

ラジオロジー

放射線医療と患者さんを結ぶ広報誌

27
2016年

特集◎骨関節領域の画像診断

東京慈恵会医科大学放射線医学講座
福田 国彦 (ふくだ くにひこ)

■世界の街角から
進化するウランバートルと草原の国モンゴル
首都大学東京健康福祉学部
古川 顕 (ふるかわ あきら)

■My Hobby
鉄道模型
第54回 日本放射線技術学会総会学術大会 大会長
畑川 政勝 (はたがわ まさかつ)

患者さんに

やさしい放射線医学を求めて…

ラジオロジー(Radiology)とは放射線科学のことです。
ラジオロジーは体の中を切らずに、見ます。エックス線写真からはじまり、ここまで来ました。

日本ラジオロジー協会

「みえる・わかる・なおる」をテーマとして放射線科学は医療に幅広く貢献しております。

[特集]

骨関節領域の 画像診断

東京慈恵会医科大学放射線医学講座
福田 国彦 (ふくだ くにひこ)

はじめに

骨・関節・軟部組織のような運動器領域では単純X線写真、CT、MRI、超音波検査が良く使われます。その中で、単純X線写真、CT、MRIについて、それぞれの画像の特徴やどのような使い方をしているかを紹介します。

1. 単純X線写真

X線写真の濃淡(コントラスト)は体を透過するX線量で決まります。その量は構成している組織の密度と原子番号に依存します。すなわち、空気を含む肺のように軽い組織ではX線が沢山透過して黒く映し出され、骨のようにカルシウムを含む重い組織ではX線の透過性が悪く白く映し出されます。それ以外の筋肉、肝臓、心臓、血管、脳など水よりも少し重い軟部組織は中間の灰色に映し出され、臓器の間で余りコントラストが付きません。水よりも少し軽い脂肪は、他の軟部組織よりも少しだけ明るい灰色に映し出されます。単純X線写真において黒く映し出される肺や白く映し出される骨は、軟部組織の灰色を背景にコントラスト良く描出されます。したがって、肺や骨は単純X線写真で病気を発見し評価し易い臓器と言えます。医療施設であれば基本的にいつでもどこでも撮影が可能であることも手伝って、肺や骨の病気ではまず単純X線写真が撮影されます(図1)(図2)。

2. CT

CTは体の全周からX線を照射して、検出器で捉えたX線量をコンピュータ演算して体の輪切り画像を作ります。最近のCTは細かな輪切り像を積み重ねた、三次元のデジタル画像データを持ちます。また、CTもX線を使った検査ですが、単純X線写真より軟部組織のコントラストが少し強調できます。

重なり像のない細かな画像であるため骨の小さな病変を検出するのに適しています(図3)。三次元デジタル画像データをもとに横断画像だけでなく病気の評価に適した断面の画像や、立体的な三次元画像を作ることにも出来ます(図4)。細かな画像データが得られるので、今話題の3Dプリンティングの技術を駆使して実物のような解剖模型を

図1 右下腿骨折



- A. 脛骨と腓骨に横骨折(単純骨折)を認める(→)。
B. 脛骨に多骨片骨折(粉碎骨折)を認める(○)。
単純骨折よりもはるかに予後が悪い。
腓骨は横骨折。

図2 左橈骨の骨巨細胞腫

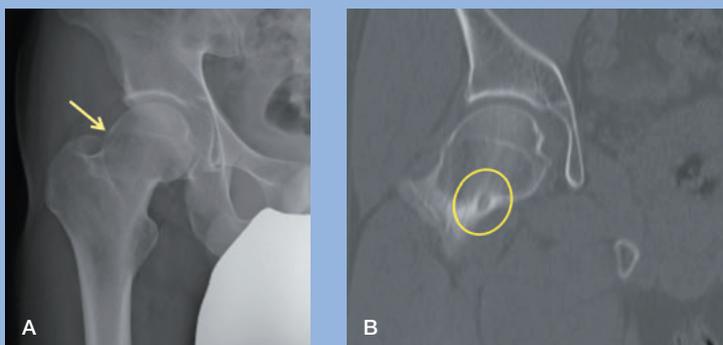


関節直下に達する偏在性の辺縁明瞭な膨脹性骨融解像を認める(→)。いずれも骨巨細胞腫に特徴的な所見である。

作製することもできるようになりました。手術前の検討や医学教育に応用され始めています。

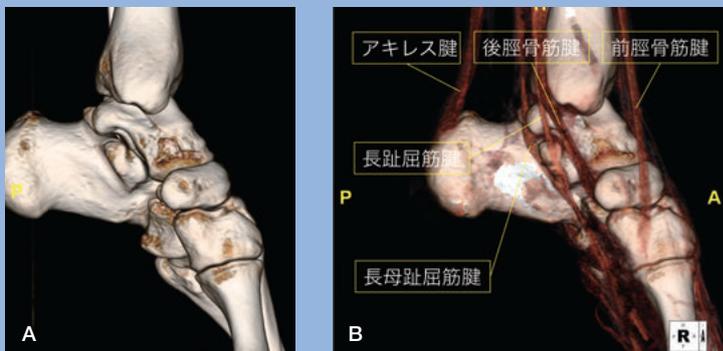
また、単純X線写真と比べてコントラストが良いため、関節の中や骨の中の状態もある程度観察することができます(図5)。さらに、最近では二つのX線管球を使うなどの工夫をして、異なるエネルギーのX線を同時に照射する

図3 大腿骨の類骨骨腫



- A. 大腿骨の骨頭・頸部移行部外側に骨性膨隆があり(→)、大腿骨と寛骨臼蓋が衝突して疼痛を生じる病変が疑われた。
- B. CTの冠状断再構成画像では辺縁に骨硬化を伴う限局性の小さな骨融解巣があり、内部に石灰化を認める(○)。関節疾患ではなく類骨骨腫という骨腫瘍による疼痛であることが判明した。

図4 足関節CTの三次元表示



- A. CTの容積画像データから骨表面の域値で画像を作成すると、骨の三次元画像がとれる。
- B. Aの骨に、腱組織を表示した画像。三次元画像は画像解剖の教材としても使われる。



図5 膝関節CTの矢状断再構成像。

十字靭帯が筋肉よりも少し白く描出されている(→)。靭帯は筋肉よりも組織密度が高いためX線透過性が少し悪いのである。軟部組織は単純写真では均一に描出されるが、CTでは断層画像であることとコントラスト分解能が少し良いことから、MRIほどではないが軟部組織の診断にも利用される。本症例では膝蓋骨上部の大腿四頭筋前面の筋膜下に皮下脂肪と同様に黒く描出される腫瘍があり、脂肪腫(☆)と診断できる。

ことで、体の物質の識別が少しできるようになりました。例えば、痛風患者の関節の周りなどに出来る痛風結節の尿酸ナトリウム結晶を背景の軟部組織と識別して、可視化できるようになりました(図6)。

3. MRI

MRIはX線を使わずに磁場を使って画像を作ります。水素原子を標的にラジオ波を照射して水と脂肪に含まれる水素原子から発生するエネルギーを画像にしています。したがってMRIは水と脂肪の画像と言えます。脂肪組織は筋肉や神経・血管の周囲を取り囲むため、運動器領域の解剖を認識する上で重要な組織です。しかし、脂肪を認識することで診断できる病気は限られています(図7)。したがって、特殊な病気以外では、脂肪はMRI診断における脇役になることが多いです。一方、浮腫、炎症、挫傷、腫瘍など病気の部位は基本的に水が増加します。すなわち、水はMRI診断の主役といえます。T1強調像、T2強調像、プロトン密度強調像、脂肪抑制像、水強調像、拡散強調像、MR血管撮影など撮影の仕方によって、水分の量や水の置かれている環境を反映した画像を作り出すことが出来ます。これらの中から疑われる病気に適したものを選んでMRIの撮影は行われます。

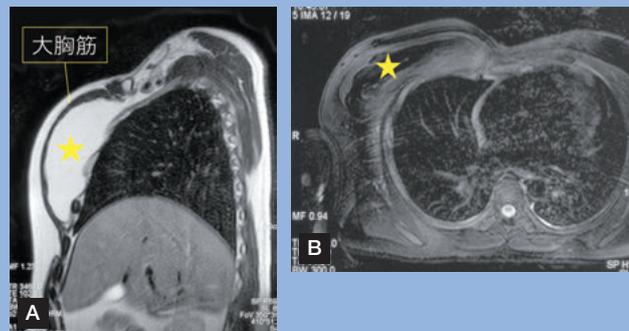
MRIは骨皮質を描出することができません(骨には脂肪も水もありません)が、骨髓を見ることはできます(脂肪と水があります)。単純X線写真で明らかな異常が無くても、MRIで骨髓内の骨腫瘍が骨外に進展している様子をつかえることができます(図8)。皮下組織の浮腫や臓器の浮腫のように、骨髓の浮腫を映し出すこともできます。特にMRIの脂肪抑制像では骨髓浮腫が白く浮き上がっ

図6 デュアルエネルギーCTによる痛風結節の描出。長期にわたり痛風を患っている50歳台の男性。



- A. 軟部組織に尿酸ナトリウム結晶が沈着して形成される腫瘤（痛風結節）がすこし白っぽく映し出されている（→）。
- B. デュアルエネルギーCTで尿酸ナトリウム結晶を他の組織と識別して、緑色に表示した画像である（→）。A.では分かり難い部位への尿酸ナトリウム結晶の沈着も明瞭に描出されている。肉眼的に認識し易く治療効果が目に見えるため、依頼医師のみならず患者からも好評である。

図7 胸壁深部の脂肪腫。女性化乳房が疑われてMRIが行われた30歳台の男性。



- A. 大胸筋の深部にT1強調像で高信号の軟部腫瘤を認める（☆）。
- B. T2強調脂肪抑制像では腫瘤の信号が抑制されており（☆）、大胸筋下の脂肪腫であることが分かる。

図9 中足骨の疲労骨折。フットサルをしていて右前足部に疼痛が出現した。



- A. 単純X線写真で異常を認めない。
- B. T1強調像で第3中足骨の骨髓信号が低下している（○）。
- C. T2強調脂肪抑制像で骨髓浮腫に相当する信号上昇があり、骨表面にも浮腫性変化が波及している（○）。

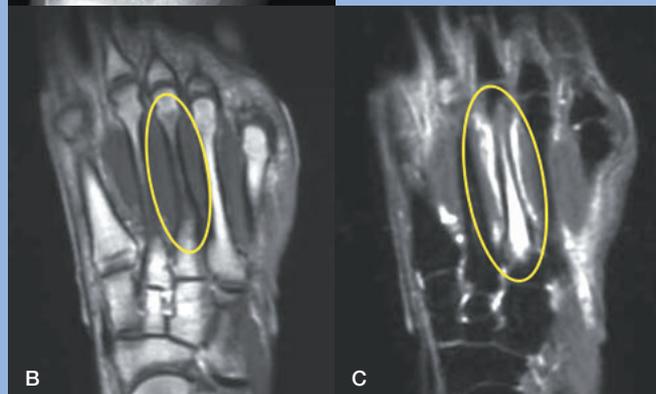


図10 変性性腰部脊柱管狭窄症



- T2強調矢状断像で第4腰椎に変性すべりがあり、第4/5椎間板には変性と第4椎体背側を上行する椎間板ヘルニアを認める。後方では黄色靭帯に肥厚を認める。そのため第4/5椎間レベルにおいて腰部脊柱管狭窄をきたしている（○）。同レベルの棘間靭帯に水信号みられ、変性ないし損傷に続発した棘間靭帯滑液包炎である（→）。

図11 前距腓靭帯の急性損傷



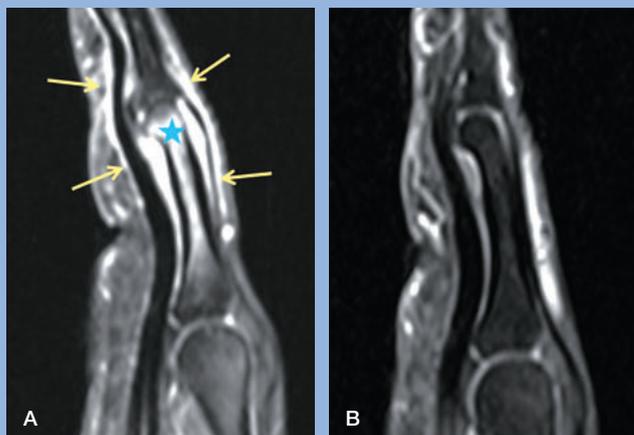
- 道の段差で足を強く捻じった後から疼痛と腫脹が続く。T2強調脂肪抑制像で足関節周囲に高度の浮腫性変化を認める（○）。前距腓靭帯に腫脹と信号上昇があり（→）、急性損傷である。

図8 脛骨の骨原発の悪性リンパ腫



- A. 単純X線写真では異常を指摘することは難しい。
- B. T2強調脂肪抑制像で脛骨骨幹の広い範囲に淡い信号上昇があり、皮質骨の低信号を保ちながら骨表面に病変の進展がみられる(○)。本症例のように非常に侵襲性の高い骨腫瘍では、単純X線写真で異常を指摘することは難しいことがある。

図12 乾癬性関節炎の治療効果判定



- A. 治療前はT2強調脂肪抑制像で屈筋腱と伸筋腱の炎症(→)、関節周囲炎、骨髄浮腫(☆)があり強い炎症がある。
- B. 生物学的製剤による治療後。病的な高信号域が無くなり炎症が消失している。

で見えてきます。骨髄浮腫は、骨髄炎、関節炎、骨挫傷、単純X線写真で捉え難い特殊な骨折(図9)など沢山の病態で起こることが分かってきました。

単純写真やCTでは関節の中を見ることはできません。関節の中の靭帯や半月板などを見るには、造影剤という薬を関節の中に注射する検査(関節造影)をしなければなりません。脊椎では脊柱管狭窄や腫瘍の診断目的で脊髓腔を見るには、背中に針を刺して造影剤を注射する検査(脊髓造影)をしなければなりません。しかし、MRIでは注射をすることなく、関節や脊椎の解剖や病変を直接見ることができます(図10)。

軟部組織でも、筋・腱・靭帯などに損傷や炎症が起これば水分が増えます。したがってこれらの病変を敏感に描出するには脂肪抑制像が重要です(図11)。炎症や腫瘍のように血流が増える病態では、造影剤を静脈から注射して病変を強調して写すこともあります(図12)。

おわりに

単純X線写真は骨の描出に優れ、基本的にいつでもどこでも撮影ができる利点があります。CTもX線を使った検査なので画像コントラストは単純X線写真と同じです。しかし、細かな容積データが撮れるので、検査後に任意方向の画像再構成や立体画像が作成できます。また、最近では3Dプリンティングへの応用がなされるようになってきました。MRIは水と脂肪の画像です。運動器の診断では脂肪の信号が邪魔をすることが多いため脂肪抑制像を多用します。また、X線検査と異なり沢山の画像情報の引き出しがあります。放射線科では、目的に応じて撮影法を適宜選択してMRI検査を行っています。



世界の街角から

進化するウランバートルと草原の国 モンゴル

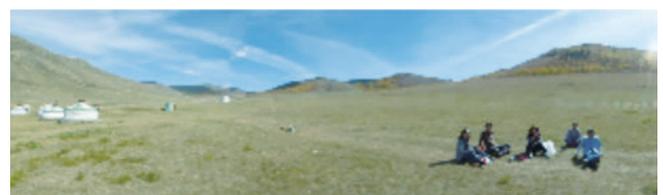
首都大学東京健康福祉学部

古川 顕 (ふるかわ あきら)

モンゴル国は、ロシア連邦と中華人民共和国・内モンゴル自治区、新疆ウイグル自治区に囲まれた内陸国で、東アジア北部の標高1000mを超える高地（首都ウランバートルは海拔1351m）に位置します。相撲力士の活躍で親しみを感じるようになりましたが、まだ、日本からの旅行者は少ないのが現状でしょう。日本放射線科専門医会・医会では希望者を募って毎年ウランバートルを訪れ、モンゴルの放射線科医と交流を行っていますが、中心街の近代化のスピードには目を見張るものがあります。都心には高層ビルが立ち並び、今も高層マンションの建設ラッシュが続きます。空港から中心街へ伸びた道は一昨年まで未舗装であったものが去年には片側3車線の高速道路に変貌しました。ただ、郊外へ車を20分走らせると人工的なものは全て姿を消し、そこには放牧される家畜が戯れる草原が360度広がり、初めて訪れる人はただただ目を奪われることとなります。



草原に並ぶゲル(ホテルとして営業)



広がる草原：右はモンゴル訪問参加者、左はゲル(モンゴルテント)



遠方に広がるウランバートル市街とその奥に広がる山々(草原)
右手前は建設中のビル



モンゴル訪問時に参加した2015年モンゴル医学放射線学会

モンゴルでの食事は羊や牛、馬などの肉食が中心で、お酒はウォッカが好まれます。お酒好きの人でも気をつけないと足を取られかねません。また、肉料理には香辛料があまり使われないので胡椒などを持参すると良いかもしれません。

10月から4月までは最低気温が氷点下(12月から2月は-30度以下)となる極寒の地ですが、5月から9月には過ごしやすいとなり、特にナーダム祭(革命記念日に3日間行われる夏祭り)が行われる7月初旬は最高の季節となります。是非、一度、モンゴルをお訪ねください。

My Hobby

鉄道模型

第54回日本放射線技術学会総会学術大会 大会長
畑川 政勝 (はたがわ まさかつ)

私の趣味は鉄道模型です。

簡単に言えば汽車のおもちゃで子供の遊びと思えるかもしれませんが、子供の時から71才を超した今までのめり込んでいます。ということはこの趣味、実に懐が広いというか年齢に応じた楽しみ方が出来るわけです。そして実物をきっちり縮尺した模型を作る職人技を持っている人や、完成車輛を集める人、はたまた、情景を作ってその中で列車を走らせるなど、いろいろです。さらに、模型の縮尺も色々あり日本ではNゲージと呼ばれる1/150のものが主流ですが私はそれより大きい1/87のHOゲージをメインにしています。何か模型の説明になってしまいましたが、私はどうも情景が好きなのです。若い頃に、Nゲージで大阪梅田の風景を作りましたが完成に近づくにつれ、家に帰ってまで都会の混雑した風景を見るのが嫌になり、気分を一新してスイスの景色を作りました。ユングフラウやマッターホルンの麓をスイスの列車が走る。これはとても気持ちが良い、それ以来殆ど毎年ヨーロッパに行き列車や景色を見るだけではなく鉄道模型も購入して来ました。そして、家の中にスイス、ドイツ、オーストリアなどの情景を次々に作って来ました。もちろん車輛を作ったり改造したりもします。

また、ドイツに行った時にはビュルツブルグでレントゲン博士の研究室や、シーメンスのMRI工場を見学させてもらったり、装置の設置で知り合ったフィリップスの技術者にフランクフルトにある世界一大きな鉄道模型の展示、ミニチュアワンダーランドを案内したり(されたのではない)して、多少とも技師の一面が顔を出すような事もして来ました。



写真1：iPadで運転。後ろは自作したドレスデン(ドイツ)の情景

鉄道模型も今やデジタル制御の時代で、私はiPadやiPhoneを使って運転しています(写真1)。しかし、残念な事にこの分野で日本は完全に遅れていて、日本型しか知らない模型人(ほとんどがそうですが)は、デジタルは全く知らないとか、店でもデジタル機器は置いていません。私は海外によく行ったので、世界標準になっているデジタルシステムには早くから興味があり、その恩恵を受けた運転をしています。例えば機関車から汽笛や蒸気の音を出したり、複数の列車を同じ線路の上で走らせたり、さらにモーターの回転数を検出して坂でも速度が変わらないようにする事などです。

今では仲間と年数回集まって運転会を開いています(写真2)。放射線技師と違う仲間と遊ぶのも楽しいものです。

ちなみに、ホームページも作って鉄道模型関係を載せていますが、放射線に関する事も載せてしまいました。あまりにも一般の人が放射線を怖がりすぎるからです。やはり本職が忘れられないのかもしれませんが。

なお今は日本の田舎を作っています(写真3)。これもデジタル制御です。



写真2：小さなモジュールを持ち寄って運転会

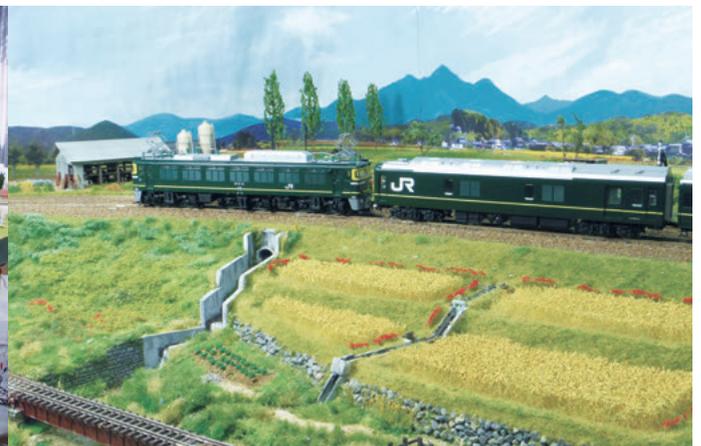


写真3：今作っている日本の情景

編集後記



当該号の「特集」は、骨関節領域の画像診断について東京慈恵会医科大学放射線医学講座の福田国彦先生にご執筆いただきました。骨関節等の運動器領域での単純X線写真、CT、MRIについて、それぞれの画像の特徴やその使われ方をとてもわかりやすく解説していただきましたので、受診の際の参考にされると良いと思います。「世界の街角から」では、古川顕先生にモンゴル国の急速に発展する首都ウランバートルとその郊外に広がる大草原の様子を美しい画像を交えてご紹介頂きました。モンゴルでの食事の中心となる肉料理には香辛料があまり使われていないようで、胡椒などの持参がお勧めのようですのでモンゴルを訪問される予定のある方は是非ご参考にされると良いと思います。「My Hobby」では、畑川政勝先生に鉄道模型の魅力について寄稿いただきました。鉄道模型の世界でもデジタル化が進んでおり汽笛などの音の演出、速度制御や同じ線路上での複数列車の運転制御が可能ようです。畑川先生は鉄道模型専門誌へのご寄稿も多く、記事をご覧になった方もおられると思います。

執筆頂きました先生方、どうも有り難うございました。

ご意見、お問い合わせなどがございましたらJRC事務局 (office@j-rc.org) までメールでお寄せください。

JRC広報委員



JRC
Japan Radiology Congress

監修 公益社団法人 日本医学放射線学会
<http://www.radiology.or.jp/public.html>

発行 一般社団法人 日本ラジオロジー協会
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-8
神田駿河台ビル7F
TEL 03-3518-6111/FAX 03-3518-6139
<http://www.j-rc.org/>

発行日 平成28年8月25日 第14巻第2号 通巻27号