

## 総説

## MDCTの救急外傷領域における臨床応用の実際

山砥 茂也<sup>1)</sup>・木村 昭二郎<sup>1)</sup>・松永 尚文<sup>2)</sup><sup>1)</sup> 広島県立広島病院 放射線科<sup>2)</sup> 山口大学 放射線科

## Application of Multidetector-row CT for Evaluation of Traumatic injury

Shigenari Yamatogi<sup>1)</sup>, Shojiro Kimura<sup>1)</sup>, Naofumi Matsunaga<sup>2)</sup><sup>1)</sup> Department of Radiology, Hiroshima Prefectural Hospital<sup>2)</sup> Department of Radiology, Yamaguchi University School of Medicine

## 抄録

急速に進歩しつつあるMDCTでは、全身を短時間に撮像でき、空間分解能、時間分解能の優れた画像を得られ、等方向性データにより、MPRや3D画像を作成できる。特に救急外傷領域には有用である。本稿では、外傷性大動脈損傷、気管損傷、肝損傷、脾損傷、多発骨折の症例を呈示し、MDCTの有用性を論じる。

## Abstract

Multidetector-row CT (MDCT) scanner have been rapidly developed. The whole body can be scanned in very short time, and multiplanar and 3D reconstruction images can be provided by getting isotropic data. Especially, MDCT is very useful for the traumatic patient. Some cases of traumatic injury, such as aortic dissection, tracheal injury, hepatic injury, splenic injury and multiple bone fracture, were described, and much information can be obtained.

**Keywords :** MDCT, traumatic injury, aortic dissection, tracheal injury, liver injury, splenic injury, pelvic bone fracture

## はじめに

近年の医療機器の技術進歩はめざましいものがあり、医療水準向上のため、臨床応用がなされている。放射線診断学の分野においても同様で、特にCTでは、single helical CTから multidetector-row CT (MDCT)へと進歩している。

MDCTは多列検出器で同時に収集した膨大な画像データをもとに空間分解能、時間分解能の優れた画像を得ることができる。1回転あたりのスキャン範囲が拡大し、ガントリが高速回転することにより、広範囲な領域を短時間で撮像することや、0.5mm厚などの薄ス

ライスで撮像することが可能である。

また、その等方向性ボクセルデータをもとにして、ワークステーションにて自由裁断面での観察が可能であり、一目瞭然の3D画像を作ることができる。

当院では、2003年9月より16列CT(東芝社製、Aquilion16)が導入され、日常臨床・画像診断に用いられている。3D-ワークステーション(Zio M900)を用い、必要に応じてmultiplanar reconstruction (MPR)、maximum intensity projection (MIP)、volume rendering (VR)、3D画像を作成している。

このようなMDCTの臨床応用の中で、特に救急外傷

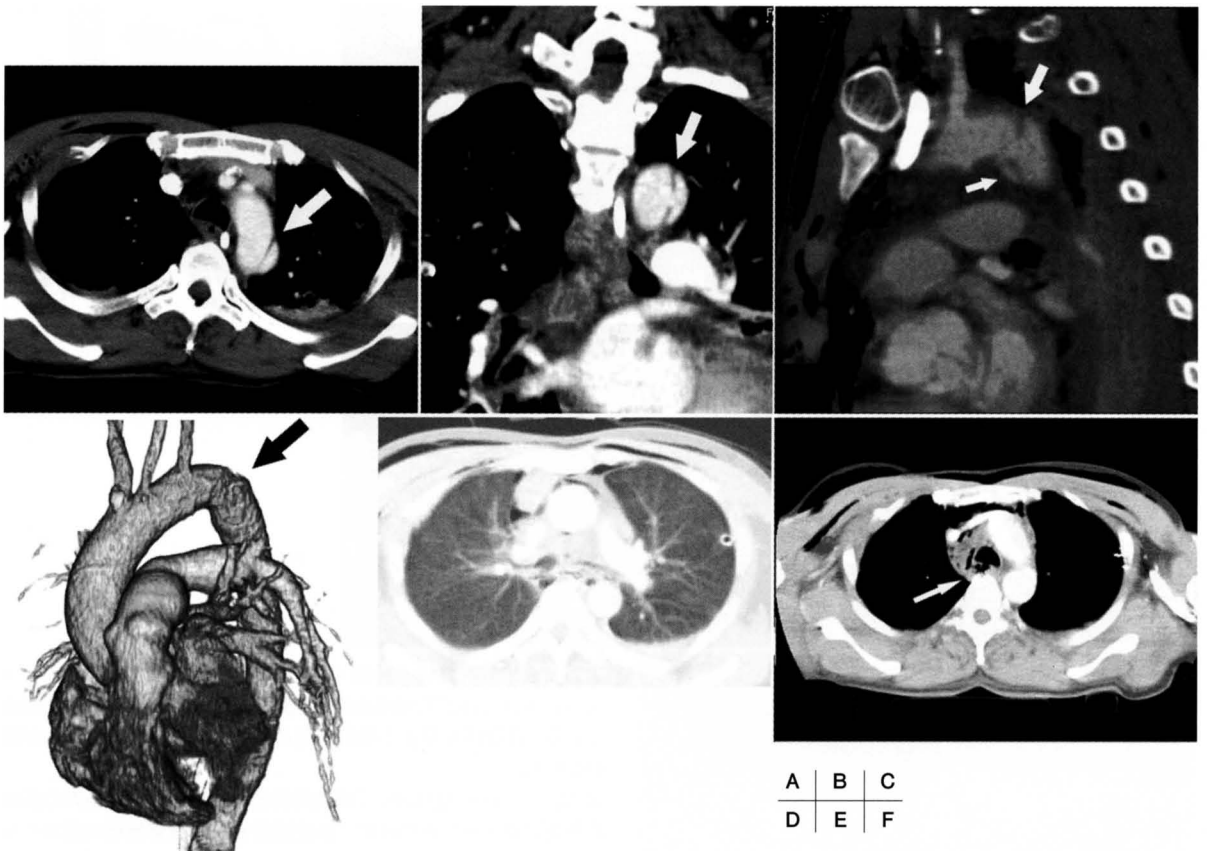


図1A：造影CT軸位断像 胸部大動脈遠位弓部に剥離内膜と思われる線状陰影が認められる(矢印)。

図1B、C：造影CT冠状断像・矢状断像 軸位断像と同じく剥離内膜が認められる(矢印)。進展範囲の評価が可能である。

図1D：3D画像 大動脈全体像と損傷部(矢印)との関係がよく分かる。

図1E：CT軸位断像 縦隔気腫、皮下気腫が認められる。左胸腔内にはトロッカーが留置されている。

図1F：CT軸位断像1mm厚 気管膜様部に損傷が認められる(矢印)。

領域においては、再構成画像による診断の有益性は顕著である<sup>1)</sup>。当院は政令指定都市の中核病院であり、救急外傷患者の搬送が多く、その外傷の状態を詳細に把握するためにCT検査がなされることが多い。救急外傷患者は、意識障害や不穏状態などで、息止め下の撮影が困難な場合が多く、MDCTではアーチファクトが少なく、短時間で細かく撮影できる利点がある。外傷の範囲や状態が自由裁断面で観察でき、救急担当医や各科の医師に有益な情報を提供できる。本稿では、当院におけるMDCTの救急外傷領域における臨床応用を、いくつかの症例を呈示して論じる。

### プロトコール

救急外傷症例では以下のプロトコールを用い撮像を

行っている。通常業務時間外であっても、また放射線科医の立ち会いがない場合の撮像であっても、同一条件の画像を得られることができ、さらに時間経過してもすでに撮像している部位であれば、再構成画像の追加を簡便に行うことができる。

X線条件：120kV, 400mA

体位：Head First, 基準点：OM line

撮像条件：ヘリカルピッチ15

2.0mm厚データ収集(3DやMPR作成時は1mmまたは0.5mm厚)

5mm厚フィルム出力、MPR・MIP・VR・3D作成時は適宜追加出力

造影剤：非イオン性造影剤イオパミドール

(300 or 370I/ml) 100ml

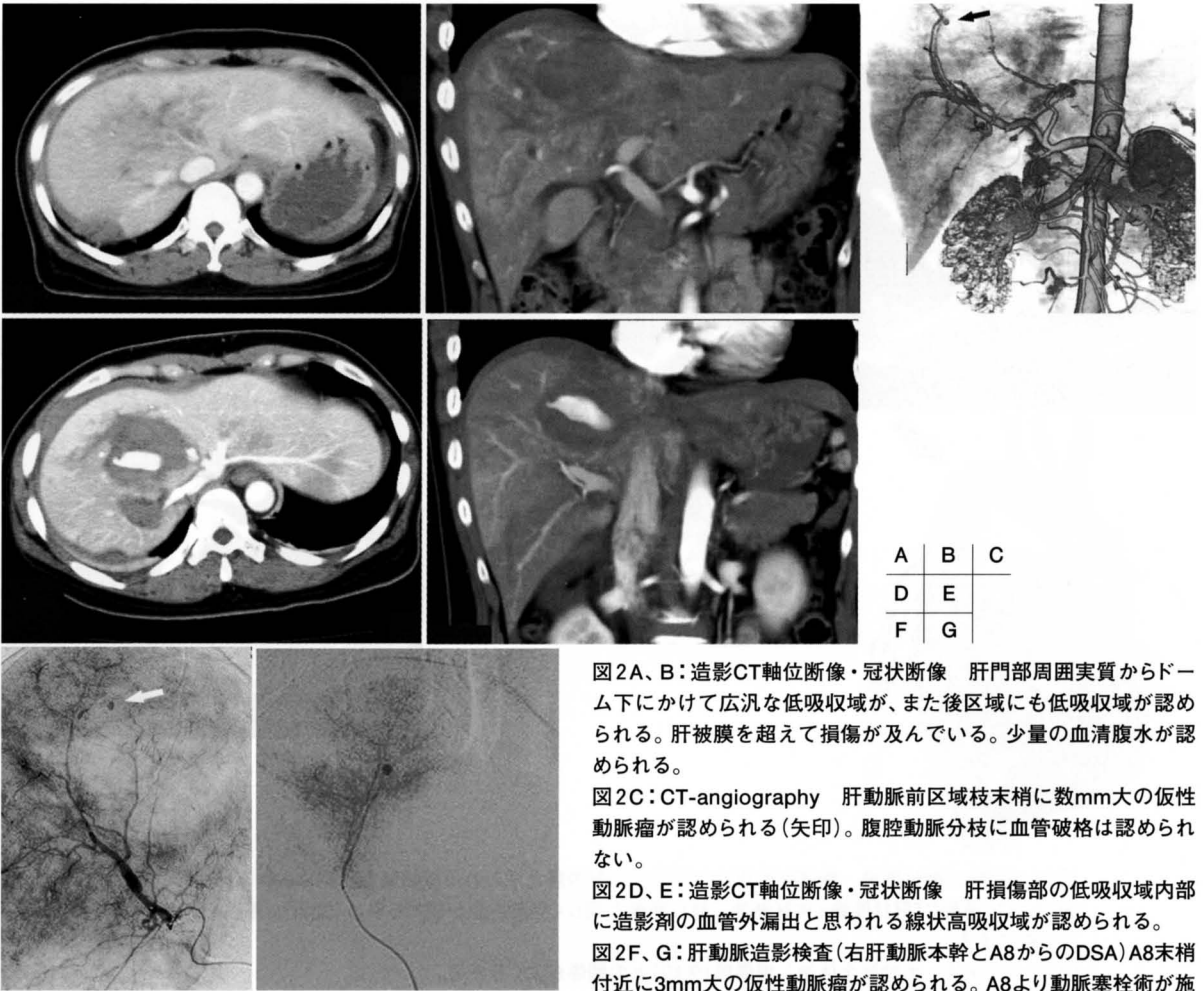


図2A、B：造影CT軸位断像・冠状断像 肝門部周囲実質からドーム下にかけて広汎な低吸収域が、また後区域にも低吸収域が認められる。肝被膜を超えて損傷が及んでいる。少量の血清腹水が認められる。

図2C：CT-angiography 肝動脈前区域枝末梢に数mm大の仮性動脈瘤が認められる(矢印)。腹腔動脈分枝に血管破格は認められない。

図2D、E：造影CT軸位断像・冠状断像 肝損傷部の低吸収域内部に造影剤の血管外漏出と思われる線状高吸収域が認められる。

図2F、G：肝動脈造影検査(右肝動脈本幹とA8からのDSA) A8末梢付近に3mm大の仮性動脈瘤が認められる。A8より動脈塞栓術が施行された。

造影剤注入/撮像時間：2ml/sec注入  
70秒後より撮像  
MEDRAD社製 SCT-D注入器  
\*大動脈解離や動脈塞栓症等、動脈相を撮像する場合は、4ml/sec注入、リアルプレップ法にて撮像している。

**症例呈示**

**症例1：交通外傷(大動脈・気管損傷)**

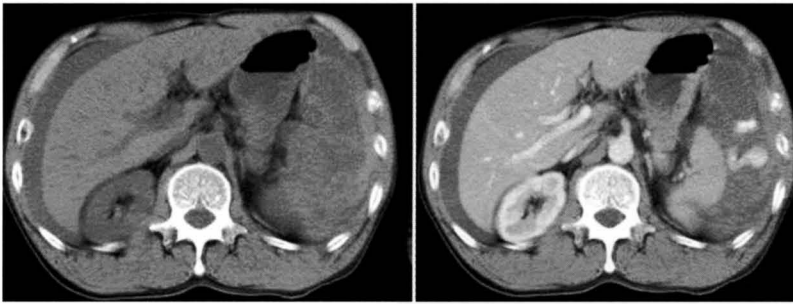
軽自動車運転中にガードレールに衝突、頭胸部を強打し、当院へ救急搬送された。胸部CTにて胸部大動脈損傷、血気胸、縦隔気腫、皮下気腫、肋骨多発骨折が認められた。

軸位断像では胸部大動脈遠位弓部にわずかに剥離

内膜が認められた(図1A)。軸位断像で剥離内膜の存在は分かったが、その進展範囲の状態を評価するためにMPRや3D画像を作成した(図1B,C,D)。冠状断像、矢状断像、3D画像では明瞭に進展範囲を理解することが可能であった。

また、縦隔気腫があり気管損傷が疑われたが、軸位断1mm厚像にて気管膜様部の損傷が同定できた(図1E,F)。動脈・気管の損傷はあったが、増悪傾向になく、感染のリスクや頭部外傷もあったため、頭部の治療・保護が優先され、胸部の外傷については経過観察となった。経過観察のCTでは、大動脈損傷部の解離や動脈瘤の進行はなく、縦隔気腫は改善傾向であった。

以前は大動脈損傷症例の評価には大動脈造影検査



A | B

図3A：単純CT軸位断像 多量の血性腹水が認められる。脾臓辺縁は不整である。

図3B：造影CT軸位断像 脾臓付近に造影剤の血管外漏出と思われる高吸収域が認められる。脾臓辺縁は一部不整である。



A | B | C

図4A：軸位断像では椎体のずれが生じていることは認められるが、詳細は判定困難である。

図4B：頸椎6/7レベルで椎体にすべり症があり、脊柱管は急激に屈曲している。

図4C：頸髄内にわずかにT2強調像で高信号を呈する領域が認められる。

(digital subtraction angiography: DSA)が標準検査であったが、MDCTによるCT-angiographyは、診断に寄与する十分な情報を得ることができ<sup>2)</sup>、診断目的だけの血管造影検査は不必要となった。自由裁断面の観察も可能で、動脈損傷の部位、範囲の確認が可能であり、経過観察においても同様の断面で観察でき、変化が容易に理解できる。手術になる場合でも、短時間で損傷部の状態が把握でき、生存予後も大くなる。臨床医にとっても、多裁断面での観察や3D画像は状態を理解し易く、治療方針の決定の上で有益な情報を提供できる。

## 症例2：交通外傷(肝損傷)

散歩中に軽自動車にはねられ、数メートル飛ばされ

腹部打撲し、当院へ救急搬送された。腹部CTにて肝内に不整な非造影域が認められ、肝損傷と思われた(図2A)。冠状断像では、日本外傷学会肝損傷分類<sup>3)</sup>ⅢA+Ⅱに相当する横隔膜面に達する肝損傷が疑われ、それに連なる血性腹水が認められた(図2B)。CT-angiographyでは肝ドーム下に仮性動脈瘤が認められた(図2C)。バイタルサインに著変なく、腹水も多くななく、軽度の前胸部痛を訴えるのみであったため、経過観察となった。後日の経過観察のCTでは、損傷部中心の血腫内に動脈相で造影剤の血管外漏出が認められた(図2D,E)。腹部血管造影検査が施行され、右肝動脈造影(DSA,CTHA)では、CTで見られたような血管外漏出は認めなかったが、仮性動脈瘤が認められた(図2F,G)、同部に肝動脈塞栓術が施行された<sup>4)</sup>。経

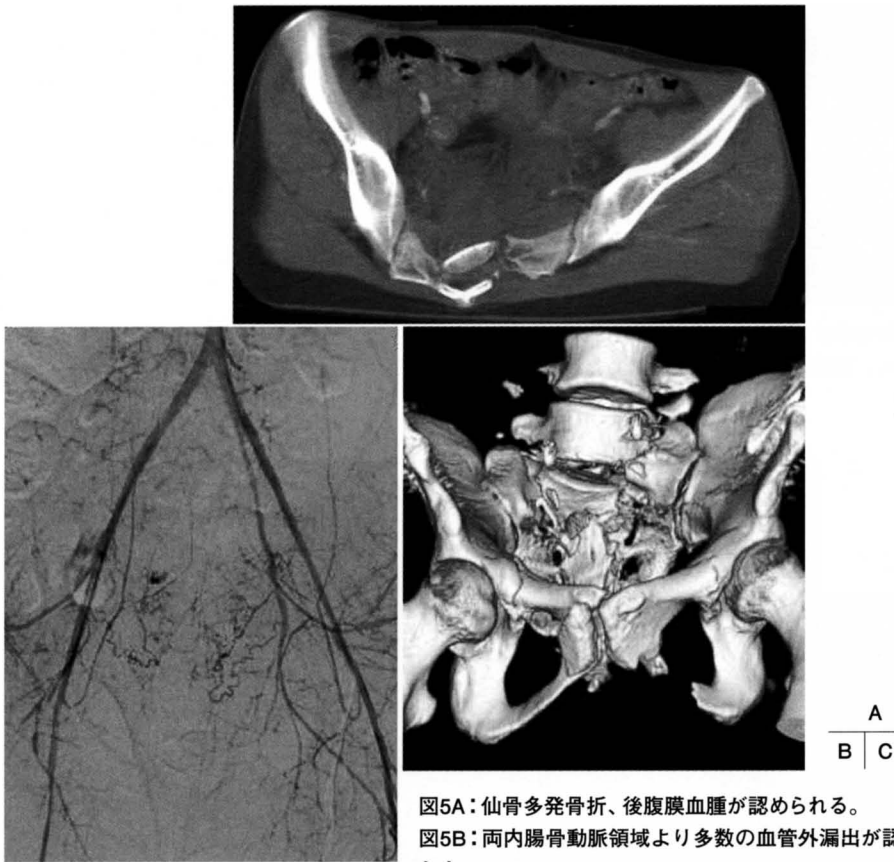


図5A：仙骨多発骨折、後腹膜血腫が認められる。

図5B：両内腸骨動脈領域より多数の血管外漏出が認められる。動脈塞栓術が施行された。

図5C：骨盤骨多発骨折の状態が3D画像で理解できる。

過観察のCTでは、血管外漏出や仮性動脈瘤は消失し、血腫は縮小していた。

MPR像にて頭尾方向の広がり容易に把握でき、またCT-angiographyにて肝動脈の走行や出血部の仮性動脈瘤が確認でき、血管造影検査をスムーズに施行できる情報を得ることができた。

血管破格のある症例や損傷血管・目的血管の同定が困難な症例では、CT-angiographyにて血管走行を把握でき、血管造影検査において目的血管への挿入がより短時間でスムーズにでき、血管造影検査の被曝量軽減にもつながる。

### 症例3：交通外傷(脾損傷)

バイク走行中に自動車と衝突し、数メートル飛ばされ腹部打撲し、当院へ救急搬送された。腹部CTにて多量の血性腹水が認められた。脾臓の辺縁は不整で、脾損傷が疑われた(図3A)。造影CTでは造影剤の血

管外漏出が見られた(図3B)。日本外傷学会脾損傷分類<sup>5)</sup>Ⅲcの脾損傷との診断のもとで緊急脾臓全摘出術が施行された。術中所見でも画像所見に一致する脾損傷であった。

搬送時から呼吸状態が不良で、体動が激しく、短時間での撮像が必要であった。MDCTにより全身を短時間で撮像でき、アーチファクトの少ない画像を得ることができた。

### 症例4：転落外傷(頸髄損傷)

高所作業中、3メートルの高さから転落し、頭頸部を打撲し、当院へ救急搬送された。搬送時より対麻痺があり、脊髄損傷の疑われる所見であった。緊急でMRI検査をすることが困難であり、頸部CTが施行された(図4A)。MPRにて頸椎の矢状断像を作成した(図4B)。頸椎6/7レベルで頸椎にすべり症があり、脊柱管は急激に屈曲しており、頸髄損傷が疑われた。後日



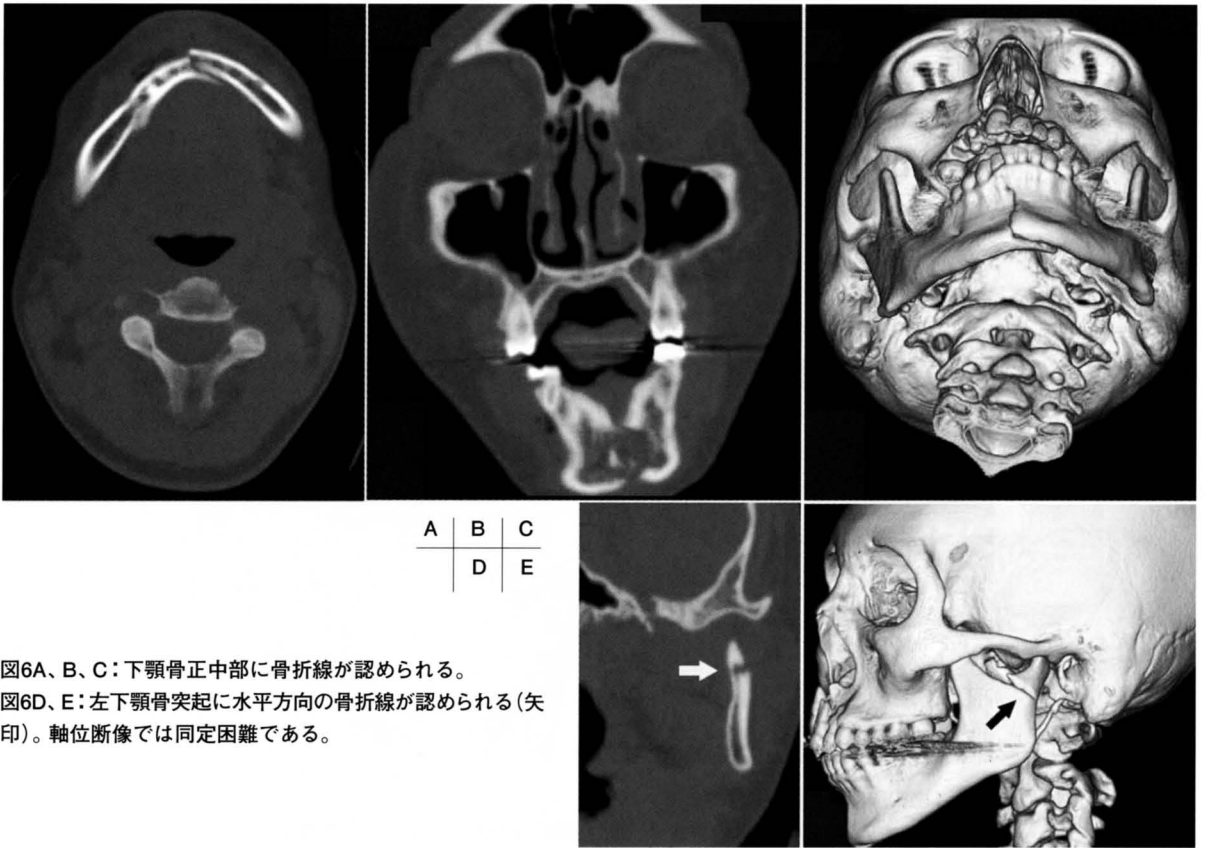


図6A、B、C：下顎骨正中部に骨折線が認められる。  
図6D、E：左下顎骨突起に水平方向の骨折線が認められる(矢印)。軸位断像では同定困難である。

施行された頸椎MRIでは、同部位の頸髄内にT1強調像で低信号、T2強調像で高信号を呈する領域が認められ、頸髄損傷が確認された<sup>6)</sup>(図4C)。

MRIは脊髄損傷に最も有用であるが<sup>6)</sup>、MDCTではMPRにより、脊椎、脊柱管の状態を把握でき、MRIに劣らない情報が得られる<sup>7)</sup>。緊急時にはMRIが施行困難な場合が多く、簡便に短時間で広範囲を撮像できる点で、MDCTは脊髄損傷が疑われる外傷症例では大変有用である<sup>8)</sup>。また、椎体や椎弓、棘突起や横突起等の細かな骨折も描出可能である。

#### 症例5：圧迫外傷(骨盤骨折)

作業中にフォークリフトが転倒し、下敷きとなり、当院へ救急搬送された。骨盤部CTにて骨盤多発骨折、後腹膜血腫、両内腸骨動脈分枝からの造影剤の血管外漏出が認められた(図5A)。緊急血管造影で、両内腸骨動脈領域に多数の血管外漏出が認められた(図5B)。両内腸骨動脈塞栓術の直後より循環動態は安定し救命し得た。MDCTでは骨盤骨折の状態が3次元

で描出される(図5C)。また、血管走行や血管外漏出に關与する血管も自由裁断面からの評価が可能である。

#### 症例6：交通外傷(下顎骨骨折)

バイク走行中に転倒、顔面を強打し、当院へ救急搬送された。頭頸部CTにて、下顎骨骨折が認められた(図6A、B、C)。MPRや3D画像では、軸位断像では同定困難であった左下顎突起の骨折も認められた(図6D、E)。MDCTでは自由裁断面での観察が可能で、細かな骨折も見逃さずに評価することができる。

#### 症例7：交通外傷(臼蓋部骨折)

バイク走行中に転倒、右殿部打撲し、当院へ救急搬送された。骨盤部CTにて右臼蓋部の骨折が認められた(図7A)。MPRや3D画像にて骨折の状態が細かく理解できる(図7B)。また、大腿骨を除いた画像も作成でき、臼蓋部関節面の観察ができる(図7C)。

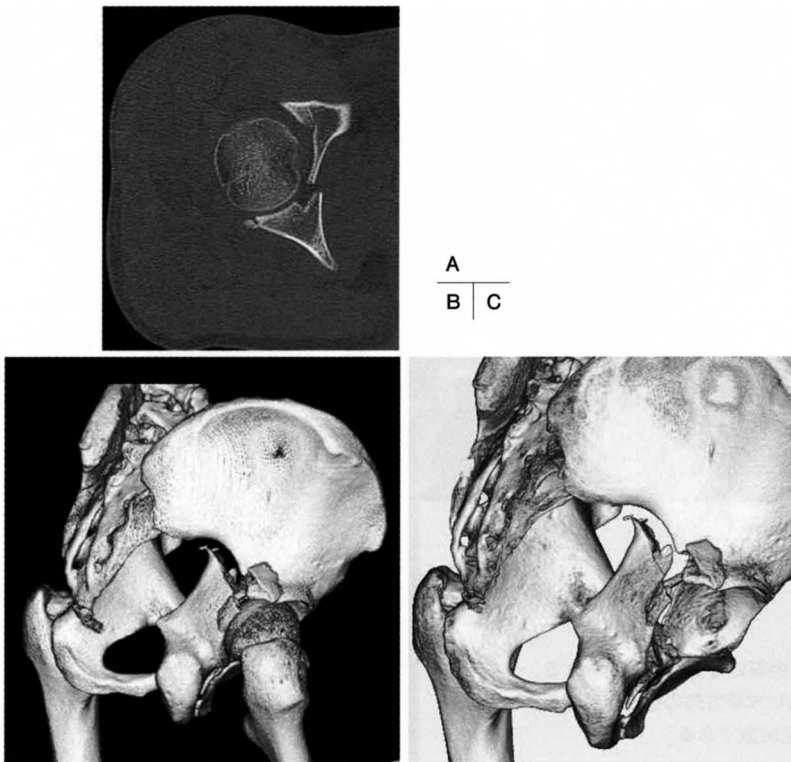


図7A：右臼蓋部に骨折が認められる。

図7B、C：右臼蓋部から腸骨の骨折の状態が明瞭に把握できる。大腿骨頭像を除去することで臼蓋部関節面内部の評価もできる。

骨折では単純X線写真での評価が第1選択であり、ある程度把握できるが、単純X線写真では撮影方向や体位変換が困難な場合もあり、細部の情報に乏しい場合がある。また軟部組織の情報が不明瞭である。多発外傷例では、骨折だけでなく、軟部組織や臓器損傷の可能性もあり、全身管理的な評価が必要である。MDCTではMPR、3D画像により、自由裁断面より観察が可能で、寄与する情報が格段に増える<sup>9)</sup>。window levelやwindow widthを変えることにより、骨・軟部条件の観察で、より詳細な情報を得ることができる。

他の領域、例えば頭蓋骨・頭蓋底骨折や関節の骨折などでも、単純X線写真やCTの軸位断像だけでは骨折状態が把握困難な場合においても、MDCTによるMPRや3D画像では有用な画像を得ることができ、視覚的にも理解しやすい画像を作成することができる<sup>10)</sup>。

### おわりに

当院は、政令指定都市の中核病院であり、救急患者の搬送が多い。従来の検査に加え、MDCTを用いたMPR像、3D画像は、客観的情報量に富んでおり、救急担当医や各科の医師に寄与する面が大きい。

各症例でも挙げたようにMDCTは救急外傷領域においても大変有用な検査となっている反面、被曝の問題も大きく取り上げられている。経過観察で何度も撮像する場合もあり、必然的に被曝量が増加することとなる。有益な情報が多いため、止むを得ない被曝は考慮しなければならないが、若年症例も多く、必要最小限の被曝量に抑えるように、適切な撮像条件を設定することが必要である。経過観察のCTでは、目的領域に絞って、必要な情報を得ることを考慮し、なるべく被曝量を減らす努力が必要である。

また、画像情報量が増えることにより、読影に要する時間や労力が増すこととなる。フィルムに出力する場合は、何10枚にも及んでしまう。当院では、読影に

際しては、高精細モニタでのページング法を基本としているが、各科へはフィルム出力し対応している。救急外傷例で全身(頭部から骨盤)のCTを撮像した場合には、平均で12~15枚程度のフィルム枚数になり、度重なる撮像の中でフィルム枚数が増え非常に煩雑になってしまっている。

将来的にフィルムレス化に進んでいく中で、モニタ診断も含め、安全で安定した情報ネットワークシステムの構築が必要になってくる。我々放射線科医もさらなる努力をし、細部に至るまで読影した上で、有益な情報を提供することが必要である。

#### 参考文献

1. Mirvis SE. Diagnostic imaging of acute thoracic injury. *Semin Ultrasound CT MR*. 25:156-179, 2004.
2. Rubin GD. CT angiography of the thoracic aorta. *Semin Roentgenol*. 38: 115-134, 2004.
3. 日本外傷学会肝損傷分類委員会. 日本外傷学会肝損傷分類. *日本外傷学会雑誌*. 11: 29, 1997.
4. 近藤 恵ら. 肝損傷例の検討と治療方針. *日本臨床救急医学会雑誌*. 5: 409-414, 2002.
5. 日本外傷学会脾損傷分類委員会. 日本外傷学会脾損傷分類. *日本外傷学会雑誌*. 11: 30, 1997.
6. 飛松治基ら. 脊髄損傷の症状と画像診断. *Medical Rehabilitation*. 22: 35-40, 2002.
7. Koivikko MP, Kiuru MJ, et al. Multidetector computed tomography of cervical spine fracture in ankylosing spondylitis. *Acta Radiol*. 45: 751-759, 2004.
8. Van Goethem JW, Maes M, Ozsarlak O, et al. Imaging in spinal trauma. *Eur Radiol*. 15: 582-590, 2005.
9. Haapamaki VV, Koskinen SK, et al. Multidetector CT in shoulder fractures. *Emerg Radiol*. 11: 89-94, 2004.
10. Buckwalter KA, Farber JM. Application of multidetector CT in skeletal trauma. *Semin Musculoskelet Radiol*. 8: 147-156, 2004.



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