

総説

脊椎の腫瘍性病変

藤井 正彦¹ 岩間 祐基² 森 岳樹² 金川 公夫³ 杉村 和朗²
土井田 稔⁴ 山本 哲司⁴ 黒坂 昌弘⁴

神戸大学医学部附属病院放射線部¹

神戸大学大学院医学系研究科放射線医学分野²

兵庫県立こども病院放射線科³

神戸大学大学院医学系研究科運動機能医学分野⁴

Radiological Diagnosis of Spinal Tumors and Spondylitis

Masahiko Fujii¹, Yuki Iwama², Takeki Mori², Kimio Kanegawa³, Kazuro Sugimura²,
Minoru Doita⁴, Tetsuji Yamamoto⁴, Masahiro Kurosaka⁴

Department of Radiology, Kobe University Hospital¹

Department of Radiology, Kobe University Graduate School of Medicine²

Kobe Children's Hospital³

Department of Orthopedic Surgery, Kobe University Graduate School of Medicine⁴

1. はじめに

脊椎の腫瘍性病変で最も頻度の高いものは転移性腫瘍であり、鑑別診断として原発性脊椎腫瘍や脊椎炎、動脈瘤様骨嚢腫、小児では好酸球性肉芽腫などが挙げられる¹⁻⁶⁾。

脊椎腫瘍性病変の画像診断において単純X線撮影は基本であるが、肋骨や胸骨、骨盤骨など周囲構造との重なりが多いため、単純X線撮影だけでは診断が困難な場合が多い。CTは、骨や石灰化病変のコントラストが大きく空間分解能にも優れ、骨皮質や骨梁の詳細な評価に適している。多列検出器型CT (MDCT) は、詳細な三次元的画像表示が可能であり、脊椎病変の全体像や脊柱管狭窄などが立体的に評価できる。MRIの優れた軟部組織のコントラスト分解能は、脊椎病変の質的診断に有用なだけでなく、CTでは評価困難な脊髄障害の有無など重要な情報を提供してくれる。この他、骨シンチグラフィーは、感度が高く転移性腫瘍などの多発病変を一度に評価できるが、特異性が低い。腫瘍シンチグラフィーは、細胞密度や血流との関連性があり、治療効果判定などに有用である。これらを適宜組み合わせ、迅速な診断が求められている。

2. 原発性脊椎腫瘍

primary vertebral tumor

原発性脊椎腫瘍はまれであり、原発性骨腫瘍全体の3.3%(全国骨腫瘍患者登録、1972～1993、国立がんセンター)である。良性と悪性の比率は、悪性が約60%

と多い傾向にある。良性腫瘍は後方要素(横突起や棘突起、椎間関節など)に、悪性腫瘍は前方要素(椎体)に発生する傾向が見られる。しかし、血管腫や好酸球性肉芽腫は、良性でも前方要素に発生しやすい。

A. 良性脊椎腫瘍

1) 血管腫 hemangioma (図1)

血管腫は、毛細血管、海綿状ないし静脈性血管の過誤腫からなる良性病変である。剖検例では約10%に無症候性のものを認め、通常は単発であるが1/3では多発する。好発部位は脊椎の椎体で、胸椎、腰椎に多く頸椎はまれである。全ての年齢で見られるが、疼痛や神経麻痺などの症状を有するものは30歳以降の女性に多い。



図1 (血管腫). 85歳女性。主訴：背部痛

a) T1強調画像 b) T2強調画像

L3椎体内にT1及びT2強調画像で高信号領域

を認め、脂肪組織が混在した海綿状血管腫と考えられる。



図2(骨芽細胞腫). 31歳男性. 主訴: 背部痛

a) 胸椎正面像 b) CT骨条件 c) T2強調像

Th11椎体から左椎弓に骨皮質の膨隆を伴う骨破壊を認める。T2強調像では、腫瘍内部は不均一な高信号を呈し、周囲軟部組織も浮腫と考える高信号を認める。

単純X線像では、骨濃度の減少と縦走骨梁の肥厚によりすだれ状(vertical striation)または蜂巢状の所見(honeycomb appearance)を呈する。CTでは、骨梁の水玉状肥厚(polka-dots sign)が見られる。MRIは、混在する脂肪組織によりT1Wでは斑点状の高信号を呈し、非常に遅い流れの拡張した血管腔のためT2Wでは著明な高信号を呈する⁷⁾。

2) 類骨骨腫 osteoid osteoma

反応性骨硬化に囲まれた類骨組織からなるnidusを持つ腫瘍であり、頻度は原発性骨腫瘍の3～4%である。好発年齢は10～20歳代であり、男性にやや多い。腰椎、頸椎の椎弓部、関節突起などに発生する。症状は、夜間痛が特徴的である⁸⁾。

単純X線像では、周囲に骨硬化像(perifocal sclerosis)を伴う類円形の骨透亮像(nidus)が認められる。CTでは、反応性骨硬化に囲まれたnidusが明瞭となり、造影後には濃染する。MRIでは、nidusはT1強調像で低信号、T2強調像で中等度～高度の高信号を示し、Gd造影で濃染する。また、骨シンチグラフィでは集積の亢進が見られる。

3) 骨芽細胞腫 osteoblastoma (図2)

類骨骨腫と組織学的には同じであり、腫瘍径が2cm以上と大きい。類骨骨腫のような強い自発痛は見られず、神経症状を呈することが多い。全骨腫瘍の1%以下、良性骨腫瘍の約3%と稀な腫瘍である。好発年齢は10～30歳代で、男女比は2対1で男性に多い。好発部位は脊椎の椎弓で、胸椎が最も多い⁸⁾。

単純X線像では、類骨骨腫に類似するが周囲の硬化像は軽度で、nidusは2cm以上の透亮像として認められる。骨シンチでは強い集積を示す。nidusはT1強調像で低～中等度、T2強調像では不均一で中から高信号、周囲の浮腫や炎症は著明な高信号を呈する。

治療は腫瘍切除術であるが、再発率は25%程度と高い。

4) 骨巨細胞腫 giant cell tumor

多核巨細胞と紡錘形の間質細胞を特徴とする良性腫瘍であるが、局所再発が40から60%と高く、肺転移も1～5%に見られ、低悪性度の悪性腫瘍とも考えられている。症状には特異的なものはない。全骨腫瘍の約4%、良性骨腫瘍の約21%を占める。好発年齢は20～40歳代で、男女比ではやや女性に多い。脊椎での好発部位は、腰仙椎部の椎体で偏心性に発生する。

単純X線像では、石蝕の泡状の溶骨性変化(soap bubble appearance)が特徴的で、骨皮質は菲薄化して膨隆し消失することもあるが、骨膜反応は稀である。CTでは、腫瘍の境界は明瞭で明らかな石灰化はなく、造影剤で濃染する。腫瘍内部に壊死や出血、囊胞変性などが混在することが多く、MRIではT1・T2強調像とも不均一な低～中等度の信号を示し、Gdで腫瘍細胞に富んだ部分は濃染する。骨シンチでは腫瘍自体に集積は見られず、周辺に強い集積(doughnut pattern)を認める。骨巨細胞腫が二次性の動脈瘤様骨嚢腫になることがあるので、画像による鑑別は困難である。

治療では、拡大病巣搔爬術が第一選択である。再発時には組織学的にgradeが上がっている報告や、放射線治療後には悪性転化の可能性が高いといわれ、初回の手術が重要である⁹⁾。

5) 動脈瘤様骨嚢腫 aneurysmal bone cyst

動脈瘤様に膨隆する骨腫瘍類似疾患で、嚢腫内部には血液が充満している。原発性が半数で、残りは外傷や単純性骨嚢腫、線維性骨異形成、軟骨芽細胞腫、骨巨細胞腫などから二次的に発生する。好発年齢は30歳以下で女性に多く、椎弓や棘突起など後方要素に多い。

単純X線像では、骨皮質が卵殻状に菲薄化し、内部は多房状・蜂巢状を呈する。椎体が圧潰したり膨隆すれば、神経根症状や脊髄圧迫症状を来す。時間の経



図3(好酸球性肉芽腫). 7歳男児. 主訴:腰痛

a) CT像 b) 造影T1強調像

Th11椎体内に境界不鮮明な骨破壊像を認め、MRIでは椎体後面から脊柱管内へ突出する腫瘍像を認める。

過とともに内部に石灰化を来す。MRIでは、内部の血液を反映してT1強調像で中等度の信号、T2強調像では高信号を示し、液面形成を認めることがある。Gd造影T1強調像では、嚢胞壁が濃染する。

6) 好酸球性肉芽腫症 eosinophilic granuloma (図3)

組織球の原因不明の異常増殖を主体とした疾患で、Langerhans細胞組織球症として一括するが、EGが60～80%で最も多い。症状は、局所の疼痛や腫脹、発熱などである。原発性骨腫瘍の1%程度で、好発年齢は5～15歳、男性に多い。腰椎と頸椎に好発し、単発性が多い。

単純X線像では、圧潰して扁平化した椎体(Calveの扁平椎)が特徴的である。CTでは、境界不鮮明な虫食い状の骨破壊像を示す。MRIでは、T1強調像で低～等信号、T2強調像では高信号を呈し、周囲軟部組織の浮腫も描出される。椎間板は保たれ、椎弓根への進展や骨外病変も見られない¹⁰⁾。

本疾患は自然治癒する疾患であるが、疼痛が強かったり病的骨折の可能性が高い場合には、ステロイド剤などの化学療法を行ったり、病巣搔爬と骨移植なども行われる。

B. 悪性脊椎腫瘍

1) 脊索腫 chordoma

遺残した脊索組織から発生する腫瘍で、椎体の中心線上に発生し、発育は遅いが再発や遠隔転移を来す。好発年齢は30歳～70歳で、男性に多い。好発部位は、仙骨が50～80%と最も多く、次いで頭蓋底、頸椎の順である。症状は、圧痛、叩打痛、腰痛などである。

単純X線像では、辺縁不整な骨硬化を伴う巨大な

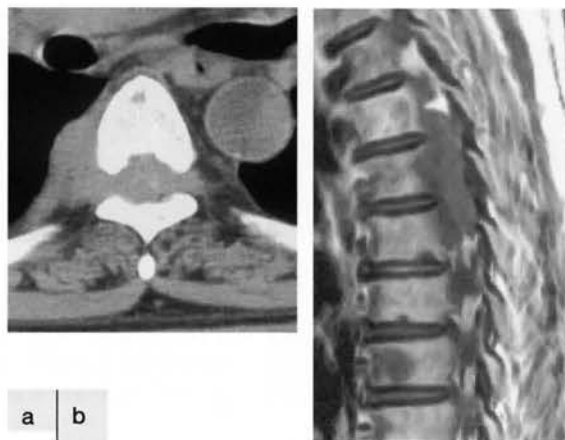


図4(悪性リンパ腫). 70歳男性. 主訴: 突然の下肢麻痺

a) CT像 b) T1強調像

CTでは、Th5椎体右側から脊柱管内へ進展する軟部組織腫瘍像を認める。MRIでは、椎体後面から脊柱管内へ突出する腫瘍像とTh8椎体などにも同様の病変を認める。

骨融解像として認められる。CTでは、腫瘍は低濃度を示し、内部に石灰化や骨化を伴い、辺縁に骨硬化を伴うことが多い。MRIでは、T1強調像で低～中等度、T2強調像で分葉状の高信号を示し、Gd造影T1強調像で濃染する。骨シンチでは異常集積を示さず、coldになることが骨肉腫や転移との鑑別に役立つ。

治療は、広範囲切除が必要であるが、仙骨では膀胱直腸障害を来すことが多い。化学療法は無効で、放射線療法にも抵抗性である。予後は、仙骨発生例で5年生存率65%、脊椎発生で30%と不良である。

2) 多発性骨髄腫 multiple myeloma

Bリンパ球系の質細胞由来の腫瘍で造血髄に発生し、原発性骨悪性腫瘍で最多である。好発年齢は50歳～80歳で、男性が70%と多い。好発部位は椎体であり、多くは多発性である。症状は疼痛、脊髄圧迫症状、貧血、蛋白尿など多彩であり、POEMS 症候群 (polyneuropathy, organomegaly, endocrine abnormalities, M-protein skin changes) も有名である。

単純X線像では、びまん性骨濃度減弱、溶骨性骨破壊 (punched-out lesion)、多発性圧迫骨折などを呈する。POEMS症候群では、骨硬化性変化 (ivory vertebra) を示すことが多い。MRIでは、T1強調像で低信号、T2強調像で多発性・結節状高信号を示す。骨シンチでは、集積亢進を認めないことが特徴である。

3) 悪性リンパ腫 malignant lymphoma (図4)

骨悪性リンパ腫は稀で、発症後6ヶ月以内に所属リンパ節以外の他部位に新たな病変がない場合に骨原

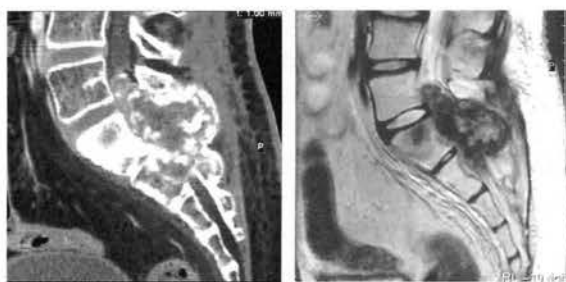


図5(通常型骨肉腫)。16歳男性。主訴：両下肢麻痺

a) 造影CT b) T2強調像

CTの矢状断MPR像では、仙骨S1を中心として造骨性変化を伴う不整な骨破壊像を認める。T2強調像では、低信号と高信号の混在し脊柱管内に進展する腫瘍像を認める。

a b

発と考えられる。悪性骨腫瘍の約7%で、non-Hodgkin, diffuse large-B-cell typeが多い。好発年齢は30歳以上で男性に多い。症状は、痛みと全身症状、脊髄圧迫症状などが見られる。

硬膜外悪性リンパ腫は、脊椎硬膜外腫瘍の9%、悪性リンパ腫全体の0.1～3.3%といわれる。起源は、1)傍脊椎リンパ節病変の浸潤、2)硬膜外腔リンパ組織由来、3)血行性転移が考えられている。組織学的には、大多数がnon-Hodgkin B-cell typeである。症状としては、腰背部痛と下肢知覚運動障害、膀胱直腸障害などが見られる。好発年齢は50歳代で性差は見られない。好発部位は胸椎が50%以上で、腰椎、頸椎の順である¹¹⁾。

単純X線撮影では骨破壊像が、CTでは複数の椎体レベルに広がる硬膜外腫瘍像を呈し、骨破壊や骨硬化像を伴う。MRIでは、T1強調像・T2強調像とも均一で脊髄と等信号、Gd造影T1強調像で均一な増強効果を示し、傍脊椎腫瘍との連続性や、近接椎体の信号変化などが認められる。Gaシンチでは高度の集積を示す。

4) Ewing肉腫 Ewing's sarcoma

小円形細胞肉腫で、原発性悪性骨腫瘍の5～10%を占める。組織学的な起源は不明であるが、PNETと同じように神経外胚葉由来と考えられている。好発年齢は10歳代であり、男性に多い。好発部位は、脊椎では仙骨と腰椎である。症状は、疼痛や発熱など急性炎症症状が多く、骨髄炎に類似する。

単純X線画像では、椎体部に境界不鮮明で虫食い状の骨破壊像が見られ、CTでは骨破壊と周囲の軟部組織腫瘍像を認め、石灰化は乏しい。MRIは非特異的な所見で、T1強調像で中等度、T2強調像で不均一な高信号を呈し、Gd造影T1強調像で濃染する。

5) 軟骨肉腫 chondrosarcoma

軟骨形成性の骨悪性腫瘍で、原発性と骨軟骨腫などの良性腫瘍が悪性化した続発性に分かれる。また、骨内から発生したものを中心性、表層部から発生したものを末梢性と分類している。中心性軟骨肉腫は、40～70歳代で好発し、男性に多い。原発性は椎体に多く、続発性は棘突起や椎弓に発生することが多く、症状は疼痛と腫脹である。

単純X線像では、内部に斑点状の石灰化を伴った骨透亮像であり、CTでは骨皮質の破壊や髄内の石灰化が明瞭である。MRIでは、T1強調像で低信号、T2強調像で分葉状で著明な高信号を呈し、Gd造影T1強調像では辺縁や隔壁様構造が濃染する。骨シンチでは集積の亢進を示し、腫瘍シンチ(Tl)では集積を認めないことがある。

6) 骨肉腫 osteosarcoma (図5)

腫瘍性の骨・軟骨・類骨基質形成を示す腫瘍で、骨内発生(通常型・血管拡張型・高分化型・小細胞型)と骨表面発生(傍骨性・骨膜性・表在高悪性)に分類される。脊椎の発生はまれであるが、椎体に多い。全骨腫瘍の15%、原発性悪性骨腫瘍の40%と多く、好発年齢は10歳代の後半にピークがあり、男性に多い。症状は疼痛で、腫瘍が脊柱管内に進展すると神経症状を来す。

単純X線像では、骨硬化型(45%)、骨融解型(14～32%)、混合型に分類される。皮質骨の破壊と骨外軟部腫瘍が認められるが、骨膜反応は長管骨に比べて乏しい。CTでは、骨破壊や造骨性変化が明瞭に描出される。MRIでは、骨形成領域はT1強調像・T2強調像ともに低～中等度の信号を、細胞が豊富な領域はT2強調像で不均一な高信号、軟骨基質は均一な高信号を示す。Gd造影T1強調像では、残存腫瘍が濃染する。骨シンチでは、原発巣以外にskip lesion、転移巣も高度の集積を示す。

3. 転移性脊椎腫瘍

metastatic vertebral tumor

脊椎腫瘍で最も多いのが転移性脊椎腫瘍であり、転移性骨腫瘍全体の約16%を占めて転移部位として最も多い。腰椎、胸椎に特に多く、頸椎や仙尾椎は少ない。主な原発巣は、男性では肺癌、前立腺癌、腎癌、肝癌、胃癌が多く、女性では乳癌、肺癌、子宮癌、甲状腺癌、胃癌の順である¹²⁻¹⁴⁾。

X線像から溶骨性と造骨性、混合型の三つに分類される。溶骨性転移は、肺癌、乳癌、腎癌、甲状腺癌、肝癌に多く、造骨性転移は、前立腺癌、乳癌、消化器癌に多い。混合型は、乳癌、胃癌に多いと言われている。

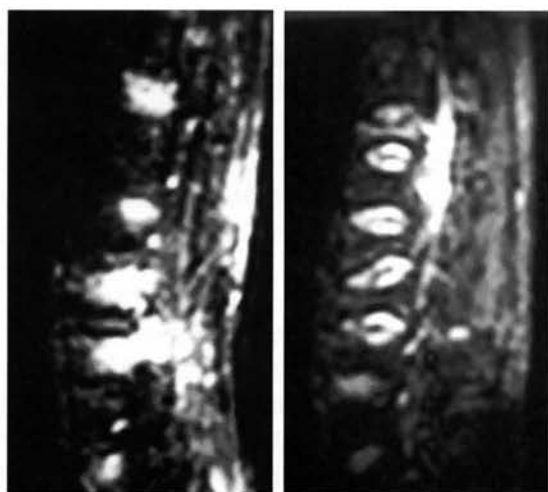
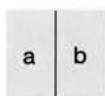


図6. 拡散強調像 (b=400)

a) 肺癌骨転移 b) 良性圧迫骨折
骨転移巣は椎体から椎弓にかけて
著明な高信号を呈し、良性圧迫骨
折は軽度の高信号が等信号を呈する。



単純X線撮影で、溶骨性転移は比較的明瞭な骨透亮像を呈し、椎弓根が破壊されると正面像で椎弓根の輪郭が消失する (pedicle sign)。造骨性転移は、椎体がびまん性に骨硬化像を呈することがある (ivory vertebra)。混合型転移では、骨透亮像と骨硬化像が混在してみられる。

骨シンチグラフィーは、単純撮影より早期に診断することが可能であり、一度の撮影で全身を評価できるのが大きな利点である。反応性骨新生を伴わない急激な溶骨性転移、骨髄転移や骨梁間型転移では偽陰性になることがあり、びまん性集積像 (beautiful bone scan) とともに注意が必要である。

MRIでは、T1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈することが多く、脂肪抑制を併用すれば指摘しやすくなる。造骨性骨転移で硬化が高度の場合には、T2強調像でも低信号を呈する。骨粗鬆症による圧迫骨折も、転移と同じような信号パターンを呈するが、やや不均一で椎体の後方に健常な脂肪髄の高信号が残存することが多く、後方要素の信号変化も乏しいことが鑑別点として挙げられる。拡散強調画像 (図6) では、転移による病的骨折は椎体内の細胞密度が高くなり、細胞内圧が亢進して拡散が抑制されて高信号を呈するが、骨粗鬆症による圧迫骨折では細胞密度の上昇や細胞内圧の亢進を来さず、比較的低い信号を呈するため両者の鑑別が可能であるという報告がある。しかし、鑑別困難であったという報告もあり、拡散強調像の有用性はまだ定まっていない¹⁵⁻¹⁸⁾。

4. 脊椎炎 spondylitis

1) 結核性脊椎炎tuberculous spondylitis (図7)

結核性脊椎炎は、骨関節結核の半数以上を占める。最近増加の傾向にあり、肺結核を合併することが多い。血行性感染により椎体終板前方の海綿骨から始まり椎体全体に広がるが、椎弓など後方要素はまれである。その後、腐骨形成、椎体前方の圧壊による楔状変形、亀背変形へと進行する。さらに、傍脊柱膿瘍が形成され流注膿瘍へと進展する。症状は緩徐に進行する疼痛である。

単純X線所見は、初期は異常所見の描出困難で、進行すれば椎間腔の狭小化、椎体破壊像、局所後彎などが出現する。CTでは、腐骨や傍脊柱膿瘍、粒状石灰化が描出される。MRIでは、T1強調像で低信号、T2強調像で高信号を示し、Gd造影T1強調像で椎体の不均一な濃染を認める。膿瘍は傍脊柱・椎体内・脊柱管内に生じ、造影T1強調像における膿瘍辺縁の増強 (rim enhancement) が特徴的である^{19,20)}。

2) 化膿性脊椎炎pyogenic spondylitis

化膿性脊椎炎は、高齢者や糖尿病などの基礎疾患を合併する患者、ステロイド剤の使用など免疫能が低下した患者に多い。下部腰椎に最も多く、次いで下部胸椎に好発する。この理由として、会陰部に感染の機会が多いこと、静脈弁の無い椎骨静脈叢 (Batson's plexus) を介して腰椎に血行感染することが挙げられる。起炎菌は、ブドウ球菌や大腸菌、グラム陰性菌が多いが、免疫能が低下した患者では真菌やMRSA感染が増加する傾向にある。初発部位は、結核性と同じ

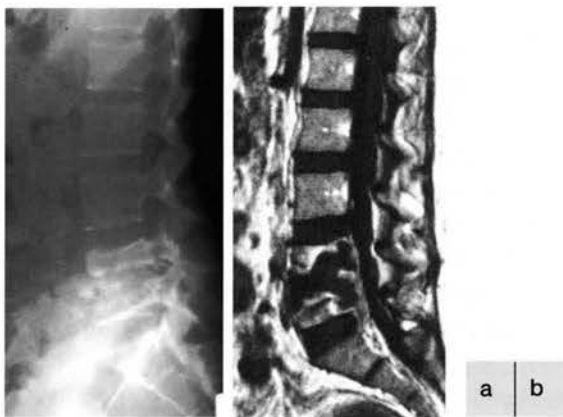


図7(結核性脊椎炎). 23歳女性. 主訴: 腰痛

a) 腰椎側面像 b) 造影T1強調像

L4,5椎体に高度の骨破壊像を認め、造影MRIでは辺縁のみが増強し中心部は造影されず、乾酪壊死巣と考えられる。

ように椎体終板に近い前方の海綿骨(metaphysis)が多く、椎体炎から椎間板炎、硬膜外膿瘍などへと進展する。症状は、局所の疼痛と熱感、発熱などである。

単純X線所見は、椎間腔の狭小化・椎体終板の不整破壊像、椎体の癒合像などが特徴であるが、症状発現からX線の典型所見が出現するまでには2～8週間の時間差ある。MRIでは、T1強調像で低信号、T2強調像で高信号を示し、Gd造影T1強調像で椎体の比較的均一な濃染を示し、この点が結核性と異なり傍脊柱膿瘍もあまり形成しない^{21,22)}。

5. おわりに

脊椎腫瘍性病変は、進展の状況により重篤な脊髄麻痺を来す可能性があるため、代表的な疾患の特徴や画像所見を十分に理解した上で、病変の拡がりを三次元的に評価して迅速に診断することが望まれる。

参考文献

- Weinstein JN, McLain RF: Primary tumors of the spine. *Spine* 12(9):843-51, 1987.
- Greenspan A, Remagen W: Differential diagnosis of tumor and tumor-like lesion of bones and joints. Lippincott-Raven, Philadelphia-New York, 1998.
- Flemming DJ, Murphey MD, Carmichael BB, et al.: Primary tumors of the spine. *Semin Musculoskelet Radiol* 4(3):299-320, 2000.
- 土屋弘行ほか: タリウムシンチグラフィの有用性. 医学のあゆみ, 199: 165-166, 2001.
- 平澤泰介、楠崎克之編: わかりやすい骨腫瘍の診断と治療. 南江堂、2000.
- 川原範夫、村上英樹、富田勝郎: 脊椎・脊髄画像診断マニュアル. 原発性脊椎腫瘍の画像診断. *MB Orthop*. 15(9): 131-137, 2002.
- Baudrez V, Galant C, Vande Berg BC: Benign vertebral hemangioma: MR-histological correlation. *Skeletal Radiol* 30: 442-446, 2001.
- Raskas DS, Graziano GP, Herzenberg JE, et al.: Osteoid osteoma and osteoblastoma of the spine. *J Spinal Disord*. 5(2):204-11, 1992.
- Fidler MW: Surgical treatment of giant cell tumors of the thoracic and lumbar spine: report of nine patients. *Eur. Spine J* 10(1): 69-77, 2001.
- Floman Y, Bar-On E, Mosheiff R, et al.: Eosinophilic granuloma of the spine. *J Pediatr Orthop B* 6(4): 260-265, 1997.
- Lyons MK, O'Neill BP, Kurtin PJ, et al.: Diagnosis and management of primary epidural non-Hodgkin's lymphoma. *Mayo Clin Proc* 71(5): 453-457, 1996.
- Soderlund V: Radiological diagnosis of skeletal metastases. *Eur Radiol* 6(5):587-95, 1996.
- Yamaguchi T: Intertrabecular vertebral metastases: metastases only detectable on MR imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* Jun;5(2):171-5, 2001.
- 徳橋泰明、松崎浩巳: 脊椎・脊髄画像診断マニュアル. 転移性脊椎腫瘍. *MB Orthop*. 15(9): 131-137, 2002.
- Baur A, Stabler A, Bruning R, et al.: Diffusion-weighted MR imaging of bone marrow: differentiation of benign versus pathologic compression fractures. *Radiology* 207: 349-356, 1998.
- Castillo M, Arbelez A, Smith JK, et al.: Diffusion weighted MR imaging offers no advantage over routine noncontrast MR imaging in the detection of vertebral metastasis. *AJNR* 21: 948-953, 2000.
- Bauer A, Huber A, Ert-Wagner B, et al.: Diagnostic value of increased diffusion weighting of a steady-state free precession sequence for differentiating acute benign osteoporotic fractures from pathologic vertebral compression fractures. *AJNR* 22: 366-372, 2001.
- Byun WM, Shin SO, Chang Y, et al.: Diffusion-weighted MR imaging of metastatic disease of the spine: assessment of response to therapy. *AJNR* 23: 906-912, 2002.
- Desai SS: Early diagnosis of spinal tuberculosis by MRI. *J Bone Joint Surg* 76-B: 863-869, 1994.
- 齊藤正史、石川雅之: MRIのすべてUp To Date. 結核性脊椎炎. *脊椎脊髄*14(6): 604-607, 2001.
- Carragee EJ: The clinical use of magnetic resonance imaging in pyogenic vertebral osteomyelitis. *Spine* 22: 780-785, 1997.
- 佐藤栄修、百町貴彦: MRIのすべてUp To Date. 化膿性脊椎炎. *脊椎脊髄*14(6): 599-603, 2001.

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619