings of plain radiography,angiography,CT,MRI,and ultrasonography in 12 histologically proven cases. Skeletal Radiol 1992;
21;11-18
- ⑤Kransdorf MJ, Moser RP, Meis JM ,et al. Fat-containing soft tissue masses of the extremities. Radiographics 1991;11;81-106
- ⑥Crim JR, Seeger LL, Yao L, et al. Diagnosis of soft tissue masses with MR imaging: can benign masses be differentiated from malignant ones? Radiology 1992;185;581-586
- ⑦Munk PL, Sallomi DF, Janzen DL,et al. Malignant fibrous histiocytoma of soft tissue imaging with emphasis on MRI. J Comput Assist Tomogr 1998;22;819-826
- ⑧伊藤公一. 骨・軟部腫瘍におけるMR画像と病理組織像との比較検討. 日整会誌1995;69;899-914
- ⑨西村 浩、内田政史、迫田 順ほか. 軟部腫瘍。臨放1992;37;1427-1447
- ⑩Vanel D, Shapeero LG, Tardivon A, et al. Dynamic contrast MRI with subtraction of aggressive soft tissue tumors after resection. Skeletal Radiol 1998;27;505-510
- ⑪Ma LD, Frassica FJ, Scott WW,et al. Differentiation of benign and malignant musculoskeletal tumors: potential pitfalls with MR imaging. Radiographics 1995;15;349-366

- ②Aoki T, Nakata H, Watanabe H, et al. The radiological findings in chronic expanding hematoma. *Skeletal Radiol* 1999;28:396-401
- ③Arkun R, Memis A, Akalin T, et al. Liposarcoma of soft tissue: MRI findings with pathologic correlation. *Skeletal Radiol* 1997;26:167-172
- ④Teo EL, Strouse PJ, Hernandez RJ. Mr imaging differentiation of soft-tissue hemangiomas from malignant soft-tissue masses. *AJR* 2000;74:1623-1628
- ⑤Panicek DM, Go SD, Healey JH, et al. Soft-tissue sarcoma involving bone or neurovascular structures:MR imaging prognostic factors. *Radiology* 1997;205:871-875

原発性悪性骨腫瘍

化学療法の治療効果判定

1. はじめに

骨肉腫における術前化学療法の的確な効果判定は、術後化学療法の選択、患肢温存手術の適応や手術術式の決定、予後の推測のうえで欠かすことができない。現在、骨肉腫の術前化学療法の臨床的效果判定は、身体所見、生化学所見、画像診断が用いられ、最終的な判定は、切除材料の腫瘍最大断面における病理組織学的壊死率を求めて行われる。Raymondによれば、病理組織学的に90%以上の壊死率が得られていれば、91%の症例において長期のdisease-free survivalが得られる一方、90%以下の壊死率ではわずか14%の症例においてのみdisease-free survivalが得られるにすぎない。病理組織学的判定は最も信頼性の高い方法ながら、標本作製、壊死領域のmappingなどに時間を要するため、より迅速かつ簡便で信頼性に耐え得る臨床的效果判定が、臨床的に求められている。

2. 単純X線写真とCT

単純X線写真やCTでは、骨外腫瘍の大きさの縮小、骨外腫瘍の表面に沿った殻状の骨膜骨形成、腫瘍辺縁での反応性骨硬化の出現、腫瘍内石灰沈着の増強が良好な化学療法の効果を反映するといわれている。しかしながらこれらは必ずしも信頼性のある所見とは言えず、大まかな治療効果の傾向を示すにとどまる。極端な腫瘍容積の縮小を示す症例においても、残存腫瘍が存在したり、腫瘍の増大がみられてもこれらが腫瘍内出血をみていることもある。またEwing肉腫の治療後には骨粗鬆症がみられ、後に骨梁の硬化や骨壊死をきたすことがある。

3. 血管造影

血管造影は化学療法に伴う腫瘍血管や腫瘍濃染の減少が良好な治療効果を反映し、かつ腫瘍血管および腫瘍濃染の残存の程度と分布とが、生きた腫瘍組織の分布と比較的よく相関することから、ある程度腫瘍壊死の定量的評価が可能とされている。そのため、1980年代には血管造影による評価が行われていた。しかしながらこの方法は侵襲的検査である。

4. 超音波断層

Bモードおよびドプラによる検査は非侵襲的で繰り返し行える利点がある。骨外腫瘍成分の評価に有効であるが、検査の範囲が骨外成分に限られることと評価が術者に依存し客観性に欠けることが欠点である。

5. 核医学検査

^{99m}Tc -MDPによる骨シンチ、 ^{67}Ga シンチグラフィ、 ^{201}Tl シンチグラフィの中では、 ^{201}Tl

シンチが比較的化学療法の治療効果の状態を反映している。MIBI-SPECT および FDG-PET も最近報告があるが、いずれもまだ研究の集積段階である。

6. MR スペクトロスコピー

MRS に対する統一した評価はまだなされていない。

7. MRI

MRI は骨外腫瘍の大きさの変化、骨髄内浮腫の変化、腫瘍反応層の評価が非侵襲的に行える。即ち、骨外腫瘍の縮小と骨髄内浮腫の消失および病変辺縁の明瞭化はいずれも良好な治療効果を反映していると考えられる。しかしながら、骨髄内の信号強度の変化や造影剤による増強効果については治療効果との相関性がみられない。

ダイナミック MRI は腫瘍血管の増生状態、腫瘍における造影剤の透過性、腫瘍壊死を評価することができる。ダイナミック MRI は、従来の血管造影を置換する非侵襲性検査といえる。

8. まとめ

悪性骨腫瘍の化学療法の治療効果判定には単純 X 線写真で全体像の把握をしつつ、化学療法開始比較的早期と化学療法終了時とにダイナミック MRI を施行することが推奨される。CT と超音波検査の有効性は限られている。血管造影はダイナミック MRI により置換される侵襲的検査である。²⁰¹Tl シンチは、身体所見、血液生化学所見およびダイナミック MRI において所見に解離のあった症例に有効なことがある。

文献

1. Farber S, Traggis D, Geiser C. et al. :Favorable Response of Metastatic Osteogenic Sarcoma to Pulse High dose Methotrexate with Citrovorum Rescue and Radiation Therapy. *Cancer*. 1973; 30:1367-73.
2. Goldstein H, Mcnell BJ, Zufall W. et al. :Changing Indications for Bone Scintigraphy in Patients with Osteosarcoma. *Radiology*. 1980; 135:177-80.
3. Chuang VP, Benjamin R, Faffe N. et al. :Radiographic and Angiographic Changes in Osteosarcoma after Intraarterial Chemotherapy. *AJR*. 1982; 139:1065-9.
4. Rosen G, Caparros B, Huvos AG. et al. :Preoperative Chemotherapy for Osteogenic Sarcoma: Selection of Postoperative Adjuvant Chemotherapy Based on the Response of the Primary Tumor to Preoperative Chemotherapy. *Cancer*. 1982; 49:1221-30.
5. Smith J, Heelan RT, Huvos AG. et al. :Radiographic Changes in Primary Osteogenic Sarcoma Following Intensive Chemotherapy. *Radiology*. 1982; 143:355-60.

6. Lechner G, Salzer-Kuntschik M, Kumpan W. et al. :Angiographic-Pathologic Comparison in Osteosarcoma After Presurgical Chemotherapy. *Journal of Cancer Research Clinical Oncology*. 1983; 106(suppl):54-4.
7. Heller M, Jend HH, Bucheler E. et al. :The Role of CT in Diagnosis and Follow-up of Osteosarcoma. 1983; 106(suppl):43-8.
8. Riebel T, Lassrich MA, Kumpan W. :Roentgenologic Follow-up in Primarily Conservatively Treated Osteogenic Sarcoma. *Journal of Cancer Research Clinical Oncology*. 1983; 106(suppl):38-42.
9. Mail JT, Cohen MD, Mirlin LD. et al. :Response of Osteosarcoma to Preoperative Intravenous High-Dose Methotrexate Chemotherapy:CT Evaluation. 1985; 144:89-93.
10. Shirkhoda A, Jaffe N, Wallace S. et al. :Computed Tomography of Osteosarcoma after Intraarterial Chemotherapy. *AJR*. 1985; 144:95-9.
11. Picci P, Bacci G, Campanacci M. et al. :Histologic Evaluation of Necrosis in Osteosarcoma Induced by Chemotherapy. *Cancer*. 1985; 56:1515-21.
12. Kumpan W, Lechner G, Witich GR. et al. :The angiographic response of osteosarcoma following pre-operative chemotherapy. *Skeletal Radiology*. 1986; 15:96-102.
13. Rees. CR, Siddiqui AR, duCret R. et al. :The role of bone scintigraphy in osteogenic sarcoma. *Skeletal Radiology*. 1986; 15:365-7.
14. Rosen G. Neoadjuvant Chemotherapy for Osteogenic Sarcoma: A Model for the Treatment of Other Highly Malignant Neoplasms. *Recent Results in Cancer Research*. 1986; 103:148-57.
15. Link MP, Goorin AM, Miser AW. et al. The Effect of Adjuvant Chemotherapy on Relapse-Free Survival in patients with Osteosarcoma of the Extremity. *The New England Journal of Medicine*. 1986; 19:1600-6.
16. Raymond AK, Chawla SP, Carrasco CH. et al. :Osteosarcoma Chemotherapy Effect: A Prognostic Factor. *Seminars in Diagnostic Pathology*. 1987; 4:212-36.
17. Vanel D, Lacombe MJ, Couanet D. et al. :Musculoskeletal Tumors: Follow-up with MR Imaging after Treatment with Surgery and Radiation Therapy. *Radiology*. 1987; 164:243-5.
18. Pettersson. H, Eliason Jan, Egund N. et al. :Gadolinium-DTPA enhancement of soft tissue tumors in magnetic resonance imaging – preliminary clinical experience in five patients. *Skeletal Radiology*. 1988; 17:319-23.
19. Erlemann. R, Reiser MF, Peters PE. et al. :Musculoskeletal Neoplasms: Static and Dynamic Gd-DTPA – enhanced MR Imaging. *Radiology*. 1989; 171:767-73.
20. Hogeboom. WR, Hoekstra HJ, Mooyaart EL. et al. :Magnetic resonance

- imaging(MRI) in evaluating in vivo response to neoadjuvant chemotherapy for osteosarcomas of the extremities. *European Journal of Surgical Oncology*. 1989; 15:424-30.
21. Carrasco CH, Charnsangavej C, Raymond AK. et al. :Osteosarcoma: Angiographic Assessment of Response to Preoperative Chemotherapy. *Radiology*.1989; 170:839-42.
 22. Erlemann R, Reiser MF, Peters PE. et al. :Musculoskeletal Neoplasms: Static and Dynamic Gd-DTPA – enhanced MR Imaging. *Radiology*.1989; 171:767-73.
 23. Holscher. HC, Bloem JL, Nooy MA. et al. :The Value of MR Imaging in Monitoring the Effect of Chemotherapy on Bone Sarcomas. *AJR*. 1990; 154:763-9.
 24. Erlemann R, Sciuk J, Bosse A. et al. :Response of Osteosarcoma and Ewing Sarcoma to Preoperative Chemotherapy: Assessment with Dynamic and Static MR Imaging and Skeletal Scintigraphy. *Radiology*. 1990; 175:791-6.
 25. Pan G, Raymond AK, Carrasco CH. et al. :Osteosarcoma: MR Imaging after Preoperative Chemotherapy. *Radiology*. 1990; 174:517-26.
 26. Spanier. SS, Shuster JJ, RAV. et al. :The Effect of Local Extent of the Tumor on Prognosis in Osteosarcoma. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1990; 72-A:643-53.
 27. Sanchez RB, Quinn SF, Walling A. et al. :Musculoskeletal Neoplasms after Intraarterial Chemotherapy: Correlation of MR Images with Pathologic Specimens. *Radiology*. 1990; 174:237-40.
 28. Erlemann R, Sciuk J, Ritter J. et al. :Response of Osteosarcoma and Ewing Sarcoma to Preoperative Chemotherapy: Assessment with Dynamic and Static MR Imaging and Skeletal Scintigraphy. *Radiology*. 1990; 175:791-6.
 29. Ramanna, L, Waxman A, Binney G. et al. :Thallium-201 Scintigraphy in Bone Sarcoma: Comparison with Gallium-67 and Technetium-MDP in the Evaluation of Chemotherapeutic Response. *The Journal of Nuclear Medicine*. 1990; 31:567-72.
 30. Seeger LL, Widoff B, Bassett LW. et al. :Preoperative Evaluation of Osteosarcoma: Value of Gadopentetate Dimeglumine-Enhanced MR Imaging. *AJR*. 1991; 157:347-51.
 31. Ehara S, Kattapuram SV, Eglin TK. et al. :Ewing's Sarcoma: Radiographic Pattern of Healing and Bony Complications in Patients with Long-Term Survival. *Cancer*. 1991; 68:1531-35.
 32. Baere TD, Vanel D, Shapeero LG. et al. :Osteosarcoma after Chemotherapy: Evaluation with Contrast Material-enhanced Subtraction MR Imaging. *Radiology*. 1992; 185:587-92.
 33. Brasch, RC. :New Directions in the Development of MR Imaging Contrast Media.