

## 安全な MRI 検査のために～環境づくり～

### ～新人技師自動育成計画～

自治医科大学附属さいたま医療センター

小山 芳征

#### 1. はじめに

当センターの規模は病床数 608 床、26 診療科、1 日平均外来患者数 1,358 人であり、MRI 検査室においては東芝社製 MRI3 台 (EXCELART Vantage powered by ATLAS 1.5T、Vantage Titan 1.5T、Vantage Titan3T) を技師 5 人、看護師 3 人で日常業務を行っています。当センターでの安全に対する環境づくりや試みをご紹介しますと思います。

#### 2. 当直業務における MRI 検査と新人技師

当直業務で MRI を施行するようになり、新人技師にどのように教育すれば安全を確保し MRI を施行出来るかを MRI 主任技師とベテラン技師 K で検討し、討論しました。

#### 討論結果は無理。

MRI は常時磁場が発生しており、体内金属の把握や適応の有無、体外金属の排除、吸引事故の可能性が有りリスクが高いです。新人技師は MRI 装置の操作ができて、診断に耐えうる画像を得られても安全は守れません。

安全を守れるリスク管理の高い技師とは  
経験と知識を積んだ一人前の技師である。

ではどうするのか？

今までの教育体制では、個人差はあるが半年間でルーチンができるようになり、1 年間でリスク回避も含めて 1 人前と思われる実力を得ていました。

今回、新しい教育体制を確立し、教育期間を半減し、3 ヶ月でルーチン習得、半年間でリスク回避を含めた 1 人前の MRI 技師を育成する事を試みました。

#### 新教育体制での新人技師の目標

- ・危険を未然に防ぐ能力を半年間で身に付ける
- ・質を落とさない検査が施行できる
- ・患者さまに柔軟に対応した撮像ができる

#### 新教育体制での指導技師の目標

- ・同じ事を何度も言わなくてもよい環境を作る

#### 指導技師の目標を説明します

皆さんの MRI 教育環境で確認したいのは、去年、何度、同じ注意を若手技師にしましたか？

当センターでは、去年の新人技師 6 人、今年の新人技師は 7 人です。同じ注意を一人の技師に 3 回するとして、私は 2 年間で 39 回、同じ注意をしなければなりません。

もう うんざりです。

注意する内容は一つではありません、複雑で柔軟な対応が必要な MRI において、気を付けなければならない事が沢山あるので、私が新人技師に注意する回数はもっともっと膨大です。

そこで必要なのが「教育の効率化」です。

### 3. 教育の効率化とは

「病院業務はミスが許されない。技師もミスが許されない」当たり前ですがなかなか難しい。

新人技師が迷いや不安を抱えながら学ぶ現状を何とかしたいと思っています。

そのために、指導技師には大変だとは思いますが、1～10まで全てを書いた業務マニュアルを作成して欲しい。プロとして、職人としてのこだわりや考えを含めた各病院 MRI 検査室専用マニュアルで、これさえ見れば大抵の事はできる内容にします。

そのマニュアルを見ながら、新人技師は予習し、復習し、メモを取る必要もない状態が理想。

また MRI 撮像中も、そのマニュアルを見れば、注意点なども把握でき、見ながら撮像するイメージです。

新人技師がそれぞれ同じようなメモを取り、ノートをまとめることが本当に効率のかを考えて欲しい。

あなたの病院の教育方法は十年前と同じですか？ 改良されていますか？

「昔は自力で学んだ」ではダメだと思います。

さすが、〇〇病院放射線部だと胸を張れる教育システムにして欲しい。

### 4. 当センターのマニュアルとは (図 1, 図 3)

7つのマニュアルを統合し、これさえ見れば業務が成り立つようにします。

- ① 医療安全管理マニュアル
- ② MRI 安全管理マニュアル
- ③ 撮像マニュアル
- ④ 操作マニュアル
- ⑤ 作業マニュアル
- ⑥ 感染対策マニュアル
- ⑦ 業務到達度チェック項目

新マニュアルの効果

- ・新人技師が自動的に育つ
- ・優秀な新人技師はほっといても育つ・・・ならば全員がその状態を目指す
- ・指導技師側から見ると同じ事を何度も言わなくても良い環境

久しぶりに MRI を担当する若手技師への効果

- ・シーケンス・PE 方向・撮像方向を確認できる (撮像し忘れ防止)
- ・DYNAMIC のタイミングを確認できる
- ・簡単に検査内容・注意点を復習できる
- ・ちょっとした不安や迷いを自身で解決できる

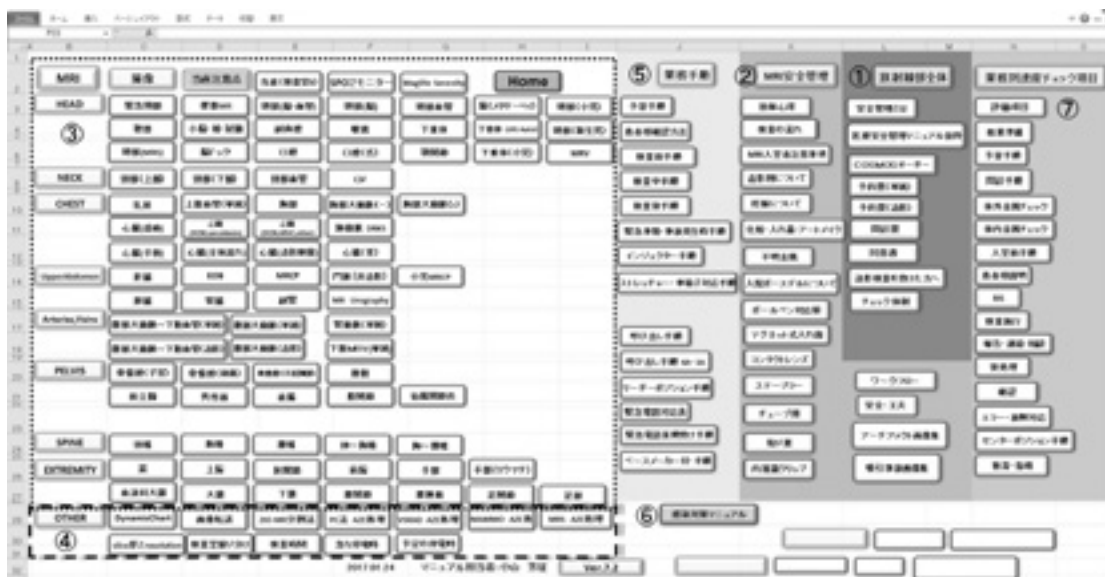


図 1 MRI マニュアル (全体像)

①医療安全管理マニュアルとは

放射線部全体のミスに対する予防策を提示するマニュアル（総論）

- ・指示医のオーダー段階でのミス
- ・患者取り違い・DICOM 通信ミス
- ・左右の誤認
- ・異物の写り込み
- ・撮像条件設定ミス
- ・接遇（体に触る時は、事前に声を掛けるなど）
- ・サーバー・データ整理段階のミス
- ・造影剤に関するミス（注射もれ、選択ミス）など

②MRI 安全管理マニュアルとは

- ・体内金属について
- ・体外金属について
- ・その他 MRI に関する全ての決め事を記載

③撮像マニュアルとは

- ・PE 方向やスライス厚、撮像するために必要な基本パラメーターが全て書いてあるマニュアル

④操作マニュアルとは

- ・MRI 装置・ワークステーション・サーバーへの転送方法などにおけるハードの使用方法を記載

作業マニュアル（手順書）と撮像マニュアルと操作マニュアルの違いを理解する。

⑤作業マニュアル（手順書）とは

- ・作業マニュアルとは、繰り返すインシデントを防ぐ為のルールである

作業マニュアル（手順書）を説明します。

例えば、ファーストフードのレジの操作において、マニュアル通りに操作をすれば商品と金額が入力され、買い物合計金額がはじき出される。しかし、注意していても、1,000 円を「1 万円」と間違えて入力してしまうことがある。結果お釣りを間違えて渡してしまう。

そこで作業マニュアル（手順書）が必要になる。

「1 万円入りま〜す」と言葉に出す、出さなくてもレジ操作はできるが、声に出すことによって、入力ミスを減らす事が出来ます。

「見れば分かるでしょ？」という基本的なミスが起こるのを防ぐためには、作業マニュアル（手順書）は必要で、現場の状況に合わせて追加・変更されることが多い。

同じようなインシデントが再発する場合は、マニュアルを作成する指導技師と若手技師との医療安全に対する意識の違いによるものと考えられる。すなわち安全な医療を行う上で、なぜその手順が必要になるのか個々が理解し、行動しなければ立派な作業マニュアルも意味がない。

指導技師側はマニュアル通りにやればいい・・・  
っていうけれど

新たなインシデントが生じるたびに作業マニュアルはどんどん書き換えられていく。それは膨大な量になって、多くのローテーターが内容を把握しきれず、曖昧なまま日常業務をこなす事になります。

そして忘れたところに大きなミスが生じてしまう。その繰り返しです。

この悪循環を防ぐためには

指導技師はなぜその手順が必要なのかを十分に、  
かつ分かりやすく説明しなければならない。

⑥感染対策マニュアル

- ・手指衛生方法：消毒方法や手袋を変えるタイミングなどを記載

⑦業務到達度チェック項目（図2）

・新人技師がどの程度業務を習得できているかを明確化したもの、3ヵ月後に新人技師に指導技師が渡す

新人技師に対して

学生時代の通知表のイメージです

- ・習得の有無
- ・反省点
- ・アドバイスを

図2 業務到達度チェック項目（詳細）



図3 MRIマニュアル（詳細）

5. 看護師さん視点の環境作り（チーム医療）

目標：患者さまのことは全て看護師さんに聞ける環境

看護師さんはMRI検査室に3人在籍するが、基本的には2人（リーダー、サポート）で3台の装置を担当して、残りの1人をフリーとする。フリーの業務内容（図4）は、明日の予習（約40人の明日の患者さまのカルテを見て、体内金属・体外金属・アルコール綿禁止・腎機能・閉所恐怖症の有無・検査中静止出来るか・眠剤必要性・妊娠・流産・化学療法など患者さまの全ての情報を得るイメージ）（図5）

得た患者さま情報から、

- ・6ヵ月以内の腎機能が評価されていなければ、主治医に採血オーダー依頼し、患者さまに電話して、MRI検査の1時間前に来院していただく
- ・他院で挿入した不明確なステントなどは、患者さまに電話して、挿入した病院に聞いていただき検査当日までにメーカー・型番を明確にして





## 6. 技師視点の環境作り

- ・マニュアルは最低年2回更新している
- ・昼食は後回しにしない  
11時～14時までに済むようにして、余りにも遅い時間にならないように配慮する。  
ミスが許されない医療において、ちゃんと休憩をとる事も大切にしたい
- ・通常業務時間に明日の予習時間導入  
通常業務後の夜に疲れた状態で  
明日の予習はしない

全員の昼食後に当日午前中の画像確認時間と明日の予習時間を各技師に順番に用意している。前週に各技師にポジションを提示しているの、自身が担当する装置で行う検査方法や患者さまの病変の把握を行う。迷いがある時は、放射線科医師や主任技師に確認し、指示を仰ぐ、検査に対応できるようにする。(作戦やどのような画像が欲しいかイメージする)

- ・吸引事故画像集  
インターネットより、数々の吸引事故画像をまとめ、マニュアル記載し注意喚起する。
- ・画像アーチファクト集  
よく見かけるアーチファクト画像をマニュアル記載して、新人が日常業務中にアーチファクトに気が付きやすくする。

最新の体内金属情報を手に入れる工夫をしている  
熊本大学：

MRI 検査における医療材料の適合性検索システム

<https://www.medic.co.jp/mridb/>

構想中

MRI・KYT（危険予知トレーニング）の導入  
MRI 検査室でよくあるインシデントを再現し、写真や動画でその場面を撮影し、どのようなリスクが潜んでいるか、クイズ形式で新人技師に出題して事故を未然に防ぐ力を育成する。

まとめ

- ・検査安全の質は準備で7割が決まる
- ・技師も看護師も準備に対して、十分な人と時間を確保している
- ・把握・予習・復習を大切に
- ・MRI 検査室の安全は、技師が守る意識を持つ

# 「プロトコルを考える」 ～基礎からの腰椎 MRI～

上尾中央総合病院  
石川 応樹

## 1. 腰痛の概論

### 1-1 はじめに

腰痛を訴える原因の約 8 割は、画像検査では異常が見られない非特異的腰痛といわれており、その 2/3 (腰痛全体の約半分) は、ストレス、不安、鬱などの心理的・社会的要因が関与している心因性腰痛症といわれている。

表 1 は、腰椎診療ガイドライン 2012 に記載されている腰痛の原因別分類である。

脊椎由来
腰椎椎間板ヘルニア
腰部脊柱管狭窄症
分離性脊椎すべり症
代謝性疾患 (骨粗鬆症、骨軟化症など)
脊椎腫瘍 (原発性または転移性腫瘍など)
脊椎感染症 (化膿性脊椎炎、脊椎カリエスなど)
脊椎外傷 (椎体骨折など)
筋膜性腰痛
腰椎椎間板症
脊柱靭帯骨化症
脊柱変形など
神経由来
脊髄腫瘍、馬尾腫瘍など
内臓由来
腎尿路系疾患 (腎結石、尿路結石、腎盂腎炎など)
婦人科系疾患 (子宮内膜症など)、妊娠
その他 (腹腔内病変、後腹膜病変など)
血管由来
腹部大動脈瘤、解離性大動脈瘤など
心因性
うつ病、ヒステリーなど
その他

表 1：腰椎の原因別分類  
(腰椎診療ガイドライン 2012 より引用)

一概に腰痛といっても、その原因にはさまざまなものがある。重要なのは、原因の明らかな腰痛を見付け出すことであり、それが画像診断の役割であると考えられる。

### 1-2 原因の明らかな腰痛

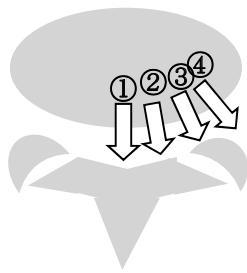
原因の明らかな腰痛としては、脊椎腫瘍、脊椎感染症、脊椎外傷、その他神経症状を伴う椎間板ヘルニア・脊柱管狭窄症・脊椎すべり症などが挙げられる。ここで『神経症状を伴う』ということが重要となる。その理由として、腰痛のない健常人でも約 8 割に椎間板の変性が見られ、約 7 割に椎間板ヘルニアが認められたという報告がある。検査を施行する上で、画像所見があるからといって、それが必ずしも症状を伴うものではないことを認識しておく必要がある。

## 2. 腰椎椎間板ヘルニア

### 2-1 概要

日本人の腰痛のほとんどは、坐骨神経痛が原因であるといわれている。坐骨神経痛の症状は臀部～大腿外側～下腿前面～足部に広がるしびれや放散痛である。神経支配を考えると、該当部位を支配しているのは下位腰椎神経根であり、それらの神経根が圧迫されていると推測される。

図 1 は、椎間板ヘルニアの局在を示したものである。椎体後面には後縦靭帯があるため、後正中型よりも後外側型の頻度が高い。また椎間板ヘルニアによって発症する症状は、同一椎間板レベルでも圧排部位によって異なる神経症状を呈することがある。例えば L4/5 椎間板で考えると、②で圧排すると考えられる神経は L5 神経根であるが、④で圧排すると考えられる神経は L4 神経根である。神経症状に対して撮像計画を立てる際には、このことにも留意する必要がある。



- ①後正中型 (15～20)
- ②後外側型 (80%)
- ③椎間孔内外側型
- ④椎間孔外外側型

図1：椎間板ヘルニアの局在

## 2-2 椎間板ヘルニアのプロトコル

- ・ Sagittal：T1WI、T2WI
- ・ Axial：T2WI

T2WI Sagittalでは椎間板の突出によるヘルニアの有無を、T1WI Sagittalでは主に椎体の変性を診る。Axialでは椎間板ヘルニアが神経根を圧排している程度を評価する。T1WIでは、脂肪消失などにより椎間孔狭窄の評価に有用な場合があるが、当院ではAxialはT2WIのみの撮像としている。

検査目的は坐骨神経痛を疑う場合がほとんどであるためL3～S1までを連続Axialにて撮像している。ただし『外側大腿皮神経痛』などの上位腰椎神経の圧迫が疑われる場合には、上位腰椎も連続Axialで撮像している。この理由となる症例を図2に示す。これは椎体中部に位置する椎間板ヘルニアの症例である。通常は椎間板に対して平行にスライスを計画し、それを中心として3スライス程度撮像している施設が多いのではないだろうか。しかし、図2の症例は、その撮像計画では捉えられない部位にヘルニアが存在している。このような症例を逃さないためにも、神経支配領域に合わせた連続Axialで撮像する必要がある。

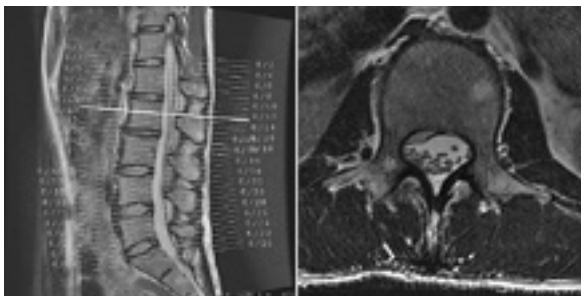


図2：椎体中部に位置する椎間板ヘルニア

## 3. 腰部脊柱管狭窄症

### 3-1 概要

腰部脊柱管狭窄症は、変形性脊椎症や椎間板や椎体終板の変性に加え、椎間関節過形成や黄色靭帯肥厚の増殖性変化により脊柱管が圧排され狭窄を起こすものである。

好発部位は頻度が高いものからL4/5、L3/4、L5/S1であり、椎間板ヘルニア同様、下位腰椎に偏っている。

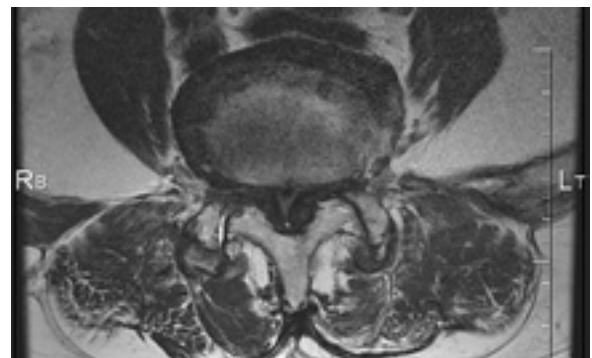


図3：腰部脊柱管狭窄症

### 3-2 腰部脊柱管狭窄症のプロトコル

- ・ Sagittal：T1WI、T2WI
- ・ Axial：T2WI

MRIでは椎間板突出、黄色靭帯肥厚、それらに伴う中心性、外側陥凹狭窄を描出することができる。Sagittalでは椎間板の突出、椎間関節の骨棘の評価を、Axialでは中心管および外側陥凹における脊柱管狭窄の程度を評価する。

図3は、腰部脊柱管狭窄症のAxial画像である。黄色靭帯が肥厚し脊柱管を圧排しており、左右の骨棘過形成も確認することができる。

## 4. 脊椎すべり症

### 4-1 概要

脊椎すべり症には分離すべり症と変性すべり症があり、分離すべり症は第5腰椎に、変性すべり症は第4腰椎に好発する。分離すべり症は脊椎分離があるために起こり、脊椎分離症の20%程度が分離すべり症に移行する。変性すべり症は椎体を支持している靭帯、椎間板、椎間関節などにゆるみが生じ、椎体を支えきれなくなることによ



て起こる。

基本的に脊髄すべり症の重症度評価は、腰椎単純 X 線側面像で行う。MRI の有用性は、スポーツなどを活発に行っている若年者に頻発する分離症の早期発見に寄与するとの報告がある。図 4 は、若年者の脂肪抑制付加 T2WI Coronal 画像である。左側椎弓に高信号を認め、分離症であることが示唆される。

#### 4.2 脊椎すべり症のプロトコル

- ・ Sagittal : T1WI、T2WI
- ・ Axial : T2WI、脂肪抑制付加 T2WI
- ・ Coronal : 脂肪抑制付加 T2WI

腰部脊柱管狭窄症のプロトコルを基本とし、分離部は脂肪抑制付加 T2WI でより鮮明な高信号を呈するため (図 5)、脂肪抑制を併用した T2WI を追加する。また通常の椎間板に平行な Axial 断面から下位 2 スライス程度を撮像しておくで椎弓が描出されるため、分離症が疑われる場合には下位 2 スライスまで撮像すると良い。

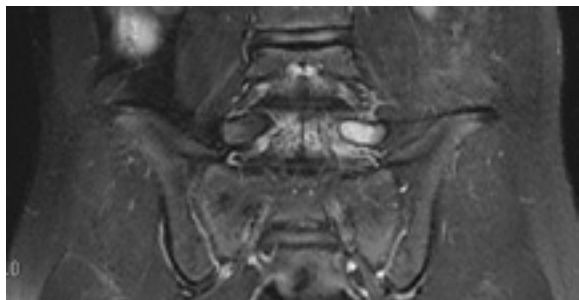


図 4 : 脊椎分離症 (脂肪抑制併用 T2WI)

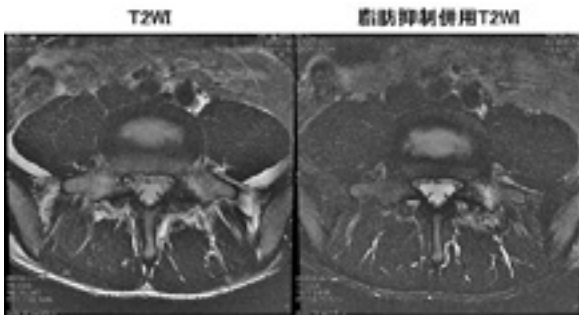


図 5 : 脊椎分離症 (脂肪抑制付加の有無)

#### 4.3 馬尾弛緩 (redundant nerve root)

前屈・背屈により、馬尾神経が狭窄部から上方へ押し出されることにより生じるたわみであり、高度の脊柱管狭窄が存在する場合に生じる、屈曲・蛇行した馬尾神経のことを示す。これが見られる場合には、弛緩部の遠位に高度な狭窄があることが示唆される。

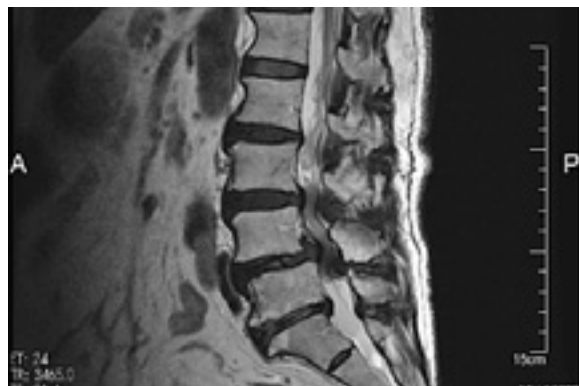


図 6 : 馬尾弛緩

### 5. 椎体骨折

#### 5.1 概要

骨粗しょう症や外傷によるものと、腫瘍性のものがあり、骨粗しょう症による脊椎圧迫骨折は、胸腰椎移行部に好発する。外傷性には圧迫骨折と破裂骨折があり、これらの鑑別が必要である。

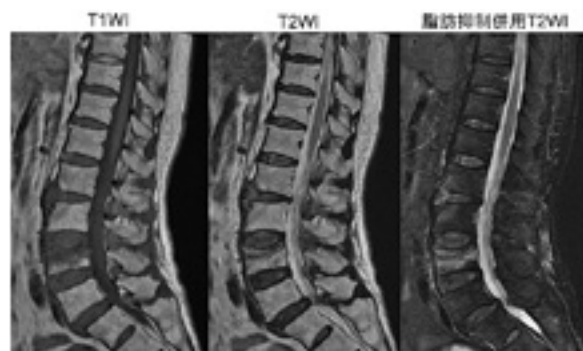


図 7 : 椎体骨折

#### 5.2 椎体骨折のプロトコル

- ・ Sagittal : T1WI、T2WI、脂肪抑制付加 T2WI
- ・ Axial : T1WI、T2WI

MRI では骨折部分が異常信号として捉えられ、変形が少ないものでも診断できる。また骨折の安

定性の評価と時期の推定、腫瘍性骨折の鑑別にも有用である。早期（発症後1ヵ月以内）の圧迫骨折では、MRI 検査において椎体変形、骨髄浮腫、T2WI における線状～帯状の低信号、椎体の後方への突出などの所見を示す。

ほとんどの場合、T1WI と脂肪抑制付加 T2WI で評価可能である。Axial では、椎体の圧潰による神経根圧排の程度や脊髄損傷、後方成分の損傷の評価を行う。

## 6. 腫瘍（転移性腫瘍）

### 6-1 概要

脊椎の悪性腫瘍の中で最も多いものは転移性脊椎腫瘍である。転移性腫瘍には大きく分けて、溶骨型、造骨型、骨梁間型、混合型の4種類があり、脊椎転移の頻度は骨梁間型>造骨型>溶骨型>混合型の順となっている。圧迫骨折を伴うものは骨粗しょう症による圧迫骨折との鑑別が必要となる。

表2をご覧くださいと分かる通り、転移性腫瘍は多種多様な信号パターンを示す。ここで、造骨型のDWIの信号強度を見ると不明瞭と記載されているが、最近では未治療の骨転移であれば、どのようなパターンであっても高信号を呈するとの報告があるため注意が必要である。

表2：骨転移の画像パターンと信号強度

パターン	T1WI	T2WI	造影 T1WI	DWI
溶骨型	低信号	高信号	増強	異常信号
造骨型	低信号	低信号	不明瞭	不明瞭
骨梁間型	等～低信号	等信号	等信号	等信号
混合型	低信号	部分的 高尊号	部分的増強	部分的 異常信号

### 6-2 転移性脊椎腫瘍のプロトコル

- ・ Sagittal：T1WI、T2WI、脂肪抑制付加 T2WI
- ・ Axial：椎体腫瘍部位の T1WI、T2WI  
(造影後：脂肪抑制併用 T1WI Sagittal、Axial)

椎弓は転移性骨腫瘍の好発部位であるため、Sagittal は必ず椎弓まで含めて計画する。Axial では腫瘍自体の評価と傍脊椎軟部組織や脊柱管内への進展、脊髄圧排の有無を評価する。

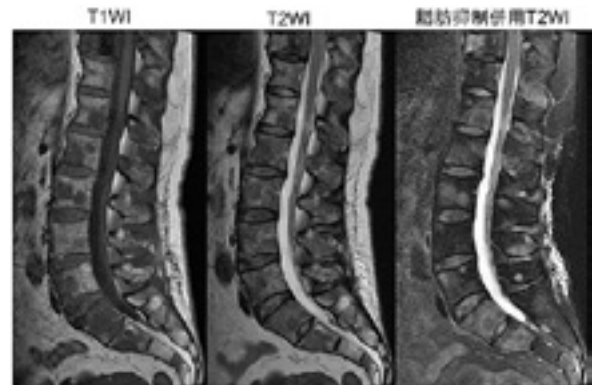


図8：乳がんのびまん性骨転移

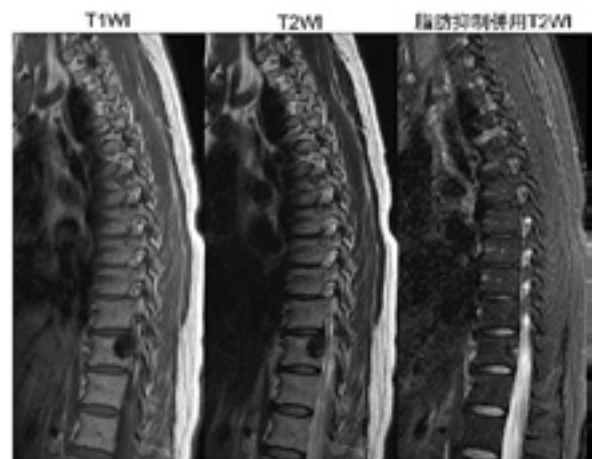


図9：造骨型骨転移

### 6-3 椎体骨折の良悪性の鑑別

良悪性の鑑別に In-Phase と Opposed-Phase の Subtraction が有用との報告がある。Subtraction 画像では良性の椎体骨折は高信号、悪性の椎体骨折は低信号となる。これは良性の椎体骨折は椎体内の脂肪髄が消失しておらず、Opposed-Phase にて信号低下をきたすが、悪性の椎体骨折は脂肪髄が腫瘍組織に置き換わっているため信号低下をきたさないことが原因と考えられる。

図10は、脊椎リンパ腫の画像である。L1に圧迫骨折を認めるが、Subtraction 画像では信号低下が認められず、良性骨折であると考えられる。

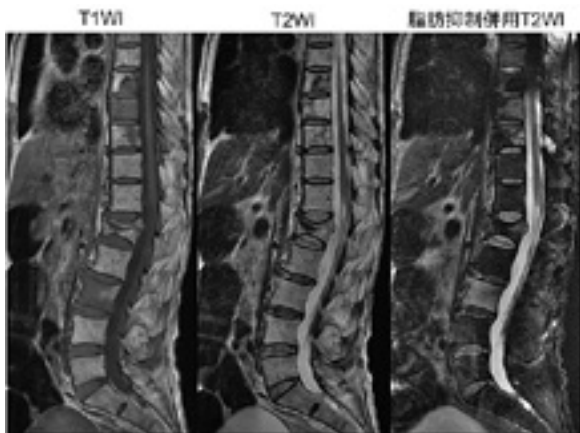


図 10：脊椎リンパ腫

## 7. 感染（化膿性脊椎炎・脊椎カリエス）

### 7-1 概要

化膿性脊椎炎と結核性脊椎炎では治療法が異なるため、早期に鑑別する必要がある。化膿性脊椎炎の特徴としては、椎体終板の骨破壊、骨硬化を伴い、椎間腔は早期より狭小化する。これに対し、脊椎カリエスでは椎体終板の破壊は少なく、椎間腔も保たれる。化膿性椎間板炎では侵襲性が強く、椎間板への浸潤が高い確率で起こるが、脊椎カリエスは進行が緩やかであるため、椎間板浸潤より前に前縦靭帯下や椎体後部要素へ進展する。そのため、脊椎カリエスでは、しばしば Skip lesion を生じる。

好発部位については、化膿性椎間板炎は下部腰椎であるのに対し、脊椎カリエスは中部胸椎～移行部となっている。

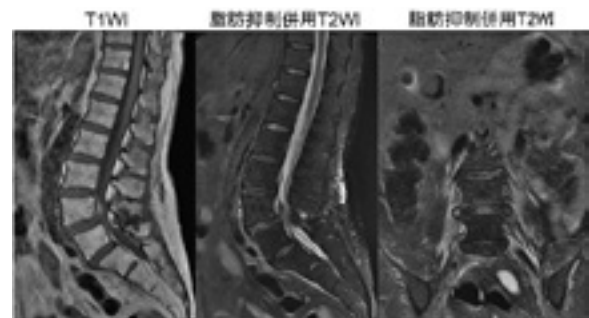


図 11：化膿性脊椎炎

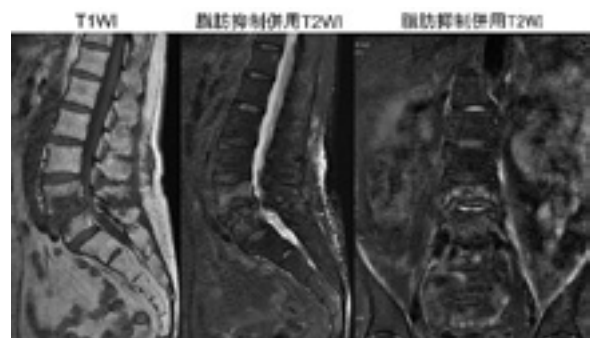


図 12：化膿性脊椎炎（3 カ月後）

Gillams らによると、化膿性椎間板炎の治療後の MRI 検査では、臨床症状の改善があっても骨および椎間板の異常信号は続くとしており、軟部腫瘍の消失と骨髄への脂肪沈着が治癒過程に入っている際の最も頼りになる所見であると報告されている。

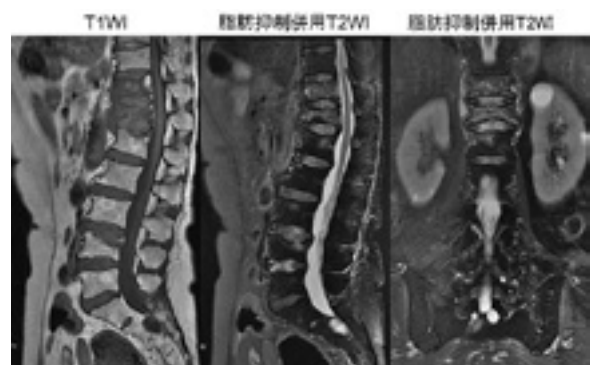


図 13：脊椎カリエス

### 7-2 感染のプロトコル

- ・ Sagittal：T1WI、T2WI、脂肪抑制併用 T2WI、DWI
- ・ Coronal：脂肪抑制併用 T2WI
- ・ Axial：T1WI、T2WI



急性期の画像所見は、骨髄性浮腫と血流増加を反映し、T1WIにて低信号、T2WIで等～高信号、脂肪抑制併用 T2WIで明瞭な高信号を呈する。化膿性脊椎炎では硬膜外膿瘍や傍椎体腫瘍を形成し、脊椎カリエスでは腸腰筋膿瘍を合併することがあり、脂肪抑制併用 T2WICoronal がこれらの検出に有用である。

若年者の赤色髄では T1WI で正常な椎体の信号が低いため、骨髄の浮腫がマスクされてしまうことがあるため、注意が必要である。

感染の Axial は全体的な炎症の程度や範囲を把握することが重要であるため、図 14 に示すように、L1～S1 を全て含むよう連続 Axial で計画する。

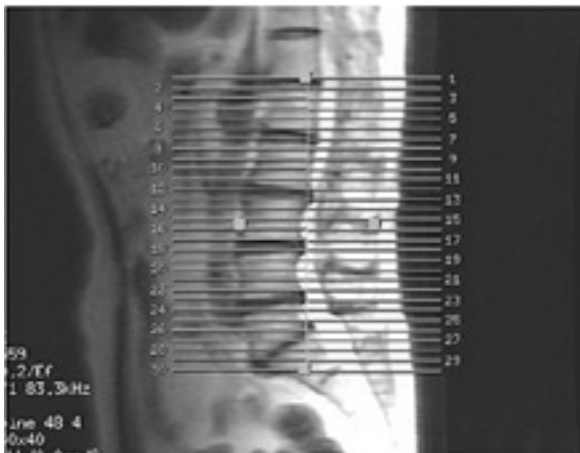


図 14：感染の Axial 撮像計画

### 7-3 DWI の有用性

図 15 は、化膿性脊椎炎の画像である。T1WI で L5/S1 の椎間板は低信号、椎体も骨髄浮腫で低信号、脂肪抑制併用 T2WI で高信号となっており、椎体後方に硬膜外膿瘍を認める。また椎体終板は保たれている。同部位は DWI でも高信号を呈しているが、DWI ではさらに S2 にも明瞭な高信号を認め、炎症の波及があることが分かる。

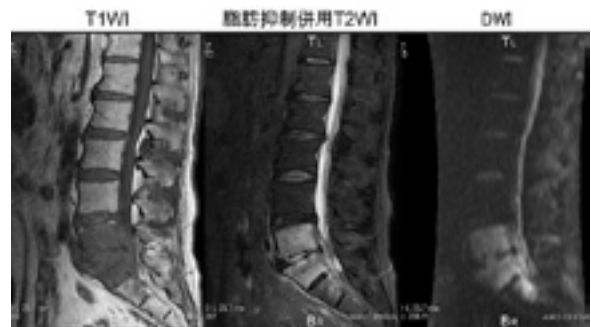


図 15：化膿性脊椎炎

### 8. おわりに

腰椎 MRI 検査の目的にはさまざまな疾患があり、それぞれに応じた撮像プロトコルを適用する必要がある。適切なプロトコルを適用するためには、検査目的を正確に把握し、検査に臨む必要がある。検査目的が腰椎椎間板ヘルニアと書かれているだけで、詳細な内容が記載されていないこともあるだろう。そのようなときにはカルテを開き、症状を確認することで、デルマトームからおおよその神経を推定することができるため、撮像範囲を特定することができる。

本稿では、腰椎 MRI における各疾患別に適切と思われるプロトコルを提示した。これが腰椎 MRI 検査を行う上で、撮像計画の一助となれば幸いである。