

第4回九州CT研究会

H24.5.26

外傷診療におけるCT撮影技術

大阪府立泉州救命救急センター

藤村一郎

本日の内容

- 外傷初期診療における画像診断の適応
- 頭部外傷のCT撮影技術
- 腹部骨盤外傷のCT撮影技術
- 外傷全身CT

外傷初期診療の画像診断



胸部単純X線



骨盤単純X線



FAST
Focused Assessment
Sonography for Trauma

外傷初期診療の画像診断

頸椎単純X線撮影(3方向)



ACR Appropriateness Criteria® - Windows Internet Explorer

http://www.acr.org/SecondaryMainMenuCategories/quality_safety/app_criteria.aspx

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

お気に入り ACR Appropriateness Criteria®

Site Map | Contact | Help

SEARCH SITE SEARCH INTERNET [Powered by Google]

LOGIN RESIDENTS ABOUT US CAREER CENTER PATIENT INFO MEDIA ROOM MY PROFILE JOBS AT ACR

Print Page ?

ACR Homepage
Q&S Resources Home
Guidance Resources Home
Appropriateness Criteria Home
Practice Guidelines and Technical Standards Home

Additional Resources

Manual on Contrast Media
Guidance Document on MR Safe Practices: 2007
White Paper on Radiation Dose in Medicine
Radiology Safety Resources

Home | Quality & Safety Resources | ACR Appropriateness Criteria®

ACR Appropriateness Criteria®



ACR Appropriateness Criteria® Search Engine

This search engine allows you to search for clinical conditions found within the ACR Appropriateness Criteria® documents.

[Click here](#) to use our ACR Appropriateness Criteria® Search Engine

Anytime, Anywhere™ Application for Handheld Electronic Devices (Coming Soon)

In collaboration with Skyscape, the ACR has developed the Anytime, Anywhere™ application for handheld electronic devices as an alternative solution to radiology benefit management companies or computerized physician order entry systems that do not contain the ACR Appropriateness Criteria® guidance. This application provides instant, point-of-care access to all of the 167 topics, which can be directly downloaded on to the iPhone, Blackberry, Palm, or other PDAs, smart phones or handheld electronic devices. The content includes topics from expert panels in breast, cardiac, gastrointestinal, musculoskeletal, neurologic, thoracic, urologic, pediatric, vascular, and women's imaging, as well as interventional radiology and radiation oncology.

An announcement will be made on the ACR website when the new version is available.

Diagnostic Imaging Topics

Topics with an asterisk (*) include pediatric imaging recommendations.

There are ten diagnostic imaging expert panels.

- [Breast Imaging](#)
- [Cardiac Imaging](#)
- [Gastrointestinal Imaging](#)
- [Musculoskeletal Imaging](#)
- [Neurologic Imaging](#)
- [Pediatric Imaging](#)
- [Thoracic Imaging](#)
- [Urologic Imaging](#)

インターネット 100%

頸部外傷に対する画像診断の適正基準

Procedure List

Topic: Suspected Spine Trauma

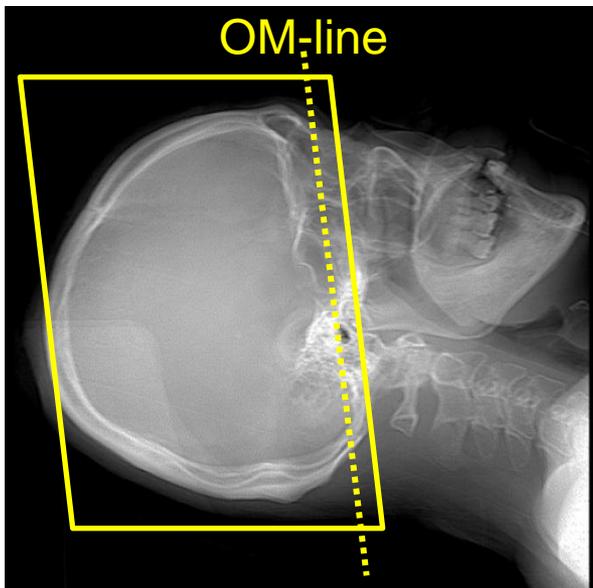
Variant: Acute cervical spine trauma. Imaging indicated by clinical criteria (NEXUS or CCR). Treatment planning for mechanically unstable spine.

| Group | Procedure | Rating | Comments | RRL * |
|-------|---|--------|---|-------|
| | <u>CT</u> cervical spine with sagittal and coronal reformat | 9 | | Low |
| | MRI cervical spine | 8 | Useful for thorough evaluation of ligamentous injury. See comments regarding contrast in text under "Anticipated Expectations." | None |
| | <u>X-ray</u> cervical spine lateral only | 6 | Individualized in consultation with ordering physician for surgical planning. | Min |
| | <u>X-ray</u> cervical spine AP lateral open mouth | 6 | | Low |
| | <u>X-ray</u> cervical spine AP lateral open mouth obliques | 6 | | Low |
| | CT myelography cervical spine | 4 | | Med |
| | X-ray cervical spine AP lateral open mouth obliques flexion/extension | 1 | Flexion/extension contraindicated. | Low |
| | CTA head and neck | 1 | See variant 6. | Low |
| | MRA neck | 1 | See variant 6. | None |
| | INV arteriography head and neck | 1 | See variant 6. | IP |

Appropriateness Criteria Scale

CT > 単純X線

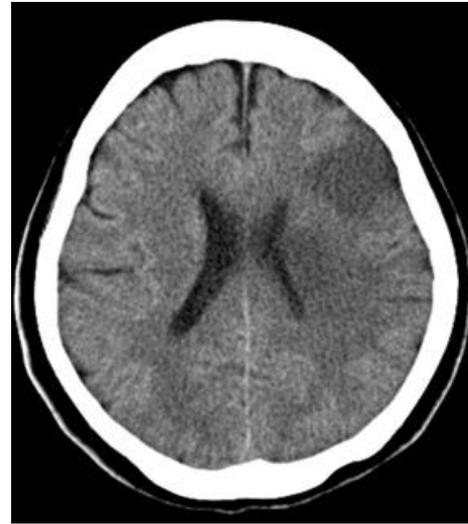
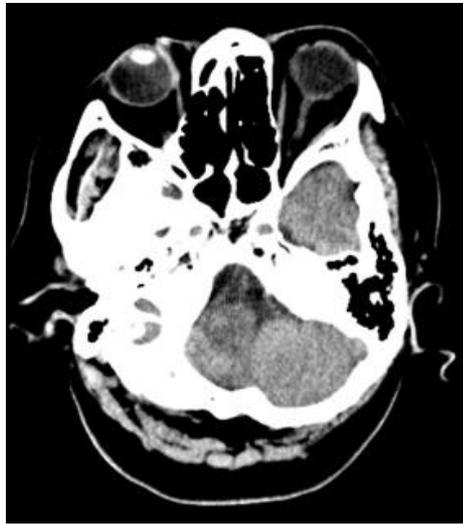
頭部CTの撮影条件



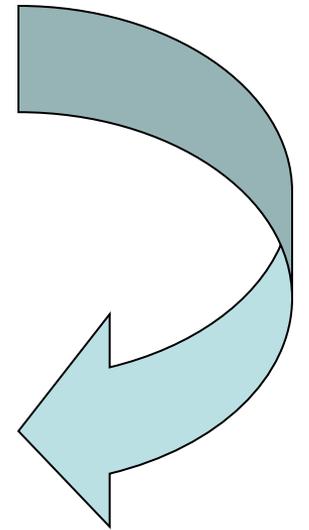
- 撮影範囲: 全脳
- ヘリカルスキャン
- 0.5mm × 64 (PF: 0.641) - 外傷
- 0.5mm × 32 (PF: 0.656) - 脳卒中
- スライス厚: 5mm
- NI: 3 (外傷), NI: 2.5 (脳卒中)
- FC21 (BHC+)

ポジショニング不整の補正

Original

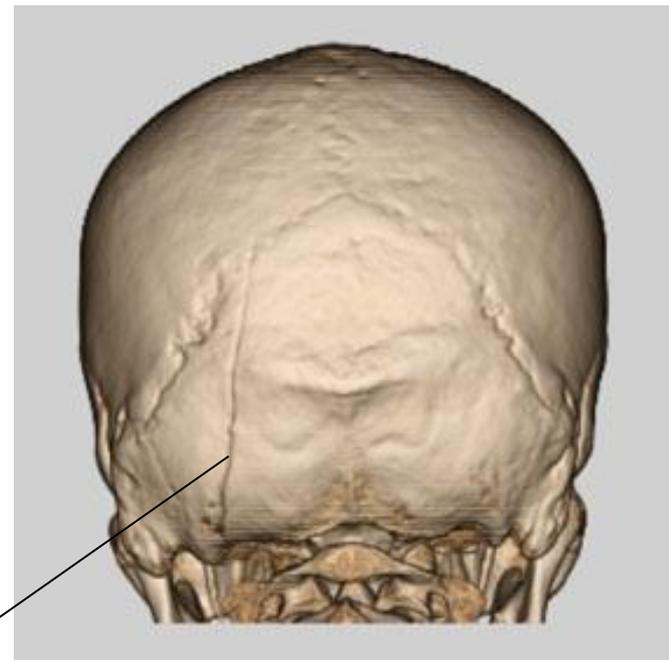
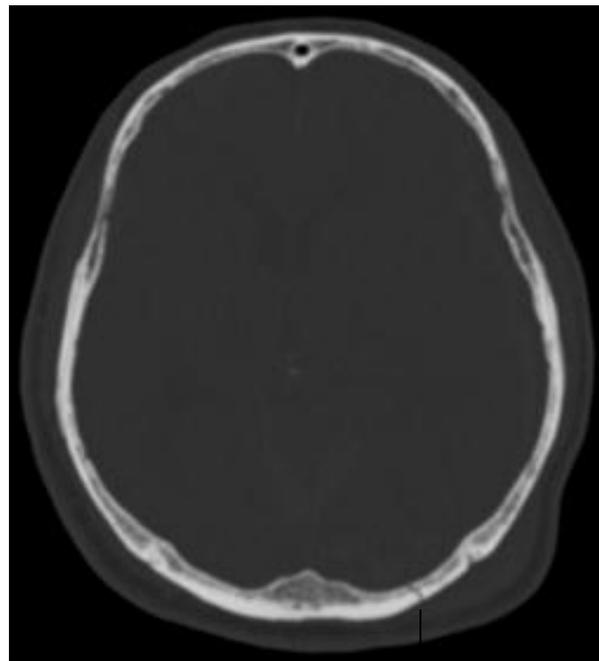


MPR



骨折の解剖学的評価(VR)

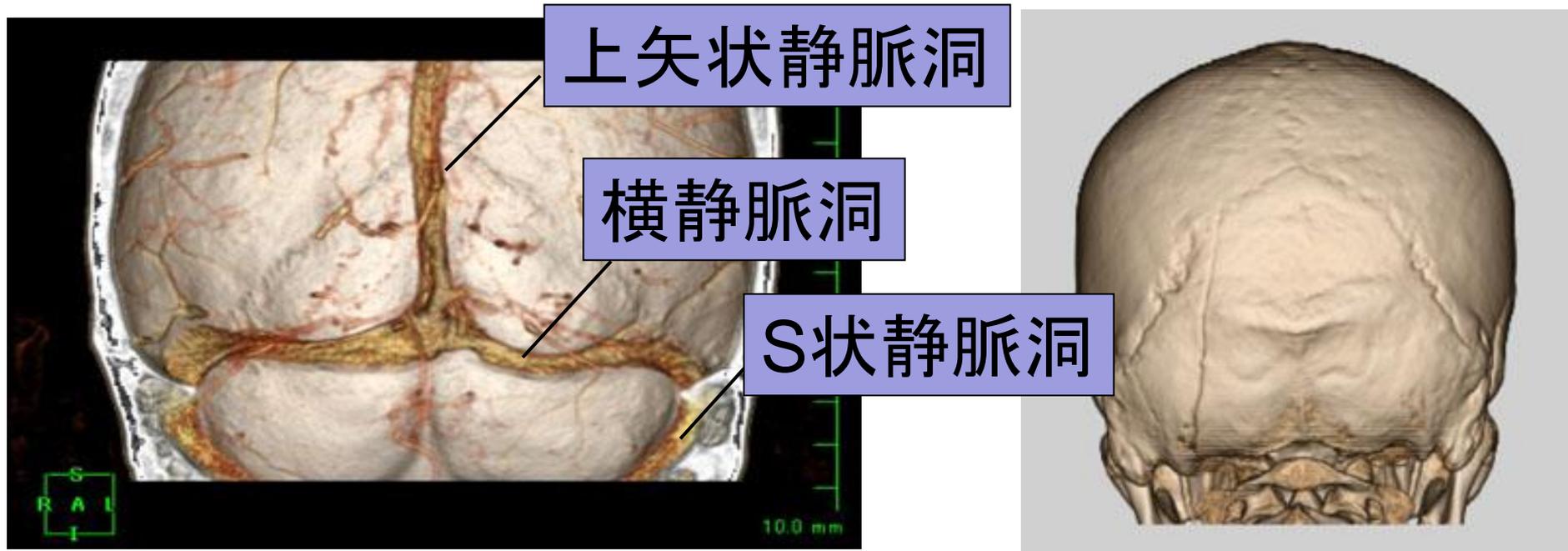
急性硬膜下血腫



急性硬膜外血腫

骨折

骨折の解剖学的評価(VR)



静脈洞と骨折との関係

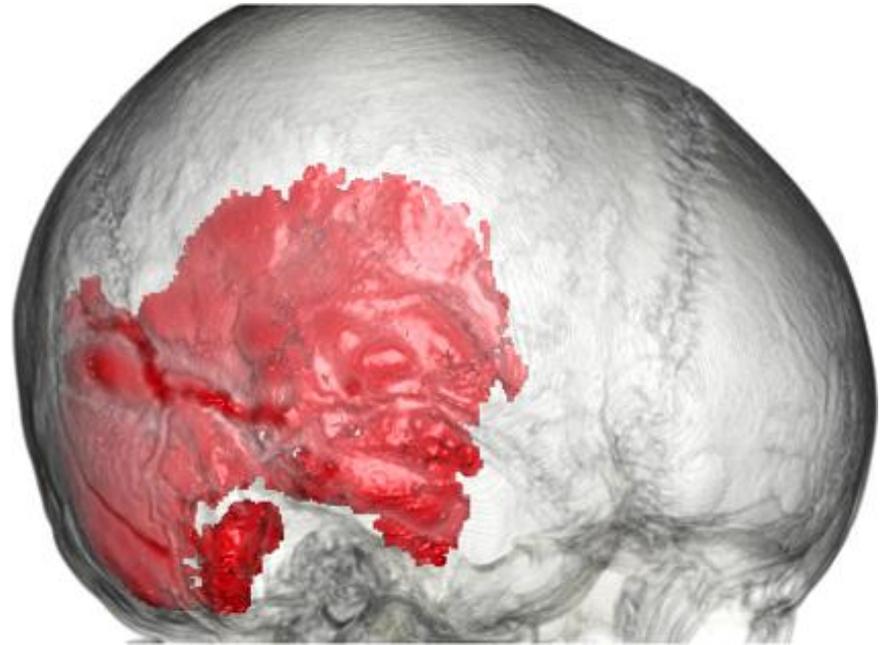
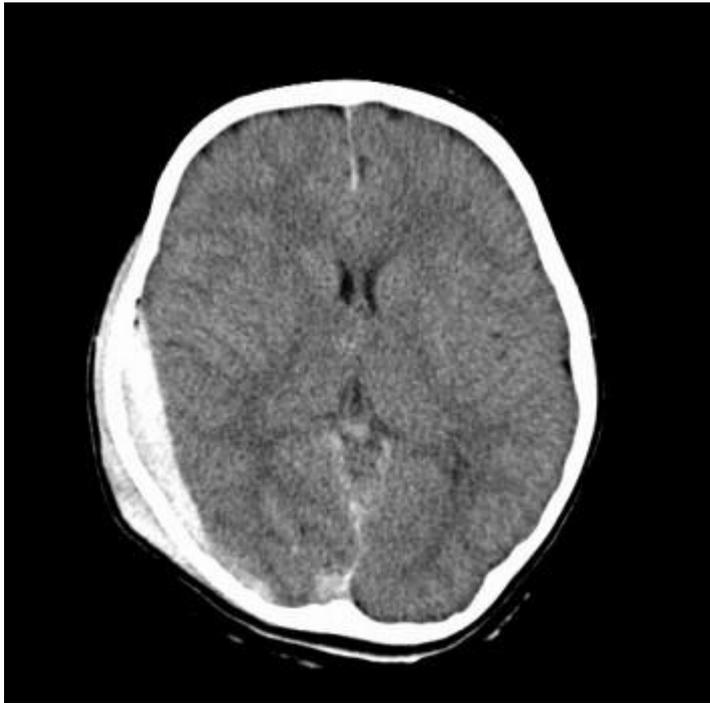
頭蓋底領域の評価



蝶形骨直上→好発部位
MPRが有効

開頭範囲の決定 (VR)

参照画像

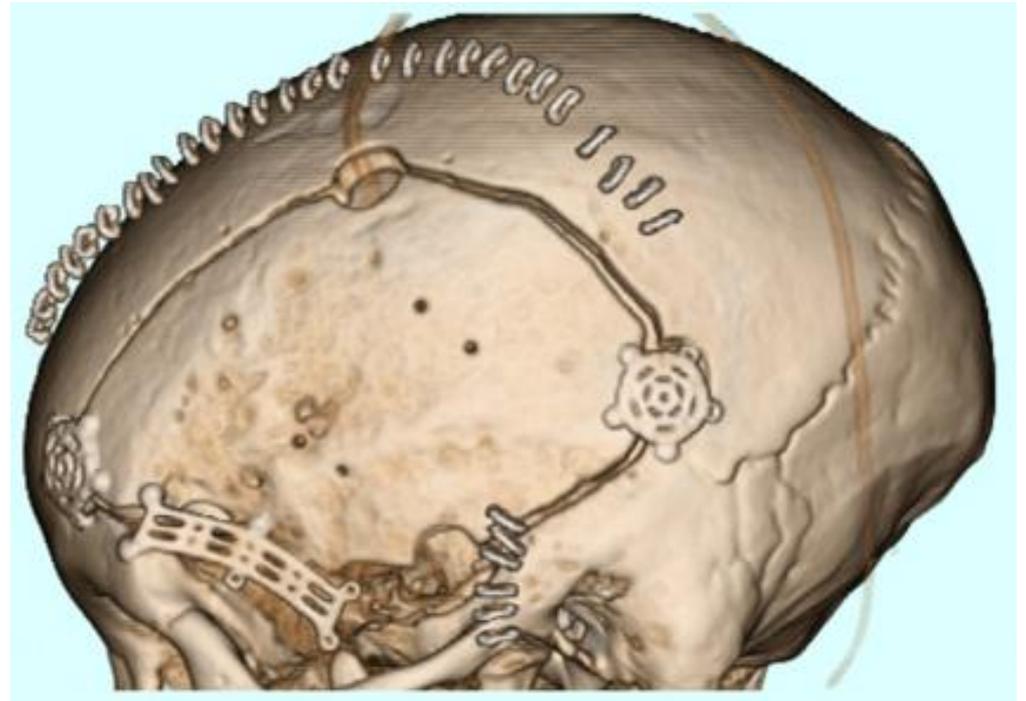


開頭範囲の決定(MPR)

参照画像



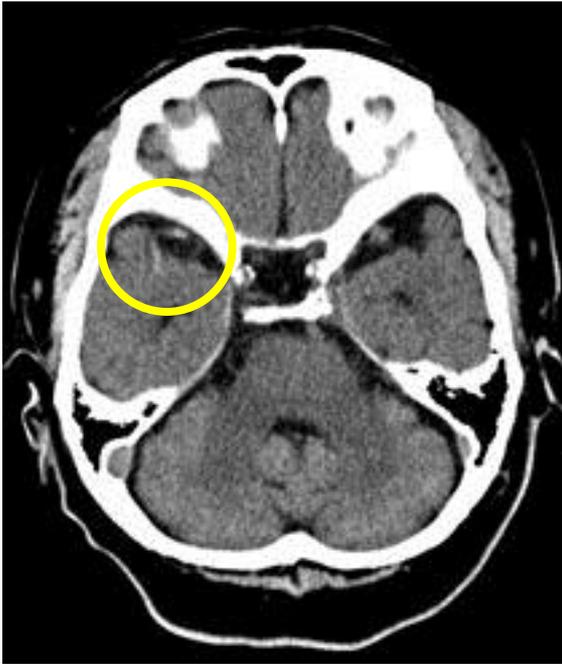
coronal



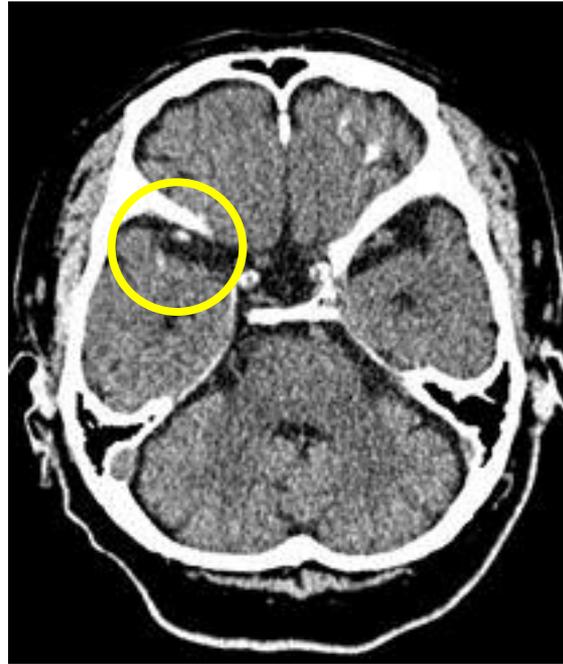
術後VR

Hyper MCA sign (MIP)

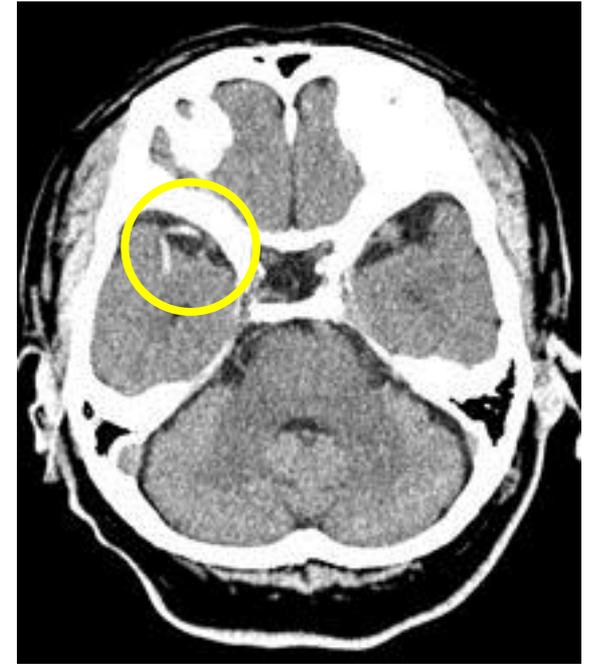
5mm



1mm

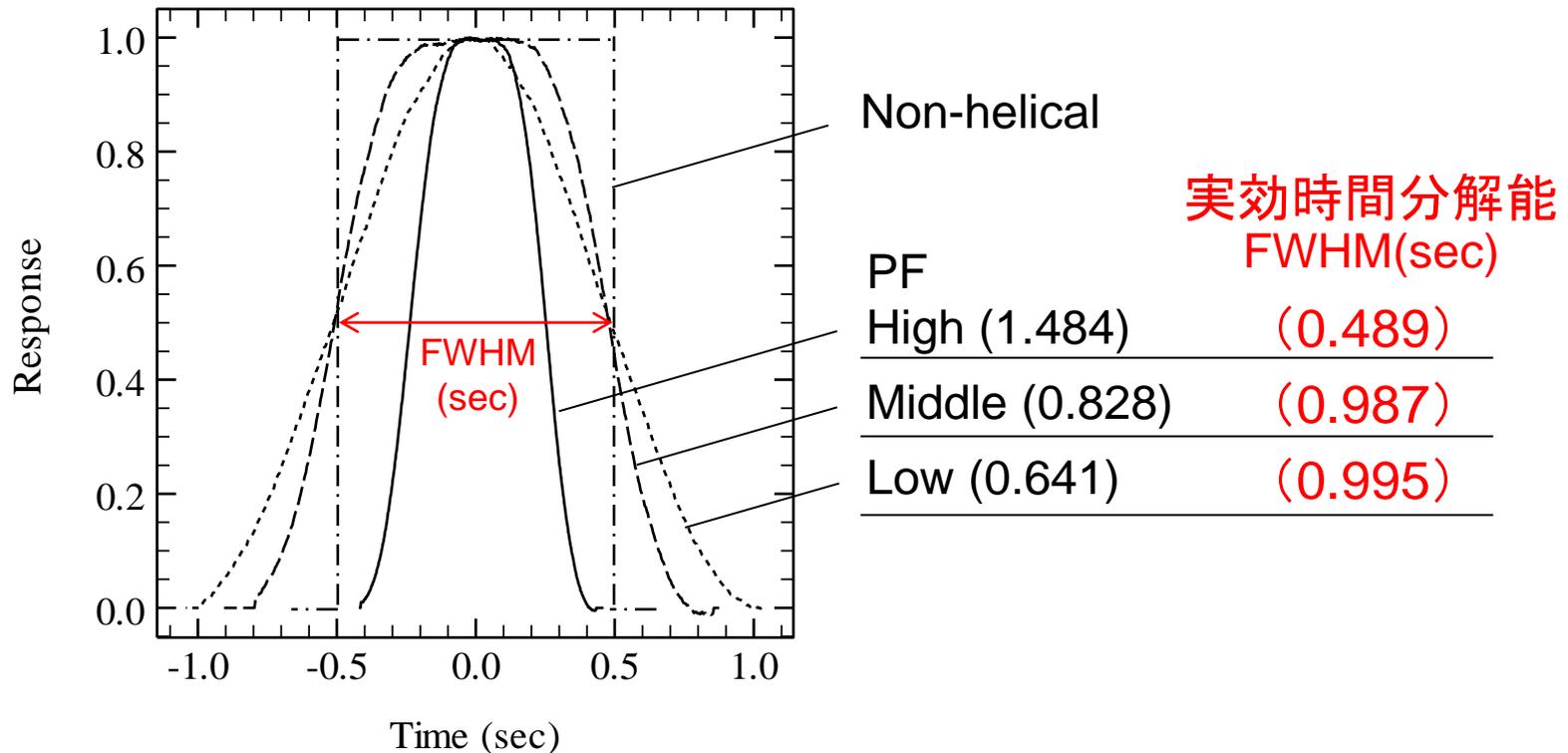


5mm MIP



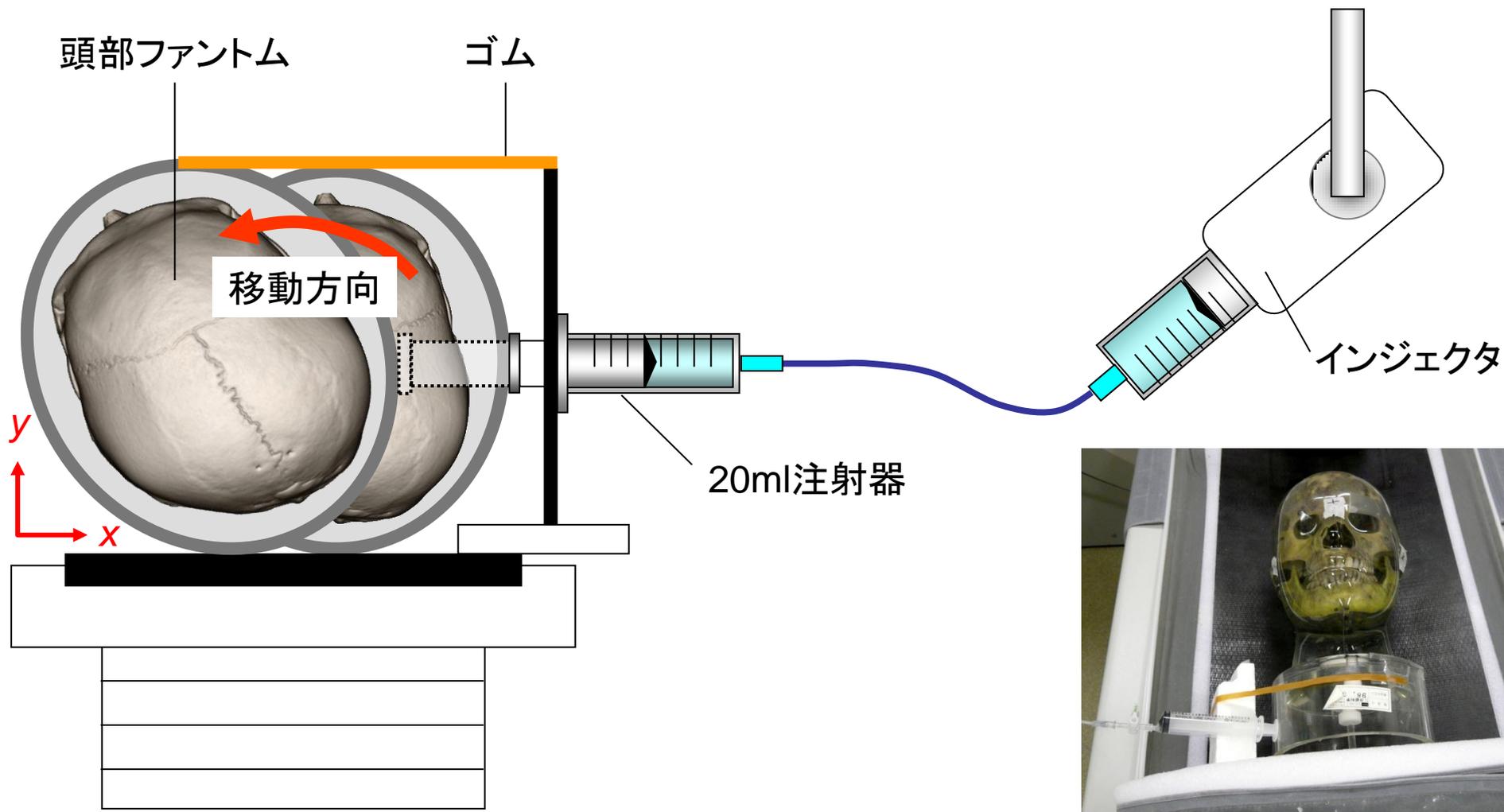
ヘリカルの時間分解能

1秒スキャン(0.5mm × 64)



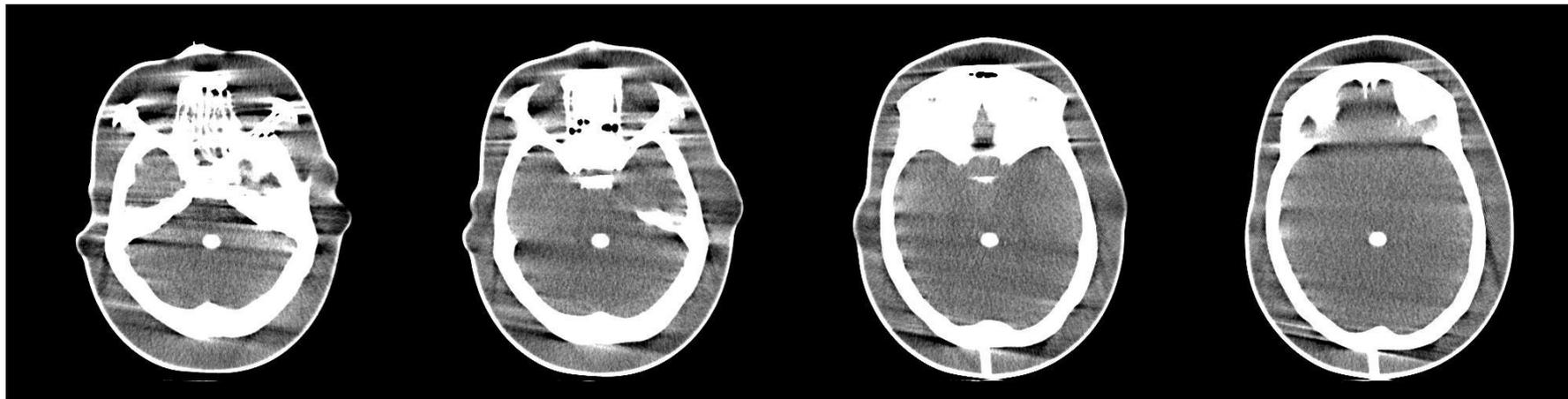
ヘリカルスキャンのTSPは台形状

モーションアーチファクト

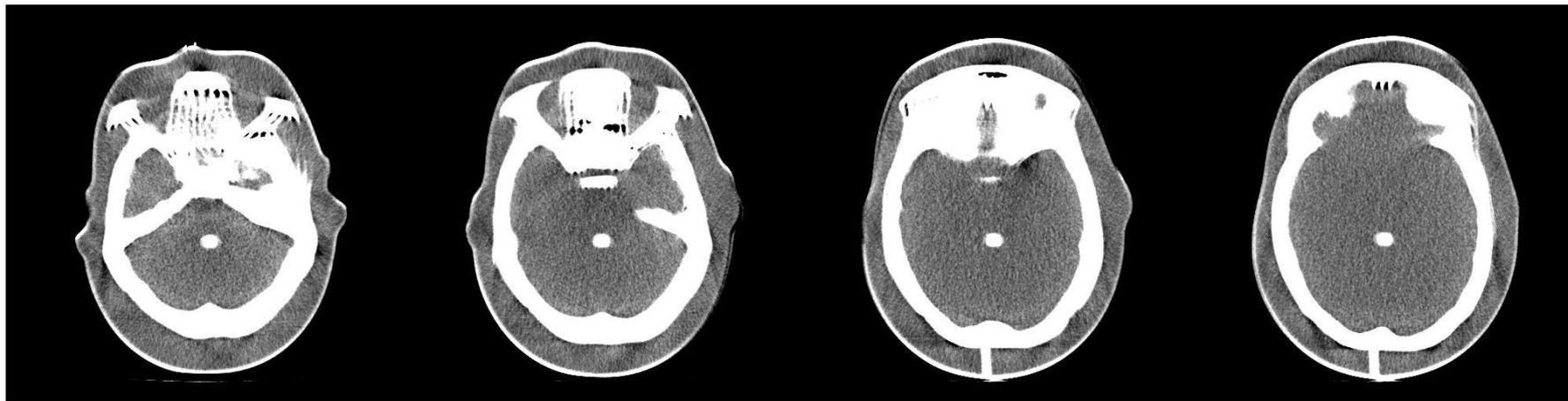


モーションアーチファクトの比較

Non-helical



Helical (0.5mm × 64, PF=0.641)



ヘリカルではストリーク状のアーチファクトが発生しない

頭部ヘリカルスキヤンの画像特性

評価項目

- ① 実効スライス厚
- ② 低コントラスト分解能
- ③ アーチファクト

X線CT撮影装置とファントム

① X線CT撮影装置

- ・2機種 of 64DAS マルチスライスCT

② CTDI vol. の測定

- ・放射線モニタ: Radcal 9010型 (Radcal社製)
- ・チェンバー: 10X5-3CT (Radcal社製)
- ・CT線量測定用ファントム: $\phi 16\text{cm} \times 15\text{cm}$ (頭部用)

③ 実効スライス厚の測定

- ・ビーズファントム $\phi 0.5\text{mm}$
- ・微動台 (有限会社旭計測製)

④ 低コントラスト分解能の測定

- ・Catphan (The Phantom Laboratory, Inc., USA)
- ・CTP299 (The phantom Laboratory, Inc., USA)
ービームハードニングを再現するための冠帯ー

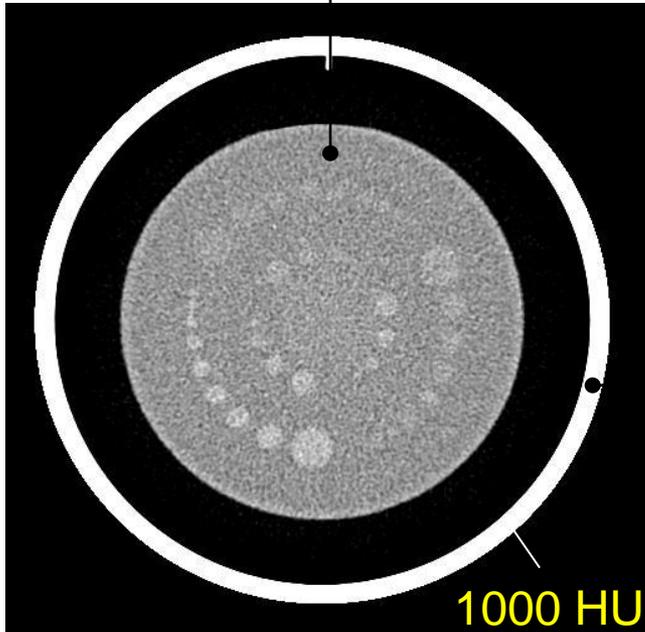
⑤ アーチファクト

- ・頭部ファントム: BHC型 (京都科学社製)



低コントラスト分解能測定用ファントム

低コントラスト分解能測定用ファントム
Catphan (The Phantom Laboratory, Inc., USA)



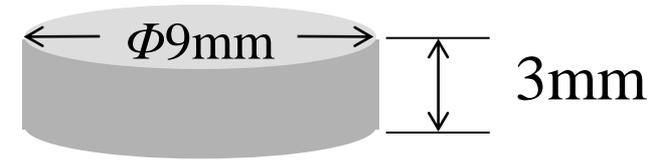
ビームハードニングを再現するための冠帯
CTP299 (The Phantom Laboratory, Inc., USA)



評価する信号

Subslice target

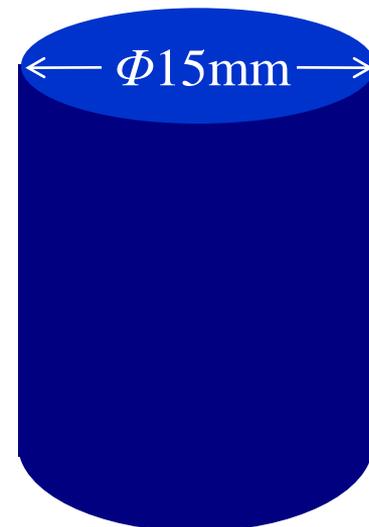
X線吸収差: 1%



パーシャル
ボリューム効果(+)

Supra-Slice target

X線吸収差: 0.5%



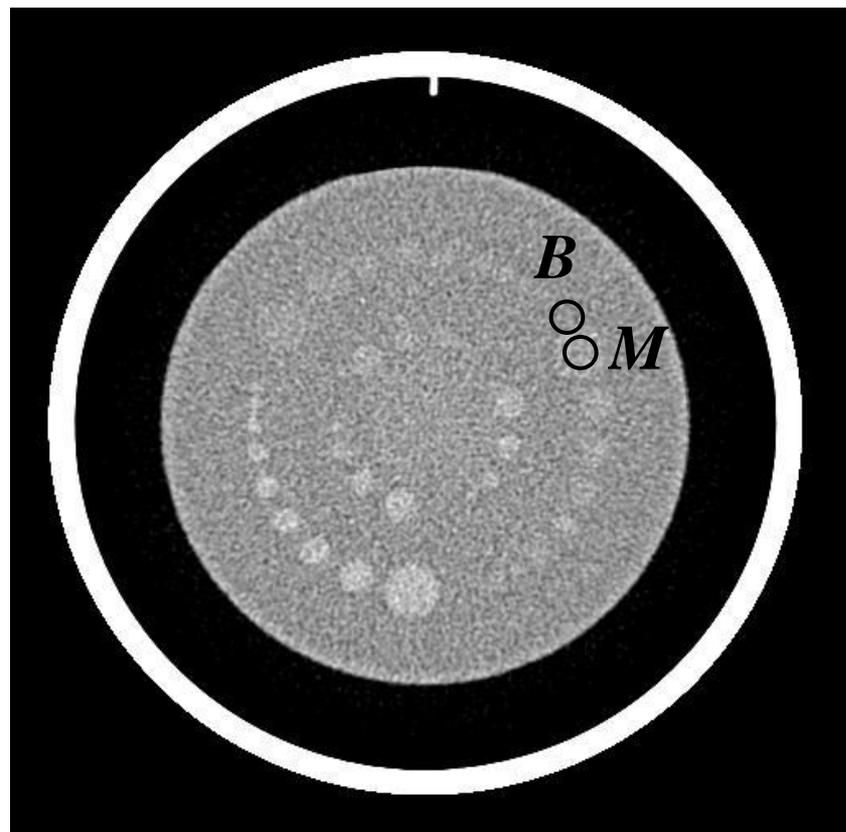
パーシャル
ボリューム効果(-)



低コントラスト分解能の定量評価

CNRの計算方法

ROIの位置



Gupta, A.K, et al. Radiology 2003.

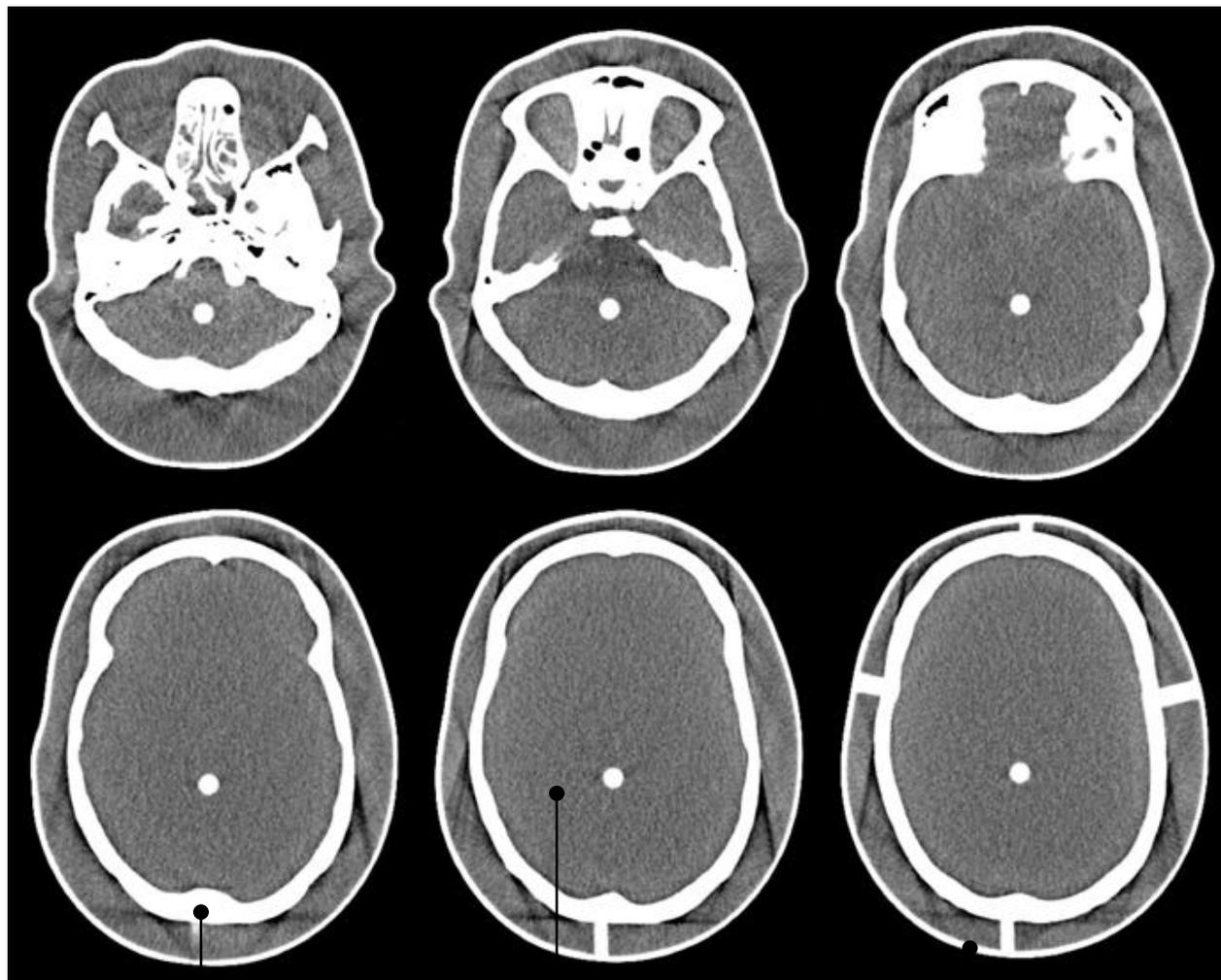
$$CNR = \frac{(ROI_M - ROI_B)}{SD_B}$$

ROI_M 信号体内部のROIのCT値
 ROI_B 信号体を含まないROIのCT値
 SD_B 信号体を含まないROIの標準偏差値

3回撮影した平均値で評価

アーチファクト測定用ファントム

頭部容器ファントム BHC型PH-34(株式会社京都科学製)



骨

水

アクリル容器

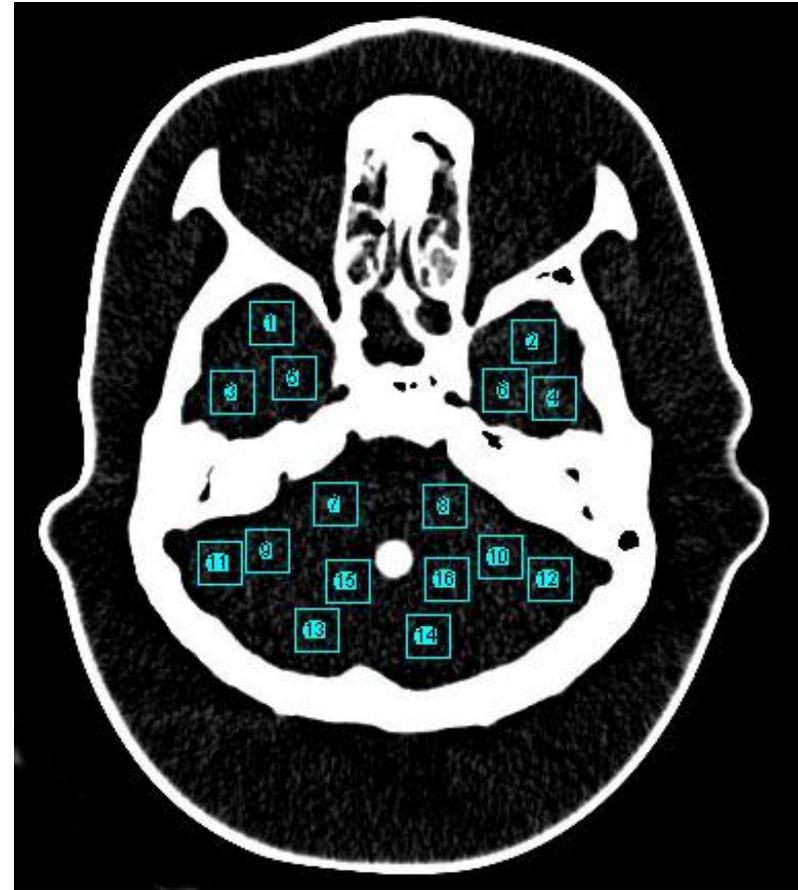
アーチファクトの定量評価法

中頭蓋窩レベルにおける、
1辺10mmの矩形ROI 16個分
のROI CTの測定値から、

標準偏差値 (ROI-SD)

を計算し、定量評価する。

中頭蓋窩レベル



3回スキャンし平均値で評価

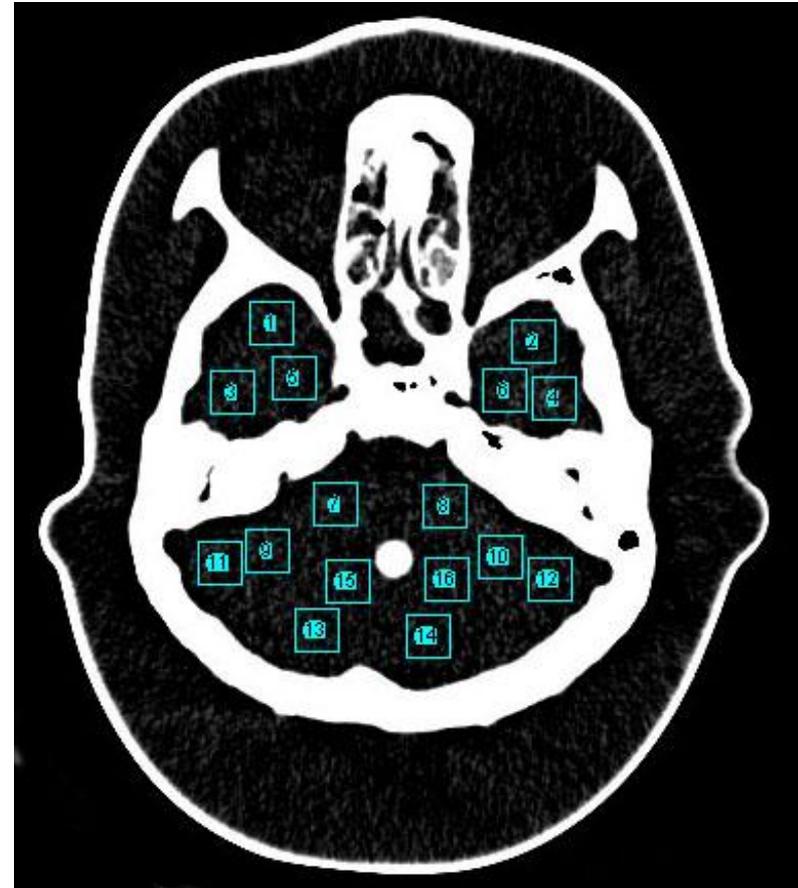
アーチファクトの定量評価法

標準偏差値 (ROI-SD)

$$\sqrt{\frac{\text{HU①}^2 + \dots + \text{HU⑯}^2}{16}}$$

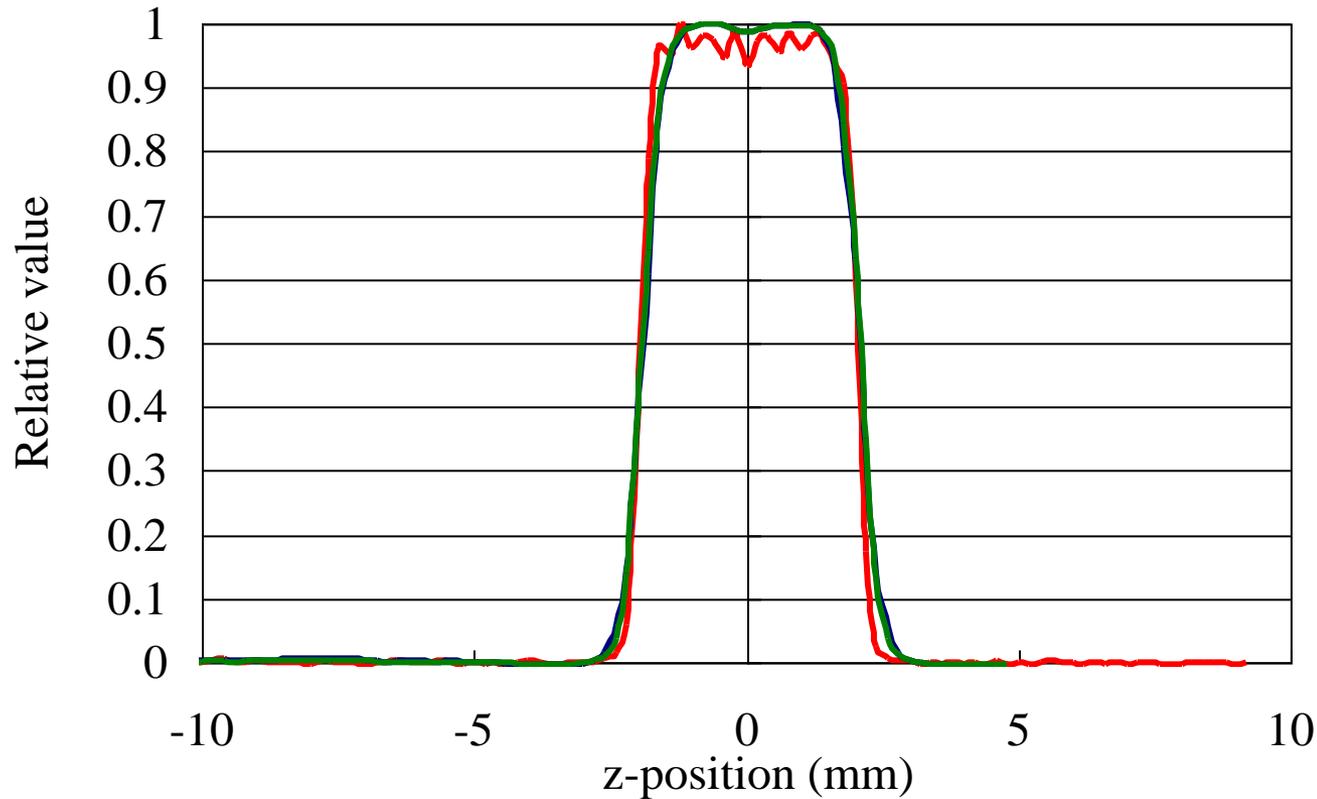
値が小さい→アーチファクト少ない

中頭蓋窩レベル



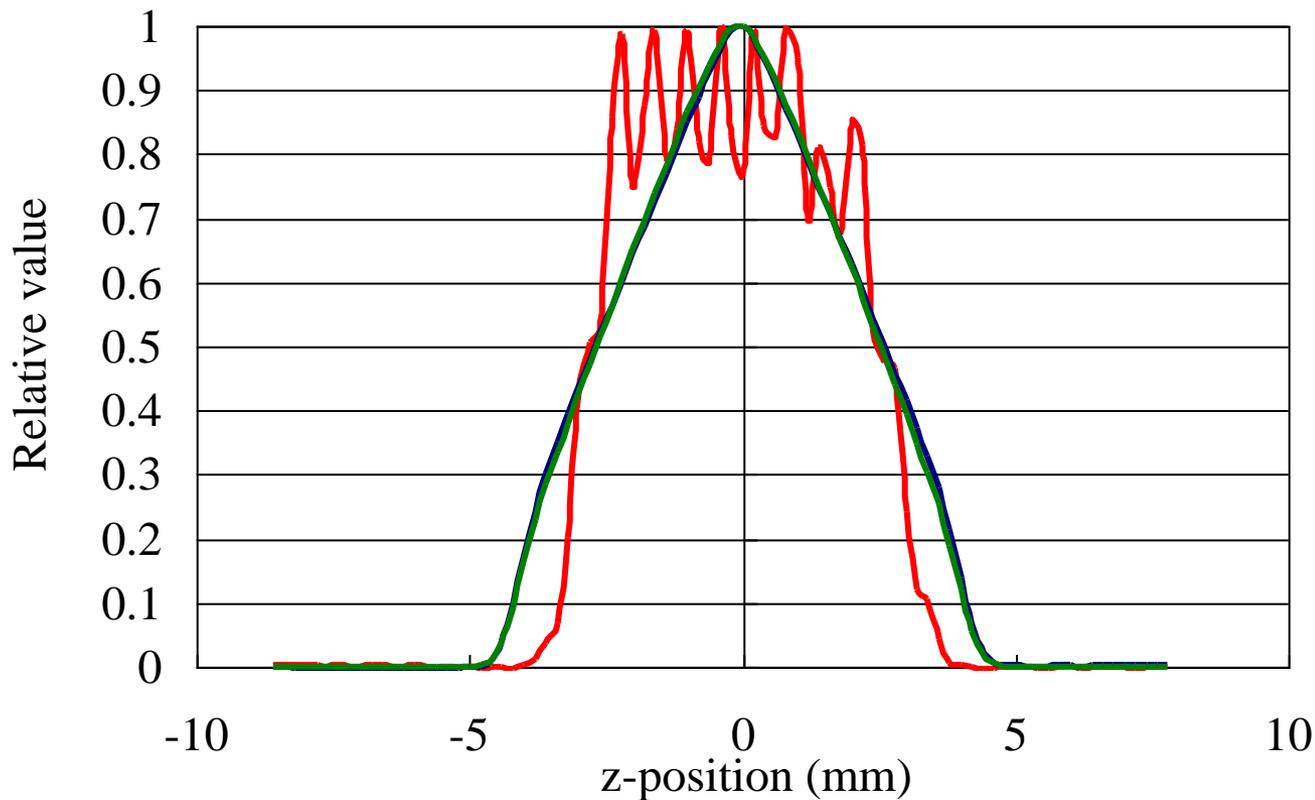
3回スキャンし平均値で評価

結果 実効スライス厚(4mm, T社)



| | | FWHM | FWTM |
|---|-----------------------|--------|--------|
| — | 64 × 0.5mm (PF0.641) | 4.0 mm | 4.8 mm |
| — | 32 × 0.5mm (PF0.656) | 4.0 mm | 4.8 mm |
| — | 4 × 4mm (Non-helical) | 4.0 mm | 4.5 mm |

結果 実効スライス厚(5mm,G社)

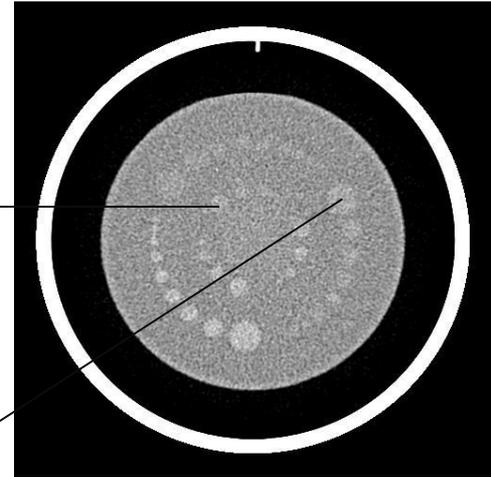
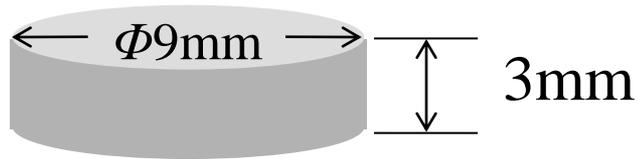


| | | FWHM | FWTM |
|---|------------------------|--------|--------|
| — | 64 × 0.625mm (PF0.516) | 5.3 mm | 8.3 mm |
| — | 32 × 0.625mm (PF0.531) | 5.2 mm | 8.4 mm |
| — | 4 × 5mm (Non-helical) | 5.3 mm | 6.8 mm |

CNR (4mm, T社)

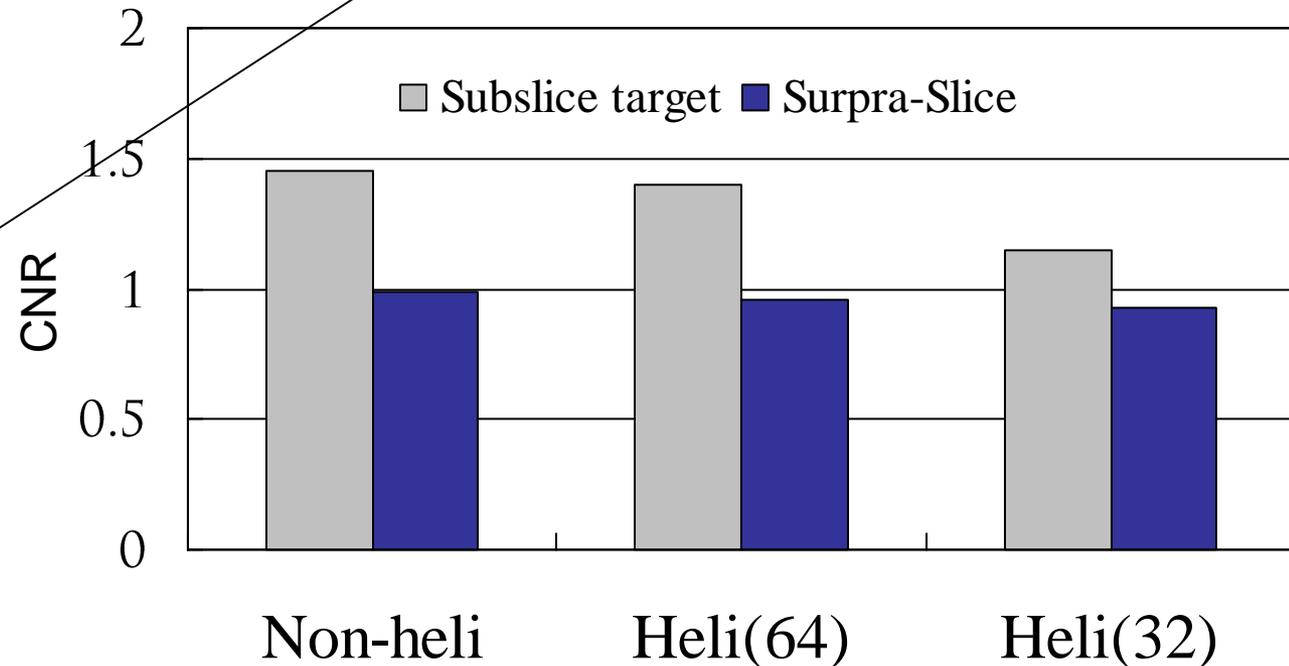
Subslice target

X線吸収差: 1%



Supra-Slice target

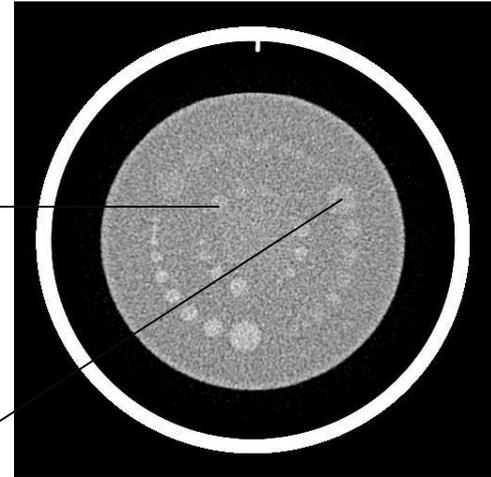
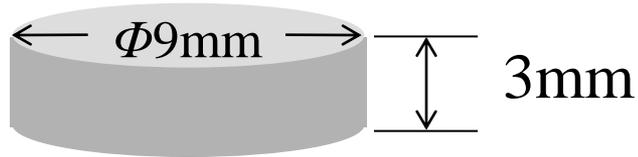
X線吸収差: 0.5%



CNR (5mm, G社)

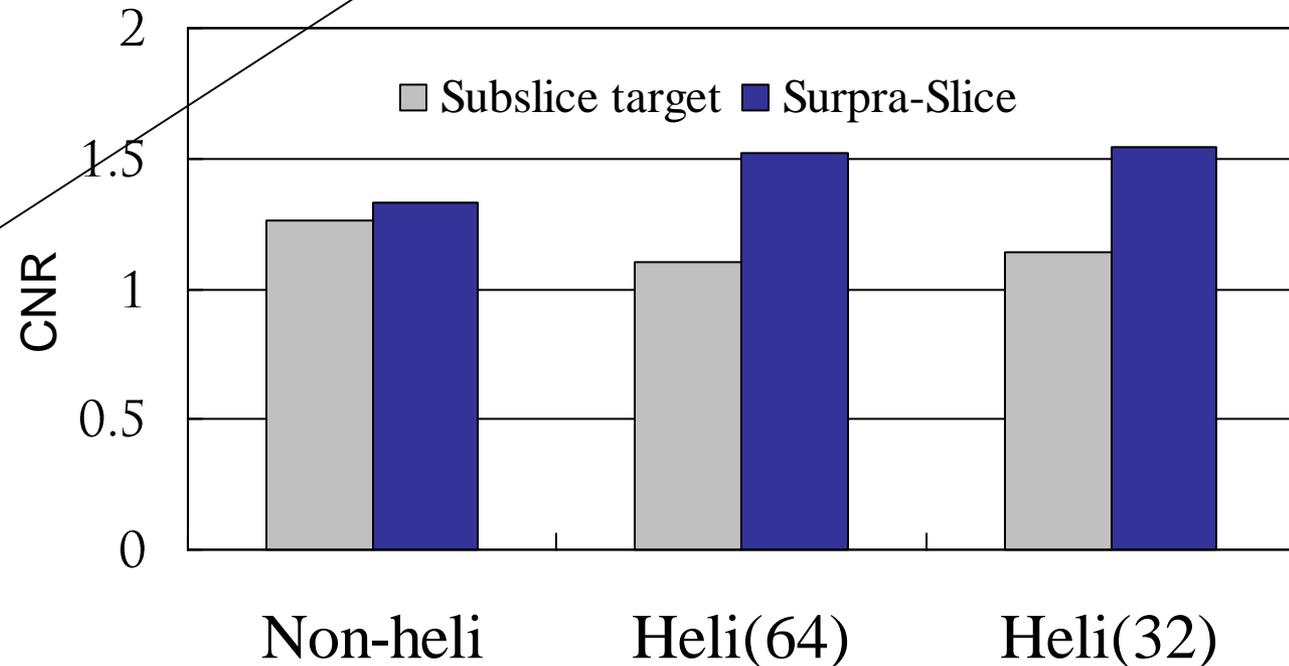
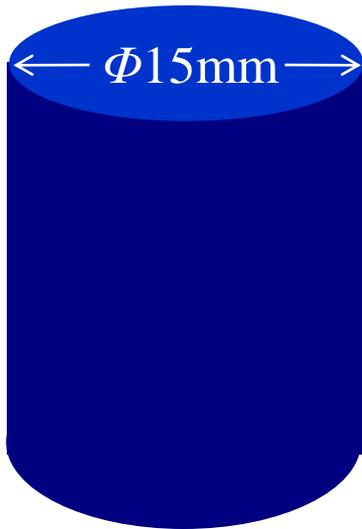
Subslice target

X線吸収差: 1%

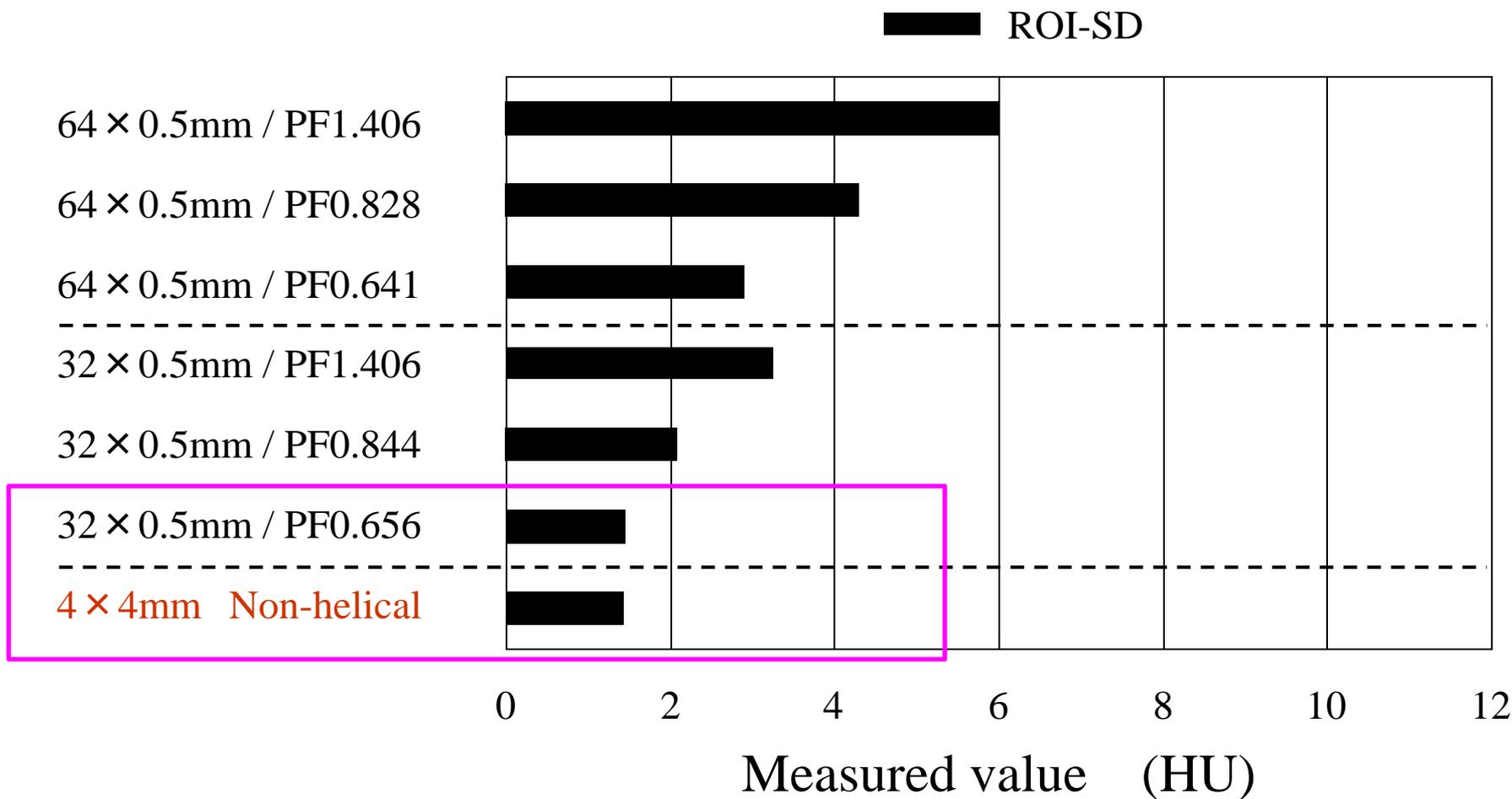


Supra-Slice target

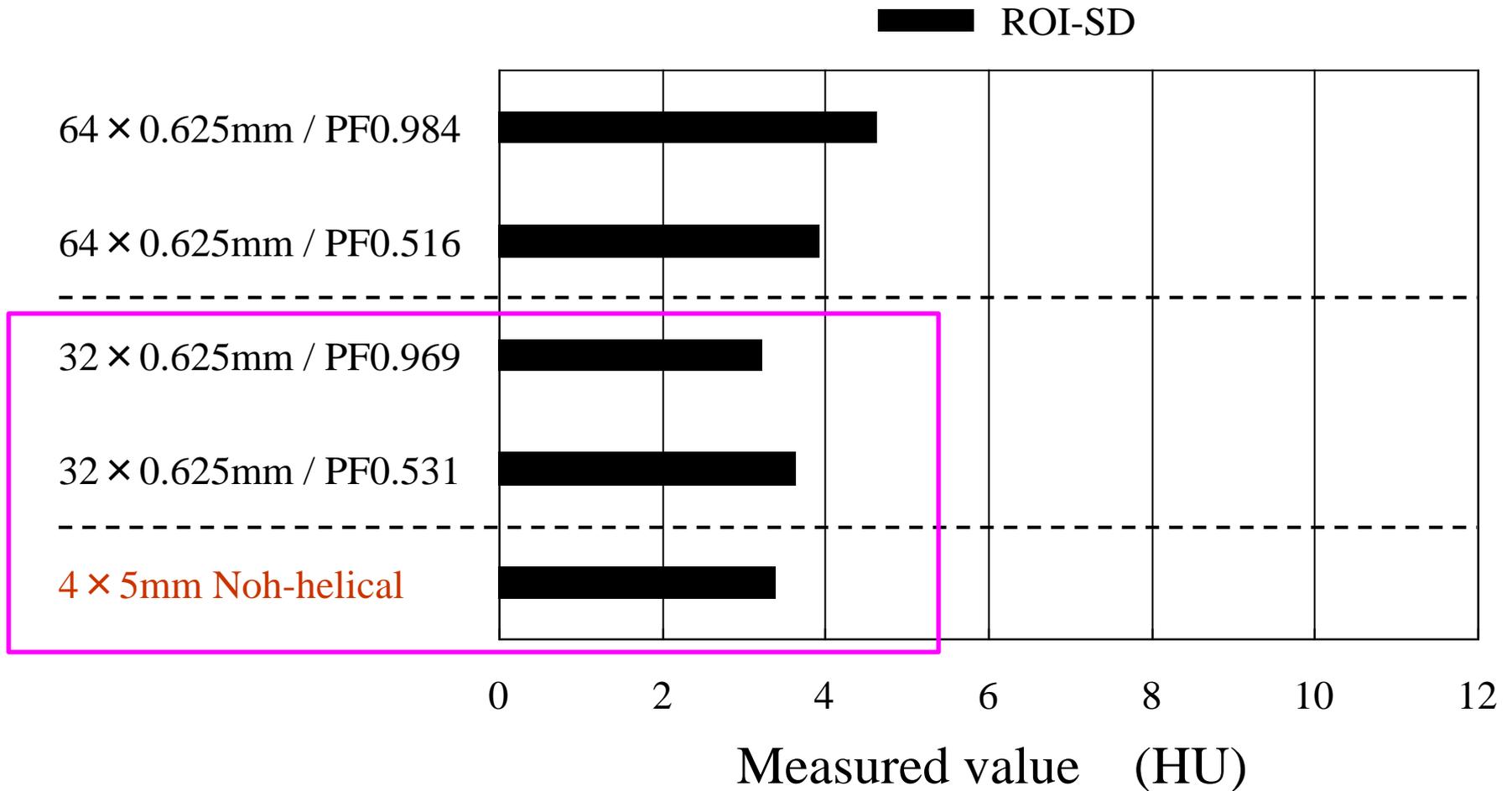
X線吸収差: 0.5%



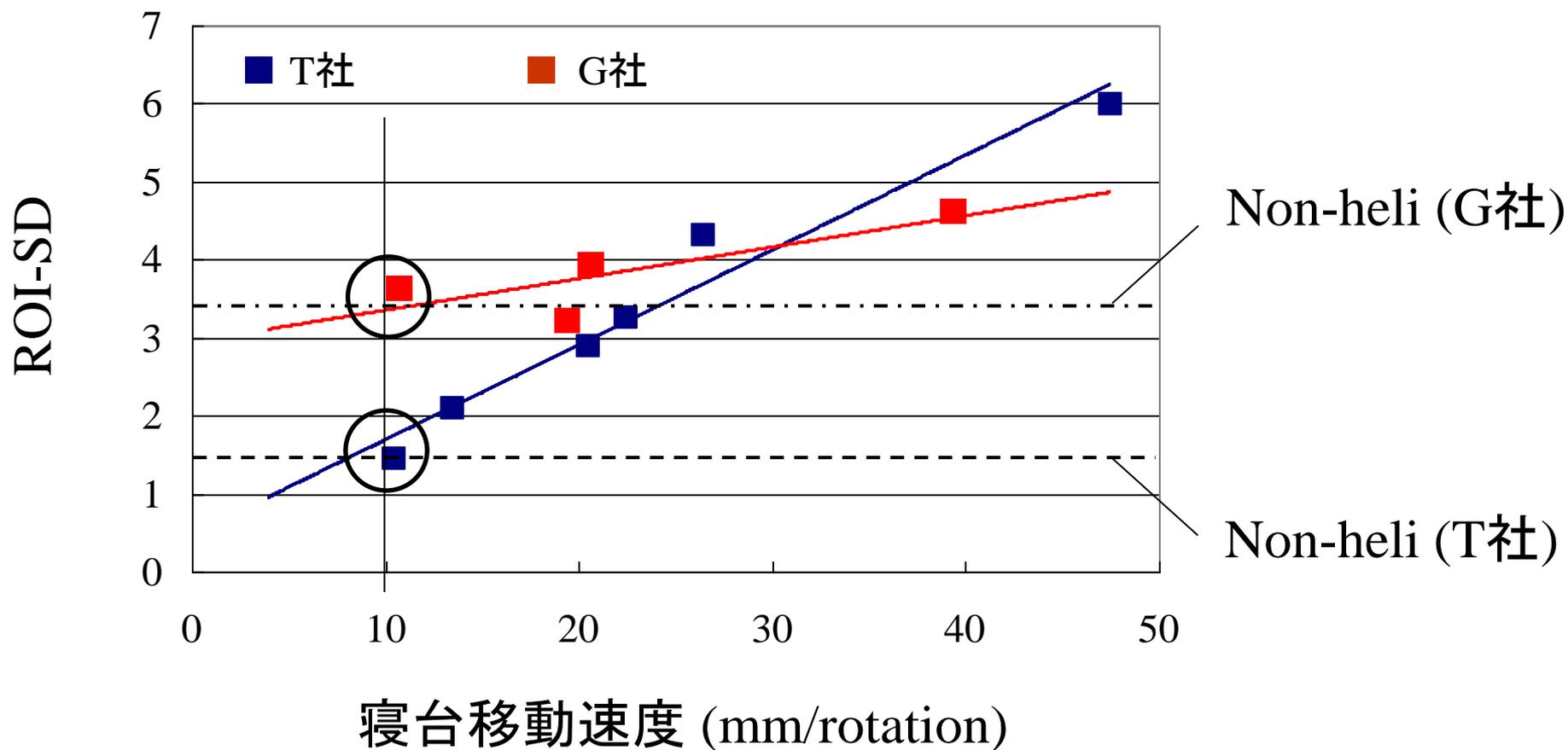
結果・アーチファクト(4mm, T社)



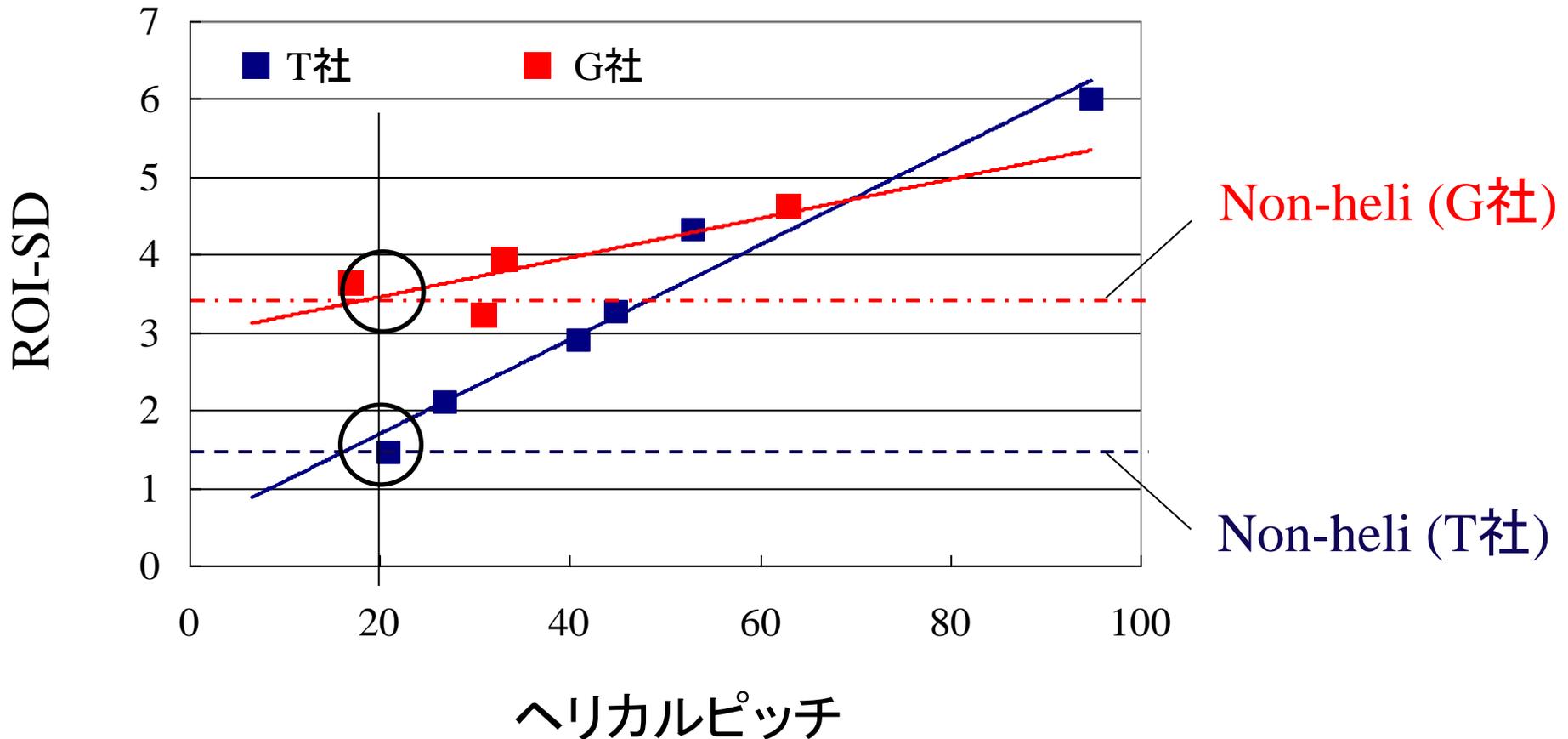
結果・アーチファクト(5mm,G社)



寝台移動速度とアーチファクトの関係



ヘリカルピッチとアーチファクトの関係



臨床 (5mm, G社)



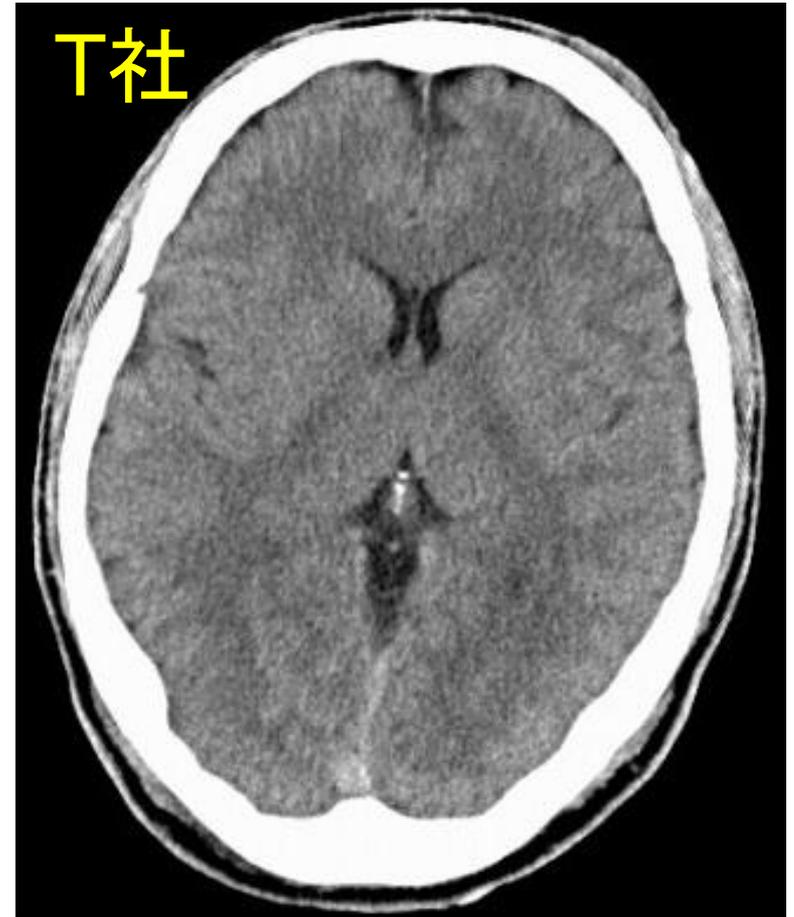
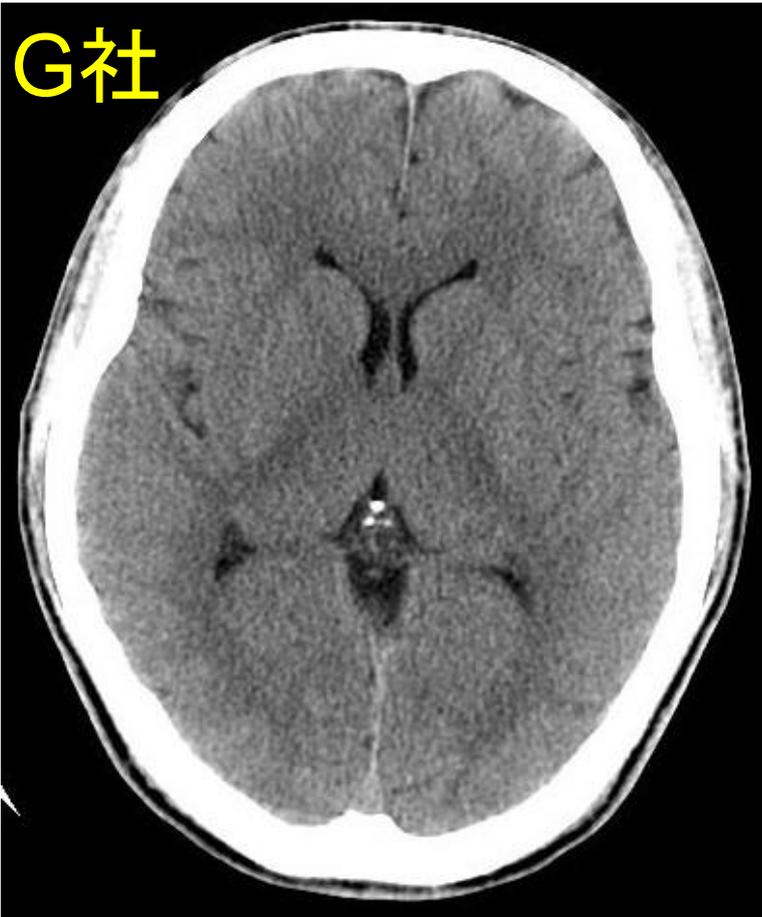
Non-helical



Helical

ヘリカルは脳の皺構造が不明瞭

メーカー間比較 (5mmヘリカル)

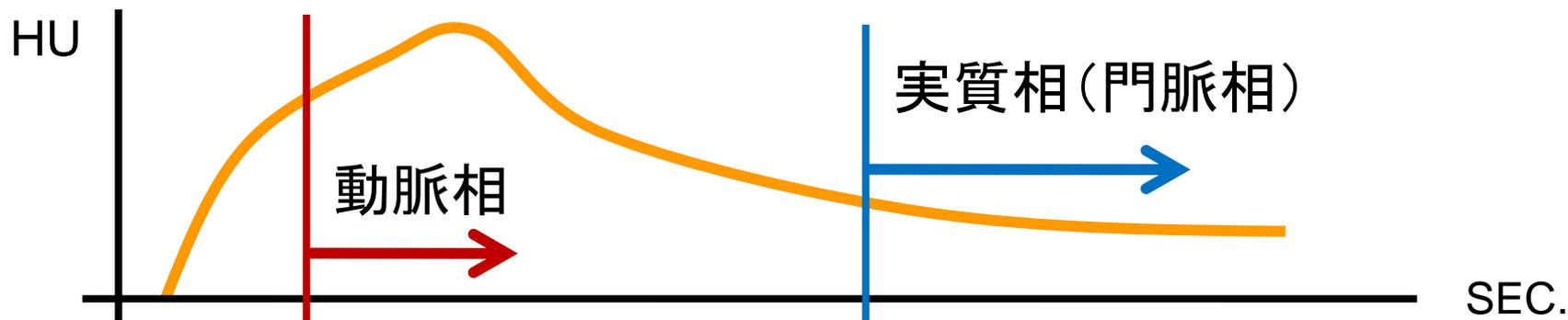


皺構造:Tの方が明瞭

腹部・骨盤外傷のCT撮影

- 1.液体貯留
- 2.活動性出血
- 3.実質臓器損傷
- 4.管腔臓器損傷
- 5.骨傷

Dynamic CTの撮影タイミング



書籍A

60秒(45秒~60秒はダメ)

書籍B

25秒

70秒~80秒

書籍C

20秒

180秒

書籍D

75秒

雑誌A

90秒~120秒

動脈性の出血, 病変

臓器の損傷形態
門・静脈性の出血, 病変

Dynamic CT

肝動脈からの溢血(肝外傷)

動脈相(MIP)



実質相(MIP)



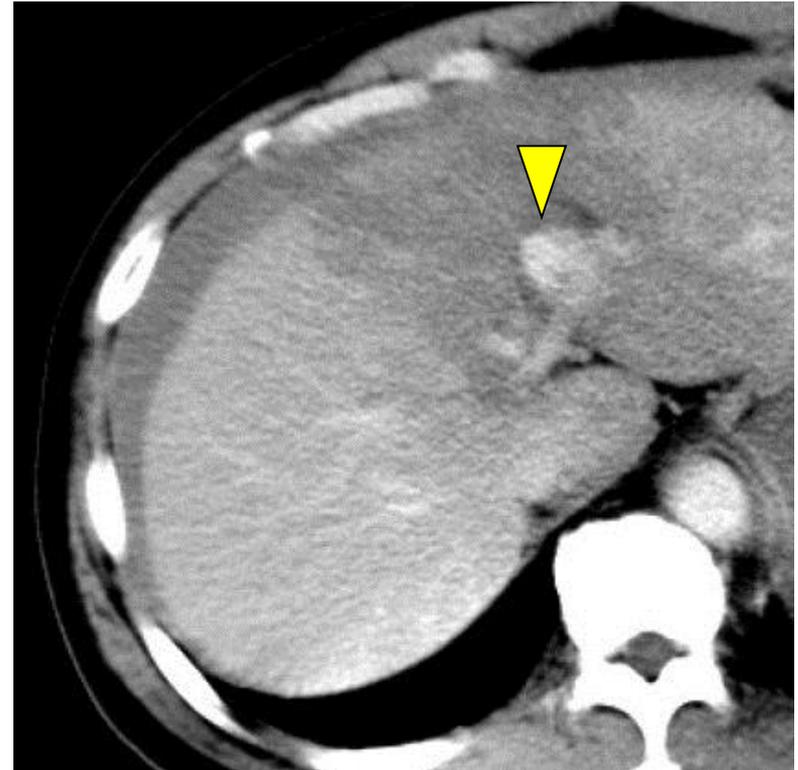
Dynamic CT

門脈からの溢血(肝外傷)

動脈相



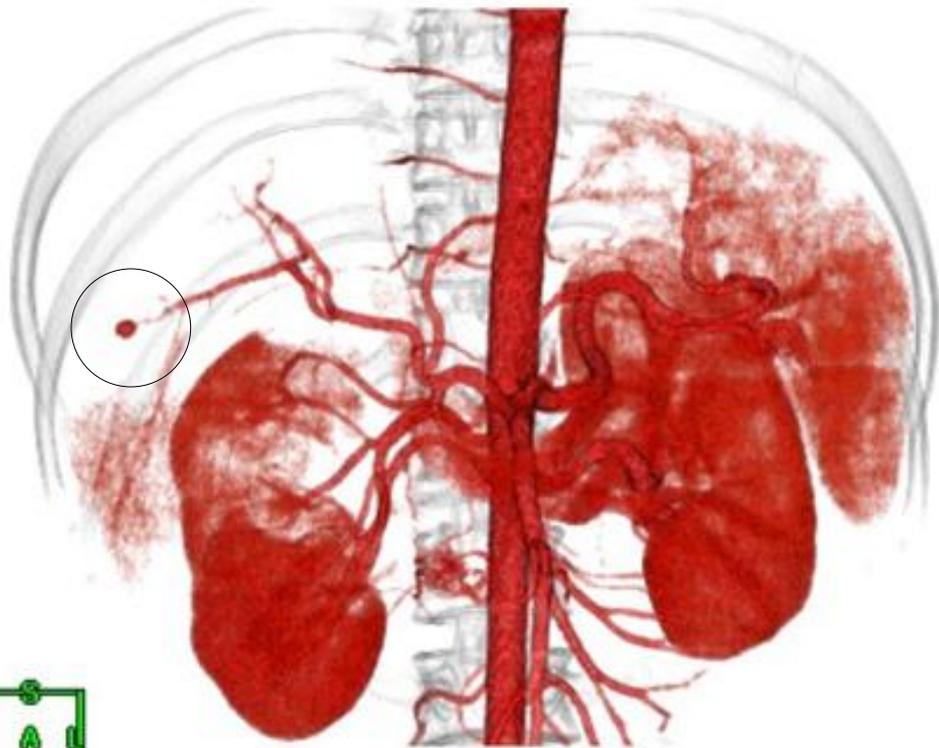
実質相



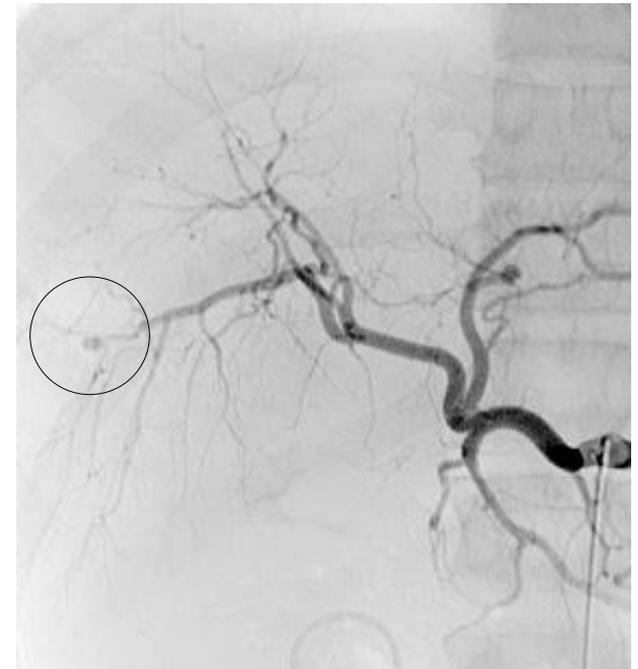
Dynamic CT

肝仮性動脈瘤(肝外傷)

動脈相 (VR)



Angio

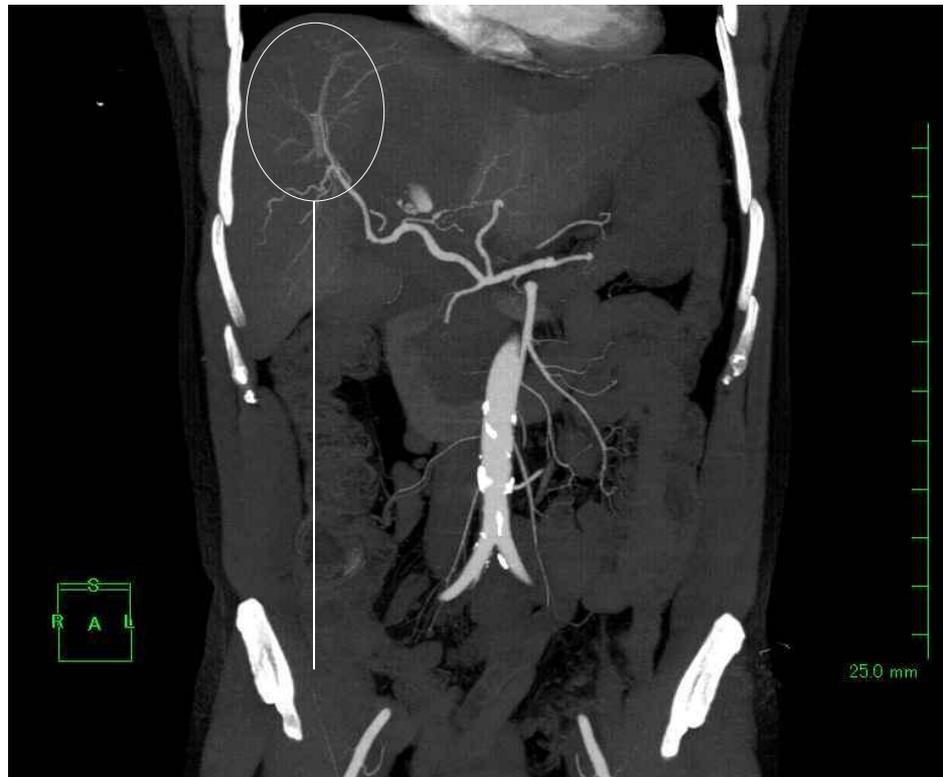


Dynamic CT

A-P shunt (肝外傷)

動脈相 (MIP)

実質相 (MIP)



A-Pシャント

単純CTが有用な症例

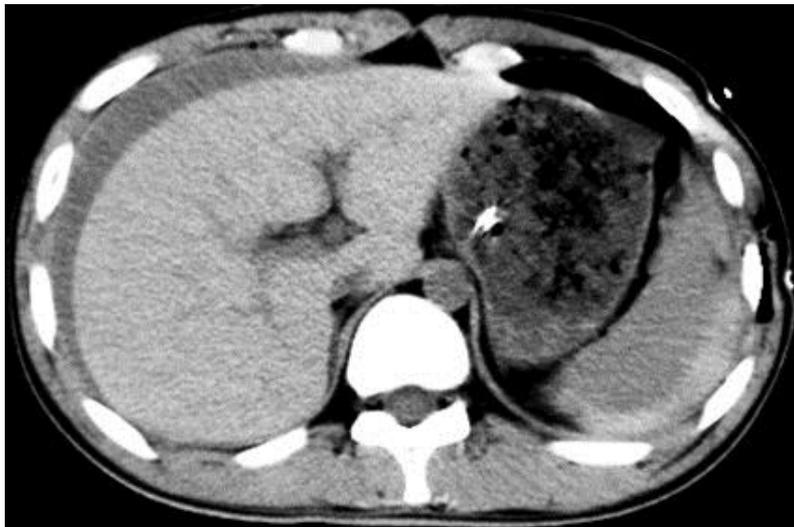
Sentinel clot sign

The Sentinel Clot Sign AJR 153:747-749, October 1989

| | |
|-------|-------------|
| 通常の血液 | : 30H.U.~ |
| 凝血塊 | : 45~75H.U. |

- ・出血側は凝血も早くCT値が高い
- ・CT値が高い方が出血源

単純CT



CT値 : 脾側 > 肝側
出血側 : 脾

単純CT



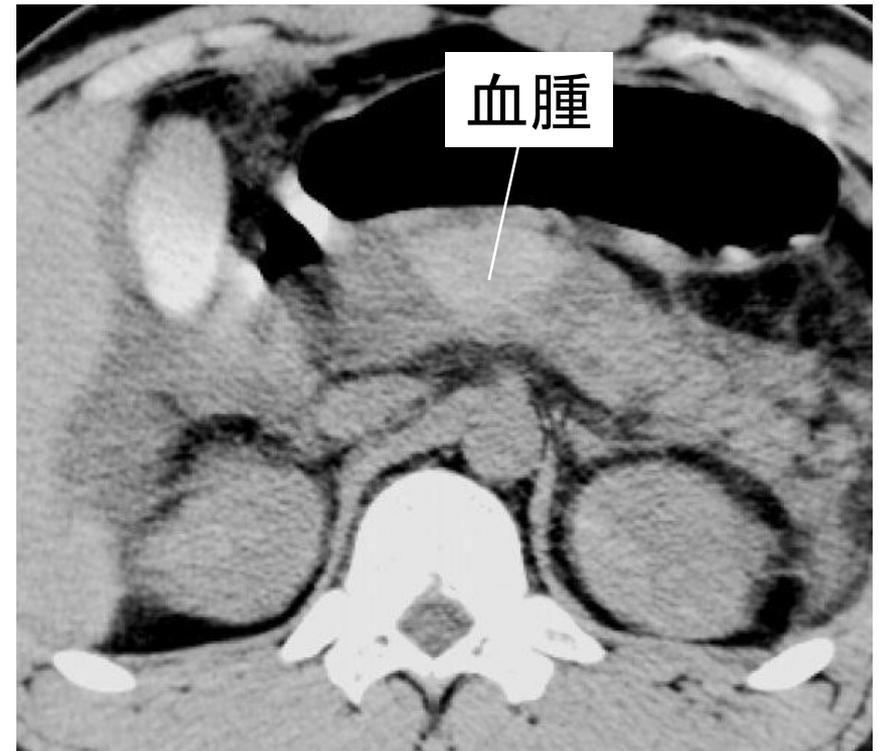
CT値 : 肝側 > 脾側
出血側 : 肝

単純CTが有用な症例

血腫形成型の臓器損傷(腓外傷)

造影門脈相

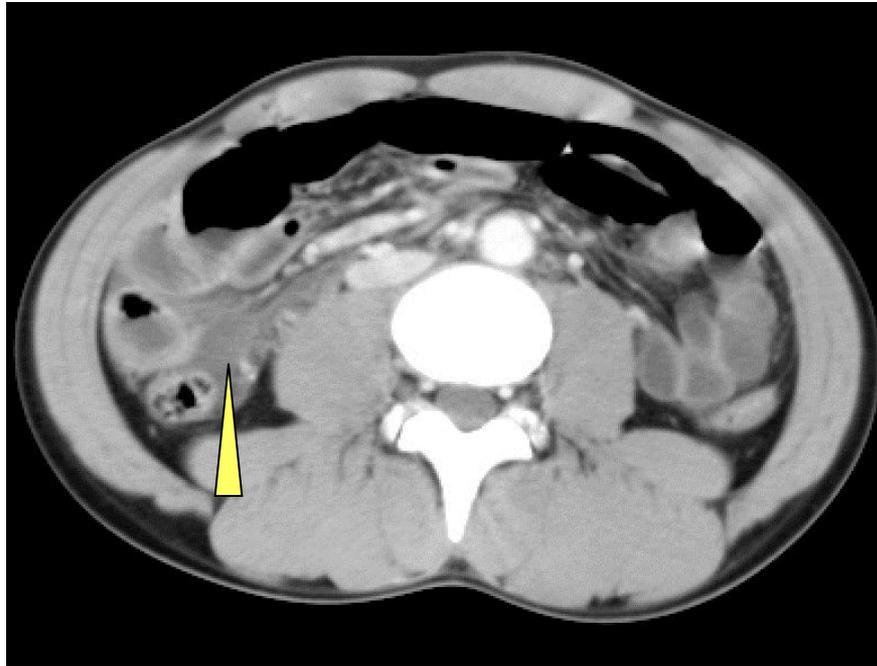
Follow-up 単純CT



血腫と造影実質がアイソデンシティ

単純CTが有用な症例

腸管周囲限局性低濃度液体貯留 (Interloop fluid)



- 実質臓器損傷を認めない液体貯留
- CT値が20以下 (腸管内容物の混入, 血性腹水)
- 壁肥厚腸管の周囲に見られることが多い
- 造影剤の混入が読影上煩わしく単純CTが有用

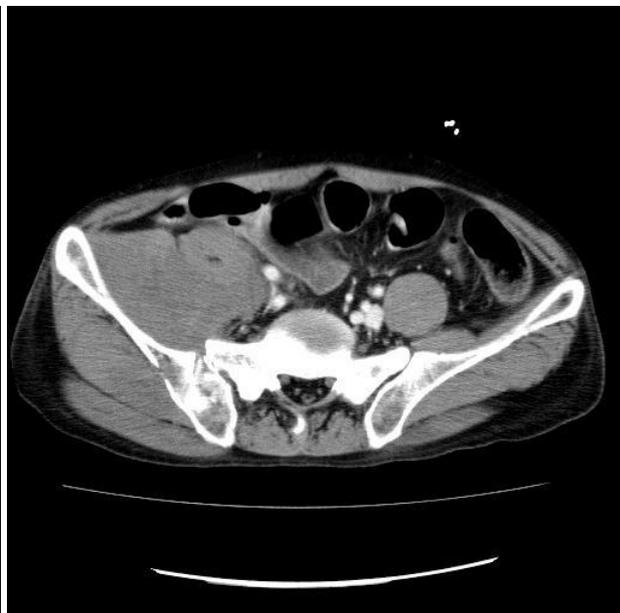
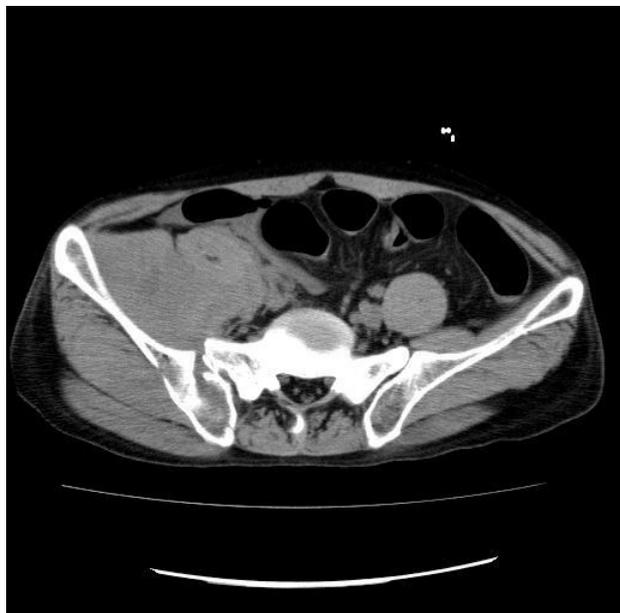
単純CTが有用な症例

骨盤骨折

単純

動脈相

実質相



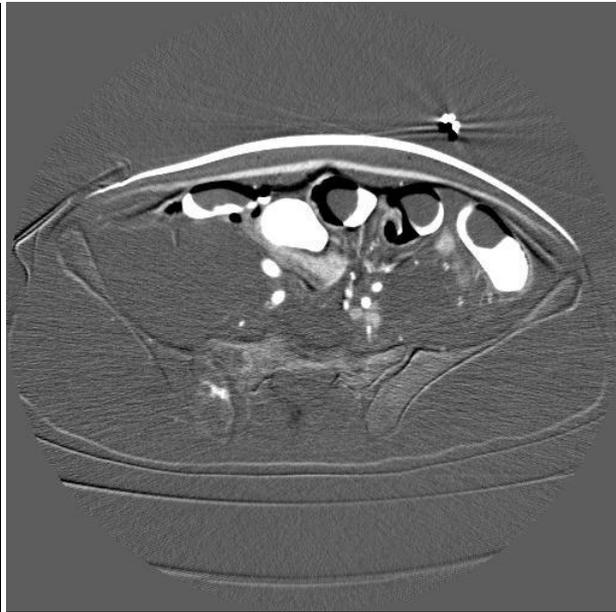
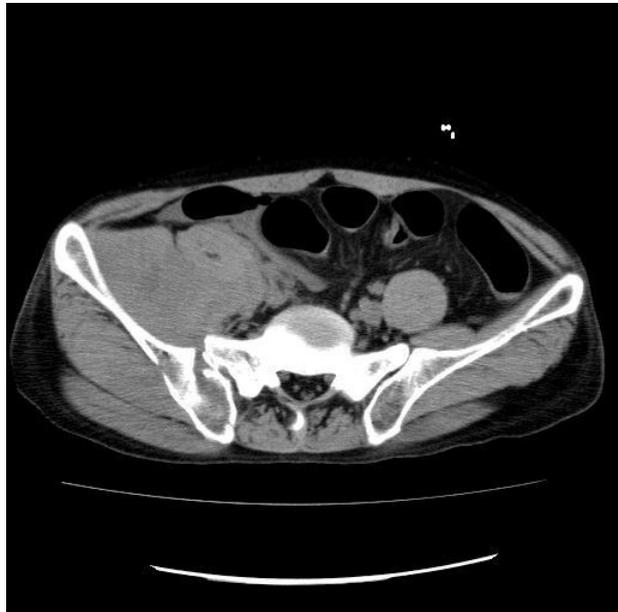
単純CTが有用な症例

骨盤骨折

単純

動脈相

実質相



造影CTの溢血正診率

Cerva DSJ, Mirvis SE, Shanmugathan K, Kelly IM, Pais SO:
**Detection of bleeding in patients with major pelvic fractures:
value of contrast-enhanced CT.** Am J Roentgenol 1996;166:131-5.

90 %

松岡哲也, 横田順一郎ほか(大阪府立泉州救命救急センター)
骨盤外傷の病態生理からみた診断, 治療.
骨・関節・靭帯 特集 骨盤骨折-診断・治療と合併症対策-
2001vol.14 No.5 May. P395-404

96.2 %

当麻美樹、田伏久之ほか(大阪府立中河内救命救急センター)
骨盤骨折における造影CTと血管造影所見の比較検討(第二法)
日本外傷学会誌前抄録 2004;17:182

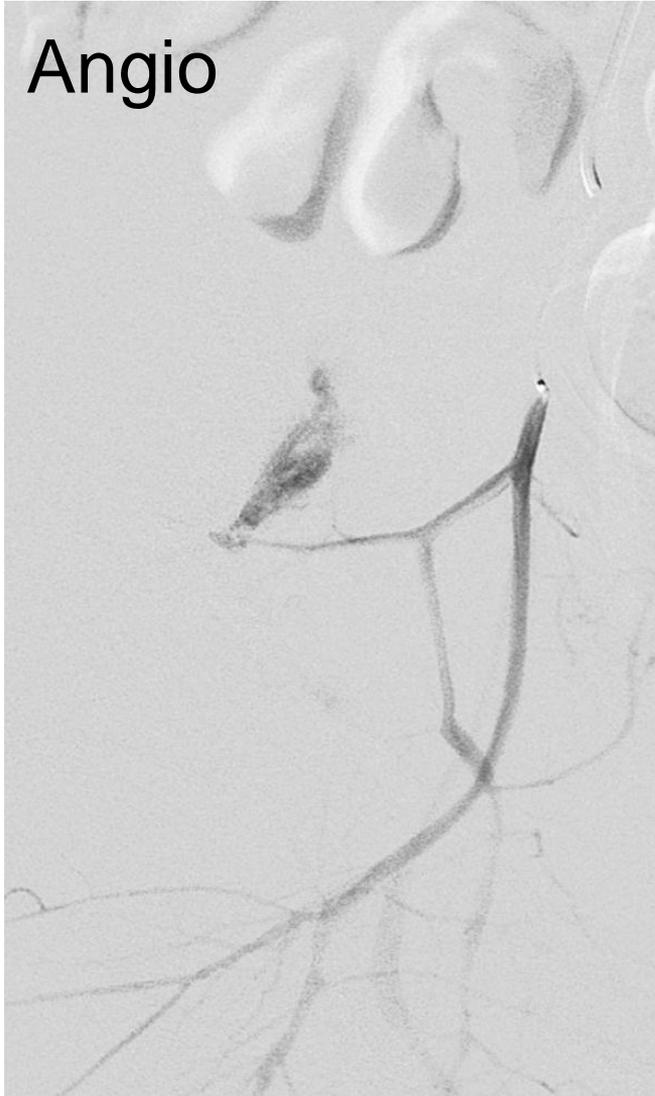
40 %

金井信恭、新見浩ほか(聖マリアンナ医科大学放射線医学、同救急医学)
骨盤骨折における造影CT所見と血管造影所見の比較検討.
日本外傷学会誌前抄録 2004;17:183

25 %

血管攣縮

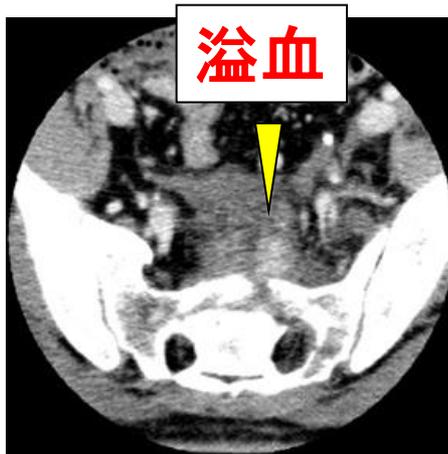
Angio



CTA(MIP)



スライス厚と溢血描出能

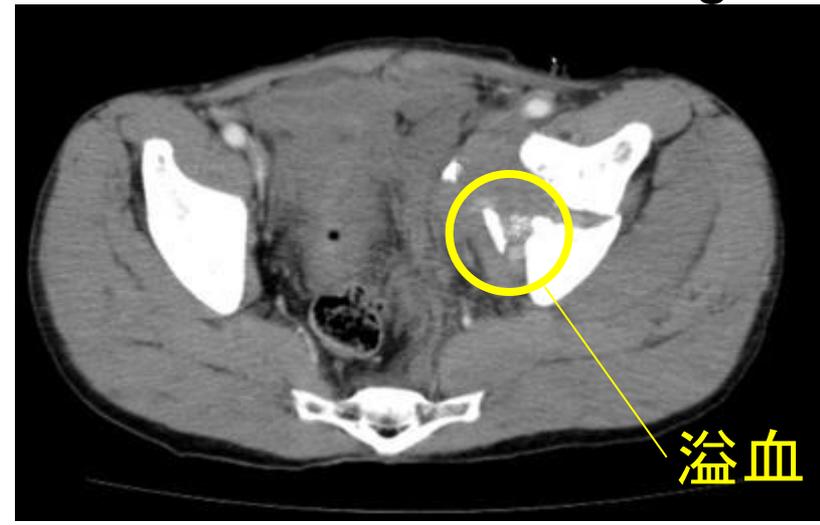
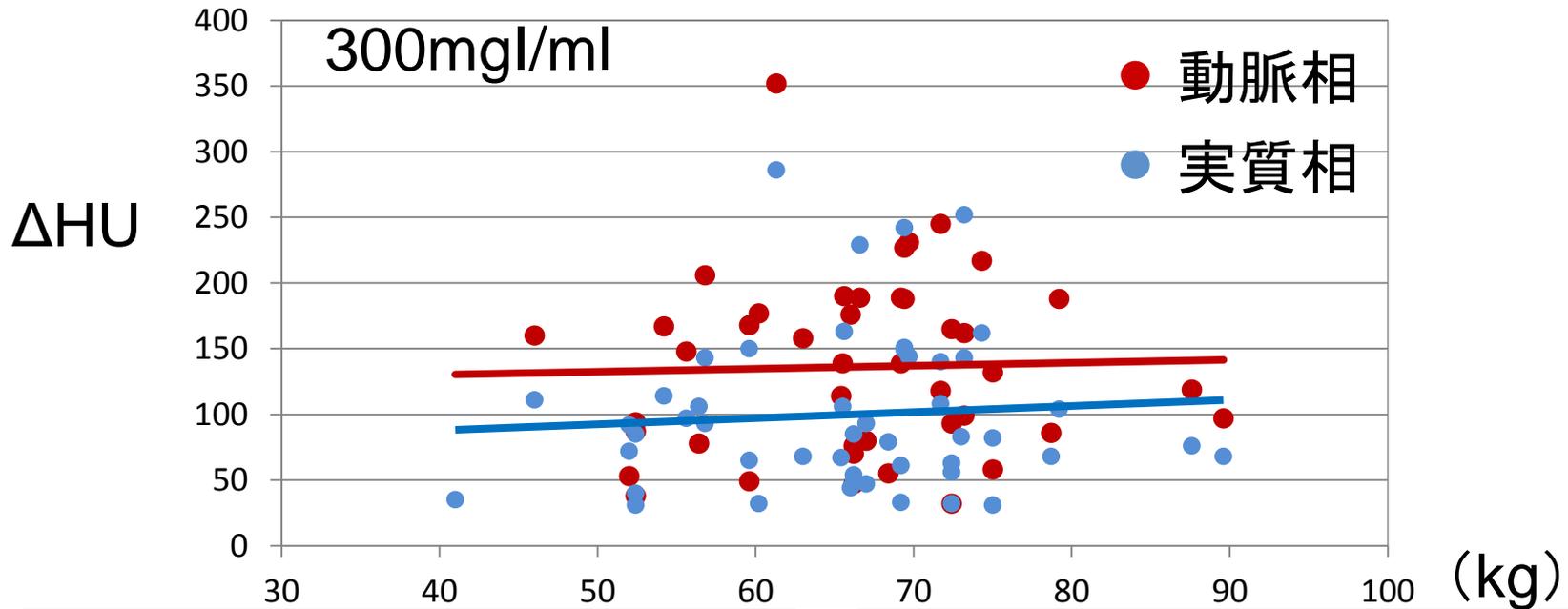


5mm

7mm

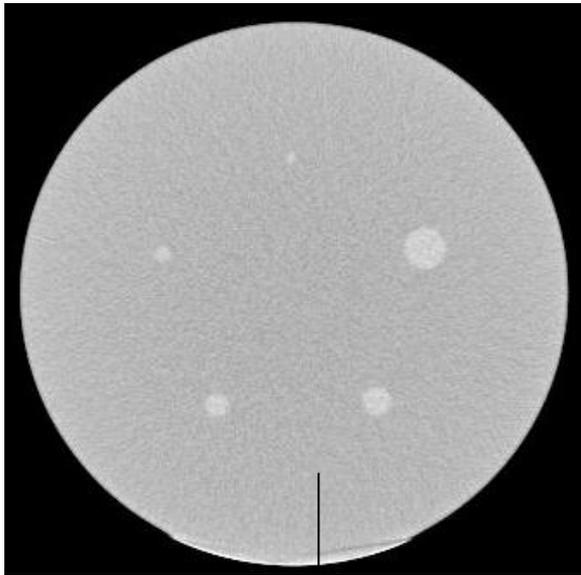
10mm

活動性出血のCT値と周辺組織のCT値差

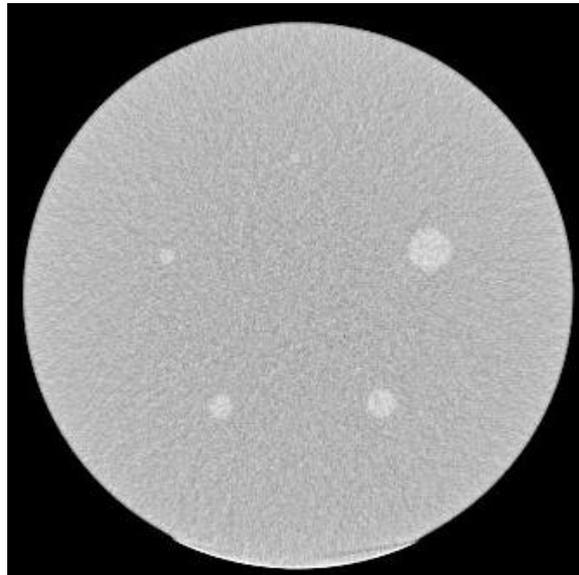


SD値と溢血描出能

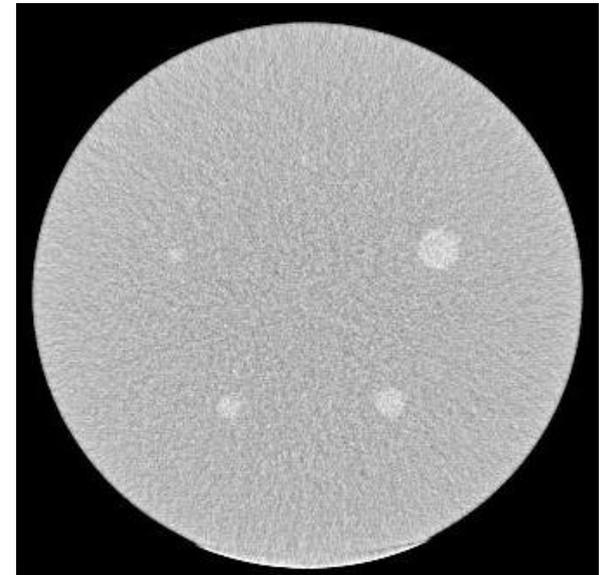
SD:7



SD:11



SD15

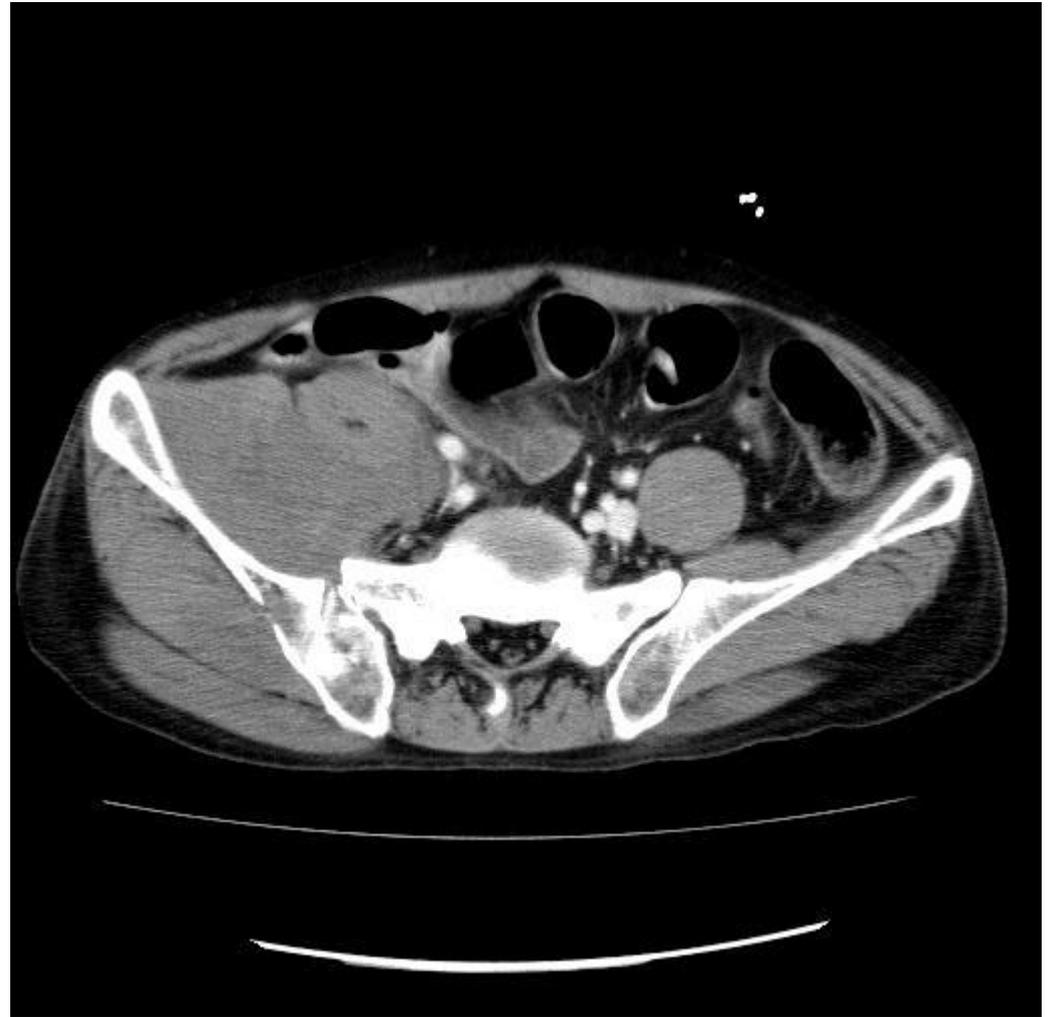
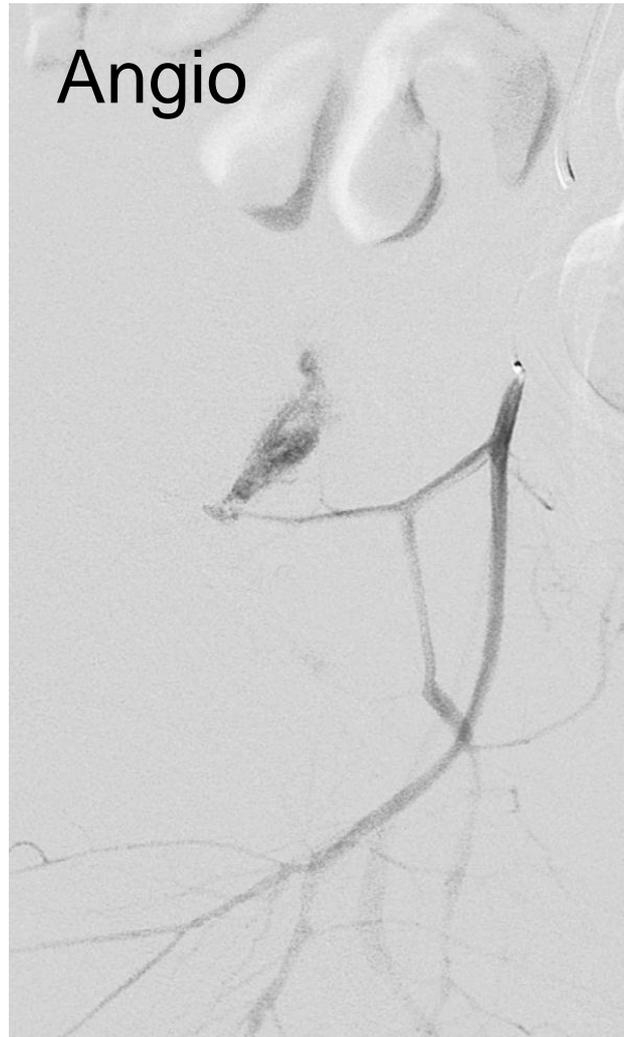


WW / WL: 300 / 40

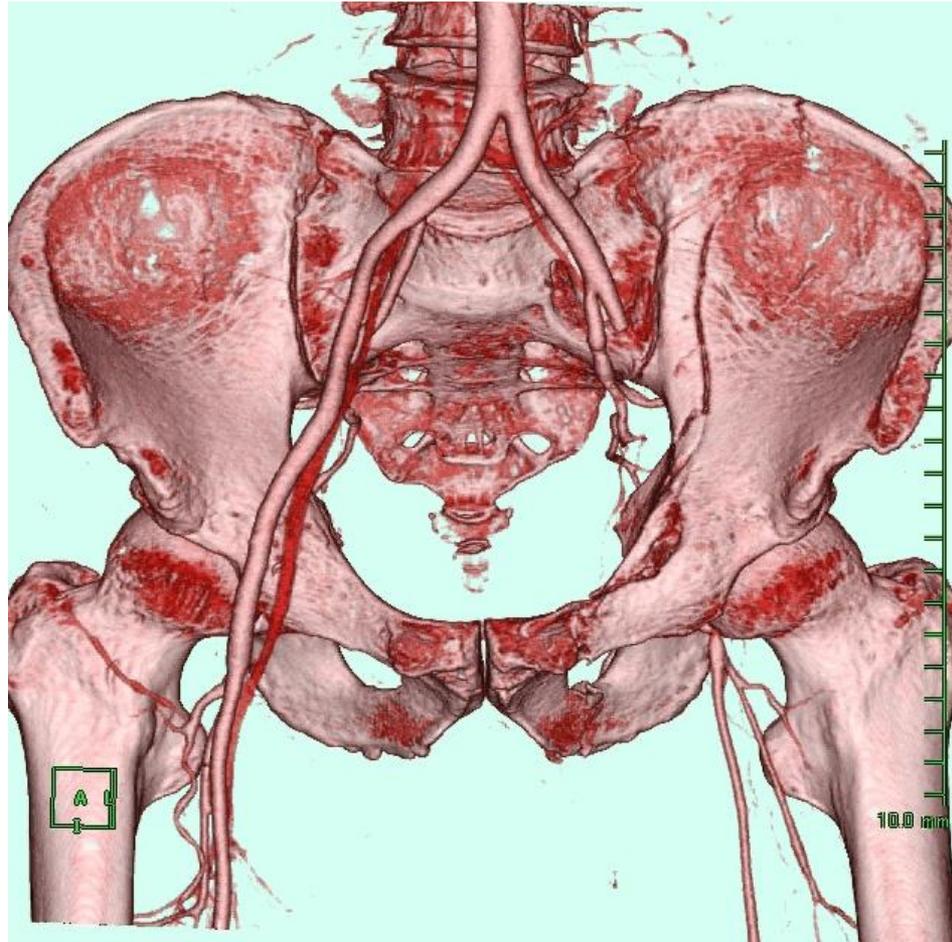
自作低コンファントム(希釈造影剤+アクリルロッド)

CT値差: 30HU

大量の血腫

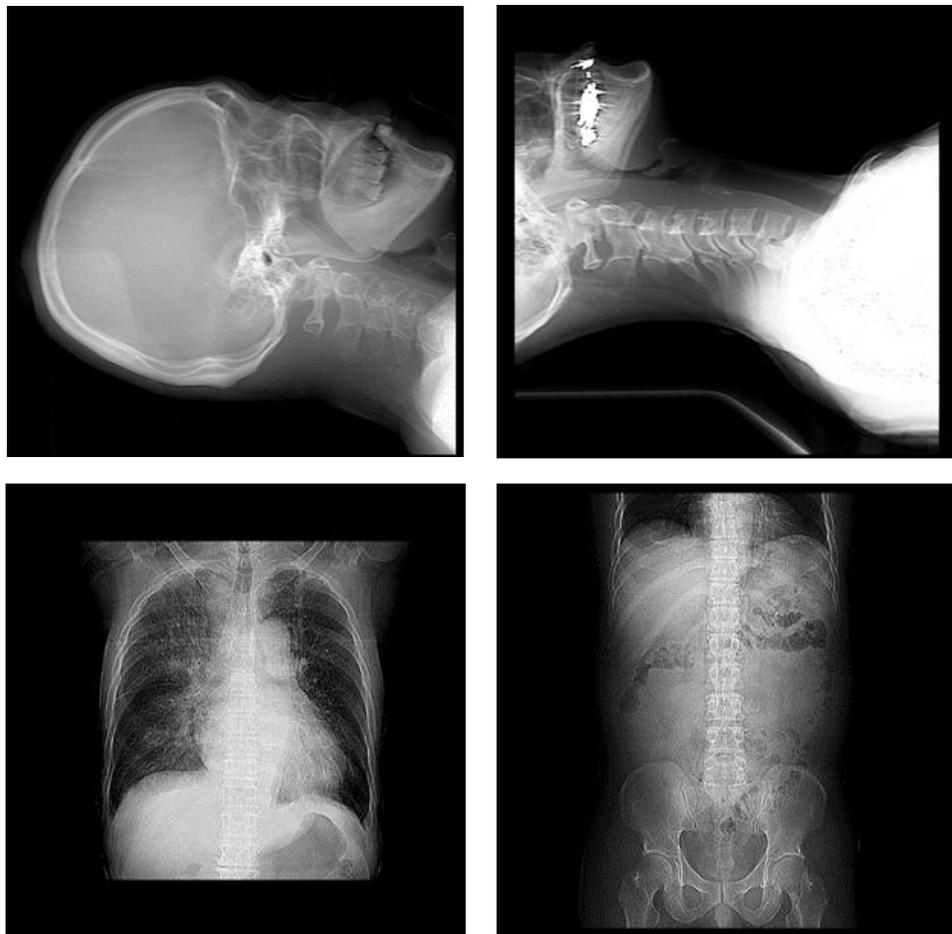


血管の途絶



外傷全身CTとは？

通常のCT



撮影：診たい所

全身CT



撮影：全部

外傷パンスキャンに関する論文

Effect of **whole-body CT** during trauma resuscitation on survival: a retrospective, multicentre study.

Huber-Wagner S, et al.
Lancet. 2009 Apr 25;373(9673):1455-61. Epub 2009 Mar 25.

死亡率の低減

| | 通常のCT | 全身CT |
|-----|-------|-------|
| 死亡率 | 23.2% | 17.3% |

外傷パンスキャンに関する論文

Whole-body multislice computed tomography as the first line diagnostic tool in patients with multiple injuries: the focus on time.

Wurmb TE, et al.

J Trauma. 2009 Mar;66(3):658-65.

入院期間の短縮

外傷パンスキャンに関する論文

Computed tomography **whole body imaging
in multi-trauma: 7 years experience.**

Sampson MA, et al.
Clin Radiol. 2006 Apr;61(4):365-9.

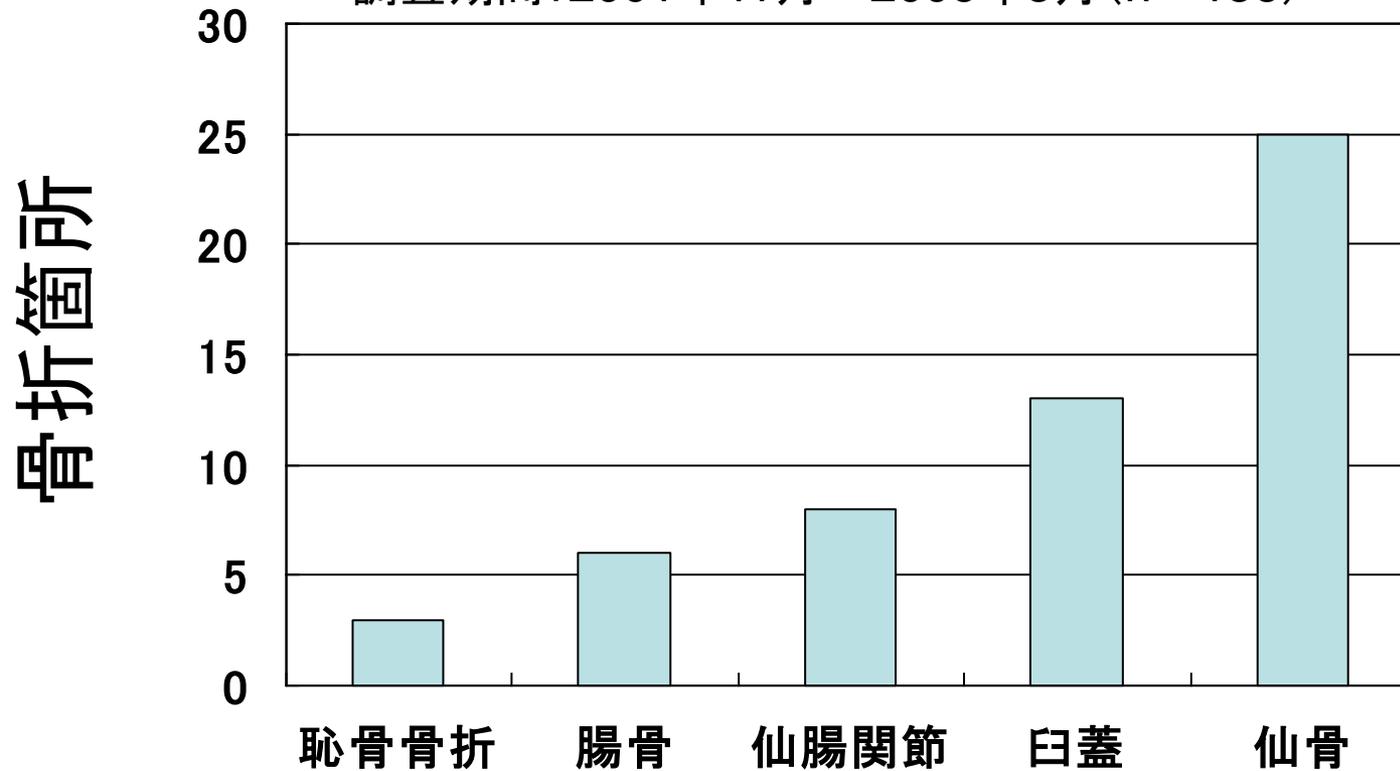
病変検出能の向上

単純X線で検出できなかった病変 (n=296)
頸椎骨折 : 19, 気胸 : 26

骨盤骨折の診断根拠

骨盤CTで新たに検出した骨折箇所と数

調査期間: 2001年11月～2006年3月 (n=156)



156人中, 骨盤CTで新たに骨折が検出: 49人

見逃し31%

外傷全身CT 加算 (CT 撮影の加算) 800点 (2010年度診療報酬改定により新設)

【施設基準】

- (1) 救命救急入院料の施設基準を満たすこと。
- (2) 64 列以上のマルチスライス型のCT装置を有していること。
- (3) 画像診断管理加算2に関する施設基準を満たすこと。

【留意事項】

外傷全身CT とは、全身打撲症例における初期診断のために行う、頭蓋骨から少なくとも骨盤骨までの連続したCT 撮影をいう。

具体的な撮影プロトコールは未記載

外傷全身CTの撮影手順

参考:大田原赤十字病院HP

1. 血管確保

救急センター初療時、肘静脈に20G留置針(サーフロー針)および耐圧・ロック付延長チューブにて血管確保を行う。

2. CT室へ移送

頸椎カラーは外さず、ボードのまま、CTテーブルへ移す。

外傷全身CTの撮影手順

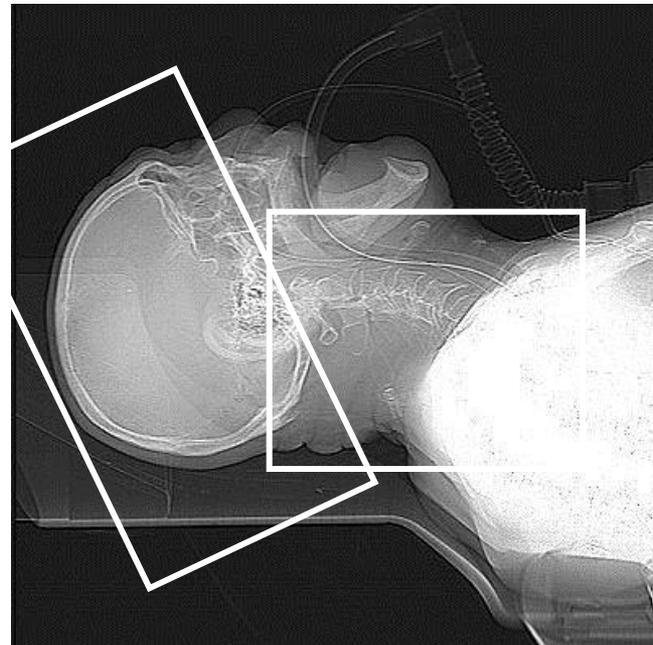
参考:大田原赤十字病院HP

3. 頭頸部トポグラム撮影(側面)

両上肢は降ろしたまま

FOVが30-50cmに規定されているためテーブルの高さをあわせる必要があるので側面で撮影する。

4. 頭頸部スキャン



外傷全身CTの撮影手順

参考:大田原赤十字病院HP

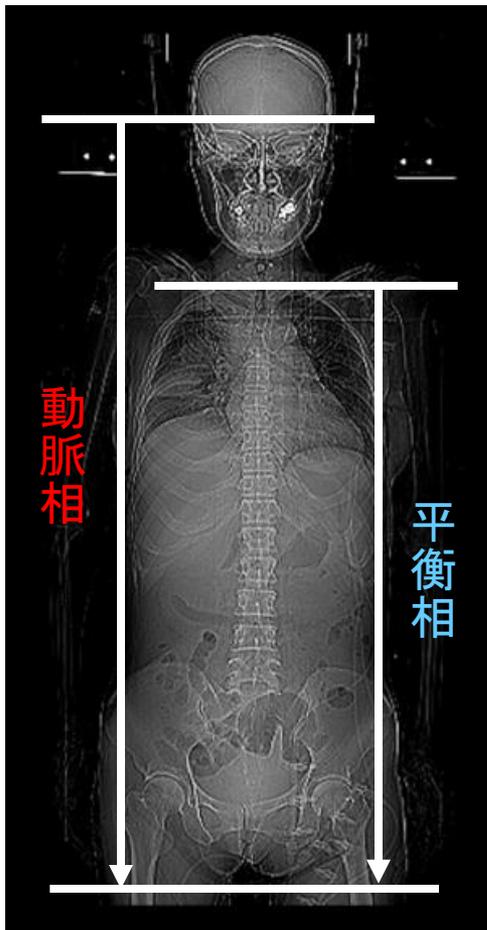
5. 頭～躯幹部トポグラム撮影(正面)



- テーブル移動が大きくなるので輸液ライン、生体モニターなどがかからないようにする。
- 両上肢を挙上させる。できないときには片方でも挙上させ、両側挙上できないときには非対称な形にする(上肢からのアーチファクトを軽減)。
- 撮影範囲は頭～大腿中央、大腿の骨折を認めるときには膝関節まで。

外傷全身CTの撮影手順

参考:大田原赤十字病院HP



6. 頭～躯幹部スキャン: **動脈相**

300mgI非イオン性造影剤
100mlを3ml/秒にて注入、
注入開始**40秒**後より

頭部 (Willis動脈輪が入るレベル) ~
大腿近位1/3までスキャン。

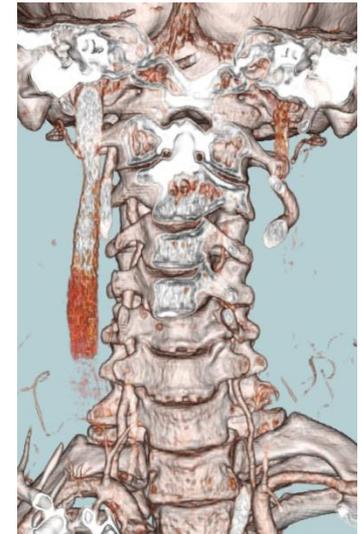
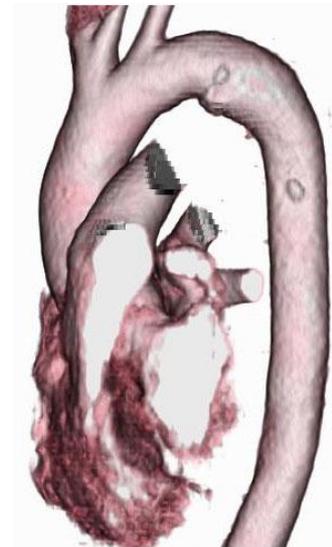
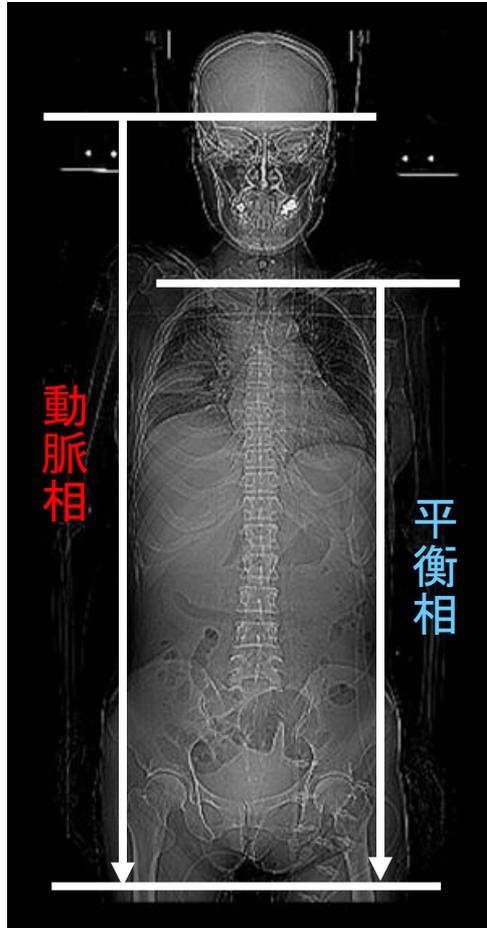
7. 胸～躯幹部スキャン: **平衡相**

注入開始**150秒**後より躯幹部をスキャン。

8. 終了

6番が外傷全身CTに該当

外傷全身CT→循環器損傷の検索



腹部外傷における胸部造影CTの適正基準

Stable

Variant 2:

Stable patient.

| Radiologic Procedure | Rating | Comments | RRL* |
|---|--------|-----------------------------|---------------------------|
| CT chest abdomen and pelvis with contrast | 9 | | ☼☼☼☼ |
| X-ray chest | 8 | | ☼ |
| Arteriography with possible embolization abdomen and pelvis | 5 | | NS |
| US chest abdomen and pelvis (FAST scan) | 5 | | O |
| X-ray abdomen and pelvis | 4 | Information provided by CT. | ☼☼☼ |
| US abdomen and pelvis | 3 | | O |
| Rating Scale: 1,2,3 Usually not appropriate; 4,5,6 May be appropriate; 7,8,9 Usually appropriate | | | *Relative Radiation Level |

腹部外傷における胸部造影CTの適正基準

Unstable

Clinical Condition: Blunt Abdominal Trauma

Variant 1: Unstable patient.

| Radiologic Procedure | Rating | Comments | RRL* |
|---|--------|---|------|
| X-ray chest | 8 | To evaluate for fracture and abnormal air collection. Patient condition permitting. | ☢ |
| US chest abdomen and pelvis (FAST scan) | 8 | Rapid assessment of free fluid. Patient condition permitting. | ○ |
| X-ray abdomen and pelvis | 8 | To evaluate for fracture and abnormal air collection. Patient condition permitting. | ☢☢☢ |
| CT chest abdomen and pelvis with contrast | 7 | | ☢☢☢☢ |
| Arteriography with possible embolization abdomen and pelvis | 5 | | NS |
| US abdomen and pelvis | 3 | | ○ |

Rating Scale: 1,2,3 Usually not appropriate; 4,5,6 May be appropriate; 7,8,9 Usually appropriate

*Relative Radiation Level

一般的な胸部大動脈損傷診断の流れ

- ・高所からの墜落、急激な加減速で発症
- ・骨盤骨折、胸椎骨折がある場合、発生率が増加

胸部単純X線

縦隔拡大・左血胸



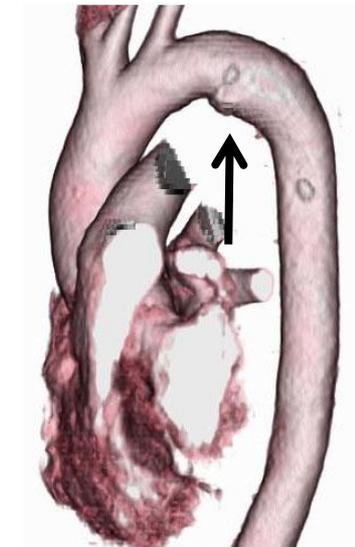
胸部単純CT

縦隔血腫



造影CT

動脈瘤

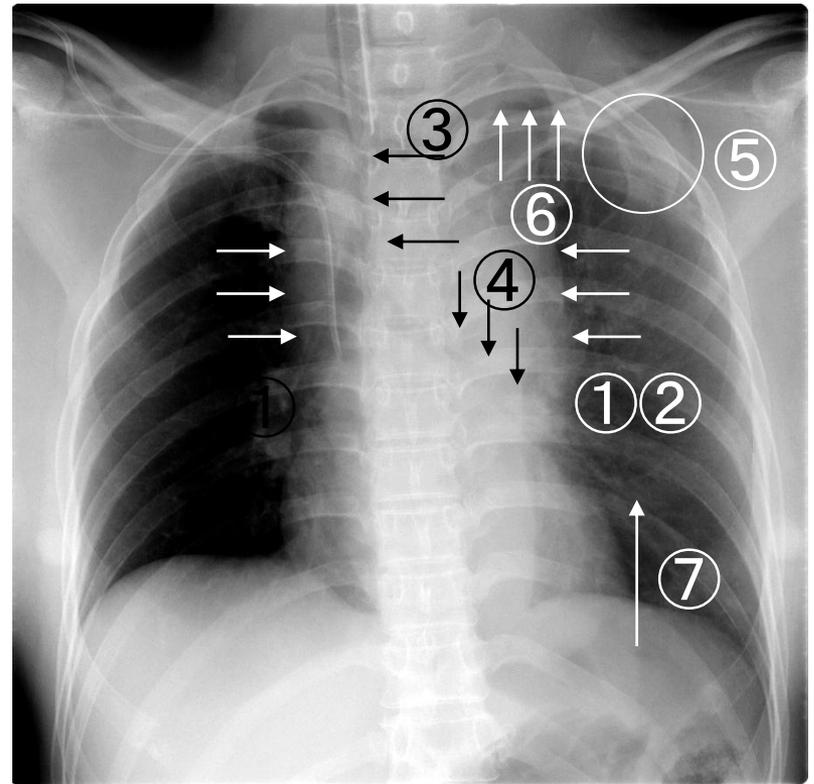


治療

- 直接修復
- 人工血管置換術
- ステントグラフト内挿術

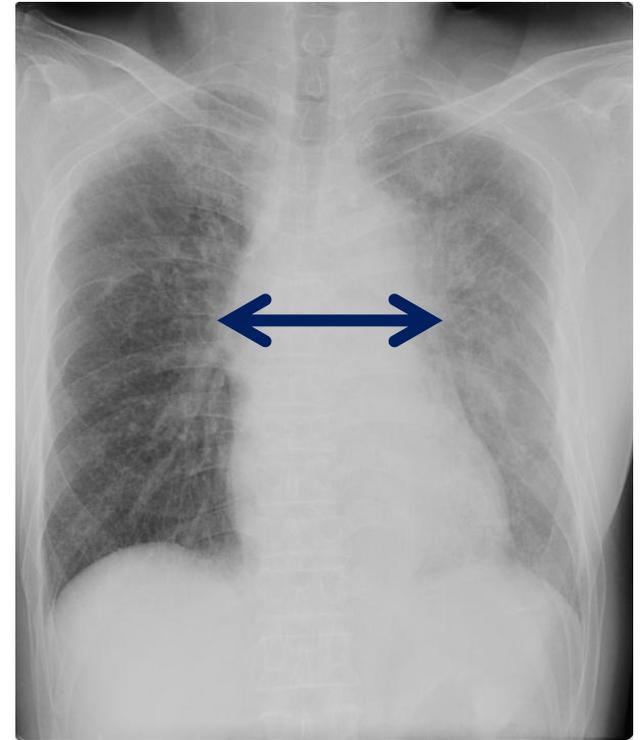
胸部大動脈損傷の単純X線所見

- ①上縦隔幅拡大
- ②大動脈弓辺縁の不鮮明化, 外方突出
- ③気管の右方変位
- ④左主気管支の位置低下
- ⑤上部肋骨骨折(第1~3)
- ⑥ apical cap (肺尖帽)
- ⑦左血胸



胸部単純X線撮影の感度・特異度

- Mediastinal widening (≥ 8 cm)
- Sensitivity: 90%
- Specificity: 10%



縦隔拡大の健常人が多い

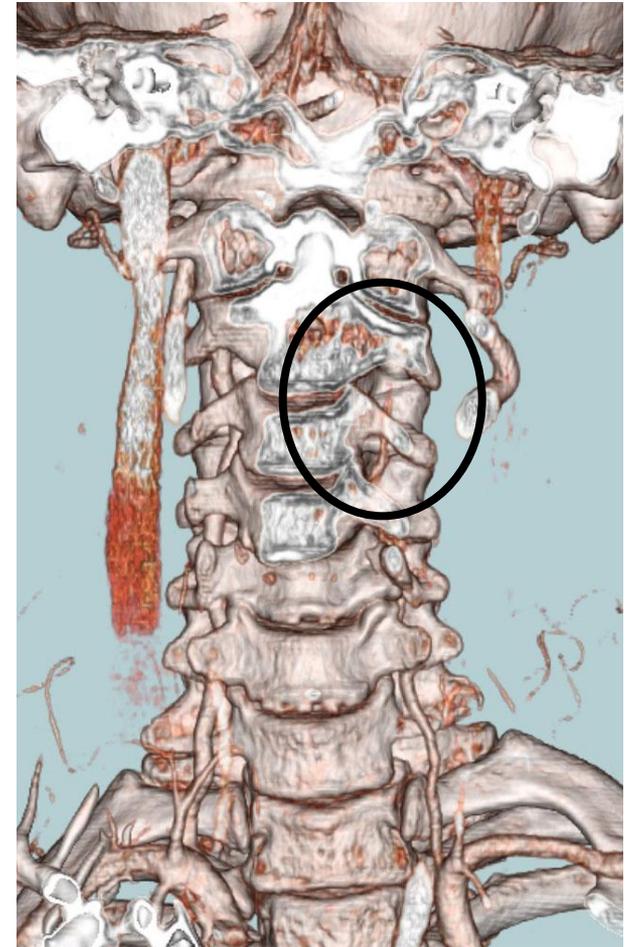
胸部大動脈損傷に対する胸部単純CT撮影

- Mediastinal wideningの根拠を鑑別可能
 - 縦隔血腫
 - 縦隔脂肪
 - 拡大による偽像
 - 解剖学的変異
- 縦隔血腫のない場合, aortic injuryの可能性は極めて低く, 造影不要

縦隔血腫なし→胸部大動脈損傷を否定可能

鈍的脳血管損傷

引用)萩原 靖 他。脳血管損傷の治療戦略
日救急医学誌 2009



- 全外傷の0.86～1.0%の発症率
- 76.5%(VA)23.5%(ICA)引用文献より
- 未治療例の脳卒中発症率:50%(頸動脈系),25%(VA系)

鈍的脳血管損傷の治療方針

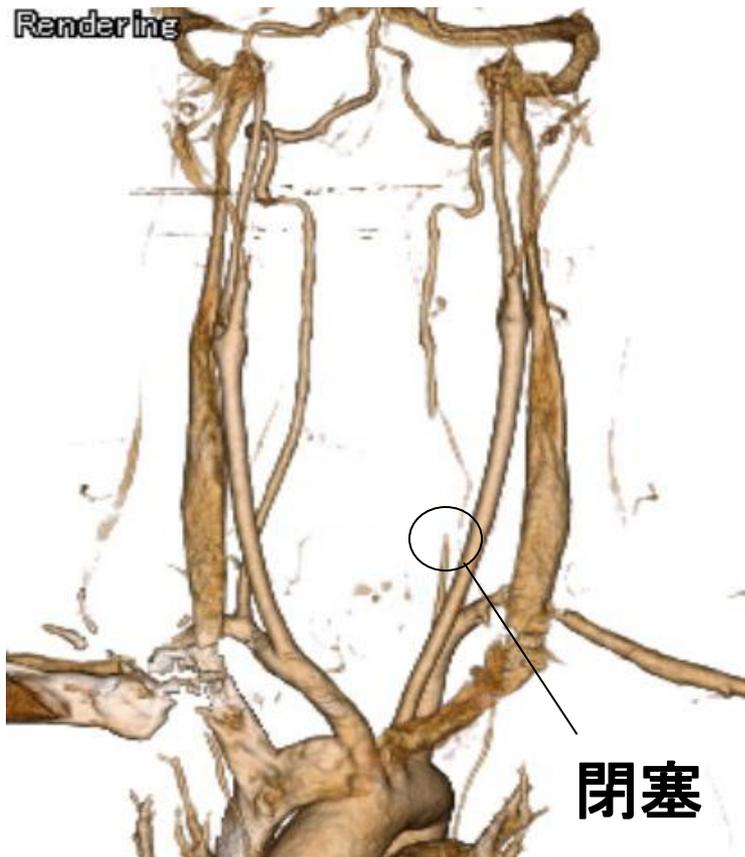
The Denver grading scale for blunt cerebrovascularinjuries

| Grade | 損傷形態 | 治療 |
|-------|-------|---------------|
| I | 壁不整 | * 抗血栓療法, ステント |
| 多 II | 内膜剥離 | |
| III | 仮性動脈瘤 | 抗血栓療法, コイル塞栓 |
| 多 IV | 閉塞 | 血管塞栓術 |
| V | 切断 | 血管塞栓術, 外科的治療 |

* 禁忌: 頭蓋内損傷, 全身臓器の出血性損傷

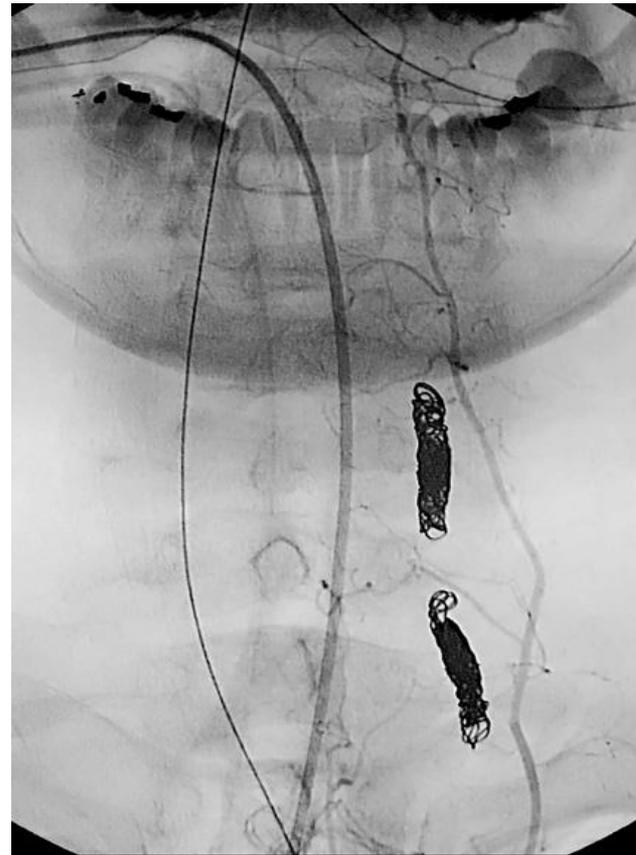
椎骨動脈損傷

頸部刺創



大動脈から撮影

血管塞栓術



頭部外傷におけるCTAの妥当性

Clinical Condition:

Head Trauma

Variant 2:

Minor or mild acute closed head injury, focal neurologic deficit, and/or risk factors.

| Radiologic Procedure | Rating | Comments | <u>RRL*</u> |
|---|--------|--|-------------|
| CT head without contrast | 9 | | ☺☺☺ |
| MRI head without contrast | 6 | For problem solving. | ○ |
| X-ray and/or CT cervical spine without contrast | 6 | See ACR Appropriateness Criteria® on “Suspected Spine Trauma”. | ☺☺☺ |
| MRA head and neck without contrast | 5 | If vascular injury is suspected. For problem solving. | ○ |
| MRA head and neck without and with contrast | 5 | If vascular injury is suspected. For problem solving. See statement regarding contrast in text under “Anticipated Exceptions.” | ○ |
| CTA head and neck with contrast | 5 | If vascular injury is suspected. For problem solving. | ☺☺☺ |
| MRI head without and with contrast | 3 | | ○ |
| CT head without and with contrast | 2 | | ☺☺ |
| Tc-99m HMPAO SPECT head | 1 | | ☺☺☺☺ |
| FDG-PET head | 1 | | ☺☺☺☺ |
| US transcranial with Doppler | 1 | | ○ |
| X-ray head | 1 | | ☺ |
| Arteriography cervicocerebral | 1 | | ☺☺☺ |

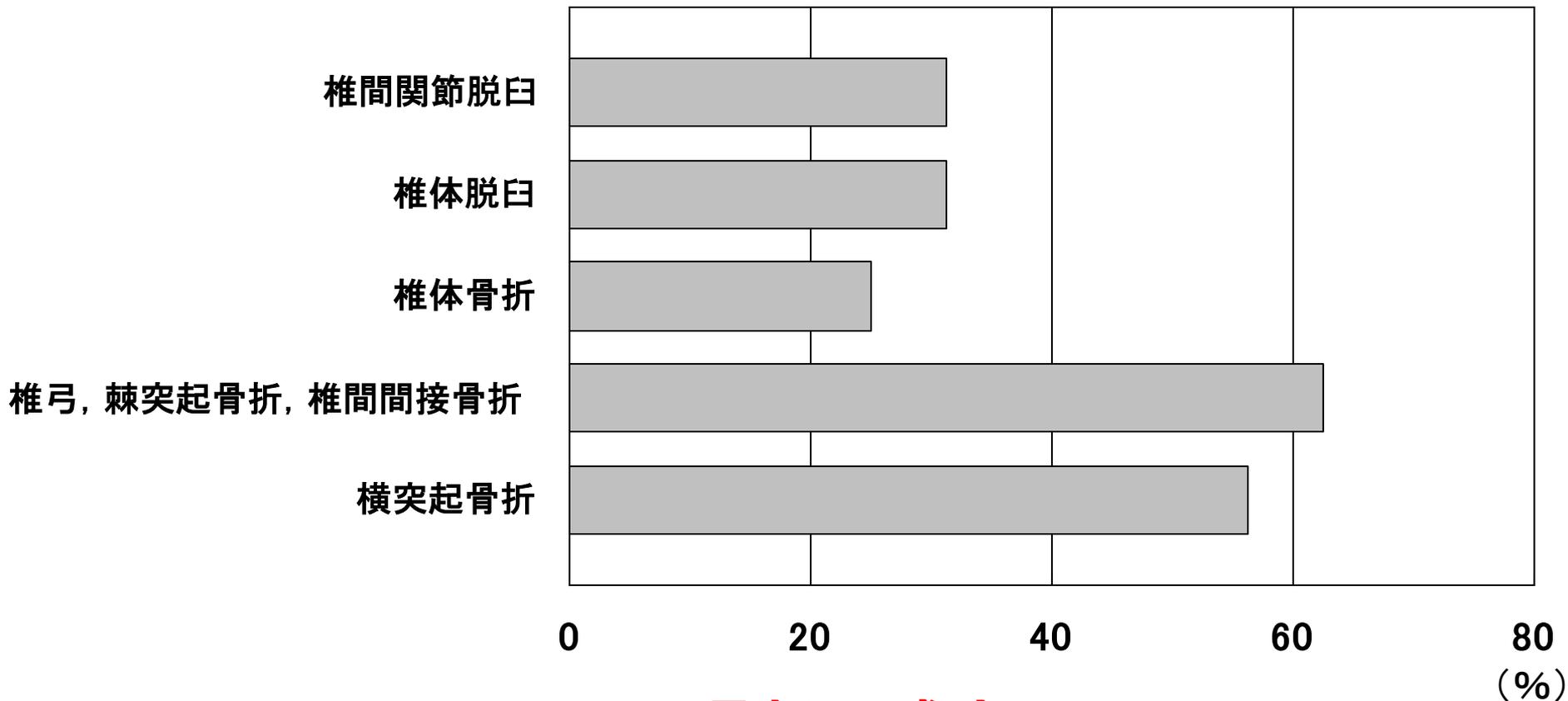
血管損傷が疑わしい場合

Rating Scale: 1,2,3 Usually not appropriate; 4,5,6 May be appropriate; 7,8,9 Usually appropriate

*Relative Radiation Level

椎骨動脈損傷の危険因子

椎骨動脈CTAを行った頸部外傷41例(2005.12-2011.5)



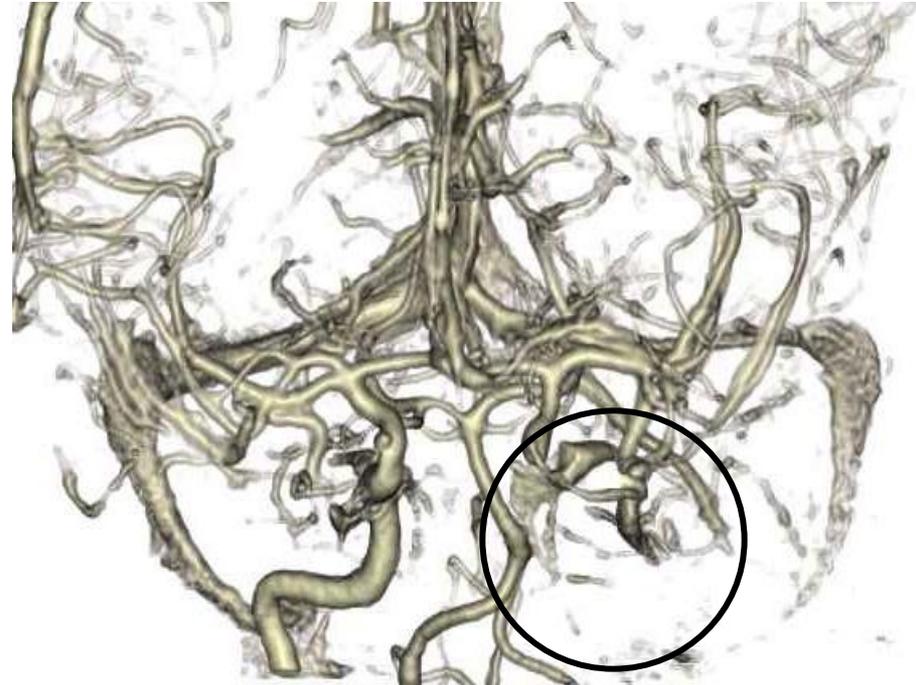
骨折の感度: 81%

骨折or脱臼の感度: 94%

頸動脈損傷の危険因子

- 頸動脈管を含む中頭蓋底骨折
- Le Fort II, III骨折
- C1～3を含む頸椎骨折
- 横突起に伸展する頸椎骨折

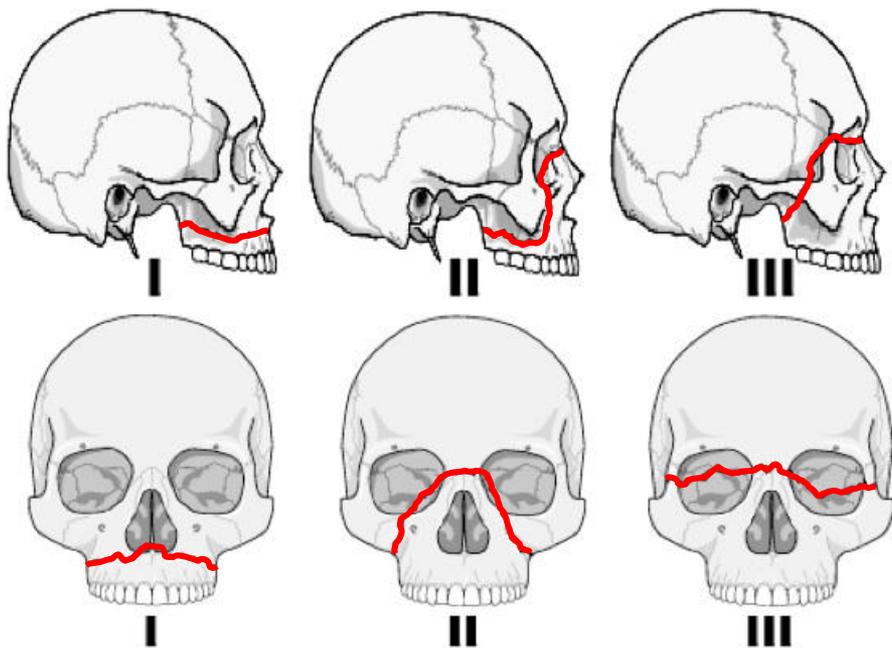
左内頸動脈損傷



頸動脈損傷の危険因子

- 頸動脈管を含む中頭蓋底骨折
- Le Fort II, III骨折
- C1~3を含む頸椎骨折
- 横突起に伸展する頸椎骨折

Le Fort 骨折

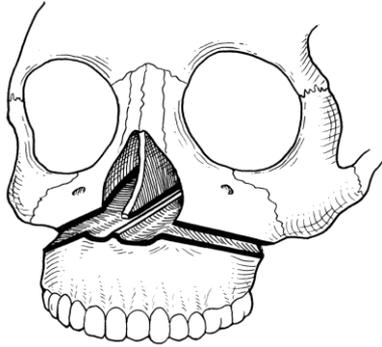


頭蓋底骨折

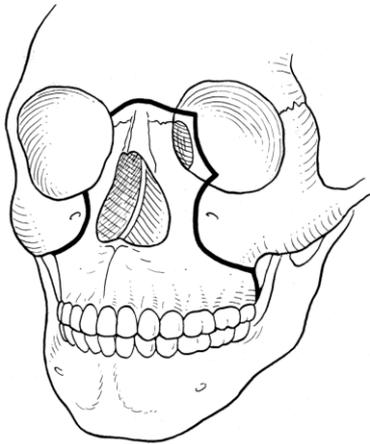


Le Fort型骨折

I



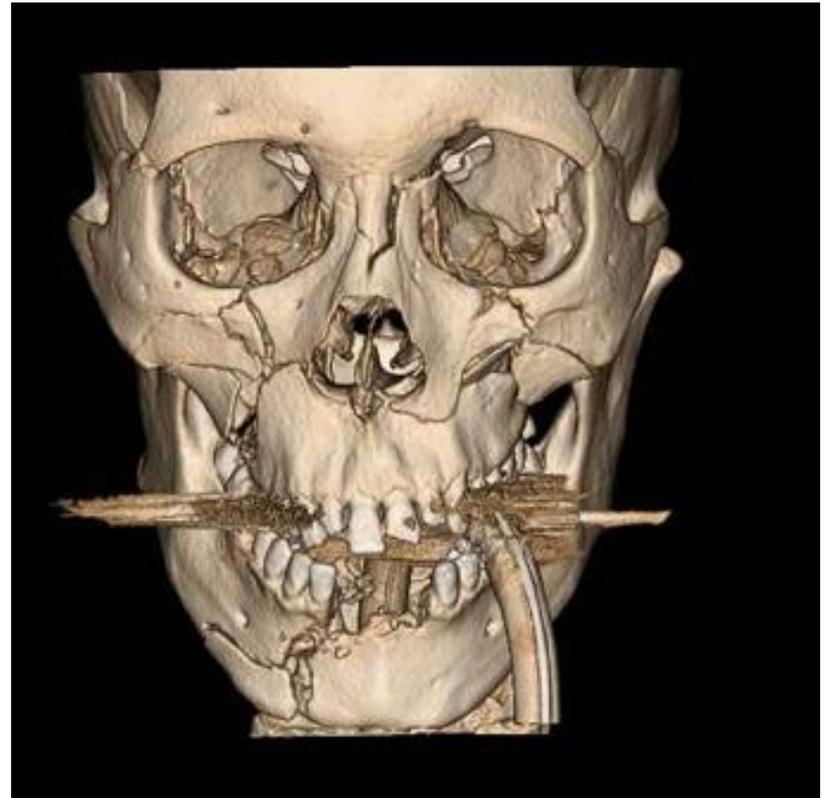
II



III



Le Fort I + II



頭蓋底骨折を疑う身体所見

身体所見

- 眼窩周囲皮下出血
(raccon's eye、black eye、パンダの眼)
- 耳介後皮下出血 (Battle's sign)
- 髄液漏
- 鼻出血
- 耳出血 (粘稠度低下 → 髄液漏)

合併症

- 脳神経麻痺
- 血管損傷
- 経鼻挿管 ×

Battle's sign

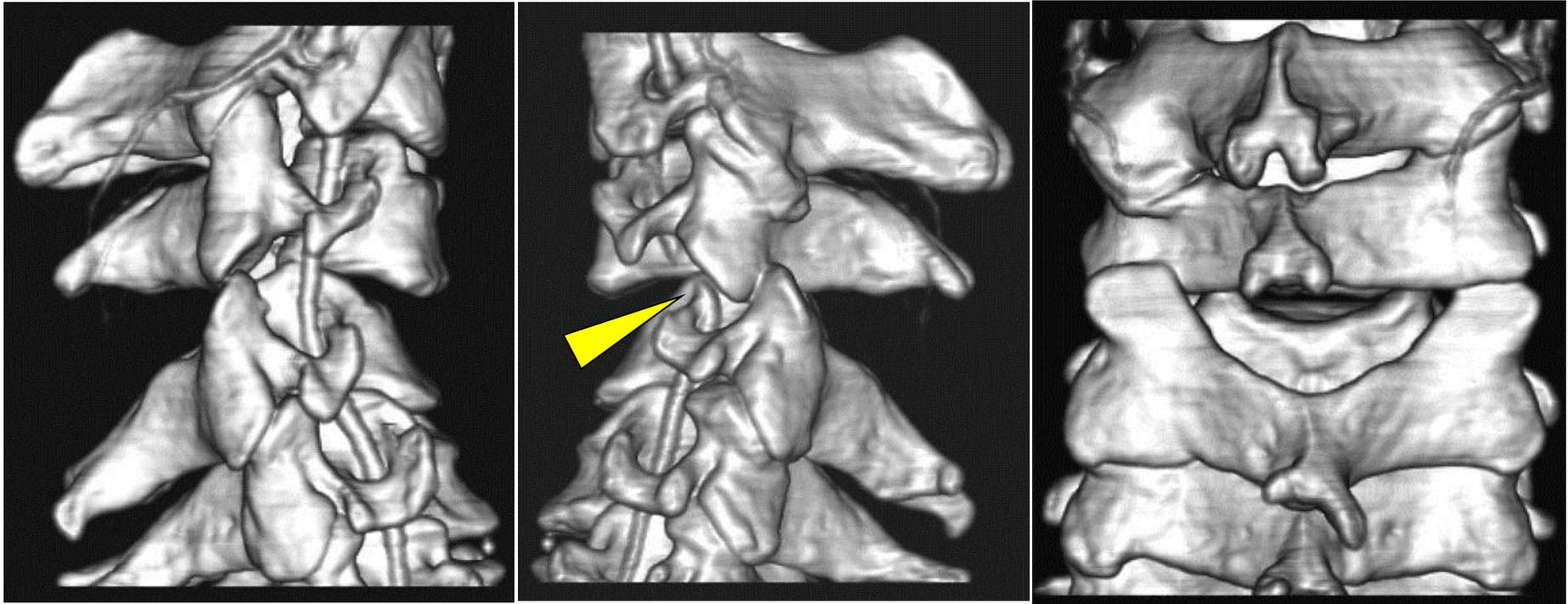


Raccon's eye



脱臼を伴う椎骨動脈損傷

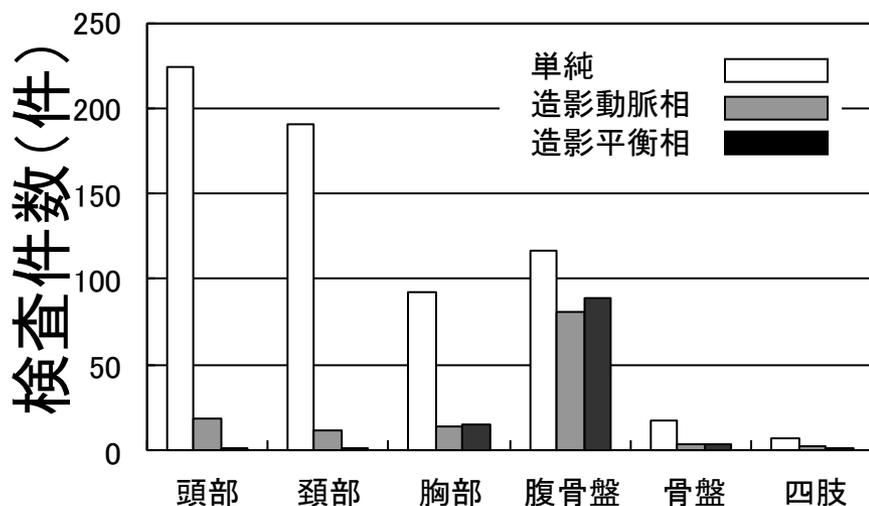
閉塞



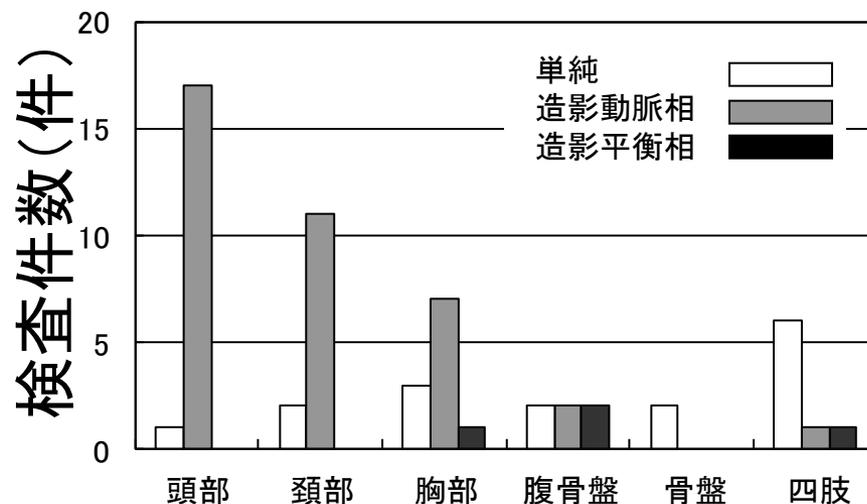
整復後の血流再灌流→脳梗塞

初療時CTと追加CTの内訳と件数

初療時CT



追加CT



追加CTで明らかになった循環器損傷: 下肢動脈損傷の1例のみ

→ 損傷が疑われる場合のみの撮影が妥当である

外傷全身CTの物理特性

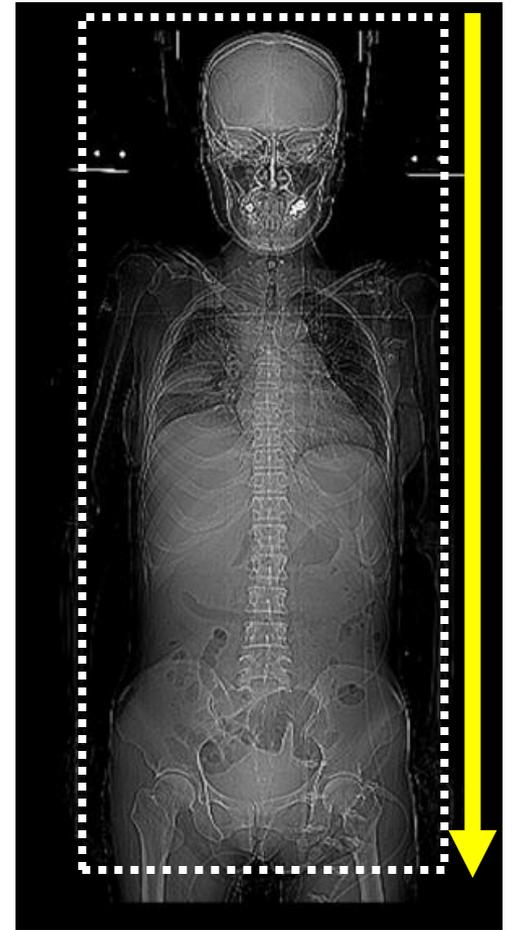
- 従来法: 部位単位の撮影プロトコル
→ Segmented scan
- 外傷全身CT: 共通プロトコル
→ Single pass scan

Single pass scan 法の物理特性

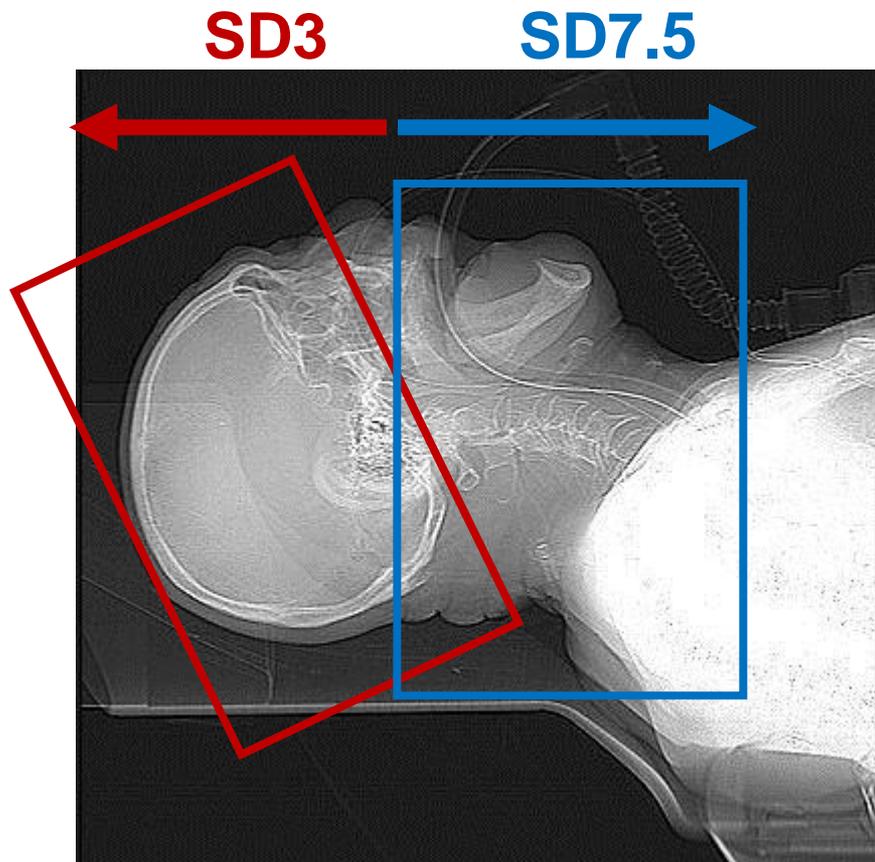
撮影条件が共通

1. CT-AECのNoise index (NI)
2. FOV
3. 被写体位置
4. 回転時間
5. 位置決め画像

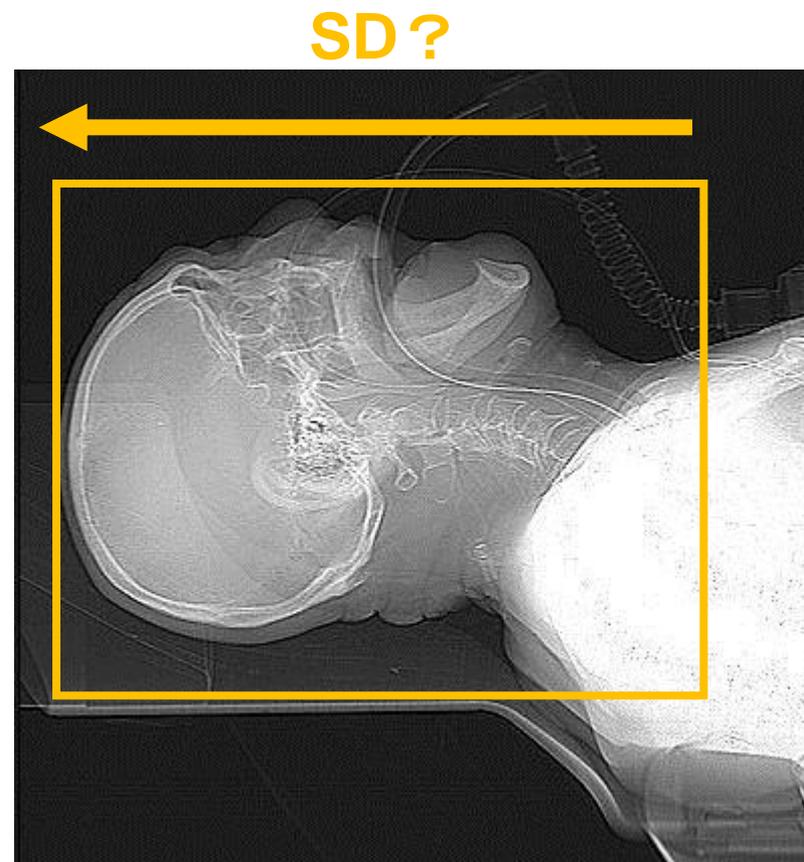
6. バックボードの影響



CT-AEC の Noise index



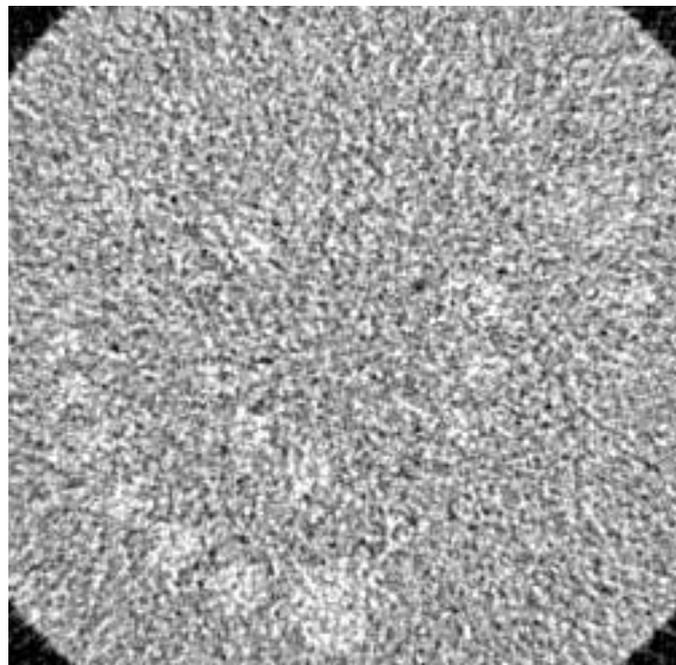
Segmented



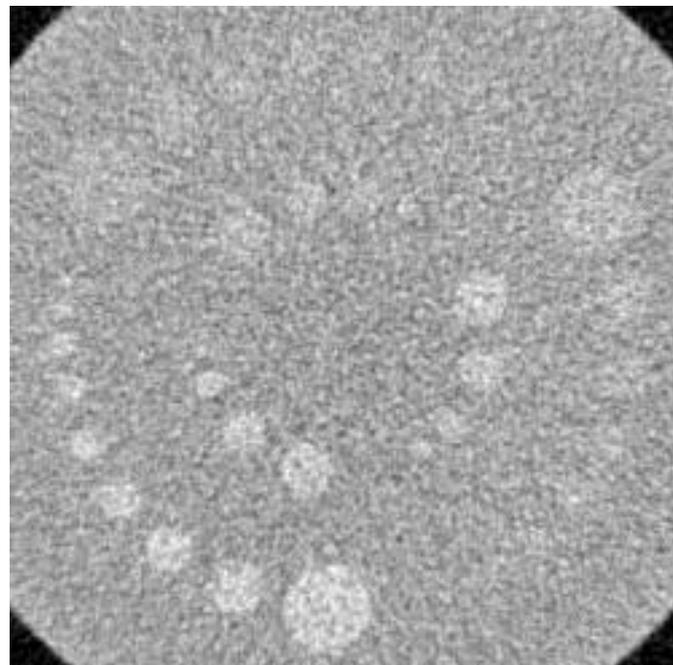
Single pass

SDと低コントラスト分解能

SD10



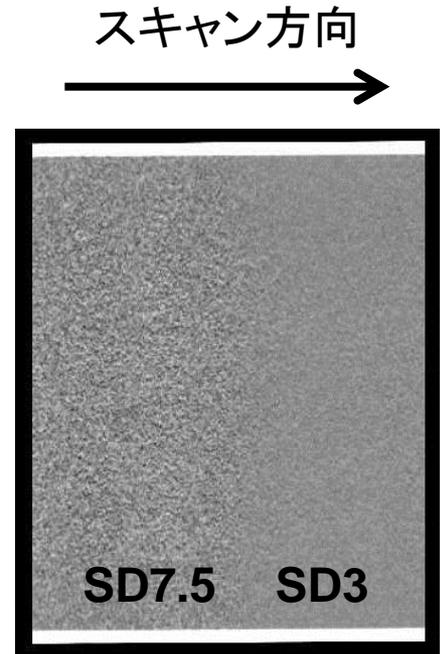
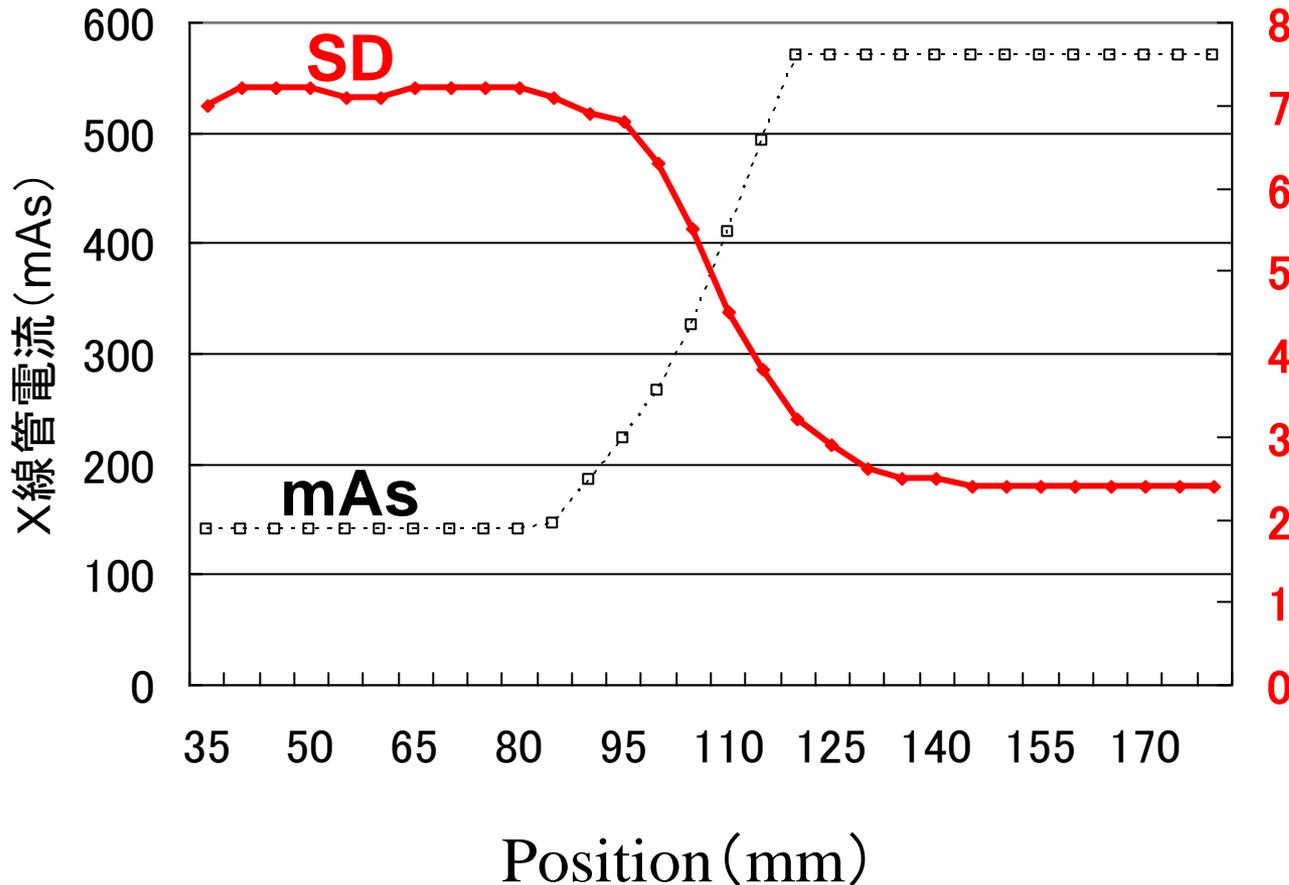
SD3



Single pass scanでは、
画質と被ばくの両方を適正化できない

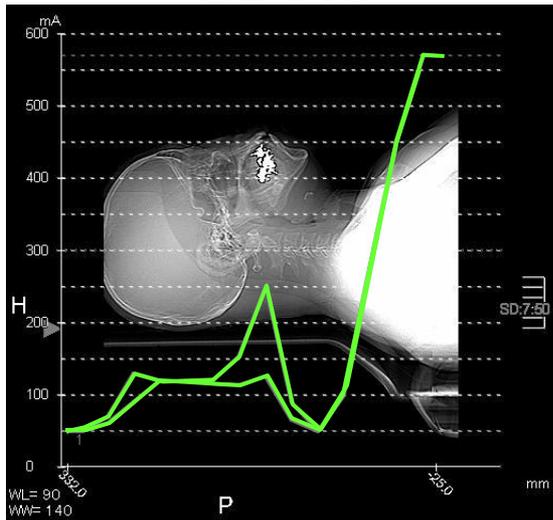
variable Helical Pitch (vHP) scan

撮影：円柱水ファントム (NI:7.5頸→3頭)

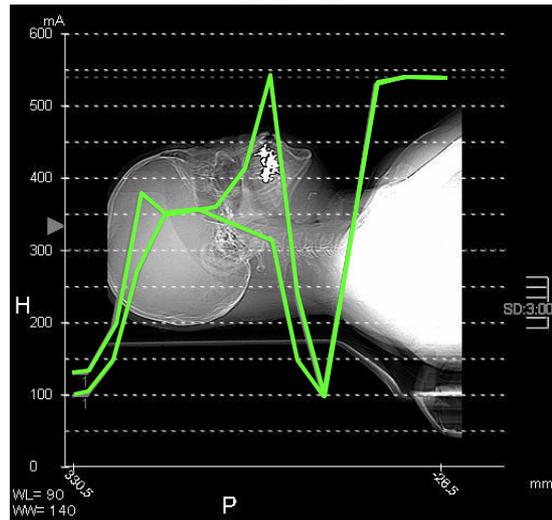


variable Helical Pitch (vHP) scan

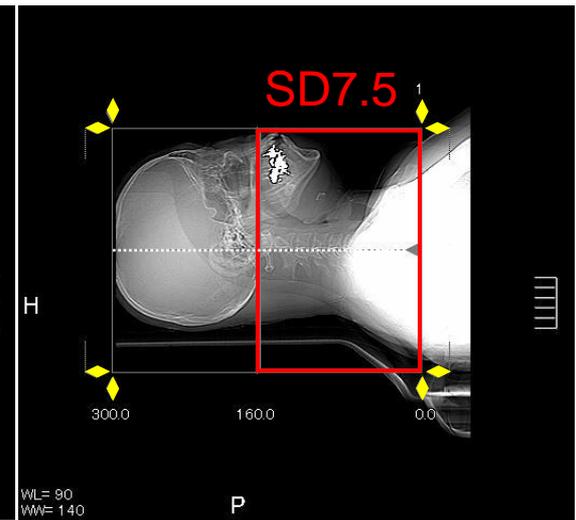
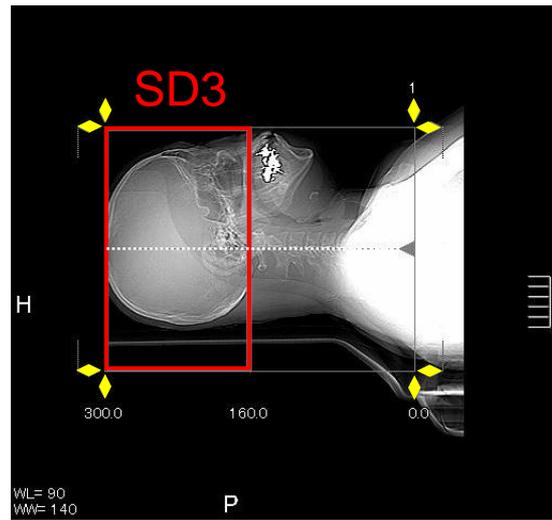
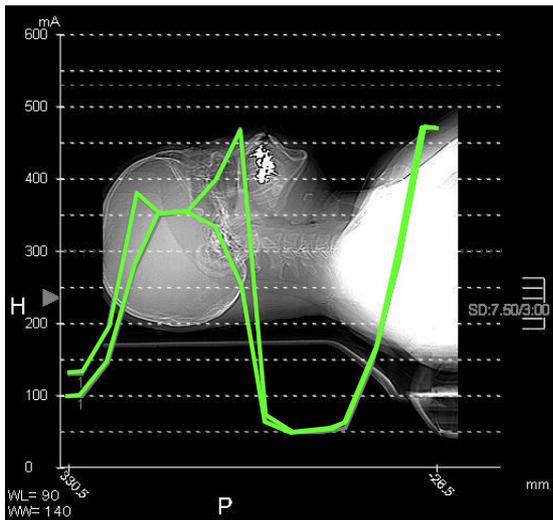
SD7.5



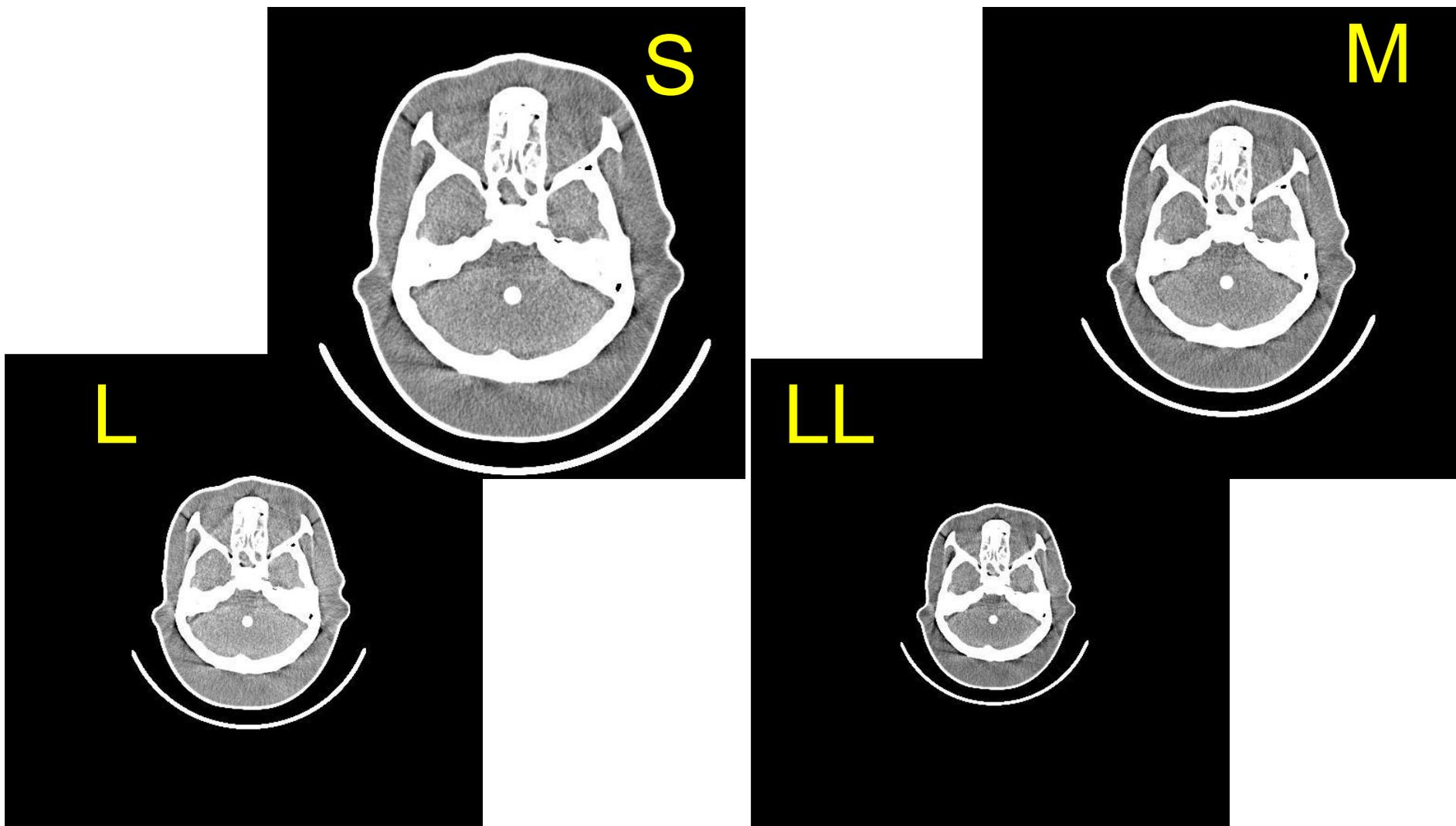
SD3



vHP scan SD3←7.5

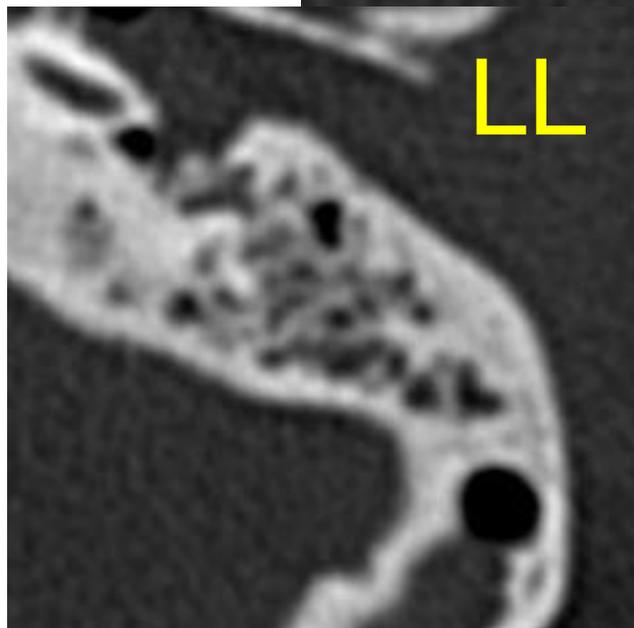
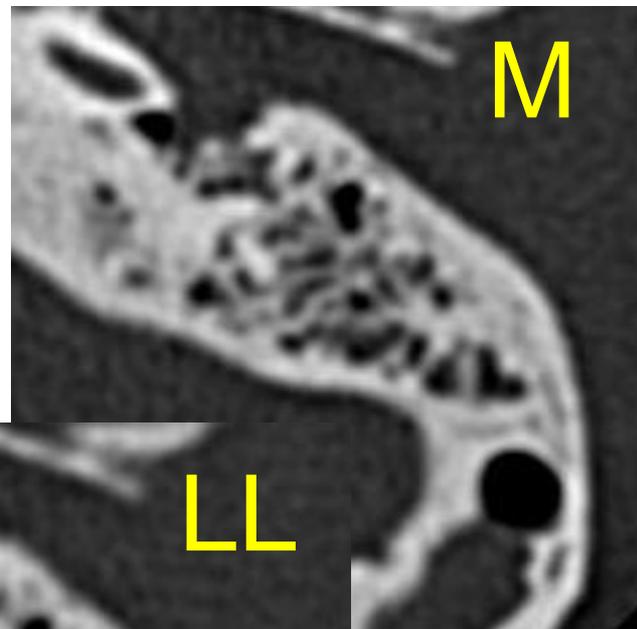
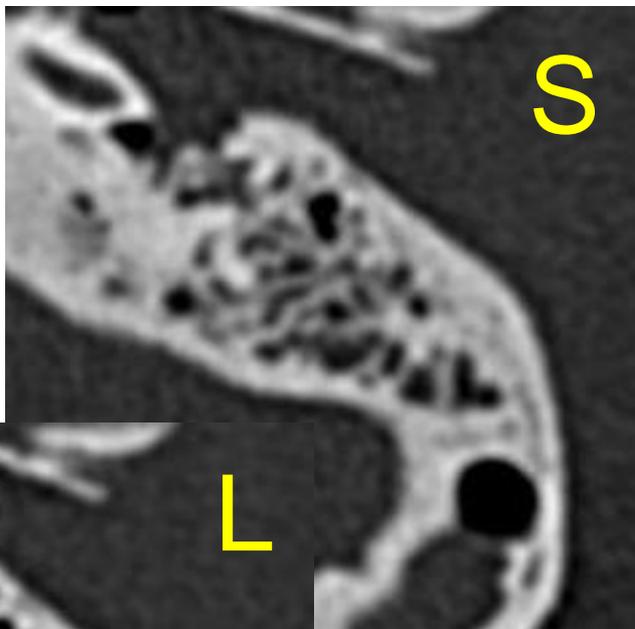


外傷全身CTのC-FOV



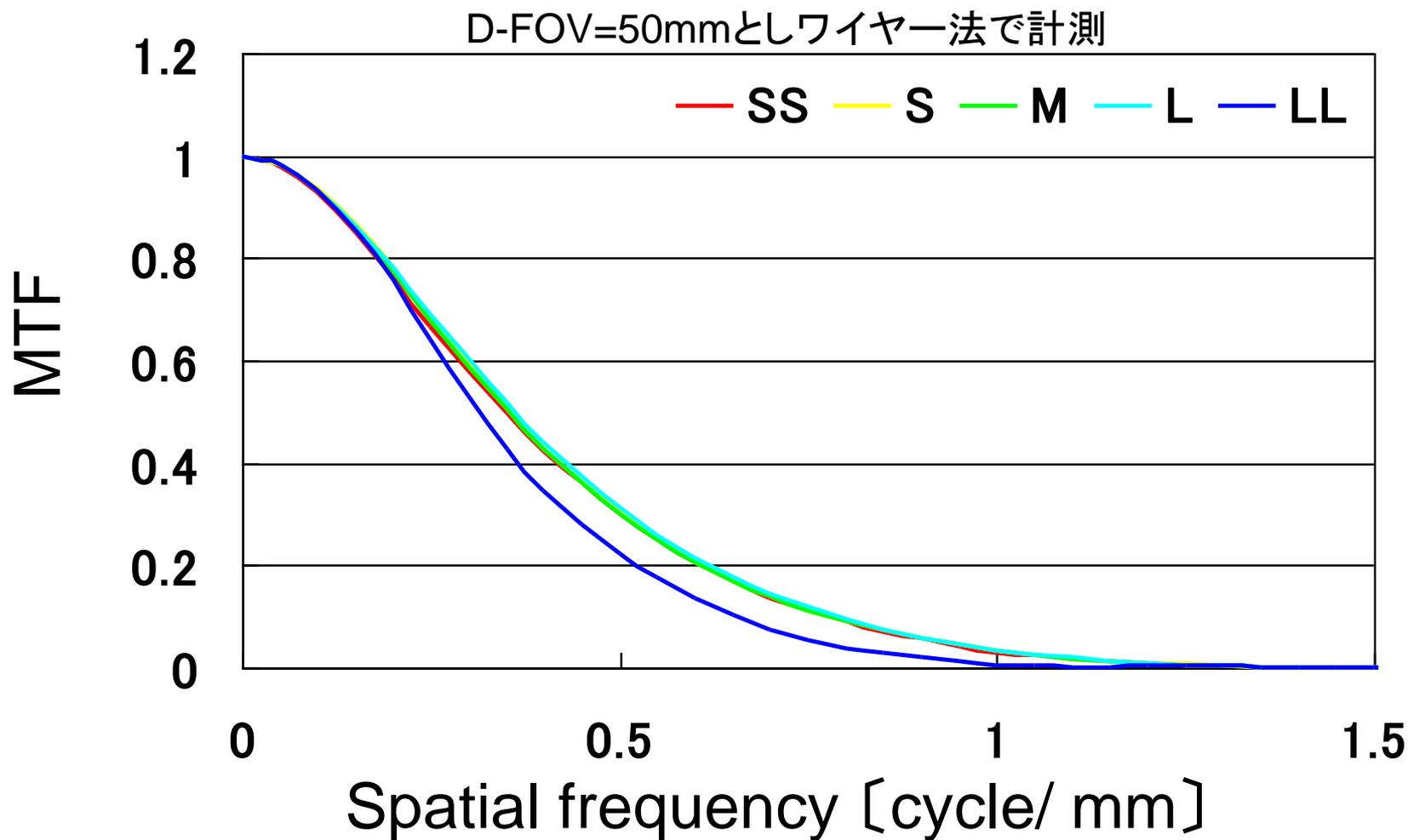
頭頸部も大きなサイズ(L, LL)のC-FOVで撮影される

拡大再構成画像（頭部ファントム）



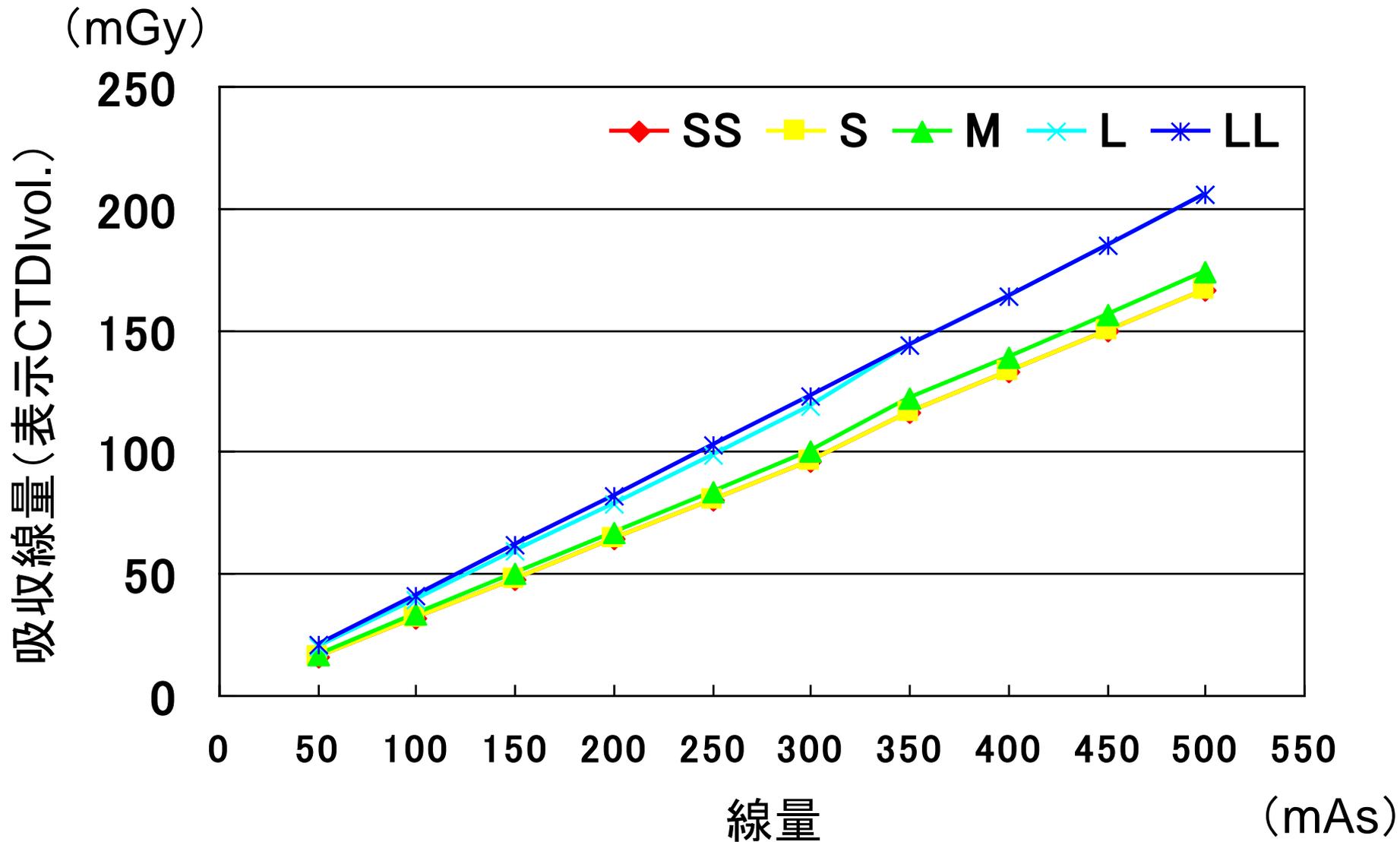
骨折の評価や血管性病変の描出能に影響

C-FOVと空間分解能

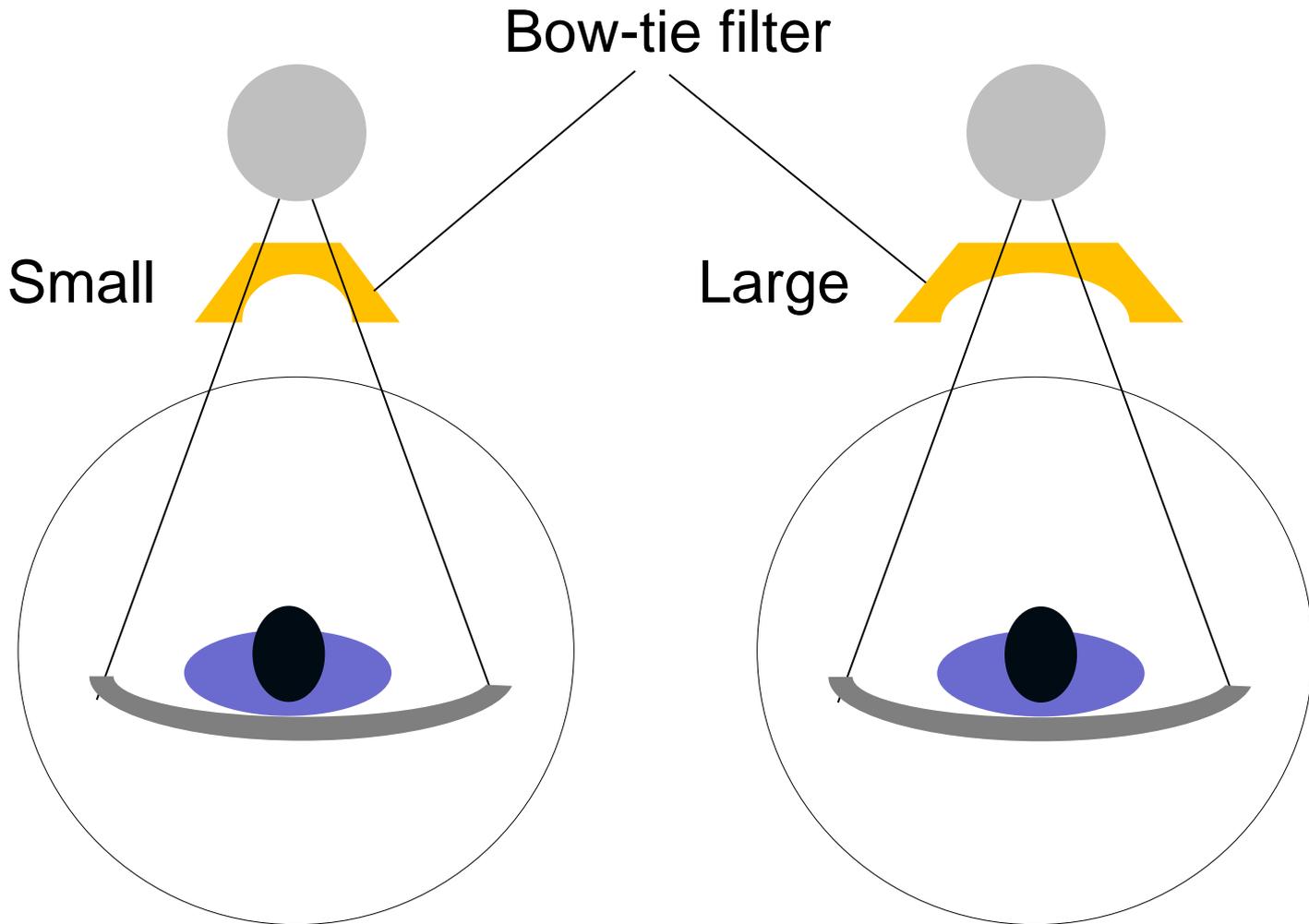


LLは焦点サイズが大となり解像特性が悪い

C-FOVと吸収線量



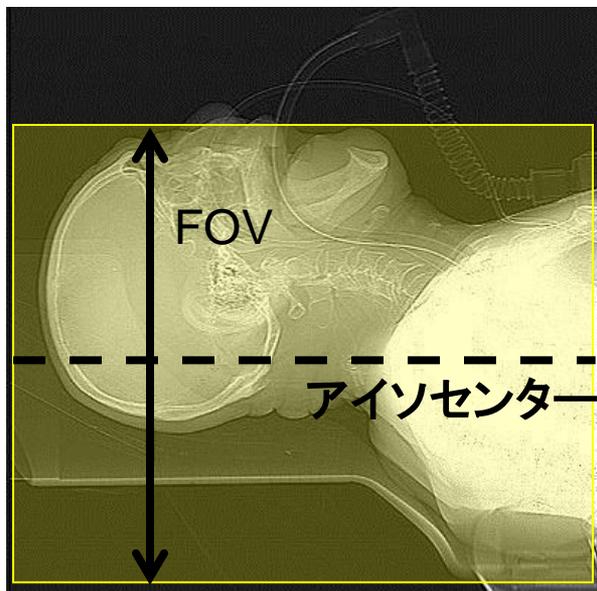
Bow-tie filterと被ばく



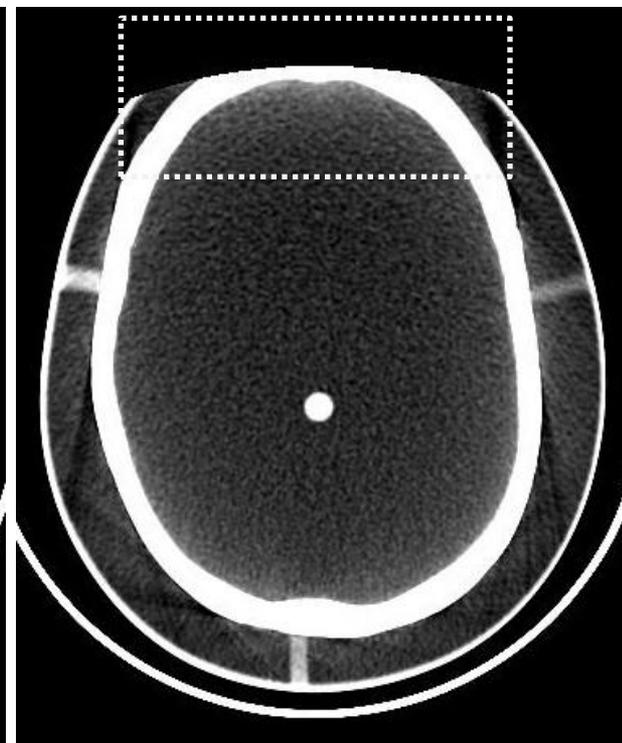
C-FOV内の被写体位置の影響

C-FOV中央に配置

C-FOV外側に配置



全範囲を中央配置困難

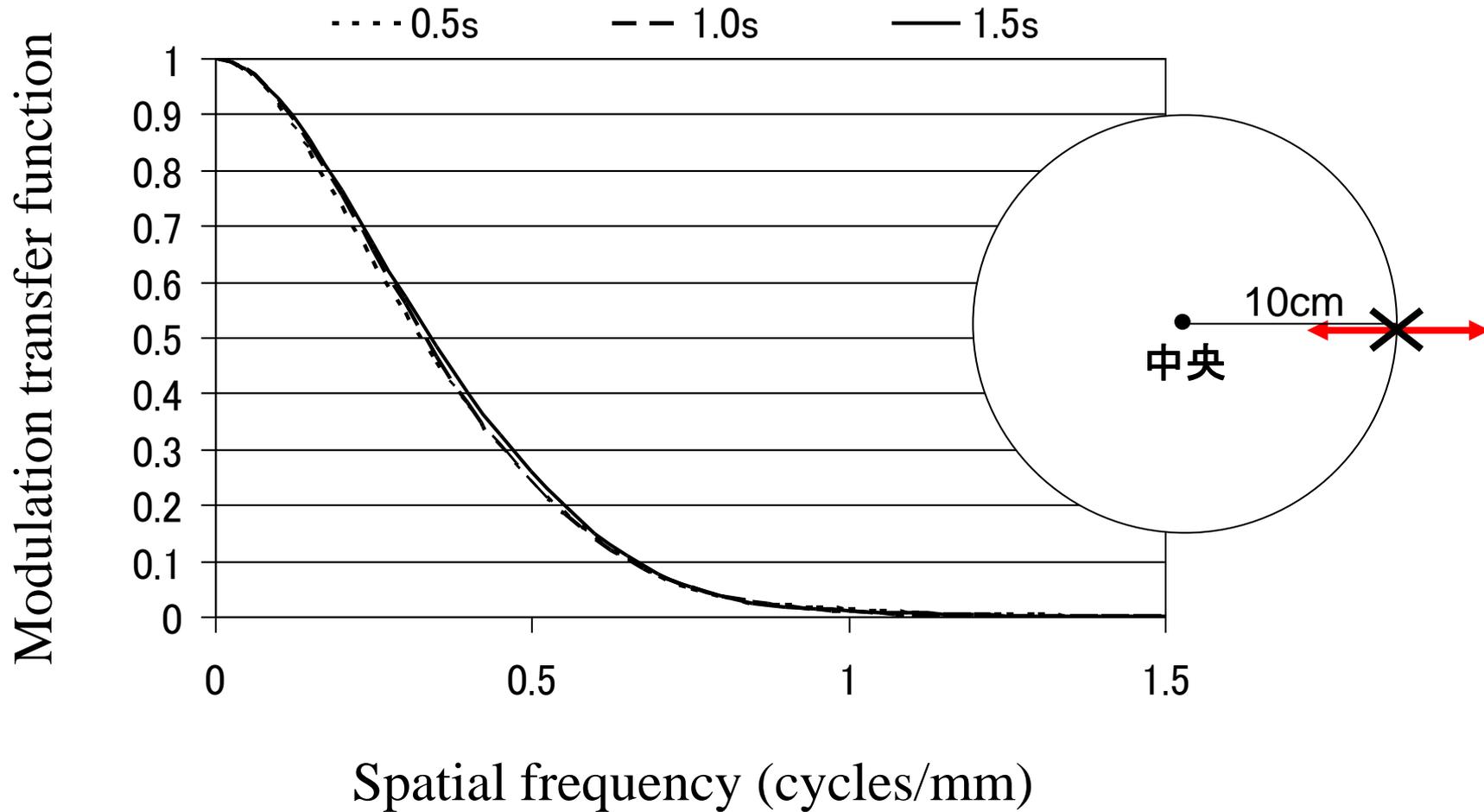


CT値が変動

ボウタイフィルタの誤動作
トランケーションエラー

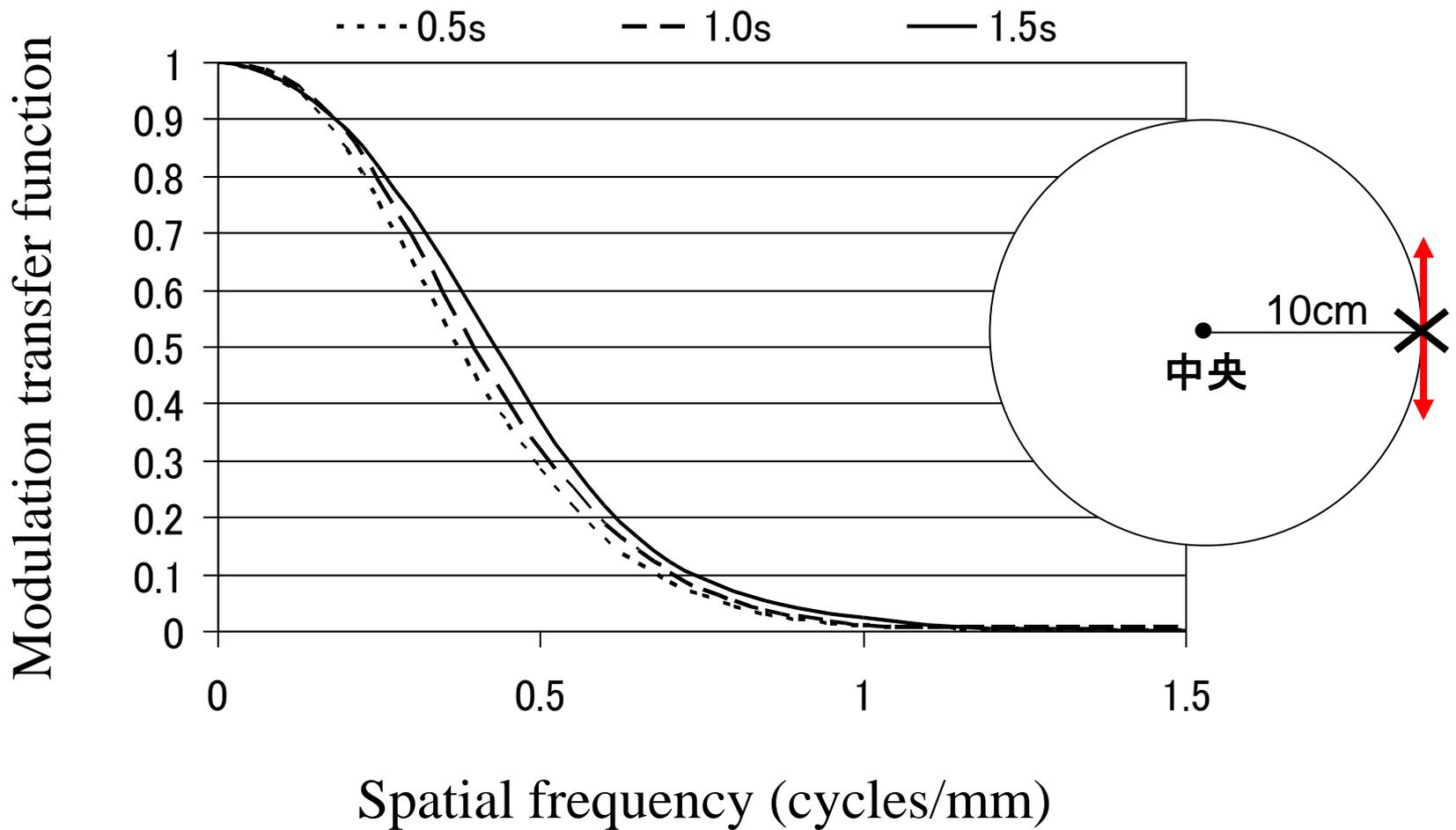
回転時間と空間分解能

10cm外側の空間分解能(ビーム方向)



回転時間と空間分解能

10cm外側の空間分解能(ガントリ回転方向)



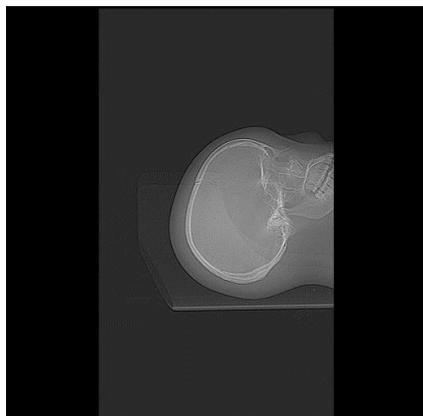
位置決め画像の大きさの影響

外傷全身CTの
スキャノグラム

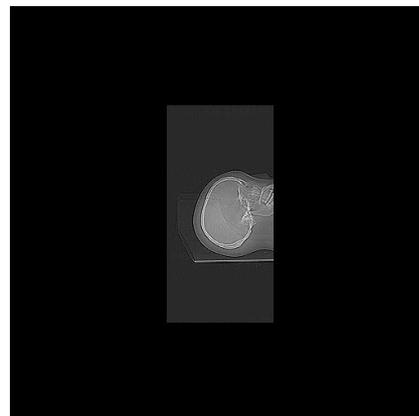
S



M



L

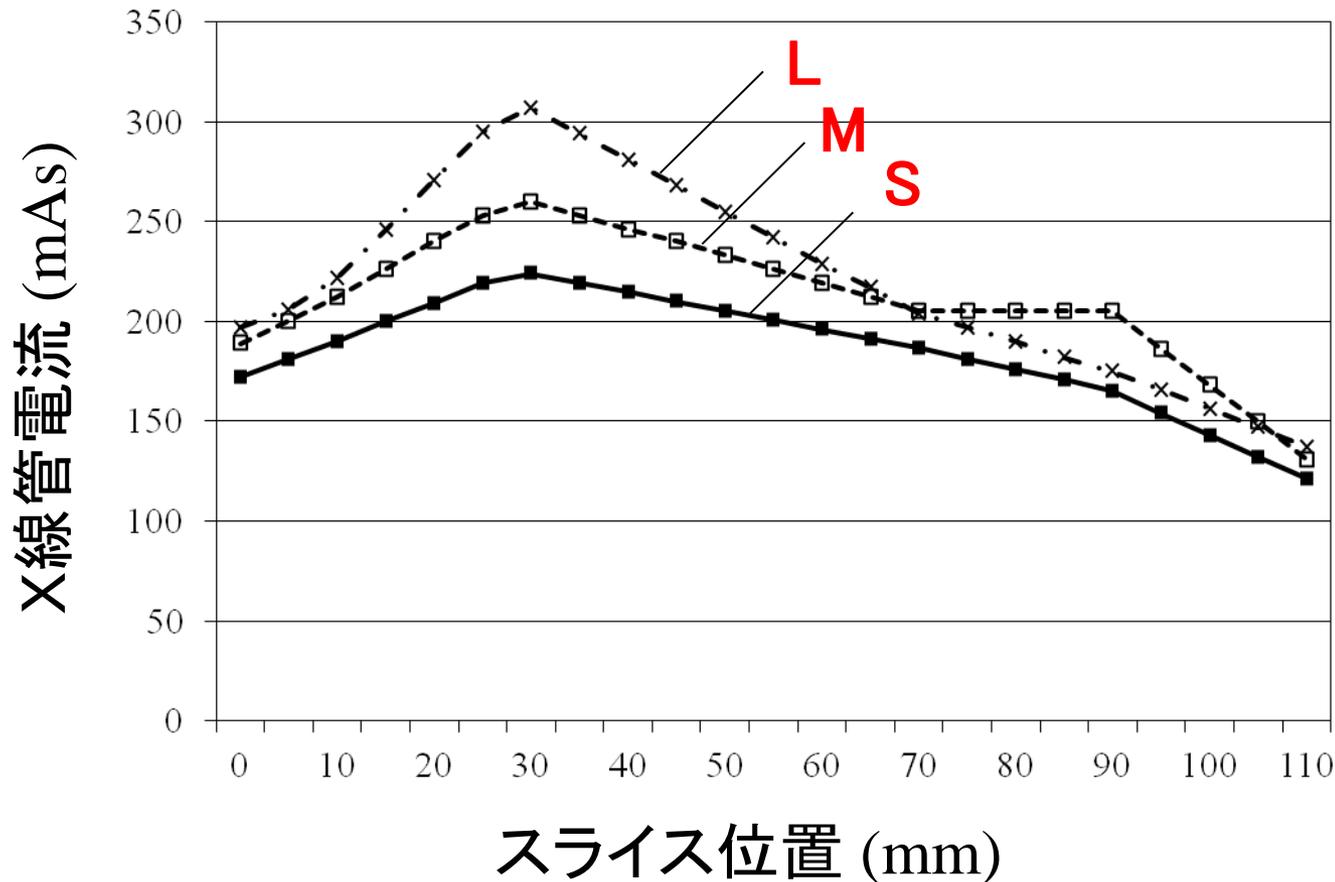
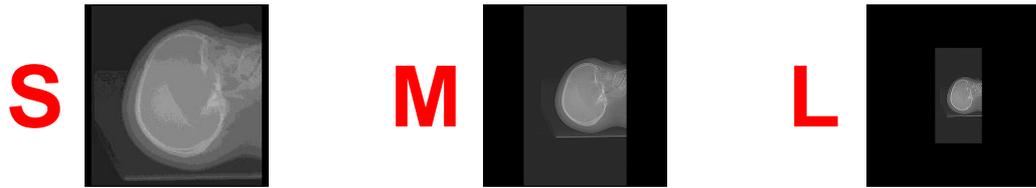


L



- ・外傷全身CTでは1つのスキャノグラムで全範囲のスキャン計画が立てられる.
- ・スキャノグラムの大きさも大きい.

位置決め画像の大きさと線量



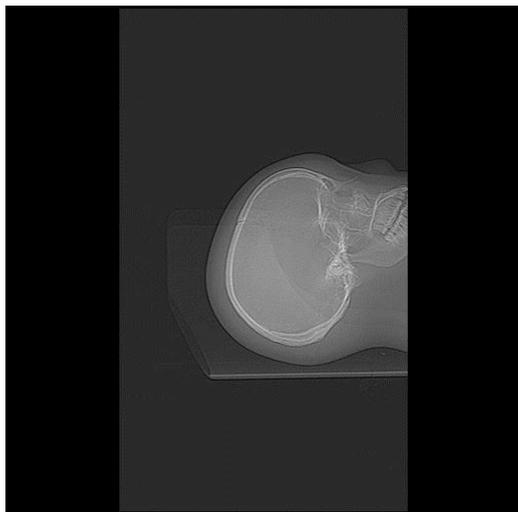
FOVを絞って撮影する場合, CT-AECのNIを見直す(やや上げる)必要がある.

線量増加の原因

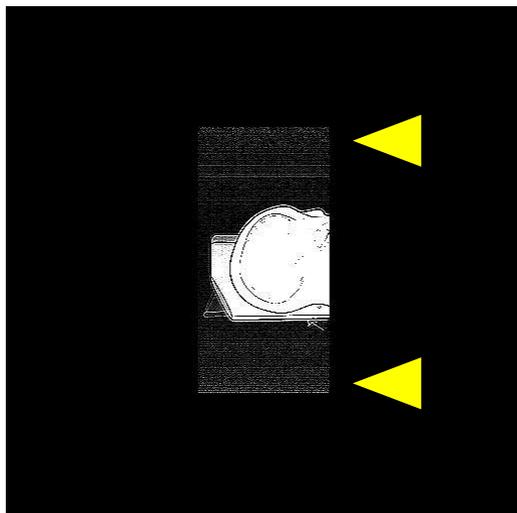
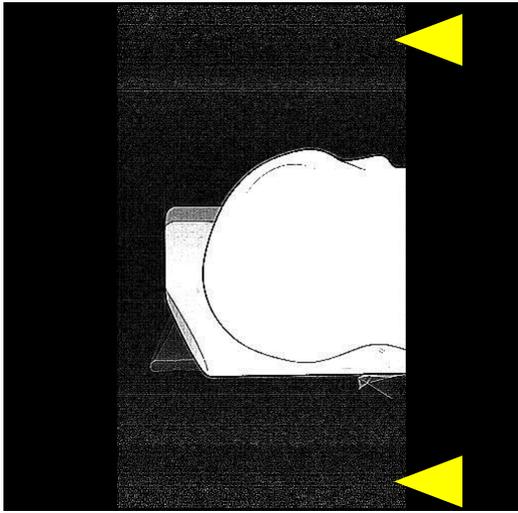
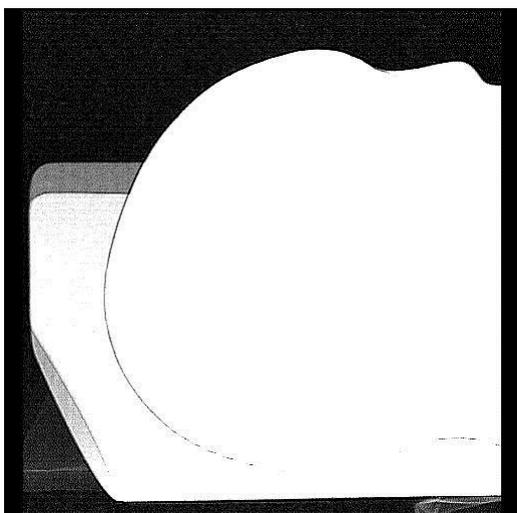
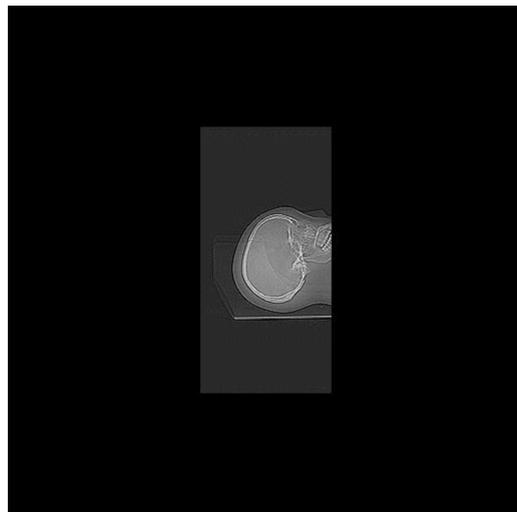
S



M



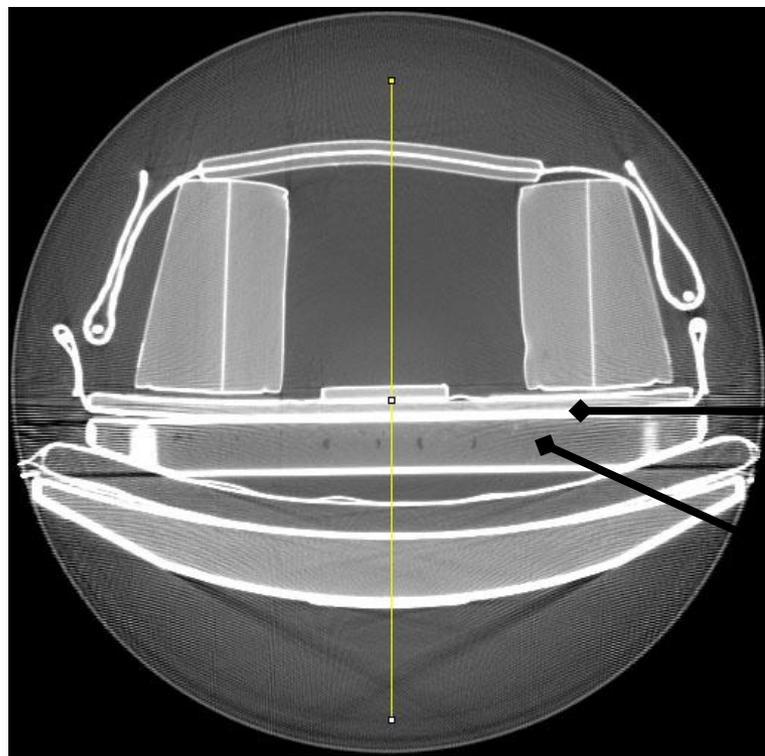
L



白い帯状陰影: ボウタイフィルタ??

バックボードの構造

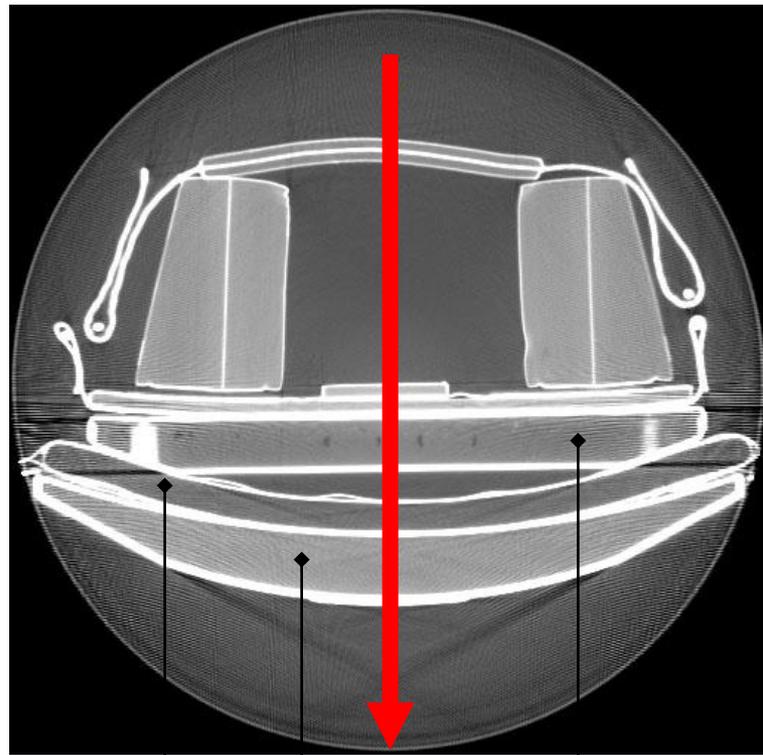
ポリウレタンを, ABS樹脂で硬度を高めたポリエチレンで覆ったモノ



ABS樹脂で硬度が上がった
ポリエチレン

ポリウレタン

バックボードのCT値

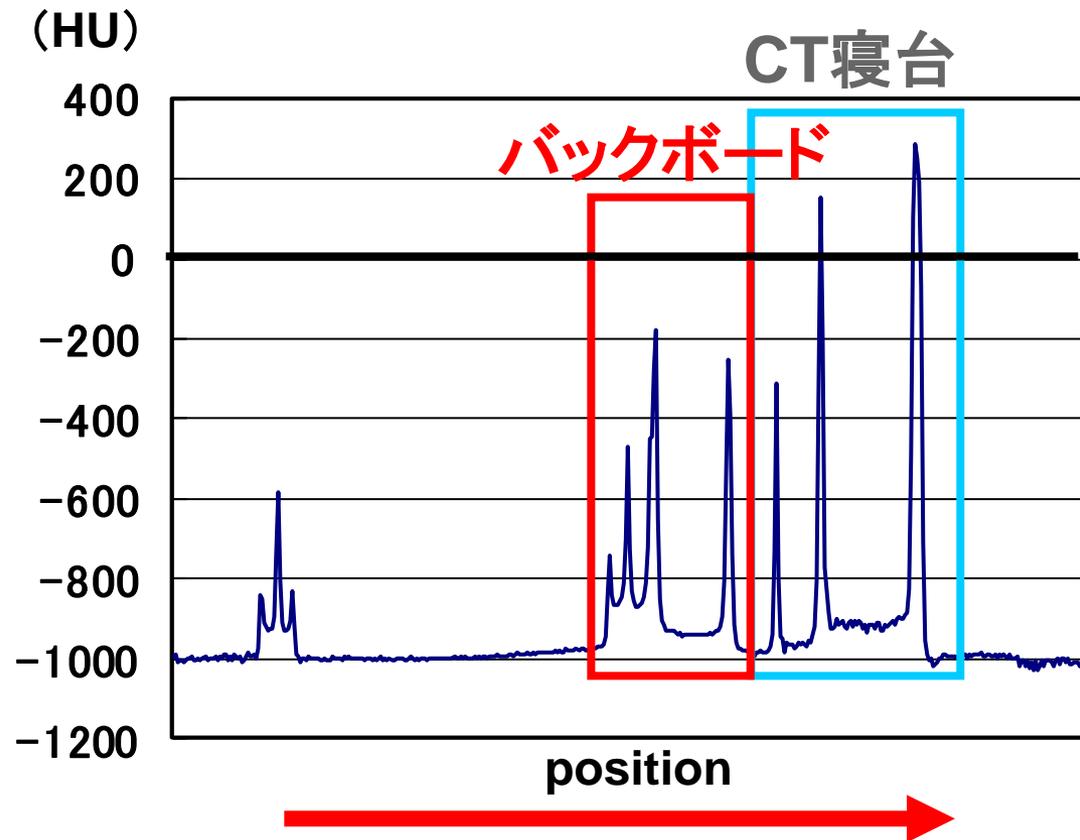


CTマット

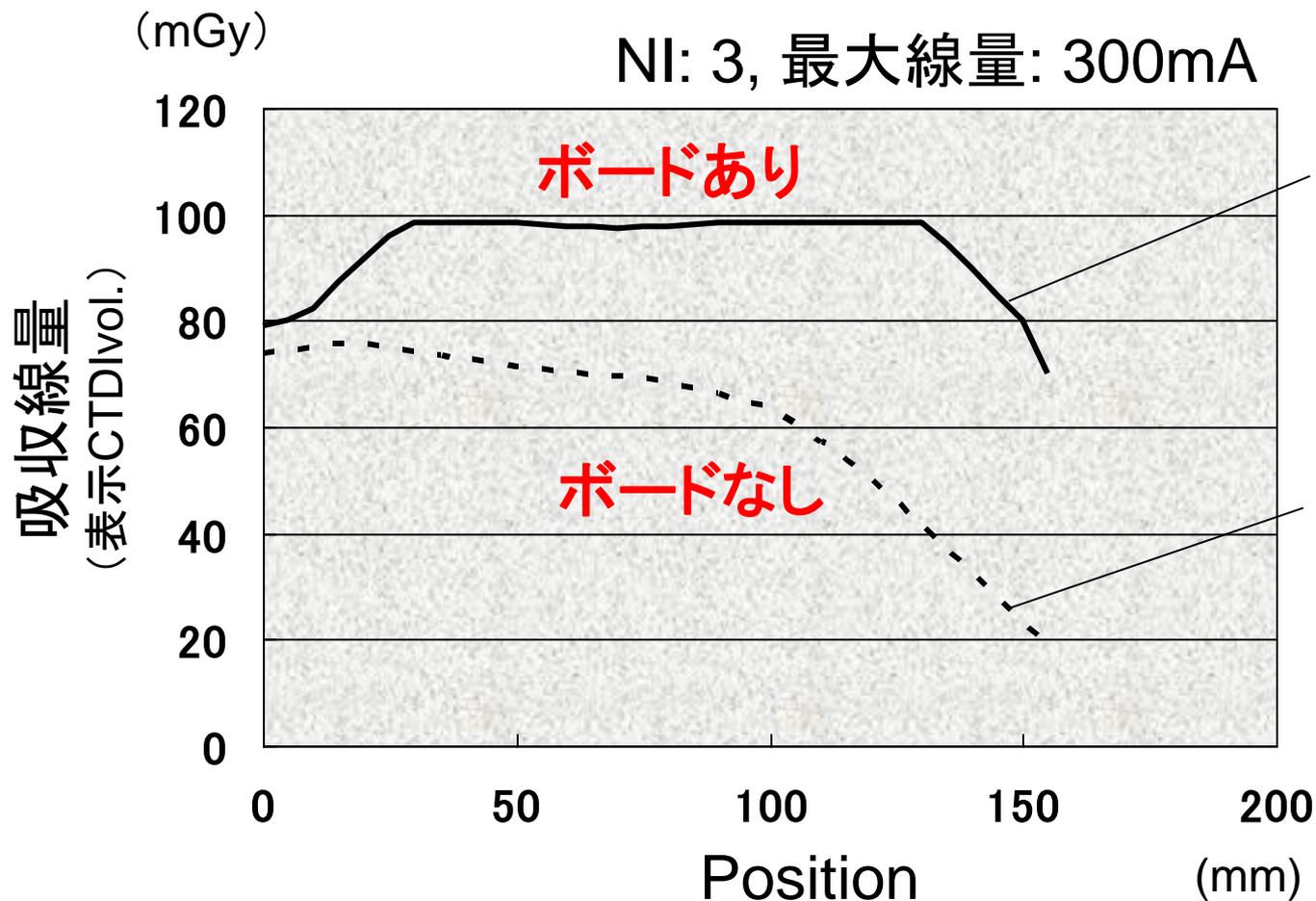
バックボード

CT寝台

プロファイルカーブ



バックボードと吸収線量 (mGy)



バックボードにより線量が増加する

バックボードとCT値 (FOV:240mm)

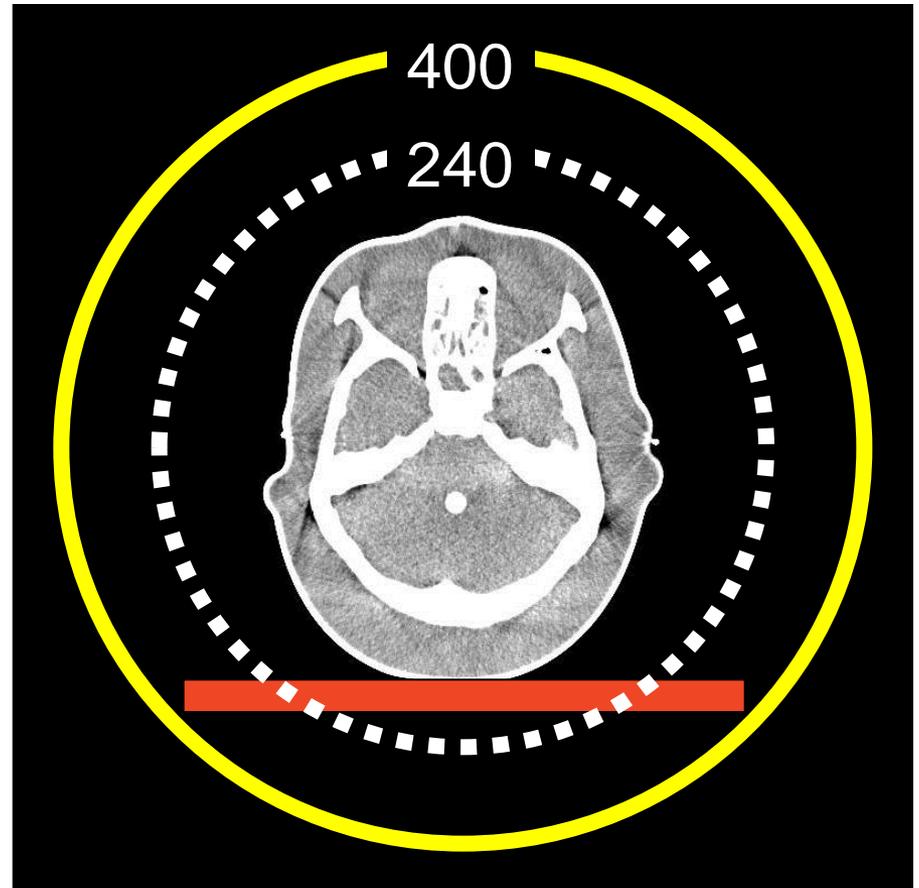
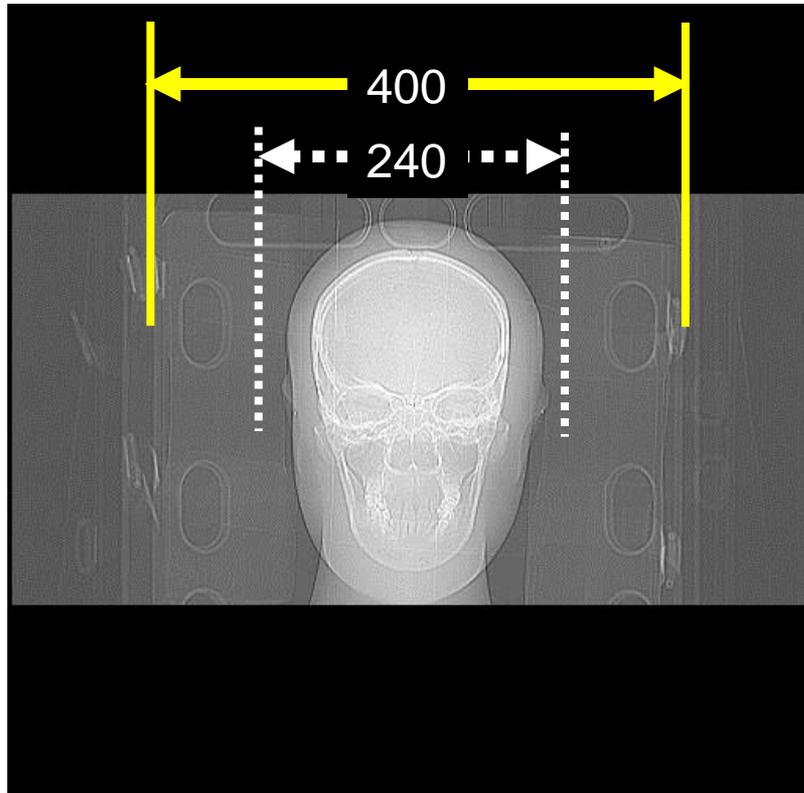
バックボード なし



バックボード あり



バックボードとFOV



バックボードとCT値 (FOV:400mm)

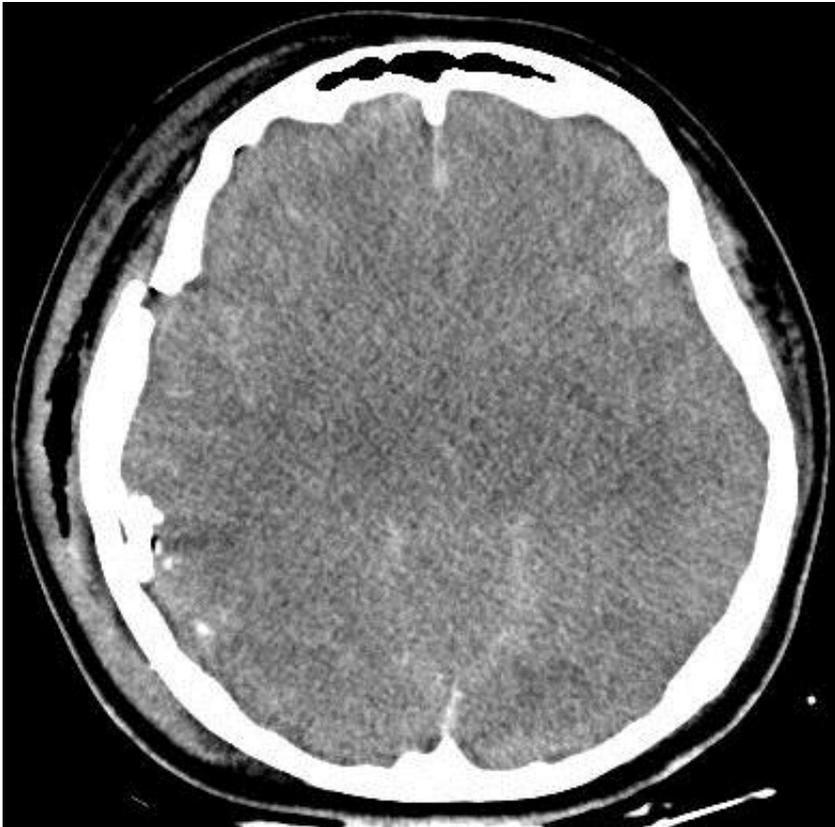
バックボード なし



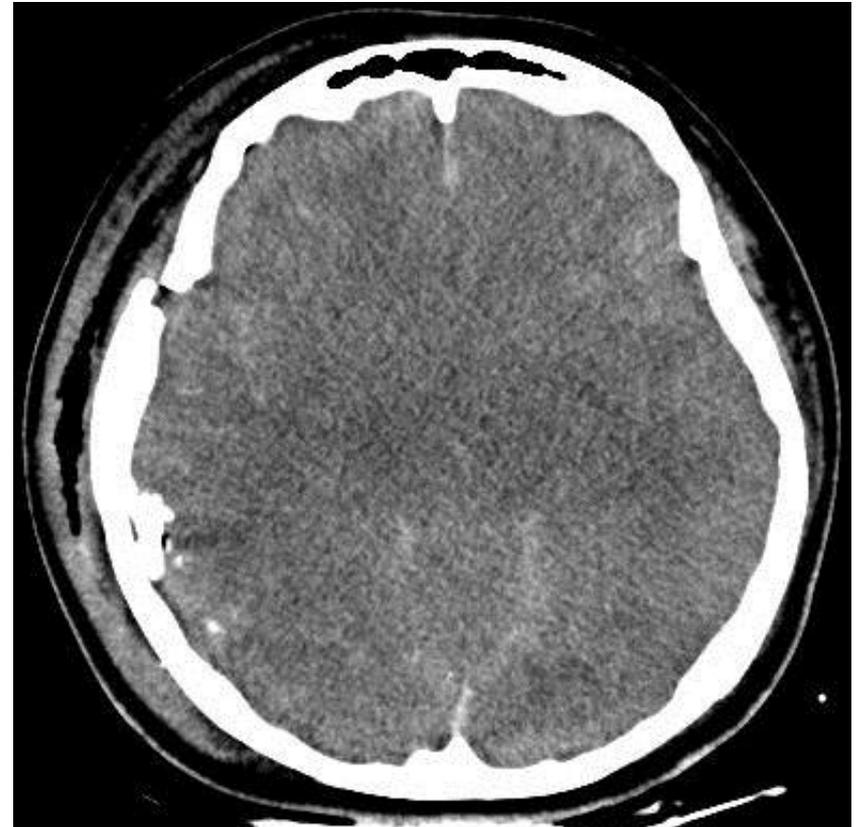
バックボード あり



バックボード上でのCT画像



オリジナル
(ボードあり)



オリジナル-5HU
(ボードなしをシミュレーション)

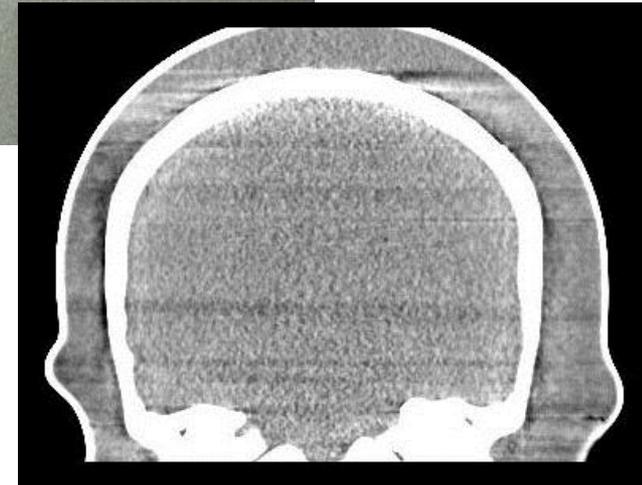
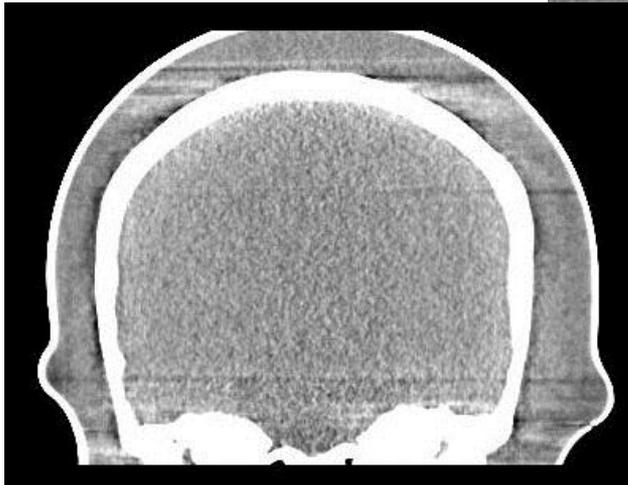
脳圧亢進による脳虚血の評価が異なる

バックボードによるCT値変化の対策

- ・ウィンドウレベルを上げる
- ・CT値減算処理(−5HU)
- ・ビームハードニング補正を外す
- ・FOVをボードに合わせる

ハンドルの影響

スキャノグラム



バックボードの離脱時期

全身観察

Log roll



Flat lift



Log: 丸太

CTの対象はstable患者

Clinical Condition:

Blunt Abdominal Trauma

Unstable

Variant 1:

Unstable patient.

| Radiologic Procedure | Rating | Comments | RRL* |
|--|--------|---|---------------------------|
| X-ray chest | 8 | To evaluate for fracture and abnormal air collection. Patient condition permitting. | Min |
| US chest abdomen and pelvis (FAST scan) | 8 | Rapid assessment of free fluid. Patient condition permitting. | None |
| X-ray abdomen and pelvis | 8 | To evaluate for fracture and abnormal air collection. Patient condition permitting. | Med |
| CT chest abdomen and pelvis with contrast | 7 | | High |
| Arteriography with possible embolization abdomen and pelvis | 5 | | NS |
| US abdomen and pelvis | 3 | | None |
| Rating Scale: 1=Least appropriate, 9=Most appropriate | | | *Relative Radiation Level |

Variant 2:

Stable patient.

Stable

| Radiologic Procedure | Rating | Comments | RRL* |
|--|--------|-----------------------------|---------------------------|
| CT chest abdomen and pelvis with contrast | 9 | | High |
| X-ray chest | 8 | | Min |
| Arteriography with possible embolization abdomen and pelvis | 5 | | NS |
| US chest abdomen and pelvis (FAST scan) | 5 | | None |
| X-ray abdomen and pelvis | 4 | Information provided by CT. | Med |
| US abdomen and pelvis | 3 | | None |
| Rating Scale: 1=Least appropriate, 9=Most appropriate | | | *Relative Radiation Level |

外傷全身CT ・ まとめ

- 時間より画質を優先
- バックボードは外した方がよい
- 単純CTは必要
- 適応対象を明確に
- 撮影は楽そうで早い, 残された画像は...
- 撮影条件の再構築
- 外傷全身CTに適した装置開発