

救急撮影

名古屋第二赤十字病院 医療技術部 放射線科 大保 勇

<はじめに>

救急撮影に携わるすべての技師に、知っておくべき知識がある。それは、外傷初期診療ガイドライン（JATEC：Japan Advanced Trauma Evaluation and Care）の概念である。救急初期診療の原則として、命の安全を保証し、そのうえで根本治療が必要な傷病を検索することにより、その目的にかなった診療の標準化として JATEC がある。外傷診療のガイドラインではあるが、今日では全ての救急患者の診療に共通する概念である。ある論文で、「チームのメンバーが診療の標準化（共通言語を理解）することにより、蘇生段階、診断段階、救急室での滞在時間が短縮した」として、JATEC などでは、メンバー間での標準化（共通言語）が必要で、JATEC をメンバーが理解し、共通言語として機能させることが不可欠とされている。JATEC の概念を理解している技師が増えれば、患者さんのアウトカム向上につながることになる。ここでは割愛させていただくが、是非とも JATEC や救急撮影ガイドラインなどの書籍、インターネット、勉強会等で知識を得て欲しい。

ここでは、“救急撮影のコツ”について外傷を中心に概説したいと思う。

<外傷 バックボードでの撮影>

Primary Survey 胸部・骨盤単純 X 線撮影のコツ

●スぺーサーの使用

バックボードは早期離脱が理想ではあるが（JATEC では 2 時間以上使用しないことになっている）、バックボードでの撮影が多くの施設で行われている。スぺーサーは 2004 年に発刊された「改訂第 2 版プレホスピタル外傷学」という著書で紹介されており、救急に関連する勉強会や SNS 等により全国に広まったと思われる。

・ X 線検出器が挿入しやすく微調整が可能なスぺーサー（図 1）を使用する。迅速性と安全性、正確性にも役立つツールである。

・スぺーサーの置く位置は頭部直下と大腿骨骨幹部直下がベスト。あらかじめストレッチャーの置く位置にマーキングをしておくといよい。（図 1）

・スぺーサーの材質による挿入のしやすさに変化はみられないが、軽量の硬質発泡スチロール（断熱材）が持ち運びや安全面で最適であり安価である。硬質発泡スチロールのみで

使用すると破損するケースがある。その補強策としてベニヤ板やアクリル（約 5mm）を硬質発泡スチロール（約 3 cm）で挟み込んで作成するとよい。（高さ 6.5 cm）

- ・高さはストレッチャーのマットの材質に依存するが、約 6～7 cm くらいが最適である。
- ・バックボードは反るため CPR 用のスペーサーも準備しておく。



図1 虎テープでストレッチャーにマーキング

●ポジショニング時のチェックポイント

（胸部）

- ・正面性の乏しい画像は縦隔が偏位し縦隔の開大評価や気胸の診断に支障をきたすため注意する。
- ・鎖骨から肋骨が含まれるように検出器のサイズ、向きに注意する（半切縦置きが望ましい、可能であれば 17×17 インチサイズの使用がベスト）
- ・高齢者など、背中中の皮膚の皺が映り込む可能性がある場合、皮膚を伸ばして撮影するか、両手拳上とし撮影する。（関連する部位に損傷があれば無理はしない。）
- ・体温計、湿布、ネックレス、ボタン類、金属フックなどの障害陰影の排除に努める。

（骨盤）

- ・ポジショニング時に恥骨や腸骨など**骨盤部を触らない**。（二次損傷の回避）
 - ・ピットフォールとなる**高位後腹膜を含めた撮影**が有用で、半切を縦方向に使用して撮影するのが良い。その場合の最適な検出器の位置は、目視により検出器の中心を**上前腸骨棘**にすると良い。わかりづらい場合には陰部や臍部で総合的に判断する。（可能であれば 17×17 インチサイズの使用がベスト）
 - ・正面性の乏しい画像は左右を比較して読影を行う際に支障をきたすため注意する。
- 正面性の確認は**恥骨結合上縁と左右の上前腸骨棘を結ぶ 3 点が水平**であるか確認する。

- ・障害陰影の排除に努める。
- ・撮影の基本である両下肢伸展位、両下肢を内旋することが望ましいが、二次損傷を与えてしまう可能性があり、臨機応変な対応が必要であり必須ではない。
- ・肢位異常、打撲痕や皮下出血、下肢長差、開放創の有無を確認し、受傷機転などあらゆる情報収集に努める。
- ・若年男性には生殖腺防護を考慮する。

●撮影時のチェックポイント

- ・皮下気腫を見逃さないために、**照射野を過度に絞らない**。
- ・息止めが困難な場合や体動が激しい場合は**短時間曝射**を考慮する。
- ・バックボード装着時は線量の増加を考慮する。
- ・読影で必要となる仙腸関節や仙骨孔、腰椎横突起を描出させる必要があり、コントラストを意識した撮影が必要である。
- ・画像にマークを付ける場合には、胸部・骨盤部にかからない位置に置く。
- ・受傷機転や損傷部位などあらゆる情報を得て、CTの撮影に活用する。

●スクープストレッチャー搬送時の対応

JPTEC(Japan Prehospital Trauma Evaluation and Care) アップデート 2016 により、脊椎運動制限 (SMR : Spinal Motion Restriction) の概念が導入され、スクープストレッチャーによる搬送が増えてきている。(図2) スクープストレッチャーは身長によって長さが調整できるように円柱状のシャフトがあり、折り畳みのできる仕様となっており、それらの部分で金属が使用されているため障害陰影となる。(図3) (図4) シャフトを折り畳み時の最長に伸ばすことで、ネジなどの障害陰影やシャフトの重なりによる吸収を少なくして、アーチファクトを最小限にすることができる。しかしながら、下肢の損傷時には不可能なことや迅速な撮影が望まれる外傷初期診療において現実的な方法ではない。CT撮影時においてもシャフトを最大限に伸ばすことで、骨盤までの撮影であればアーチファクトはさほど目立たない。(図5) しかしながら、下肢の血管損傷など適応がある場合には折り畳み部分が障害陰影となるであろう。よって、スクープストレッチャーは搬入時に離脱するべきであると考え。その対応としては、**搬入時にバックボードやスパインボードなどを用意しておき、その上でスクープストレッチャーから離脱する運用を推奨**する。画質

や被ばくの面からは X 線吸収の少ないプラスチック製のスパインボードがよい、救急科などとの運用面での取り決めが必要である。



図2 スcoopストレッチャー FERNO 社製 スcoopエクセル モデル65 EXL[®]
FERNO 社 HP より

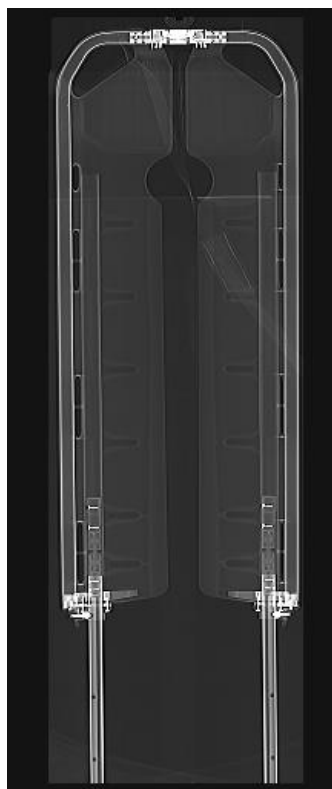


シャフト短めの場合

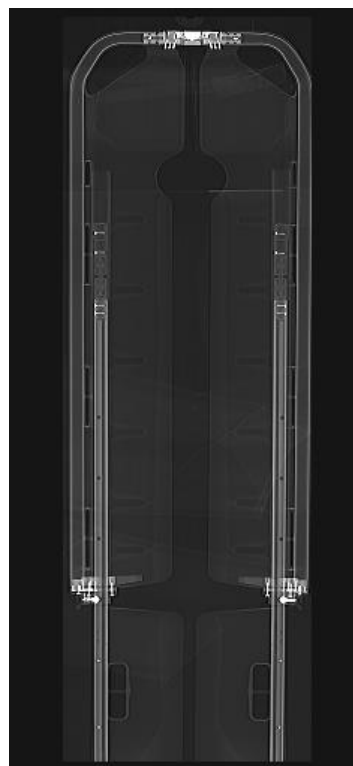


シャフト長めの場合

図3 スcoopストレッチャーのシャフト及び折り畳み部の写り込み（実際の症例）
FERNO 社製 スcoopエクセル モデル65 EXL[®]



シャフト長めの場合



シャフト短めの場合

図4 (CT スカウト画像)

FERNO 社製 スクープエクセル モデル6 5 EXL[®]

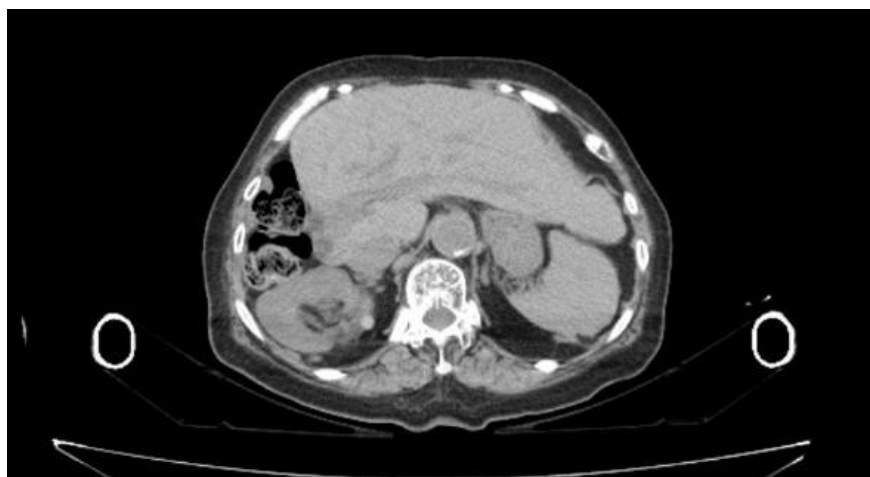


図5 シャフト部分による CT 画像への影響 (シャフトを最長に伸ばして撮影)

{再撮影を防ぐポイント}

- バックボード装着時は、スペーサーを活用
- 障害陰影の除去
- 救急科などとの運用面での取り決めが必要である。(スクープストレッチャーは離脱する)
- 検出器の中心は上前腸骨棘(半切縦方向の場合)

{半切縦方向での撮影の有用性}

高位後腹膜出血は、JATEC では消去法での診断となっており、ピットフォールとして注意喚起されている。(図6) その補助的な診断として、日本救急撮影技師認定機構では半切縦方向での撮影を推奨している。それにより、腸腰筋陰影(Psoas Line)の異常や腰椎横突起骨折が診断できる場合がある。後腹膜は3つのZONEに分類され、骨盤部だけではない。骨盤単純X線撮影というよりは、後腹膜が網羅されるべきであり、後腹膜単純X線写真とでもいうべきであると思う。

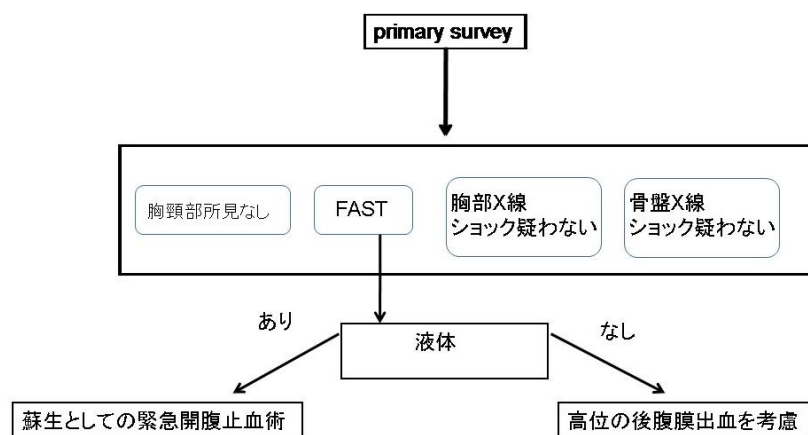


図6 JATEC 第5版 P101 より引用 高位後腹膜出血の診断方法

<撮影のコツ(外傷全身CT)>

●ポジショニング時のチェックポイント

- ・ポジショニングで、できるだけ体に触れない(二次損傷の回避)
- ・腕を挙上する。挙上できない場合には、腹部・骨盤の横や上で手を組むと肝臓・腎臓など主要臓器や骨盤腔内にビームハードニングによるアーチファクトが出る可能性がある。

バックボード装着時はバックボードから前腕部を下垂させてアーチファクトの影響を軽減させることができる。さらに下垂させるためにスペーサーを使用するとさらに下垂させることができる。(図7)

・肢位異常、打撲痕や皮下出血、下肢長差、開放創の有無を確認。両足背に触れて、冷感や脈が触れるのか確認し下肢の撮影も考慮する。(撮影範囲の決定)

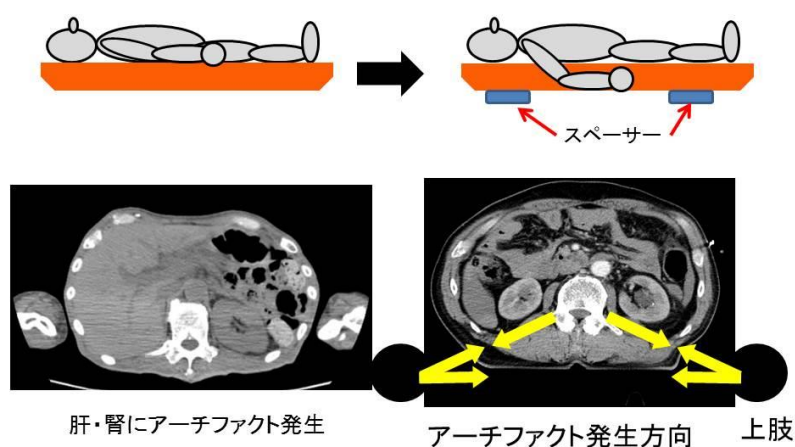


図7. 腕が拳上できない場合のアーチファクト軽減対策

●情報収集とCT撮影のプランニング(図8)

・受傷機転を把握することにより、損傷部位を推測することができる。例えば、水平方向の減速作用機序がはたらくような受傷機転の場合には、脊椎に固定されている下行大動脈と可動性のある心臓、上行大動脈、および大動脈弓との間に剪断力がはたらき大動脈損傷をきたす可能性がある。(図9) 墜落では、直達損傷として踵骨、介達損傷として下腿、大腿、骨盤、胸腰椎などが、減速作用機序として肝、心・大血管が損傷すると考えられる。

・視診によって得られる情報やP Sで撮影した胸部・骨盤単純X線写真の読影など様々な情報は、損傷部位の把握や右室までの造影静脈路の確認、腕の拳上はどうするのか、撮影範囲決定、画像再構成のプランに役立つ。あらゆる情報で先手を打つことがより良い検査となり、外傷診療の戒律である時間を大切にすることや2次損傷を与えないことに繋がる。

図10. 図11は頭頸部の動脈相の造影CTが必要(動脈損傷の可能性のある)な場合の判

断として提示した。

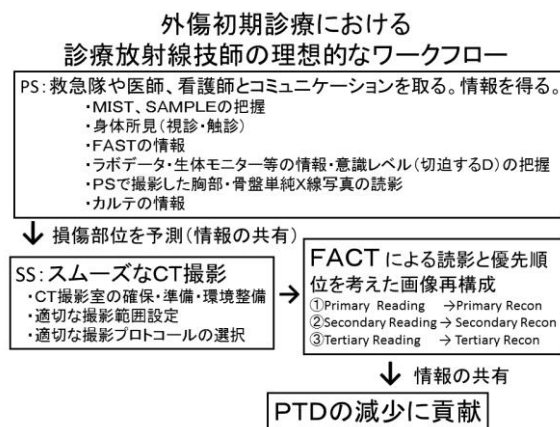


図8. 外傷診療における診療放射線技師の理想的なワークフロー

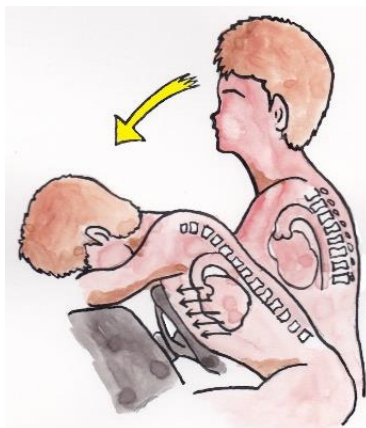


図9. 水平方向の減速作用機序による大動脈損傷、左鎖骨下動脈分岐直下(90%)で損傷をおこす。

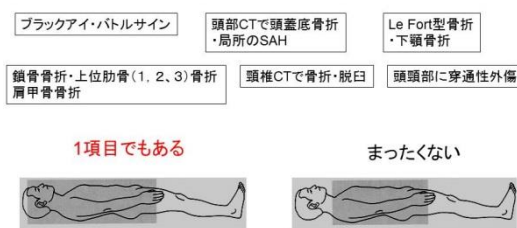
Modified Denver Screening for BCVI

- ① 片側性の神経学的脱落所見(脳CTで説明できない)
- ② 脳CTで梗塞所見
- ③ 頸部血腫(非拡大性)
- ④ 激しい鼻出血
- ⑤ 瞳孔不同、ホルネル症候群あり
- ⑥ CT所見を伴わないGCS 8点以下の意識障害
- ⑦ 頸椎骨折
- ⑧ 頭蓋底骨折
- ⑨ 重度の顔面骨折(Le fort II型またはIII型のみ)
- ⑩ 鎖骨上のシートベルト痕
- ⑪ 頸部血管雑音、振戦

Alexander L, Eastman et al, J Trauma 2006;60:925-929

図10 Modified Denver Screening for BCVI

造影CT(動脈相)の撮影範囲決定



JATEC第4版を参考。(大保案)

図 1 1 頭頸部の動脈相が必要な場合の判断指標

●外傷 CTにおける画像再構成

FACT(Focused Assessment with CT for Trauma)と呼ばれる読影の第一段階は、治療方針決定に必要な6つの項目だけに絞った読影方法である。ここでは詳細は割愛させていただくが、外傷診療に携わる技師に必須の知識である。撮影後には直ちにFACTを行い、それに関連する損傷部位のMPRや3D画像の構築を優先的に行うことが必要である。大動脈損傷を疑えば、MPRや3Dを作成したり、IVRの治療方針となれば、PPP(Pre-procedural Planing)という仮想透視画像を作成すると良い。(図12) 見た目の派手な外傷に目が行き、その部分のMPRや3D画像の構築を行うといった対応ではなく、大動脈損傷などの生命を脅かす部位や治療方針に必要な画像再構成を優先し、優先順位を考えた対応をとるべきである。個人的にはPrimary Reconstructionと呼んで実践している。(図8)

止血TAEのための仮想透視画像

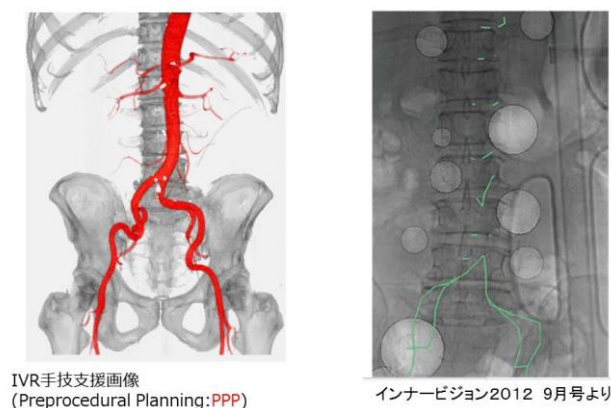


図 1 2 PPP Ray-sum 画像による IVR 手技支援

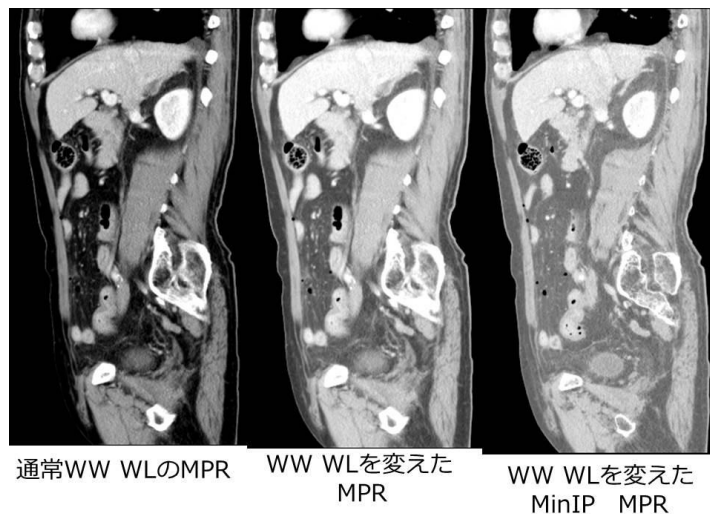
{参考文献}

- 1) 日本外傷学会初期診療ガイドライン改訂第5版編集委員会編：外傷初期診療ガイドライン JATEC™. 改訂第5版. 日本外傷学会・日本救急医学会監修. 東京：へるす出版、2016
- 2) 日本臨床救急医学会編集協力：外傷初期看護ガイドライン JNTEC™. 日本救急看護学会監修. 東京：へるす出版、2014
- 3) 日本外傷学会外傷専門診療ガイドライン編：外傷専門診療ガイドライン JETEC™. 日本外傷学会監修. 東京：へるす出版、2014
- 4) 石原晋編著：改訂第2版プレホスピタル外傷学. 92頁. 永井書店、2004

<Appendix>

●救急 CT で有用な画像再構成の例

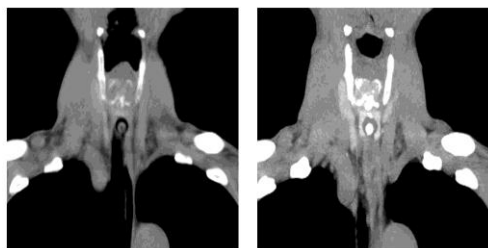
(消化管穿孔) ガスの検出には最小値投影法 **MinIP** が有用で、急性腹症の症例で筋性防御など腹膜炎を疑うような症例で確認すると良い。



(異物) 異物の種類により最大値投影法 MIP や MinIP を作成すると説得力のある画像が得られる。

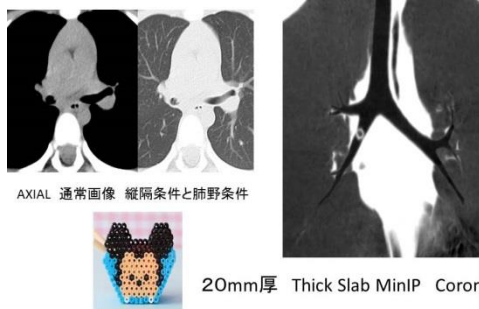
PTP シート：包装の材質が PVC (ポリ塩化ビニル) の場合には、周りの軟部組織の CT 値より高いので、パーシャルボリューム効果の影響を受けない MIP を作成することにより局在・存在診断に有用な画像を得ることができる。

PTPシートの誤飲



通常のMPR (平均値によるMPR) MIPによるMPR (最大値によるMPR)

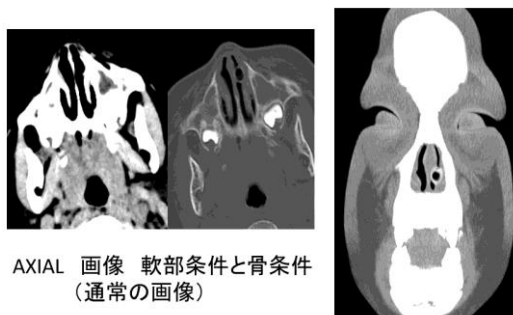
異物：アイロンビーズ誤嚥



AXIAL 通常画像 縦隔条件と肺野条件

20mm厚 Thick Slab MinIP Coronal

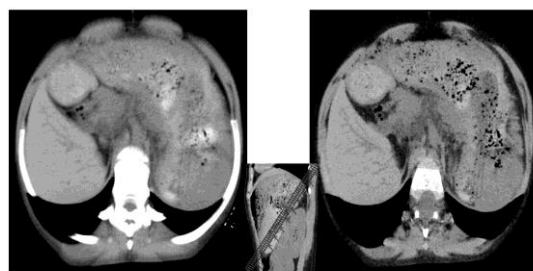
異物：シリコン樹脂 鼻腔異物



AXIAL 画像 軟部条件と骨条件 (通常の画像)

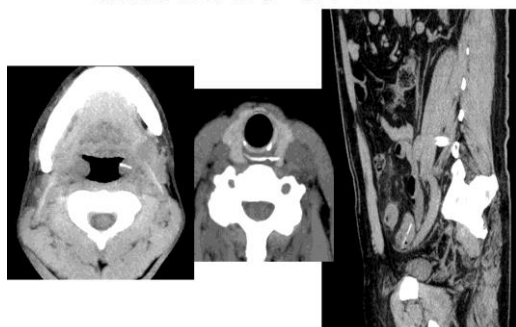
5mm厚 Slab MIP Coronal

プラのスプーン



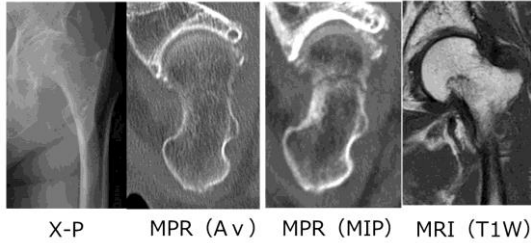
Thick Slab AVE 15mm (通常の画像) Thick Slab MinIP 15mm

魚骨に対するMIP



(骨折) 股関節などの Occult Fracture などの場合には MIP により骨折線が強調されるため有用である。頸椎歯突起骨折などの螺旋状の骨折では、通常の MPR では全体像がわかりにくい。全体像が見えるように厚みを持たせるとパーシャルボリューム効果により骨折線がはっきりしなくなるが、MIP により骨折線の全体像を描出することができる。

Occult Hip Fractureに対するMIP



X-P MPR (A v) MPR (MIP) MRI (T1W)



通常のMPR 3mm



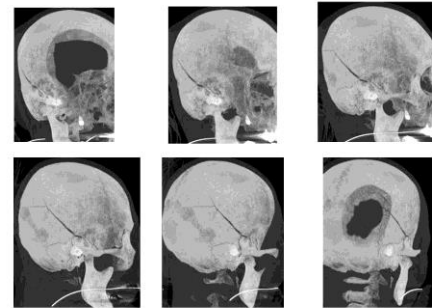
MPR Slab MIP 10mm

肋軟骨骨折



VR-MIP

頭蓋骨骨折



(稀でも特異的な症状、所見を呈する疾患)

結晶誘発性関節炎の CDS : Crowned dens syndrome と石灰沈着性頸長筋腱炎は稀な症例ではあるが、画像所見が特異的で臨床情報を加味すれば確定診断に至ることが可能な疾患である。CDS と石灰沈着性頸長筋腱炎の臨床症状は急性発症の頸部痛、頸部の著しい可動域制限である。症状から疑い石灰化を認めた場合には、C1~3あたりの適切な WW/WL の拡大 MIP を作成すると良い。知らない医師も多く存在し、診断が遅れたり、頸部痛として代表的な椎骨動脈解離否定の MRI など無駄な検査をおこないがちであるため、覚えておくと良い。

CDS : Crowned dens syndrome

歯突起周囲の石灰化



石灰沈着性頸長筋腱炎

頸長筋腱付着部の石灰化



(その他：PE)



PE：亜区域枝に対するMIP

<最後に>

“救急撮影のコツ”について外傷を中心に概説した。われわれ診療放射線技師は救急患者の生命や良好な転帰のために画像検査という重要な役割を担っている。そのためには撮影技術の自己研鑽はもちろんのこと、病態を知り、各種診療ガイドラインを知り、エビデンスに基づいた診療を常日頃からアップデートしておく必要がある。この概説が救急患者さんのアウトカム向上につながれば幸いである。