

## 総説

## 脊椎疾患の画像診断：MRIを中心にして

藤井 正彦・河野 通雄\*

三木市民病院 放射線科

神戸大学 放射線科\*

## Diagnostic imaging of the spine with emphasis on MRI

Masahiko Fujii, M.D. Michio Kono, M.D.\*

Department of Radiology, Miki City Hospital

\* Department of Radiology, Kobe University School of Medicine

## Abstract

The authors describe the essential findings for spinal diseases with plain radiography, myelography, CT, CT myelography, and MRI at the present state of development.

Although a plain radiography is still an important diagnostic procedure especially for bony factors of spinal disease, MRI has become the first choice for the diagnosis of these diseases because of its high-contrast resolution of soft tissue, multiplanar imaging, and lack of bony artifact. MRI gradually replaced conventional myelography and CT myelography because of their invasiveness. Diagnostic accuracy and quality on these spinal diseases have been progressing since the advent of MRI because it has permitted direct visualization of spinal cord.

From these point of view, MRI will play a more and more important role in the diagnosis of these diseases.

## 抄録

脊椎疾患に対する単純X線像やCT、脊髓造影、MRIなどの各種画像所見について述べる。

単純X線像は、脊椎疾患の骨性因子の評価を中心に依然として重要な役割を果たしているが、MRIは優れたコントラスト分解能で任意の断面を骨の影響を受けること描出出来ることから、脊椎疾患の診断のfirst choiceになりつつある。そして、侵襲のある脊髓造影やCTミエログラフィーが徐々にMRIに置き換わってきている。また、MRIにより脊髓が直接描出されるため、脊椎病変の正診率や診断精度もMRIの出現以来向上しており、今後MRIは、脊椎疾患の診断においてますます重要な役割を果たすと考えられる。

## はじめに

脊椎・脊髓疾患の画像診断には、単純X線撮影、CT、MRI、脊髓造影、椎間板造影、骨シンチなどさまざまな検査法があるが、最も簡便な単純X線撮影と侵襲が少なく最も情報量の多いMRIがこの領域の画像診断の中心となっている。本稿では、椎間板ヘル

ニア、変形性脊椎症、脊柱管狭窄症、脊椎靭帯骨化症、脊椎炎および骨転移などの脊椎・椎間板疾患について、MRIの所見を中心に単純X線撮影、CT、脊髓造影等の所見と対比させながら述べる。

## 1. 各画像診断の特徴

## 1) 単純X線撮影

通常、正面像、中間位の側面像、両斜位像の4方向を撮像するが、動的な狭窄の観察には、前屈・高屈の機能撮影も必要となる<sup>1)</sup>。骨棘形成と椎間腔の狭小化などの脊椎症の所見が側面像でよく観察される。また変性した椎間板内のガス像もときに認められる。さらに、脊柱管狭窄の有無、後方すべりなどの配列の異常も観察される。斜位像では、椎間孔の狭窄が観察される。頸椎下部での脊柱管の観察や後縦靭帯骨化症の詳細な診断については側面断層像が有用である。

## 2) X線CT

CTは横断面での解剖学的な情報が得られる。単純CT以外に造影CT、脊髓造影後のCTM (CT myelography)、椎間板造影後のCTD (CT discography)

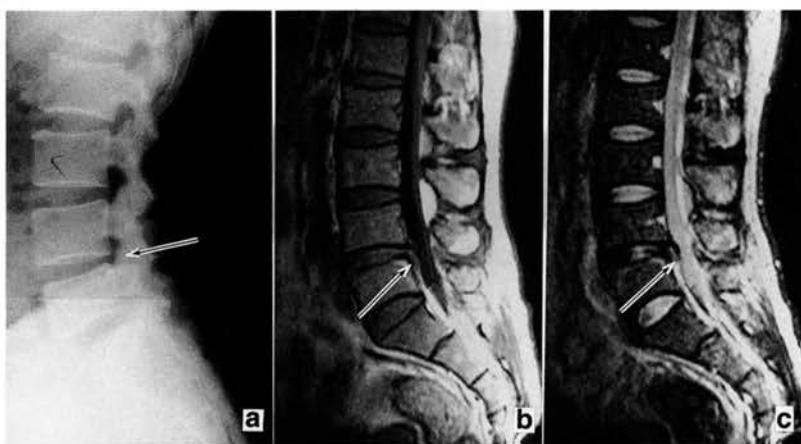


図1. 腰椎椎間板ヘルニア

(a: 単純X線像、b: T1強調像、c: T2強調像)

単純X線側面像では、L4/5で椎間腔の軽度の狭小化を認める。T1強調像ではL4/5で髄核の脱出と硬膜嚢の圧排挙上を認め、T2強調像では脱出した髄核周囲の低信号帯が一部で断裂していることから、extruded typeと考えられる。

等がある。

骨棘の形成や後縦靭帯、黄色靭帯の骨化などがCTでは明瞭に描出され、脊柱管狭窄の正確な診断が行える。

### 3) MRI

MRIは、無侵襲で骨による影響を受けずに椎間板や脊髄の状態を直接優れたコントラストで描出することが出来る。矢状断像と横断像を中心に、T1強調像では主に形態的な異常を、T2強調像では内部性状の変化を診断する。椎間板の変性や脱出の有無とその程度、骨棘や靭帯による硬膜嚢の圧排の有無、脊髄圧迫の程度や変性の有無などを観察する。また、椎体内の病変についてもT1強調像が有用な情報を提供する。また、heavy T2強調の高速スピネコー法によるMR myelographyも試みられている。

### 4) 脊髄造影

侵襲的な検査であり、MRIの普及、発達に伴い脊髄造影の役割は小さくなってきたが、脊髄造影は脊髄の全体像を動的な情報として得ることが出来る。また、MRIでは描出が不十分な神経根の情報が得られる。CTの併用により (CTM) 横断面で脊柱因子と脊髄の圧排の状態が同時に観察できる。

### 5) 椎間板造影

椎間板内に直接造影剤を注入することにより、線維輪の断裂を観察するだけでなく、疼痛の再現性を確認することが出来るため、責任高位の診断に用い

られる。

### 6) 骨シンチグラフィ

骨シンチは、少ない被曝量で全身検索が出来るため、主に骨転移や骨髄炎の検索に用いられる。sensitivityは高いがspecificityが低く、多発性の集積を認めた場合でも骨転移と脊椎症性変化との鑑別が常に問題となり、X線像との比較が大切である。MRIは、脂肪髄と転移巣を主にT1強調像で明瞭に識別できるため骨シンチより感受性が高いが<sup>2)</sup>、全身検索の点では劣っておりスクリーニングには適さない。

## 2. 椎間板ヘルニア (図1)

椎間板は、中央の髄核、周囲の線維輪、上下の軟骨終板からなる。椎間板は、加齢と共に水分含有量が低下して線維輪に亀裂を生じ全周性に膨隆する(椎間板膨隆)。椎間腔が狭小化し椎間関節にはストレスが加わるため上下の脊椎に異常可動性を生じ、骨棘形成や靭帯の肥厚などが生じる。線維輪の断裂部分から髄核が脱出した状態を椎間板ヘルニアと呼ぶ。椎間板の変性により、椎体内にも変性が生じる。第1型はT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を示し血管に富んだ肉芽組織を、第2型はT1強調像で高信号、T2強調像で等から高信号を示し脂肪変性を、第3型はT1強調像低信号、T2強調像でも低信号を示し骨硬化性変化を現している<sup>3)</sup>。

ヘルニアの分類として、髄核の脱出方向により後

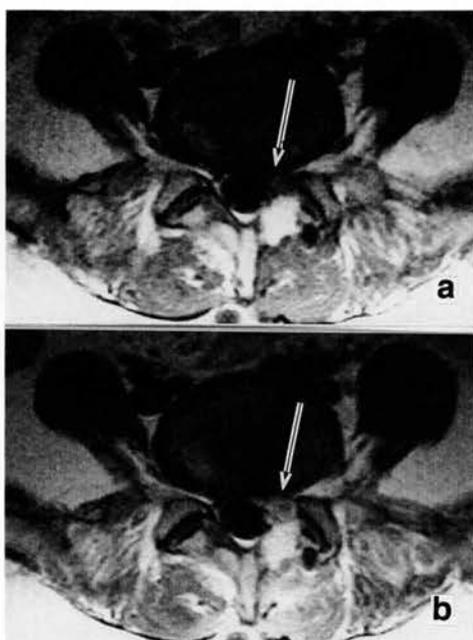


図2. 術後瘢痕組織

(a: T1強調像、b: Gd造影T1強調像)

L5左椎弓切除後で硬膜嚢左側、S1神経根周囲にT1強調像で低信号域を認める。Gd造影T1強調像では、同部位は濃染し術後瘢痕組織と考えられる。また、硬膜嚢内の圧迫された馬尾も造影されている。

正中型、後外側型、椎間孔内外側型、椎間孔外外側型に分類され、後縦靭帯の脆弱な後外側型が70から80%と最も多い<sup>4)</sup>。また、髄核の脱出の程度による分類もある。線維輪内層は穿破するが外層は後縦靭帯とともに保たれている状態をprotruded disk、線維輪を完全に穿破して髄核が硬膜外腫瘍として存在する状態をextruded disk、脱出した髄核が親椎間板から遊離して椎体後面などへ移動した状態をsequestered diskと分類する<sup>5)</sup>。

### 1) 単純X線撮影

椎間板変性に伴う所見として、椎間腔の狭小化、骨棘形成、vacuum phenomenon、椎間板の石灰化などが挙げられる。

### 2) X線CT

単純CTでは、脱出した椎間板は硬膜嚢よりやや濃度が高く描出される。単純CTでは、椎間板ヘルニアとそれに伴う硬膜外腔の炎症性変化との鑑別が難しいが、造影CTでは炎症性変化のみが造影され鑑別される。

### 3) MRI

椎間板ヘルニアは、T1強調像でやや低信号、T2強調像では変性のため低信号を呈することが多い。T1強調矢状断像で各椎間での椎間板の突出を検索し、T2強調像で椎間板変性の程度を評価する。横断像は、硬膜外脂肪層の少ない頸椎ではT2強調像が硬膜嚢が脊髄造影様に高信号を呈するため有用で、腰椎では脂肪層の圧排や消失を評価するためT1強調像が用いられる。

ヘルニアの分類では、矢状断像で椎間板後面に認める低信号帯annular ligament complex (線維輪外層と後縦靭帯) が保たれていればprotruded disk、欠損していればextruded diskと考えられる。遊離した髄核(sequestered disk) は、随伴する炎症による水分量の増加と血管増生によりT2強調像で高信号を呈する<sup>6)</sup>。ヘルニアの術後瘢痕組織と残存または再発ヘルニアとの鑑別には造影MRIが有用であり、瘢痕組織は手術部位に一致し強く造影されるのに対して、ヘルニアはほとんど造影されない<sup>7)</sup> (図2)。椎間板の体積は、変性ととともに減少するが、非手術例の椎間板ヘルニア症例の半数以上でヘルニアの自然縮小、症状の改善を認めていると報告されている<sup>8)</sup>。MRIによるヘルニアの診断で注意すべき点として、描出能が優れているため責任高位の診断が困難な場合があること、骨棘や限局した後縦靭帯骨化症と石灰化したヘルニアの鑑別が困難なこと、神経根嚢の描出が脊髄造影に比べ劣ること、著しい側弯があると撮像範囲に収まらないことなどが挙げられる<sup>9)</sup>。

### 4) 脊髄造影

MRIのT2強調像では、脊髄造影よりも硬膜嚢の圧排が高度になる傾向があり、複数の椎間に病変がある場合責任高位を決定するのが困難なことがある。脊髄造影はこのような場合の責任高位の決定に有用であり、神経根の描出にも優れる。

### 5) 椎間板造影

造影剤注入時の疼痛の再現性により責任高位を決定することが出来るが、椎間板の変性の程度と疼痛の程度は必ずしも相関しないため<sup>10)</sup>、false positiveに注意する必要がある。

## 3. 腰部脊柱管狭窄症 (図3)

前方からの椎間板・骨棘の突出、側方からの椎間関節肥大、後側方からの黄色靭帯肥厚などにより脊

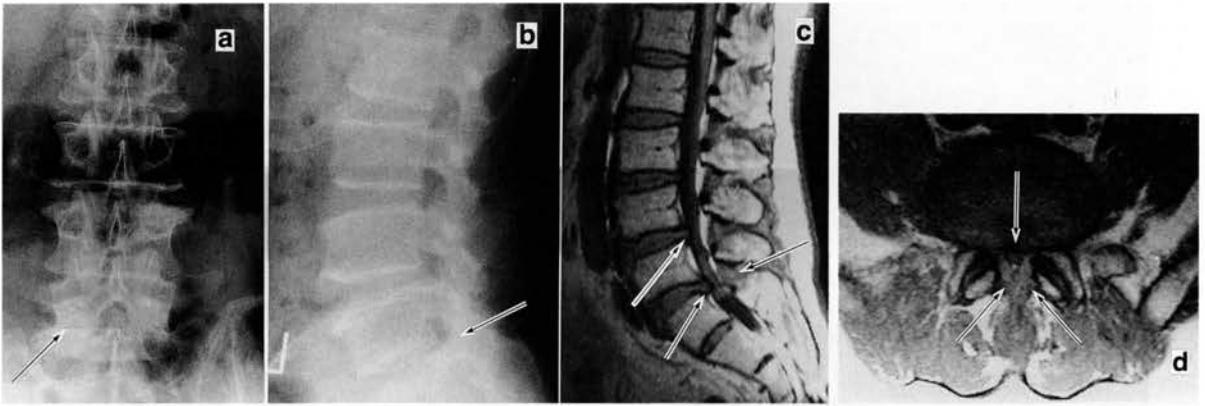


図3. 腰部脊柱管狭窄症

(a: 単純X線正面像、b: 同側面像、c: T1強調矢状断像、d: 同横断像)

単純X線正面像では、L5/S1椎間関節の硬化像を認め、この他L4/5、L3/4右側にも軽度の硬化性変化を認める。側面像では、L5/S1レベルで脊柱管前後径の狭小化を認める。T1強調矢状断像では、変性した椎間板の突出と黄色靭帯の肥厚による硬膜嚢前後径の狭小化を認める。横断像で高度の中心性狭窄、硬膜外脂肪層の消失を認める。

柱管が狭窄し硬膜嚢や神経根が圧迫される病態である。先天性と後天性に大別される。先天性の原因として軟骨無形成症やMorquio病等があるが、稀である。後天性の原因として変性変化によるものが最も多く、この他外傷や脊椎すべり症などがある。椎間板ヘルニアと合併したものを複合性狭窄という。

### 1) 単純X線撮影

正面像では、椎間関節の形態を観察し、側面像ではL4高位での脊柱管前後径を測定する。17mm以内で相対的狭窄、15mm以内で絶対的狭窄と規定される<sup>11)</sup>。変性性すべり症は、椎間関節の変性による亜脱臼が原因であり、中高年の女性のL4に好発する。上位椎体の前方へのすべりと著しい変形性関節症性変化を示す。分離すべり症は、椎間関節間部の欠損によるもので、男性のL5に好発する。関節症性変化を伴わず、狭窄を呈することは少ない。この他、圧迫骨折による椎体の変形や後方骨棘、後縦靭帯・黄色靭帯骨化などが観察される。

### 2) CT

横断面での骨性脊柱管の形態や狭窄因子（後方骨棘、椎間関節肥厚、靭帯骨化など）の描出に優れ、各因子の左右への偏在性の有無や狭窄の程度の評価が可能である。脊髓造影後のCTMでは、硬膜嚢と脊髓それぞれの圧迫の評価が可能となる。合併するへ

ルニアや黄色靭帯の肥厚の評価もCTMでは可能である。

### 3) MRI

任意の断面で、軟部組織による狭窄の状態が明瞭に描出される。特に椎間板の変性やヘルニアの有無、黄色靭帯の肥厚などが明瞭に描出され、硬膜嚢や神経根、馬尾神経の圧迫なども明らかとなる。T1強調像では椎間板ヘルニアの関与の程度、T2強調像では髄液が高信号となり、脊髓造影と同じような像が得られ、硬膜嚢の狭窄の状態が理解しやすい。

### 4) 脊髓造影

硬膜嚢を圧排する全ての因子（骨性狭窄、椎間板ヘルニア、黄色靭帯など）による圧排の状態が描出される。さらに、外側での神経根嚢の圧排や馬尾の蛇行像なども描出される。

## 4. 頸椎症性脊髄症 (図4)

頸椎の変性性変化により脊髓や神経根が圧排され、多彩な神経症状をきたす病態である。単純X線像で椎間板ヘルニア以外の脊柱因子を把握し、MRIで脊髓の圧排状況や髄内の変化を調べる。

### 1) 単純X線撮影

頸椎症の所見として、骨棘形成と椎間腔の狭小化、脊柱管や椎間孔の狭窄、配列alignmentの異常などが

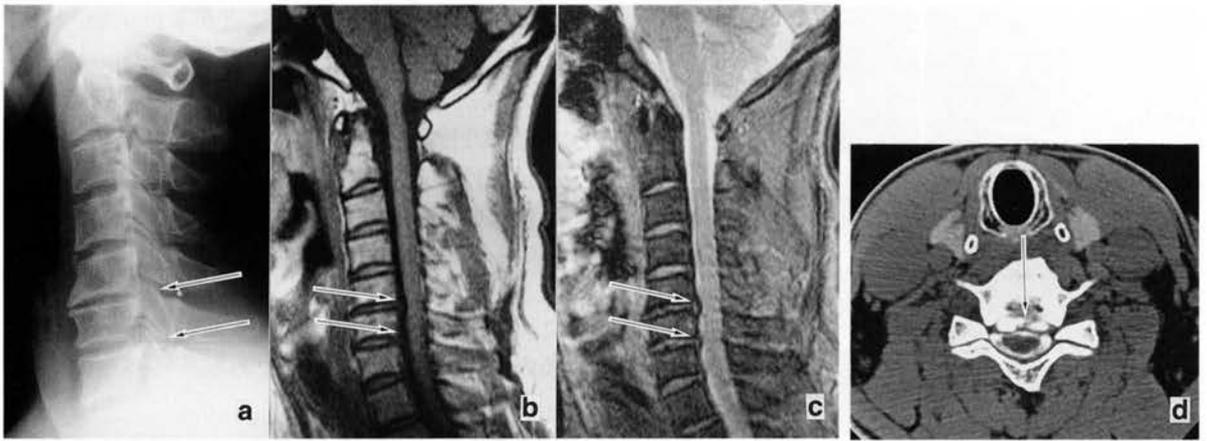


図4. 頸部脊椎症

(a: 単純X線側面像、b: T1強調像、c: T2強調像、d: CTM像)

単純X線側面像では、C5/6、6/7で椎間腔の狭小化と軽度の骨棘形成を認める。T1強調像では、C5/6、6/7で椎間腔の狭小化と髄核の突出を認め、T2強調像では髄核の変性や突出によるクモ膜下腔の圧排を認めるが、脊髄内に明らかな異常信号は認められない。CTM像では、骨棘による圧排が中心でクモ膜下腔の狭小化が見られる。

挙げられる。側面像での脊柱管前後径が12mm以下であれば脊柱管狭窄と診断される。この他分節型の後縦靭帯骨化症や黄色靭帯骨化症も診断される。脊髄症所見があつて責任椎間に明らかな脊柱因子がない場合は椎間板ヘルニアの存在を考へるが、椎間板ヘルニアと脊椎症が42%で重複するとの報告がある<sup>12)</sup>。

## 2) CT

CTでは、骨棘の形成や後縦靭帯、黄色靭帯の骨化が高濃度領域として明瞭に描出され、脊柱因子を単純X線像よりも正確に評価できる。

## 3) 脊髄造影

脊柱管狭窄による硬膜嚢の圧排や、神経孔の狭小化による神経根の腫大が主な所見である。前屈や後屈などの機能撮影により頸髄の動的な圧排所見が得られ、診断に有用である。CTMでは、横断像での脊髄断面積がクモ膜下腔の50%以下の場合は機能回復が悪いといわれている<sup>13)</sup>。

## 4) MRI

椎間板の変性とそれに伴う椎間腔の狭小化、椎間板ヘルニアや後方骨棘による硬膜嚢や骨髄の圧迫、椎間孔の狭小化などの所見が得られる。髄内の変化として、空洞変性や脱髄性変化がT2強調像で高信号病変として描出される<sup>14,15)</sup>。椎間板ヘルニアでは無症候例が少なくないことや、狭い頸椎用コイルの中での撮像のため動的狭窄の診断には制限がある。脊

髄圧迫についても脊髄造影と比較して強調され範囲が広がる傾向にあるが<sup>16)</sup>、T2強調像での高信号領域が責任高位と良く一致する。

## 5. 脊椎靭帯骨化症 (図5)

後縦靭帯骨化症 (ossification of posterior longitudinal ligament : OPLL) と黄色靭帯骨化症 (ossification of yellow ligament : OYL) があり、OPLLはC5を中心として頸椎に多く、OYLは下部胸椎から第1腰椎に多い。脊柱管狭窄症の原因となり、狭窄率が40%を越えると脊髄症の発生頻度が高くなる<sup>17)</sup>。

### 1) 単純X線撮影

OPLLは、側面像で椎体後面に骨化巣を認めるもので、限局している分節型と、隣接する椎体に及ぶ連続型、両方の混在型に分けられる。OYLは、椎間孔内に椎弓部より突出する骨化巣として認められる。

### 2) 脊髄造影・CT

脊髄造影では、造影剤の通過障害より中枢側の情報が不足するが、CTMでは、骨化した靭帯自体と硬膜嚢や脊髄の圧排の状態が同時に観察できる。

### 3) MRI

骨化部は、T1強調像およびT2強調像で低信号を呈するが、骨化が高度な場合靭帯内部に脂肪髄の信号

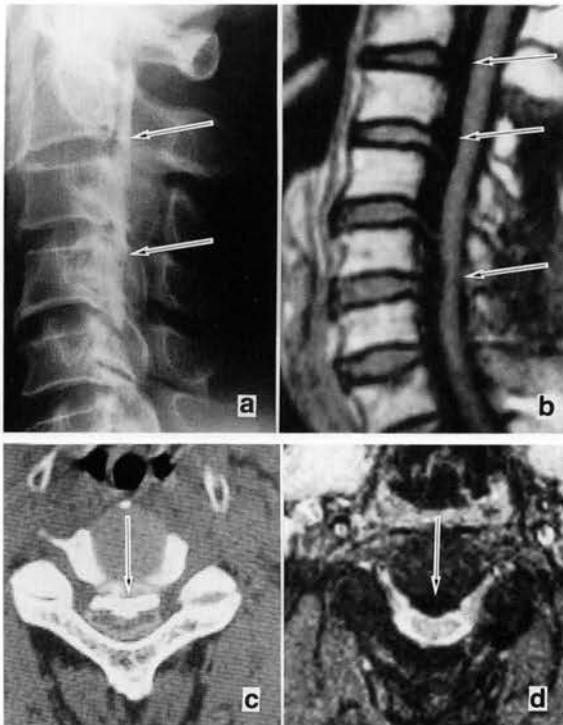


図5. 後縦靭帯骨化症

(a: 単純X線側面像、b: T1強調像、c: CTM像、  
d: T2\*強調横断像)

単純X線側面像では、C2からC5椎体上縁まで帯状の硬化像を認める。T1強調像、T2強調像とも病変は著明な低信号を呈し、C5/6で脊髄の圧迫が高度であった。CTM像では、病変は骨皮質と同程度の高濃度を示す。T2\*強調像はCTM像に類似し、クモ膜下腔と脊髄の圧迫状態が明瞭である。

が現れることがある。脊髄の圧迫により、T2強調像で脊髄内部に高信号領域が出現することがある。灰白質中心部から後角にかけての障害が強く、グリオースや空洞形成などと考えられている<sup>18)</sup>。

## 6. 脊椎炎・椎間板炎 (図6)

小児では椎間板の血流が残存するため椎間板炎が主体になることが多く、成人では脊椎炎が主体となり椎間板に波及することが多い。感染性と非感染性に大別され、前者は結核性脊椎炎と化膿性脊椎炎に分けられる。結核性脊椎炎は最近減少しているが、化膿性脊椎炎として治療中に診断される場合も多い。後者には、慢性関節リウマチや強直性脊椎炎などがある。

脊椎炎は、発症後に単純X線像で所見が認められる

まで1ないし3カ月を要することが多かったが、MRIにより早期診断が可能となった。

### 1) 化膿性脊椎炎

#### a) 単純X線撮影

椎間板近くの椎体より発生し、椎間板の破壊や隣接する椎体へ炎症の波及が急速に起こり、椎間腔の狭小化、終板の破壊による不規則性が認められる。このときに、骨破壊像の周囲に骨硬化像が認められるのが化膿性脊椎炎の特徴である。

#### b) MRI

病変は、T1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈して正常の脂肪髄と鑑別され、椎間板や線維輪の炎症も同様の信号強度を示す<sup>19)</sup>。周囲の軟部組織の腫脹や膿瘍形成なども見られる。

### 2) 結核性脊椎炎

#### a) 単純X線撮影

椎体前面の上下角近くの骨融解像として始まり、前および後縦靭帯下を進展し椎間板や上下の椎体に広がる。椎間腔の狭小化、骨破壊、椎体終板の不規則性が出現する。進行は緩徐で骨膜反応や骨硬化像を示すことは少ないが、腐骨の形成が見られる。また、傍脊柱部に流注膿瘍と呼ばれる膿瘍を形成することが多く、骨破壊が進行すると急角度の後弯を形成する。

#### b) MRI

化膿性脊椎炎とはほぼ同様であり、MRIによる化膿性と結核性の鑑別は困難なことが多い。椎体内の進展範囲や傍脊柱膿瘍の診断に有用である<sup>20,21)</sup>。結核性の膿瘍は、両側性でかなり下方まで進展することが特徴であり、Gd造影T1強調像で、膿瘍の辺縁が濃染し進展範囲の診断が容易になる。

## 7. 転移性腫瘍 (図7)

脊椎は、骨転移で最も多い部位である。原発巣としては乳癌と前立腺癌が最も多く、この他肺癌、腎癌、肝癌などが挙げられる。骨シンチの特徴は全身の骨を一度に検索できることであり、骨転移のスクリーニングは骨シンチを行うべきである。次いで、異常集積部位の単純X線撮影を行い、明らかな転移以外の病変があればそれで終了し、陰性であればMRIを行うのが適当と考える。

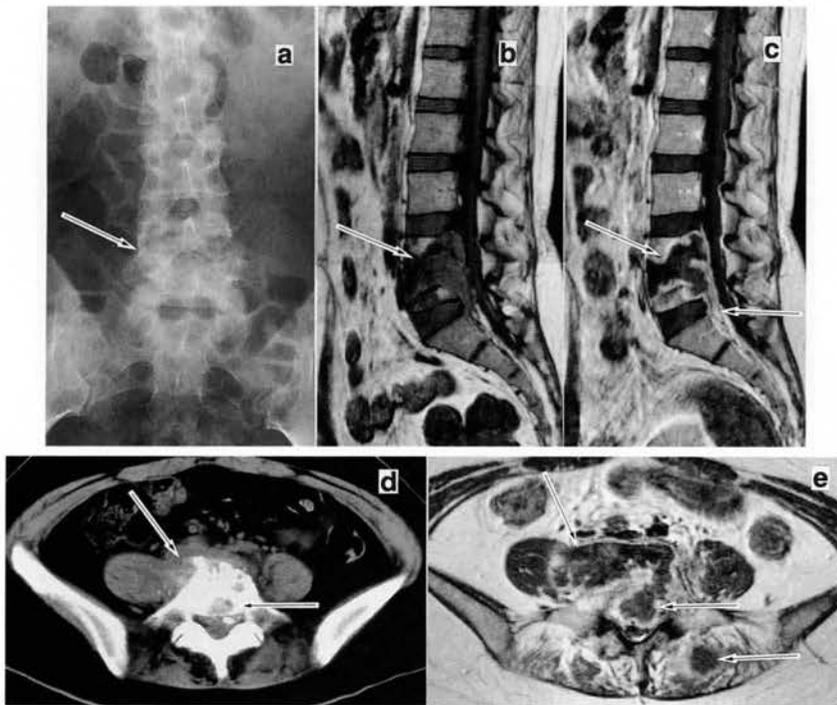


図6. 結核性脊椎炎

(a: 単純X線正面像、b: T1強調像、c: Gd造影像、d: CT、e: Gd造影像)

単純X線正面像では、L4およびL5椎体の骨破壊、椎間腔の狭小化を認めるが、骨硬化像は乏しい。T1強調像では、L4およびL5椎体および椎間板の破壊と脊柱管内への波及が明らかで、Gd造影T1強調像で辺縁が濃染し境界が明瞭となる。CTでは、骨破壊は明らかであるが周囲への病変の拡がりは不明瞭である。Gd造影T1強調像では、椎体から右腸腰筋周囲にかけての拡がりが明瞭で、左背筋群内の膿瘍も同定される。

### 1) 単純X線撮影

椎体の骨融解像、骨硬化像、骨融解像と硬化像の混在などさまざまなX線像を示すが、椎体から発生し椎弓根部へと波及する<sup>22)</sup>。椎間板は、腫瘍の浸潤に抵抗性があるため椎間腔は保たれることが多い。単純X線像では、骨の30ないし50%のカルシウムが消失してはじめて骨融解所見が現れるため、感度が非常に低い<sup>23)</sup>。

### 2) MRI

溶骨性の場合はT1強調像で低信号、T2強調像で高信号となり、硬化性の場合はT1強調像、T2強調像ともに低信号を呈する<sup>24)</sup>。骨粗鬆症による圧迫骨折との鑑別が問題となるが、特に急性期では、出血や浮腫をともない信号が不均一で鑑別が難しいが、脂肪髄が部分的に残っている場合は骨粗鬆症による可能性が高く、椎弓に異常信号が及んでいれば転移性の

可能性が高い。また、脂肪抑制像でのGd-DTPA造影の併用により転移巣が濃染し、鑑別に有用となることがある。脊椎炎との鑑別では、転移では椎間板が最後まで保たれることが多いこと、脊椎炎では椎弓や棘突起が冒されることが少ないことなどが挙げられる。

### 3) 骨シンチ

ほとんどの場合高度の異常集積として描出されるが、まれに集積を示さないこともある。多発していれば転移の可能性が高くなるが、脊椎症性変化との鑑別が常に問題となる。骨シンチにおける異常集積は、腫瘍の刺激による骨の反応を見ているため感度は単純X線撮影と比較して高いが、腫瘍そのものを描出するMRIの方がより鋭敏であり<sup>25)</sup>、骨シンチが陰性でMRIのみが陽性の症例が33.9%であったという報告もある<sup>26)</sup>。

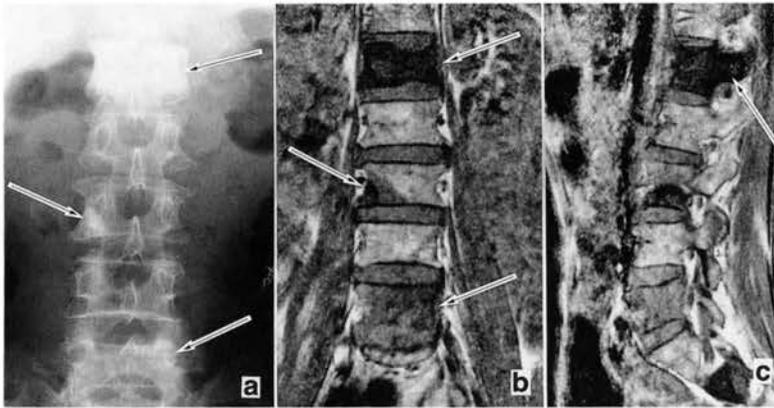


図7. 硬化型骨転移

(a : 単純X線正面像、b : T1強調冠状断像、c : 同矢状断像)

単純X線正面像では、L1椎体全体、L3椎体右下縁、L5左椎弓根の骨陰影の増強を認める。T1強調像では、L1椎体が著明な低信号を示し、側面像では椎弓の信号低下も明らかである。このほか、L5椎体全体と、L3椎体右下縁、S1椎体にも病変を認める。

#### 参考文献

- 1) Miyasaka K, Isu T, Iwasaki Y, et al.: High resolution computed tomography in the diagnosis of cervical disk disease. *Neuroradiology* 155 : 143-146, 1983.
- 2) Algra PR, Bloem JL, Tissing H et al.: Detection of vertebral metastasis : Comparison between MR imaging and bone scintigraphy. *Radiographics*, 11 : 219-232, 1991.
- 3) Modic MT, Steiberg PM, Ross JS, et al.: Degenerative disc disease : assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. *Radiology* 149 : 531-534, 1988.
- 4) 宮坂 和男, 阿部 悟 : 椎間板ヘルニア. *画像診断* 6 : 480-486, 1986.
- 5) Macnab I, McCullouch JA, Weiner DS et al.: Chemonucleosi. *Can J Surg* 14 : 280-289, 1971.
- 6) Masaryk TJ, Ross TS, Modic MT, et al.: High-resolution MR imaging of sequestered lumbar intervertebral disks. *AJNR* 9 : 351-358, 1988.
- 7) Hueftle MG, Modic MT, Ross JS, et al.: Lumbar spine : post operative MR imaging with Gd-DTPA. *Radiology* 167 : 817-824, 1988.
- 8) Bozzao A, Galluci M, Masciocchi C et al.: Lumbar disk herniation : MR imaging assessment of natural history in patients treated without surgery. *Radiology* 185 : 135-141, 1992.
- 9) 宮坂 和男 : 脊椎・椎間板病変のMRI. *日獨医報*, 33 : 563-574, 1989.
- 10) Zuckerman J, Derby R, Hsu K, et al.: Normal magnetic resonance imaging with abnormal discography. *Spine*, 13 : 1355-1359, 1988.
- 11) 酒井 和裕 : 全脊柱管狭窄に関するX線学的・臨床的研究. *日外報*, 51 : 976-994, 1982.
- 12) 国分 正一 : 頸部椎間板ヘルニア. *臨整外*, 24 : 289-297, 1989.
- 13) Badami JP, Norman D, Barbaro NM, et al.: Metrizamide CT myelography in cervical myelopathy and radiculopathy : correlation with conventional myelography and surgical findings. *AJR* 144 : 675-680, 1985.
- 14) Nagata K, Kiyonaga K, Ohashi T, et al.: Clinical value of magnetic resonance imaging for cervical myelopathy. *Spine* 15 : 1088-1096, 1990.
- 15) Statham PF, Hadley DM, Johnston RA, et al.: MRI in the management of suspected cervical spondylotic myelopathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 54 : 484-489, 1991.
- 16) 国分 正一 : 頸椎症性脊髄症における脊柱因子と脊髄圧迫のMRI. *臨整外*, 27 : 495-502, 1992.
- 17) 関 寛之, 津山 直一, 林 浩一郎ほか : 頸椎後縦靭帯骨化症185例の臨床的検討. *整外*, 25 : 704-710, 1974.
- 18) 橋詰 良夫 : 脊柱靭帯骨化症における脊髄病変.

整外 MOOK 50 : 120-130, 1987.

- 19) 勝呂 徹 : 炎症性脊椎疾患のMRI. Orthopedics, 42 : 71-78, 1991.
- 20) 扇 和之 : 結核性脊椎炎のMRI. 臨放, 33 : 1079-1086, 1988.
- 21) Smith A, Weinstein M, Mizushima A, et al.: MR imaging characteristics of tuberculous spondylitis vs. vertebral osteomyelitis, AJR, 153 : 399-405, 1989.
- 22) Alga PR, Hermans JJ, Valk J, et al.: Do metastasis in vertebrae begin in the body or pedicle? Imaging study in 45 patients. AJR, 158 : 1275-1279, 1992.

- 23) Galasko CSB : The pathological basis for skeletal scintigraphy. J Bone Joint Surg 57-B : 353-359, 1975.
- 24) Osborn AG : Tumor, cysts, and tumor like lesions of the spine and spinal cord.: Diagnostic neuroradiology, 1st. ed. Mosby, St. Louis : 876-918, 1994.
- 25) 村上 昌雄、黒田 康正 : 放射線治療から見た骨転移のMRIの有用性. 臨放, 37 : 327-335, 1992.
- 26) 鬼塚 英雄 : 転移性骨腫瘍. 臨放, 37 : 1277-1291, 1992.

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