

内 容

山口県診療放射線技師会
夏季講習会

外傷診療における救急撮影技術

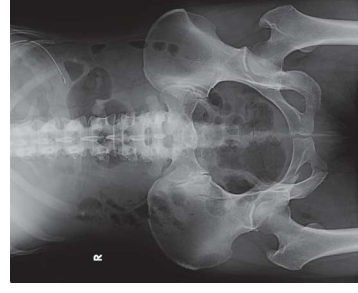
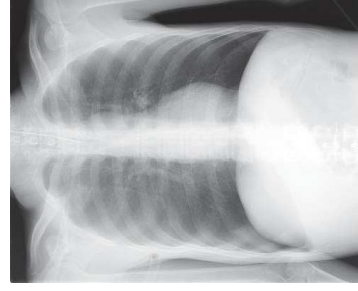
りんくう総合医療センター
藤村 一郎

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - ・ 臓器損傷分類
 - ・ 治療方針を考えるための8項目
 - ・ 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

内 容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - ・ 臓器損傷分類
 - ・ 治療方針を考えるための8項目
 - ・ 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

外傷初期診療の単純X線撮影



胸部外傷の病態

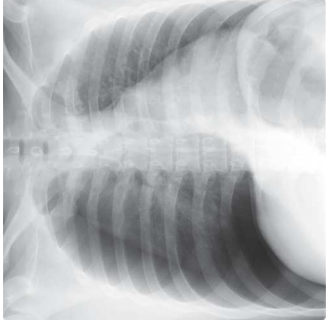
- | Primary survey | Secondary survey |
|----------------|------------------|
| ・気道閉塞 | ・気胸 |
| ・緊張性気胸 | ・血胸 |
| ・フレイルチエスト | ・肺挫傷(裂傷) |
| ・大量血胸 | ・気管・気管支損傷 |
| ・心タンポナーデ | ・鈍的心損傷 |
| | ・外傷性大動脈損傷 |
| | ・外傷性横隔膜損傷 |
| | ・外傷性食道損傷 |

胸部外傷の病態

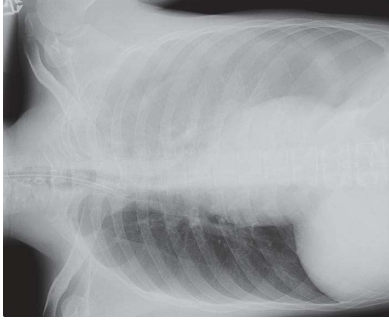
- | Primary survey | Secondary survey |
|----------------|------------------|
| ・気道閉塞 | ・気胸 |
| ・緊張性気胸 | ・血胸 |
| ・フレイルチエスト | ・肺挫傷(裂傷) |
| ・大量血胸 | ・気管・気管支損傷 |
| ・心タンポナーデ | ・鈍的心損傷 |
| | ・外傷性大動脈損傷 |
| | ・外傷性横隔膜損傷 |
| | ・外傷性食道損傷 |

CTに行けない

緊張性気胸



大量血胸



胸部外傷の病態

Primary survey

- ・気道閉塞
- ・緊張性気胸
- ・フレイルチエスト
- ・大量血胸
- ・心タンポナーデ

Secondary survey

- ・気胸
- ・血胸
- ・肺挫傷(裂傷)
- ・気管・気管支損傷
- ・鈍的心損傷
- ・外傷性大動脈損傷
- ・外傷性横隔膜損傷
- ・外傷性食道損傷

胸部外傷の病態

Primary survey

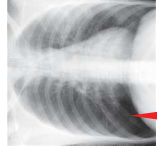
- ・気道閉塞
- ・緊張性気胸
- ・フレイルチエスト
- ・大量血胸
- ・心タンポナーデ

Secondary survey

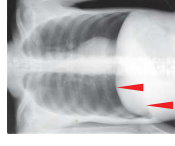
- ・気胸
- ・血胸
- ・肺挫傷(裂傷)
- ・気管・気管支損傷
- ・鈍的心損傷
- ・外傷性大動脈損傷
- ・外傷性横隔膜損傷
- ・外傷性食道損傷

気胸の背臥位X線所見

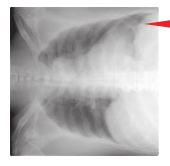
Basilar hyperlucency 肺底部の透過性更新



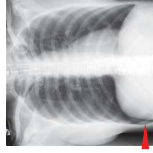
Double diaphragm sign 横隔膜の二重輪郭像



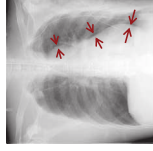
Depression of diaphragm 横隔膜の下方変位



Deep sulcus sign 肋横隔膜の深い切れ込み

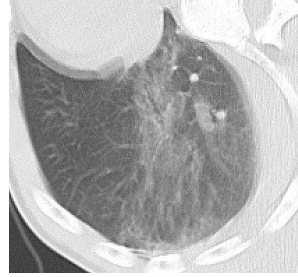


Medial stripe sign 心陰影辺線の異常透亮像

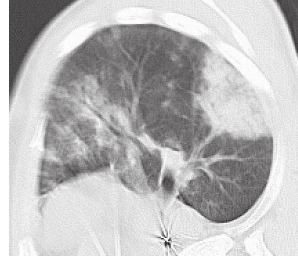


肺挫傷(裂傷)

血胸

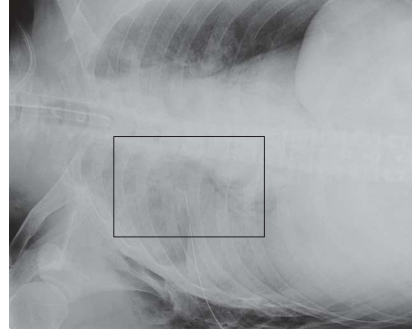


肺挫傷(裂傷)

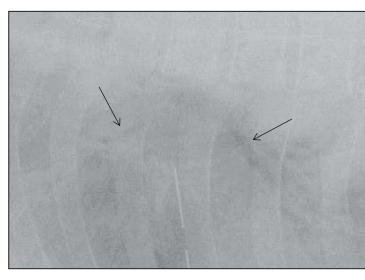


治療方針が異なる

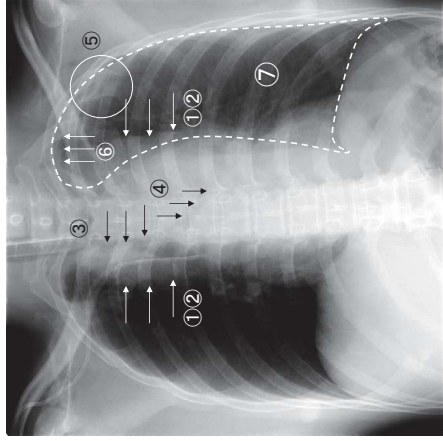
血胸+肺挫傷(裂傷)



Air bronchogram



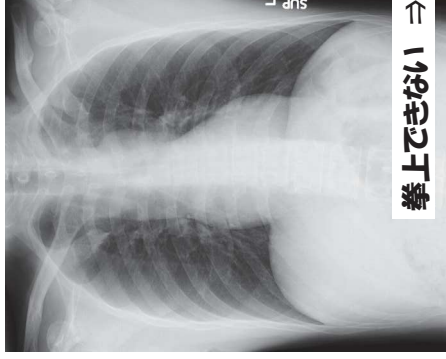
胸部大動脈損傷の胸部単純X線所見



- 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
- ⑦ 左胸腔内液体貯留

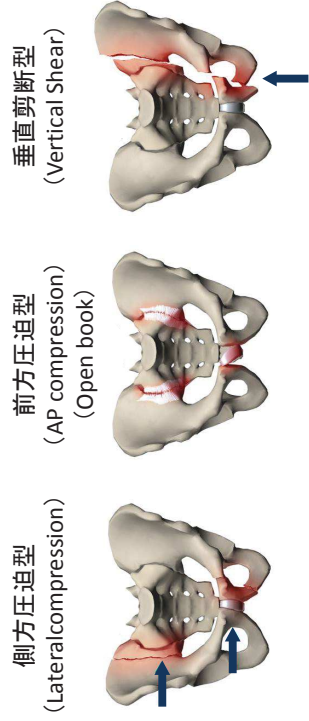
失敗例

造影は**健側**から(左肩甲骨骨折)



拳上できない ⇒ 損傷の可能性

外力が加わった方向による骨盤損傷分類

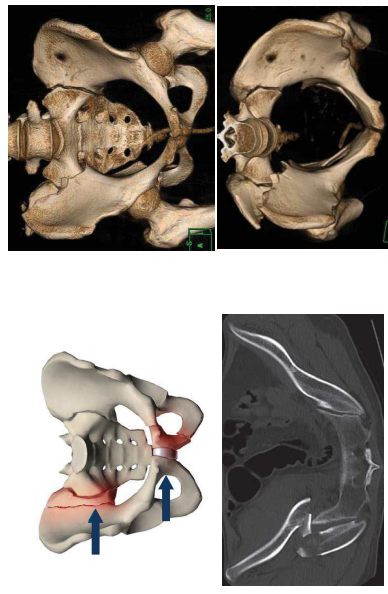


側方圧迫型
(Lateral compression)

前方圧迫型
(AP compression)
(Open book)

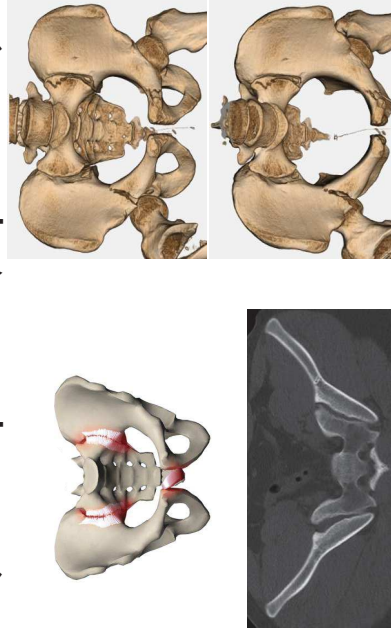
垂直剪断型
(Vertical Shear)

側方圧迫型骨盤骨折 (Lateral compression)



側方からの外力で受傷側の腸骨翼が縦に細長く

前方圧迫型骨盤骨折 (AP compression, Open book)



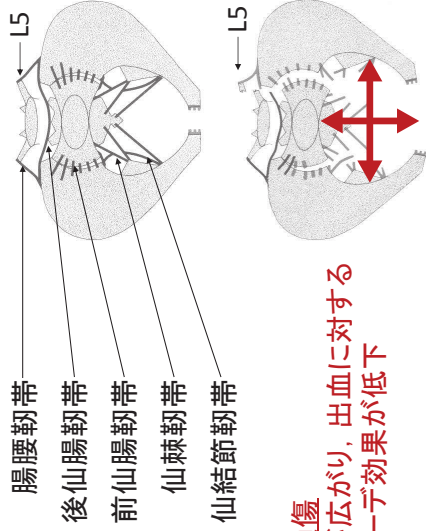
前方からの外力で腸骨翼が外に開き, 恥骨結合が離開

垂直剪断型骨盤骨折 (Vertical Shear)



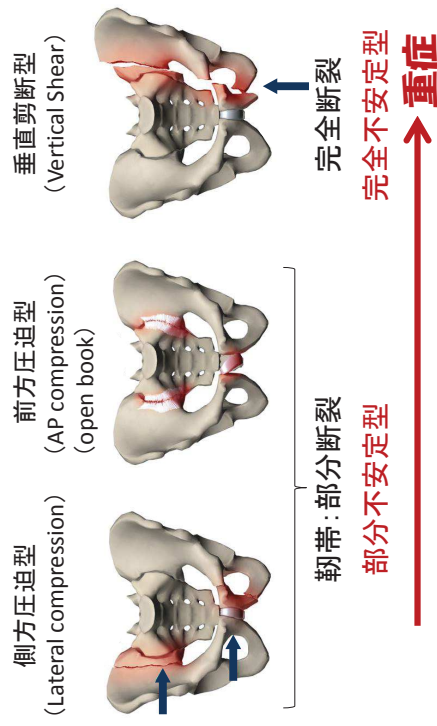
垂直方向の外力により, 左右の腸骨翼の高さに左右差

骨盤骨折の重症度は靭帯損傷が鍵



靭帯の損傷
骨盤腔が広がり、出血に対する
タンポナーデ効果が低下

骨盤骨折の分類と重症度



創外固定術の対象とピン刺入部

術式 対象 ピンの刺入部

簡易固定法



Anterior flame



C-clamp

- 全症例
- 部分不安定型
AP compression
Lateral compression
- 完全不安定型
Vertical Shear
仙骨縦骨折
- ピンなし
- 腸骨稜
- 腸骨翼
- 下前腸骨棘

日本外傷学会・骨盤損傷分類

- I 型 安定型骨盤損傷**
(a. 片側性 b. 両側性)
- II 型 不安定型骨盤損傷**
(a. 片側性 b. 両側性)
- III 型 重度不安定型骨盤損傷**
(a. 片側性 b. 両側性 c. 垂直性)

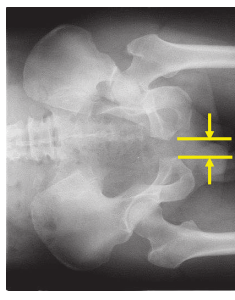
I 型 安定型骨盤損傷 (a. 片側性 b. 両側性)

- 骨盤輪の連続性が保たれている
- 損傷が前方骨盤輪に局限



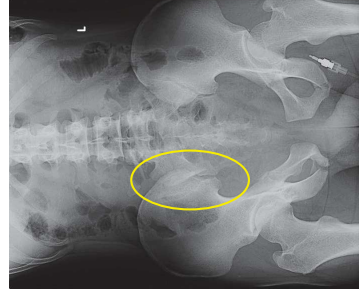
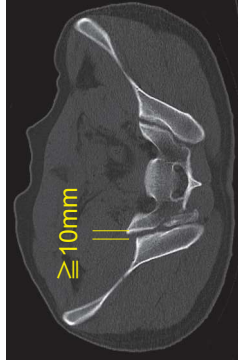
II 型 不安定型骨盤損傷 (a. 片側性 b. 両側性)

- 前方骨盤輪: 離開
- 後方骨盤輪: 離開なし



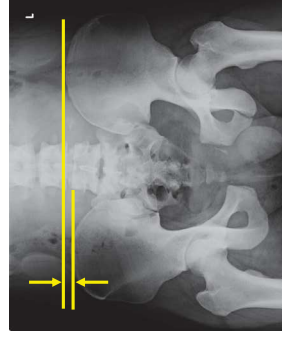
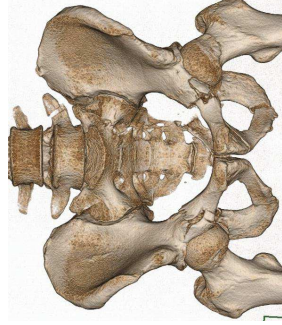
III型 重度不安定型骨盤損傷 (a.片側性 b.両側性)

- 単純X線像：後方骨盤輪の離開
- CT：10 mm以上の離開



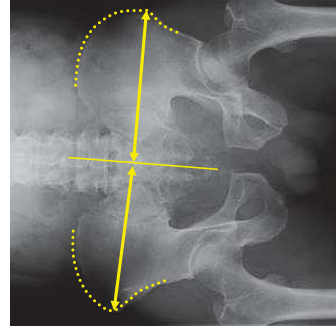
III型 重度不安定型骨盤損傷 (c.垂直性)

- 第5腰椎横突起骨折
- 離解のある仙骨骨折
- 片側骨盤の1 cm以上の頭側転位



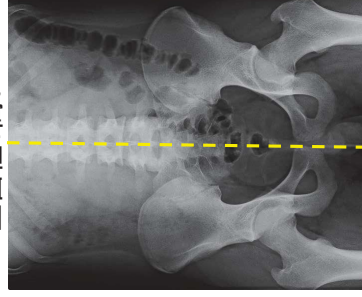
- 骨盤横径の左右差
- 腸骨翼形状の左右差

回旋不安定型骨折

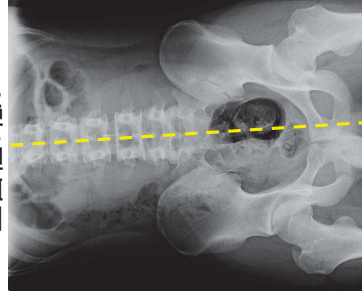


骨盤正面X線像の注意点

正面性：高い



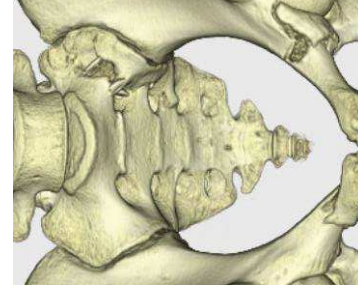
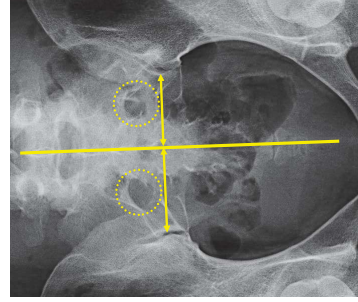
正面性：低い



正面性が低いと正しく評価できない

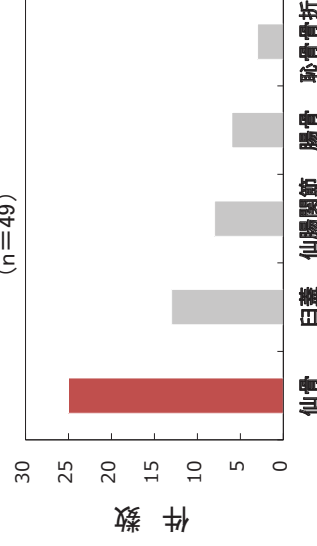
仙骨骨折

- 仙骨棘突起から仙腸関節までの距離の左右差
- 仙骨孔の形状の左右差



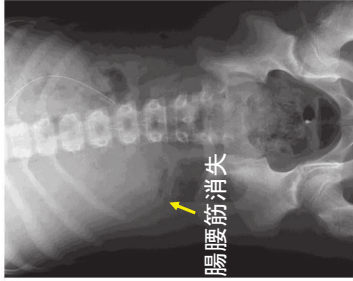
骨折が見逃された骨盤外傷

(件) 2001年11月～2006年3月
(n=49)



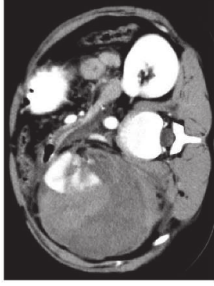
CT撮影時は見逃しがないか確認

腸腰筋消失 後腹膜出血



腸腰筋消失

腎外傷

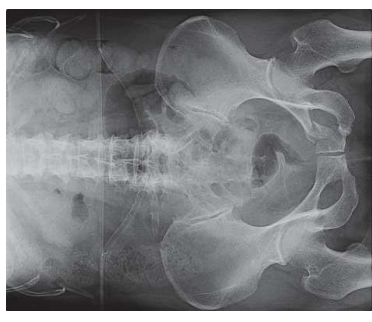


骨盤正面X線撮影は半切縦置き

大角



半切縦置き



内容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - 臓器損傷分類
 - 治療方針を考えるための8項目
 - 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

Injury scales 外傷の臓器損傷分類

- 疾病及び関連保険問題の国際統計分類
International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems: ICD
- Scaling system for organ specific injuries
米国外傷外科学会
The American Association for The Surgery of Trauma: AAST
- 日本外傷学会臓器損傷分類
日本外傷学会
The Japanese Association for The Surgery of Trauma: JAST
- Abbreviated injury scale (AIS)
米国自動車医学振興協会 (AAAM)

AAST

Scaling system for organ specific injuries

Table 1: Organ Specific Injury Scoring System

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

Table 2: Abbreviated Injury Scale (AIS)

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

HPからDL可

JAST

日本外傷学会臓器損傷分類

Table 1: Organ Specific Injury Scoring System

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

Table 2: Abbreviated Injury Scale (AIS)

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

HPからDL可

Table 1: Organ Specific Injury Scoring System

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

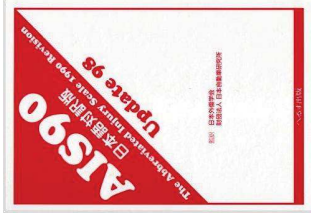
Table 2: Abbreviated Injury Scale (AIS)

Organ	Injury Type	Description of Injury	Grade
Chest	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Abdomen	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4
Pelvis	1	Contusion	1
	2	Laceration	2
	3	Laceration with hemothorax	3
	4	Laceration with hemothorax and/or pneumothorax	4

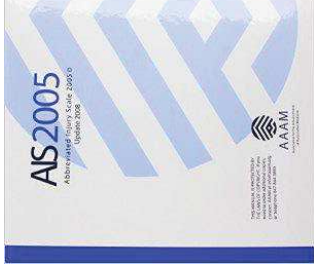
Abbreviated injury scale (AIS)

- 1971年 発表
- 米国自動車医学振興協会 (AAAM) から発表された「外傷の種類と解剖学的重症度を表すコード体系」

AIS90 update 98



AIS2005 update 2008



Abbreviated injury scale (AIS)

AISスコア 重症度

① 頭頸部	1 軽症 (minor)
② 顔面	2 中等度 (moderate)
③ 胸部	3 重症 (serious)
④ 腹部・骨盤臓器	4 重篤 (severe)
⑤ 四肢・骨盤	5 瀕死 (critical)
⑥ 表皮	6 即死 (maximum)

AISS以上が複数⇒多発外傷

頭頸部のAISスコア (一部抜粋)

AISスコア	頭蓋骨	硬膜外(下)血腫	顔面(上顎骨骨折)
1			
2	単純骨折	Le fort I, II	
3	頭蓋底骨折 陥没骨折 ≤ 2 cm		Le fort III
4	複雑骨折 陥没骨折 > 2 cm	≤ 50 ml ≤ 1 cm	
5		> 50 ml 両側 > 1 cm	
6			

胸部のAISスコア (一部抜粋)

AISスコア	肺裂傷 (片側)	肺裂傷 (両側)	肋骨骨折	肋骨骨折 + 血気胸	Flail chest
1			1本		
2	縦隔気腫あり		2-3本		
3	片側 縦隔血腫あり		≥ 片側4本	1-3本	肺挫傷なし
4	両側 縦隔血腫あり	縦隔気腫または縦隔血腫あり	≥ 両側4本	≥ 片側4本	肺挫傷あり
5	緊張性気胸あり	緊張性気胸あり	≥ 両側4本	≥ 両側4本	両側
6					

腹部のAISスコア (一部抜粋)

AISスコア	肝(裂傷)	脾(裂傷)	脾(裂傷)	腎(裂傷)
1				
2	≤ 3cm	≤ 3cm	脾管損傷なし	≤ 1cm
3	> 3cm	> 3cm	脾管損傷あり	> 1cm 溢尿なし
4	> 3cm (多数)	血管損傷	膨大	腎杯・腎盂 血管損傷
5	複雑性	脾門部損傷	複雑性	腎莖部損傷
6				

Injury severity score (ISS)

□ AISの高い上位3部位を抽出し,2乗し加算

- 15点以上 重症
- 25~34点 死亡率 30%
- 35点以上 死亡率 50%

生理学的重症度の指標 Revised trauma score (RTS)

コード(点数)	意識レベル (GCS)	収縮期血圧	呼吸数
4	13~15	90以上	10~29
3	9~12	76~89	30以上
2	6~8	50~75	6~9
1	4~5	1~49	1~5
0	3	0	0

$$RTS = 0.9368 \times GCS \text{ 点数} + 0.7326 \times \text{収縮期血圧点数} + 0.2908 \times \text{呼吸数点数}$$

(最重症:0点 最良:7.84点)

外傷における重症度評価と予後予測 Trauma and injury severity score(TRISS)

- 生理学的重症度の指標
(Revised trauma score : RTS)
 - 解剖学的重症度の指標
(Abbreviated injury score : AIS)
(Injury severity score : ISS)
- ↓
- 予測生存率
(Probability of survival : Ps)

予測生存率 Probability of survival:Ps

$$= \frac{1}{(1 + e^{-b})}$$

$$b = b_0 + b_1 \times RTS + b_2 \times ISS + b_3 \times \text{年齢スコア}$$

	b0	b1	b2	b3
鈍的外傷	-0.4499	0.8085	-0.0835	-1.743
穿通性外傷	-2.5355	0.9934	-0.0651	-1.136

年齢スコア: 55歳以上は1点, 55歳未満は0点

- Unexpected death (予期せぬ外傷死) : Ps > 0.5
- Preventable trauma death (防ぎえた死) : 0.25 ≤ Ps ≤ 0.5
- Non-PTD (防ぐことができなかった死) : Ps < 0.25

内 容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - 臓器損傷分類
 - 治療方針を考えるための8項目
 - 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

2002年

- 外傷初期診療ガイドライン (JATEC)



初期診療に焦点

2014年

- 外傷専門診療ガイドライン (JETEC)



根本治療に焦点

治療方針を考えるための8項目 ～外傷専門診療ガイドライン(JETEC)より～

- 第3章 外傷治療戦略
2 外傷診療におけるCT検査の役割

A	Age	年齢
B	Number of bleeding / bleeding space / speed of bleeding	活動性出血の数と出血部位, 出血速度
C	Coagulopathy associated with trauma	外傷由来の血液凝固障害
D	Drug and history	薬物服用歴と既往歴 抗凝固薬, 肝硬変
E	Event to study time	受傷から検査または診察までの時間
F	Form of organ injury	損傷形態, 被膜損傷の有無
G	Grade of energy / Graspow Coma Scale	受傷エネルギーと意識レベル
S	Shock and vital signs	ショックの有無と生理学的兆候の推移

Age 年齢

若年者 老人

耐久性・治療反応性	good	bad
組織間の密着性	tight	loose

- 出血大
- 止血困難
- 治療困難

Number of bleeding / bleeding space / speed of bleeding

活動性出血の数と出血部位, 出血量

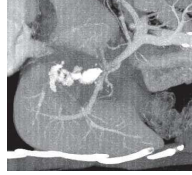
数	出血部位	出血量
• 1カ所	• Tight space (筋)	小
• 2カ所	• Loose space (後腹膜)	中
• ⋮	• Free space (腹腔)	大

治療困難

Number of bleeding / bleeding space / speed of bleeding

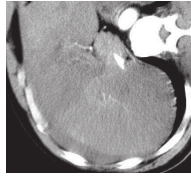
活動性出血の出血速度

動脈優位相



速い流れ
動脈性

緩い流れ
静脈性・門脈性



Coagulopathy associated with trauma 外傷由来の血液凝固障害

- 鈍的外傷で生じる線溶亢進型DICの有無
(disseminated intravascular coagulation)

適切な止血方法の選択

Drug and history 薬物服用歴と既往歴

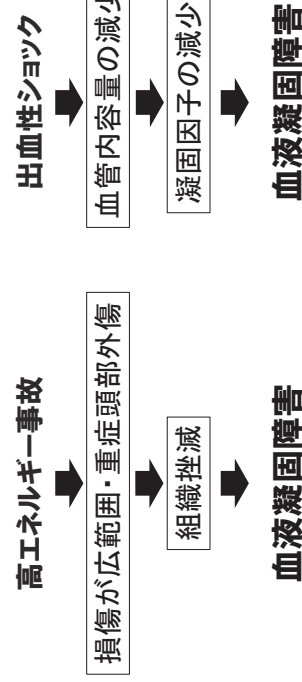
血液凝固障害を来す服用薬物・既往歴

服用薬物 既往歴

- 抗凝固薬
- 抗血小板薬
- 肝硬変
- 心大血管手術後
- 血友病
- 血管疾患など

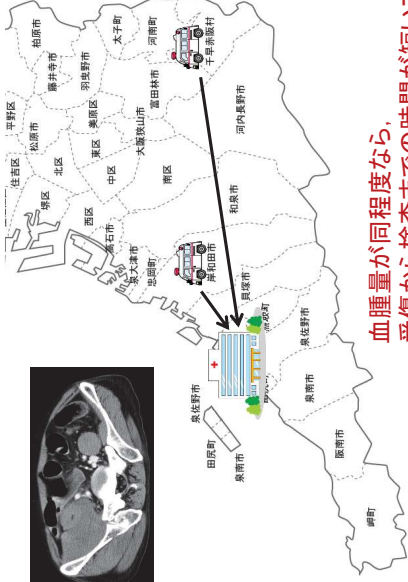
Grade of energy / Grasgow Coma Scale 受傷エネルギーと意識レベル

Shock and vital signs
ショックの有無と生理学的兆候の推移



Event to study time

受傷から検査または診察までの時間

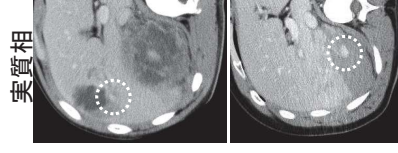
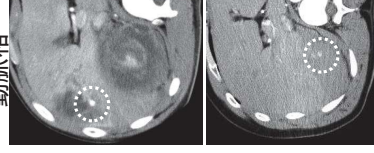


血腫量が同程度なら、
受傷から検査までの時間が短い方が重症

Form of organ injury

損傷形態、被膜損傷の有無

動脈相



仮性動脈瘤

染まりが広がらない

溢血

染まりが広がる

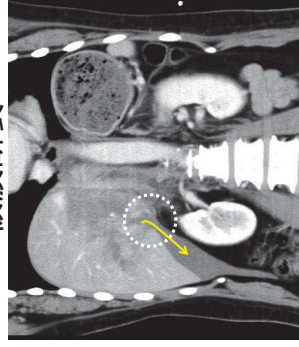
治療方針が異なる

Form of organ injury

損傷形態、被膜損傷の有無

今後の出血量の予測：被膜断裂の評価

被膜断裂

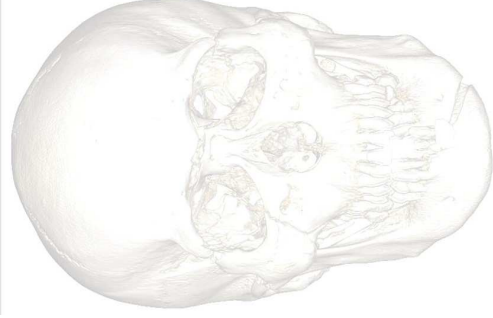


出血量：大

内容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - 臓器損傷分類
 - 治療方針を考えるための8項目
 - 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

頭部・顔面

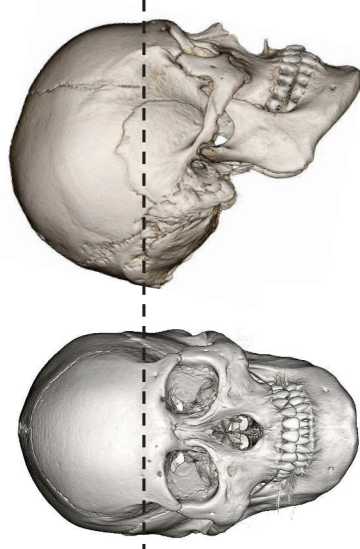


重症な頭蓋骨骨折とは？

円蓋部



頭蓋底



日本外傷学会頭部外傷分類 頭蓋骨骨折の重症度

軽症 中等症 重症

- | | | | |
|---|---|--|--|
| <p>円蓋部骨折</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 骨折線が血管溝と交差しない ● 静脈洞を超えない | <p>線状骨折</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 骨折線が血管溝と交差する ● 動脈洞を超えない | <p>陥没骨折</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1 cm以下の陥没 ● 非開放性 | <p>頭蓋底骨折</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 1 cmを超える陥没 ● 静脈洞圧迫に起因する静脈還流障害 |
|---|---|--|--|
- 大量の耳、鼻出血を伴う
(髄液漏の有無を問わない)

骨折の「部位」や「形態」により「重症度」が異なる

横静脈洞と交差する後頭骨骨折

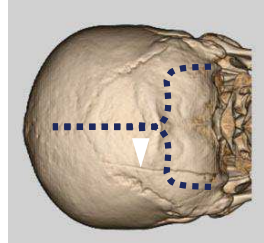
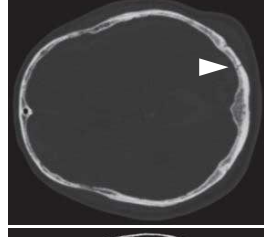
大量の術中出血を来した症例

中等症

実質条件
(矢頭:急性硬膜外血腫)

骨条件
(矢頭:骨折線)

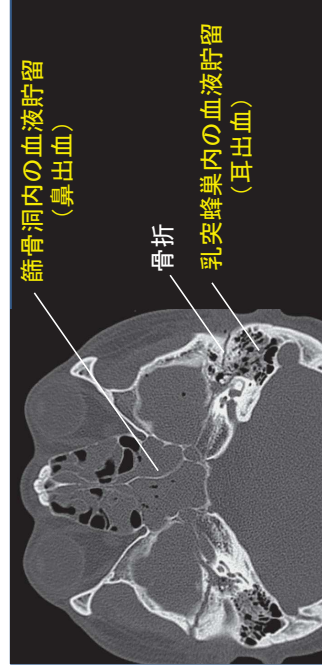
Volume rendering (VR)
(矢頭:骨折線)



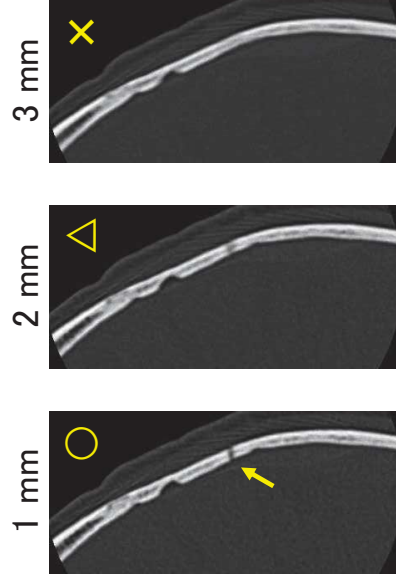
VRによる解剖学評価は重症度判定に有用

鼻・耳出血を伴う頭蓋底骨折

重症

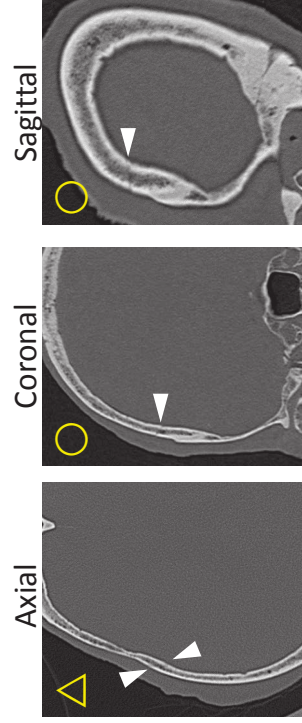


撮影条件と骨折線の描出 スライス厚の影響



撮影条件と骨折線の描出 スライス断面方向の影響

再構成スライス厚:0.5 mm



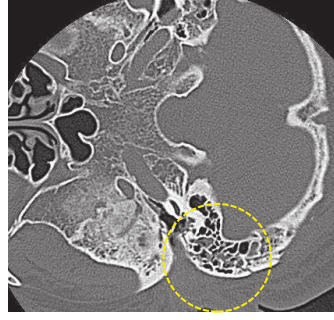
骨折線方向により描出が異なる

薄い再構成スライス厚
● MPR (sagittal, coronal)

焦点サイズと空間分解能

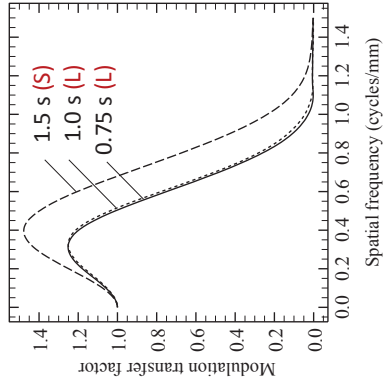
小焦点

大焦点



耳出血→側頭骨骨折?→小焦点撮影も考慮

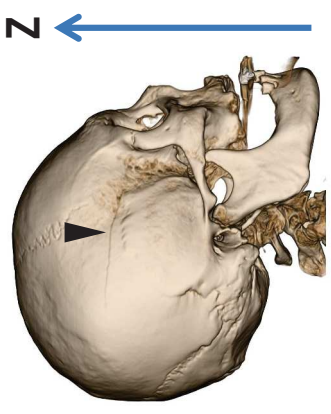
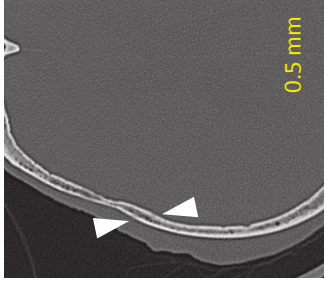
撮影条件（回転速度・焦点サイズ）と空間分解能



- ()内は焦点サイズ
- 70 mm off-set
- 骨関数

空間分解能は「焦点サイズ」が影響大

Volume rendering (VR)の骨折線の描出

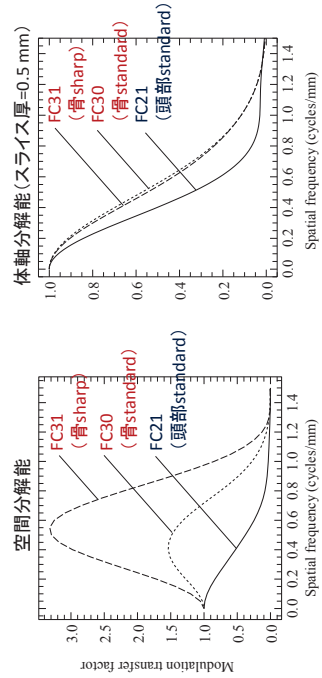


- VRは最少スライス厚で構成⇒骨折の描出能が高い。
- 骨関数のVRは？

再構成関数と体軸分解能

頭部関数 = FC21

骨関数 = FC30 (standard), 31 (sharp)

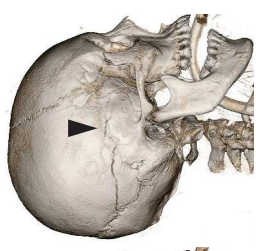
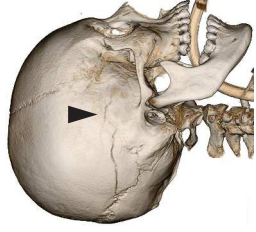
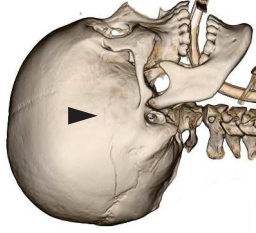


VRと再構成関数

頭部standard (FC21)

骨standard (FC30)

骨sharp (FC31)



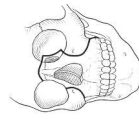
再構成関数は、体軸方向分解能に影響

骨関数のVR → 骨折線や縫合の描出が鮮鋭
ノイズの影響も比較的低い

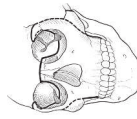
上顎骨骨折



Le fort I 型

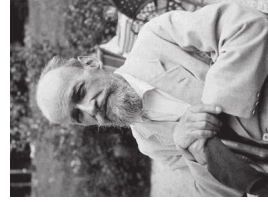


Le fort II 型



Le fort III 型

Le Fort R. Etude experimentale sur les fractures de la machoire superieure. Rev Chir 1901;23:208-227, 360-379, 479-507 2. Rhea JT, Mullins ME, Novel



引用もと: Wikipedia

上顎骨骨折の合併症

Le fort I, II, III

- 顔面軟部組織の腫脹
- 異常可動性
- 咬合不全
- 鼻出血
- 上気道狭窄・閉塞

Le fort II, III

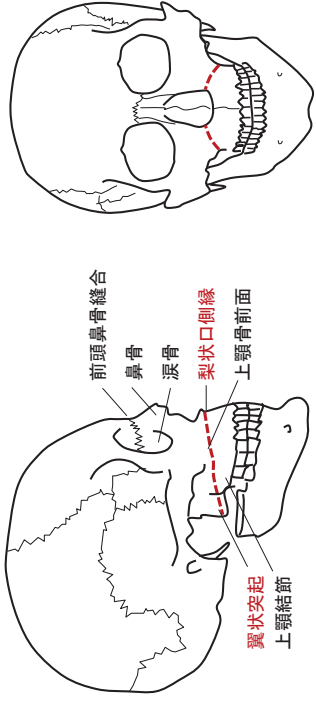
- 眼瞼腫脹
- 眼球結膜出血
- 複視
- 眼球陥没, 位置異常
- 内眼角隔離
- 流涙 (涙道骨折)
- 髄膜炎 (頭蓋底骨折)
- 血管損傷

Le fort III

- 血管損傷
- 上気道閉塞 (咽頭後血腫)

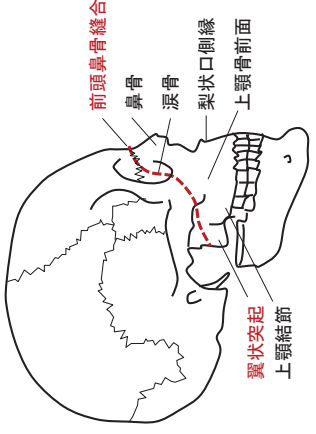
↑ 重症
←

Le fort I 型 骨折

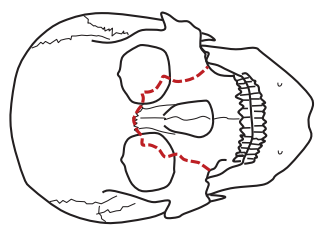


梨状口側縁から上顎洞前面を横に走り、上顎結節を経て翼状突起に達する

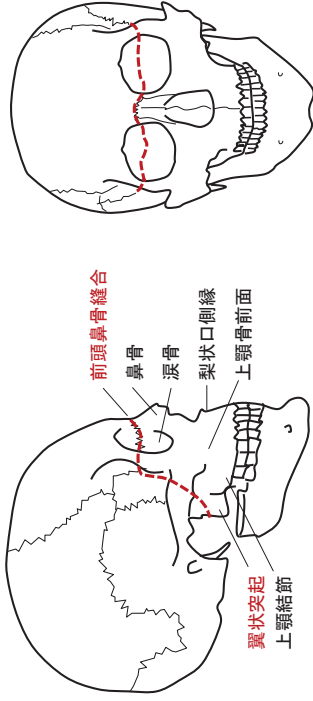
Le fort II 型 骨折



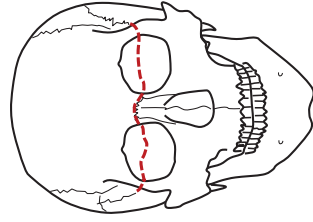
前頭鼻骨縫合から涙骨篩骨縫合を経て、下眼窩裂を通り、頬骨上顎結節、上顎骨側縁を経て、翼状突起に達する。



Le fort III 型 骨折

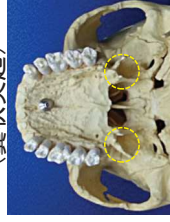


前頭鼻骨縫合から眼窩の内側・後壁・外壁を経て、前頭篩骨縫合に至り、頬骨弓を経て、上顎骨後壁、翼状突起に至る



Le fort 骨折 ～簡易診断法～

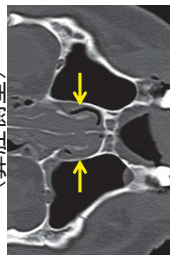
① Pterygoid process (翼状突起)



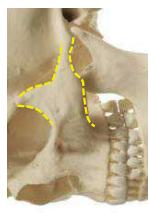
③ Inferior orbital rim (眼窩下縁)



② Lateral margin of nasal fossa (鼻腔側壁)



④ Zygomatic arch (頬骨弓)



James T.Rhea et al.
AJR 2005; 184: 1700-1705.

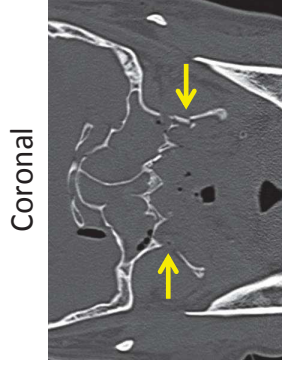
James T.Rhea et al.
AJR 2005; 184: 1700-1705.

Le fort 骨折 ～簡易診断法～

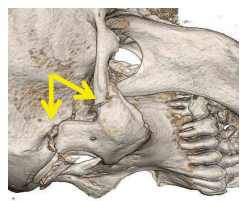
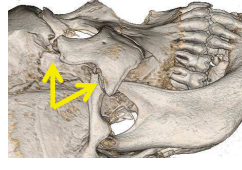
骨折部位	I	II	III型	評価画像
① 翼状突起	○	○	○	—
② 鼻腔側壁	○	○	○	Coronal, VR
③ 眼窩下縁	○	○	○	Coronal, VR
④ 頬骨弓	○	○	○	Axial, VR

Le fort III 型

重症

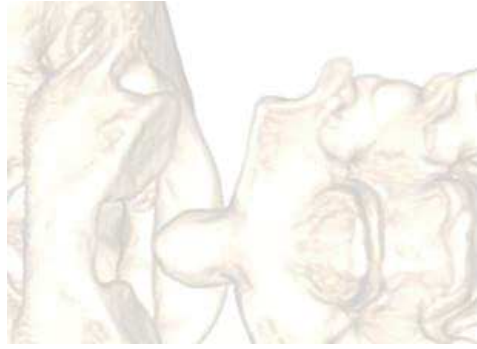


Coronal



「翼状突起」の骨折

「頬骨弓」の骨折



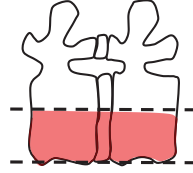
脊椎

脊椎損傷の重症度

Denis(1983)

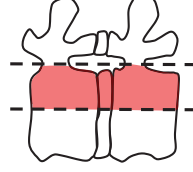
Three column theory:

脊椎支持機構は3つのcolumn(柱)で成り立つ



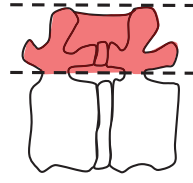
Anterior column

椎体前方1/2



Middle column

椎体後方1/2



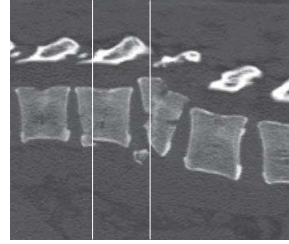
Posterior column

後方支持組織

重症

「Middle column」を含む損傷は手術適応となる場合が多い

圧迫骨折と破裂骨折



圧迫骨折

Middle column

破裂骨折

椎体後方成分の評価が鍵

不安定
重症

齒突起骨折

Anderson L.D.
J Bone Joint Surg (Am), 1974.

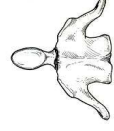
重症

Anderson I
突起先端の骨折



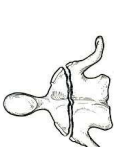
治療
カラ一固定

Anderson II
突起基部の骨折



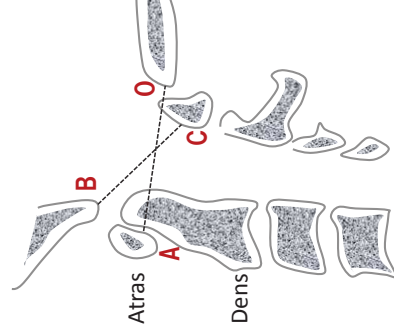
• Halo vest
• C1-2 固定
• Odontoid screw

Anderson III
椎体部分の骨折



Halo vest

環椎後頭関節脱臼 (Power's ratio)



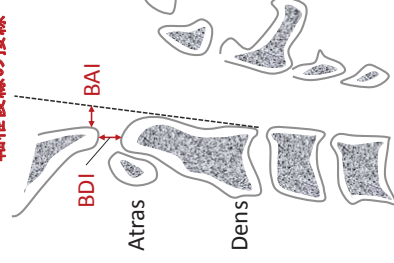
B = 大後頭孔前縁
C = 環椎後縁
A = 環椎前縁
O = 大後頭孔前縁

Power's ratio =

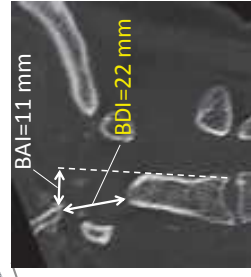
$$\frac{BC}{AO} > 1 \quad \leftarrow \text{前方脱臼}$$

環椎後頭関節脱臼 (Harris method)

軸椎後縁の接線



- BAI: 大後頭孔前縁—接線間距離
前方脱臼 > 12 mm
- BDI: 大後頭孔前縁—軸椎間距離
伸展脱臼 > 12 mm



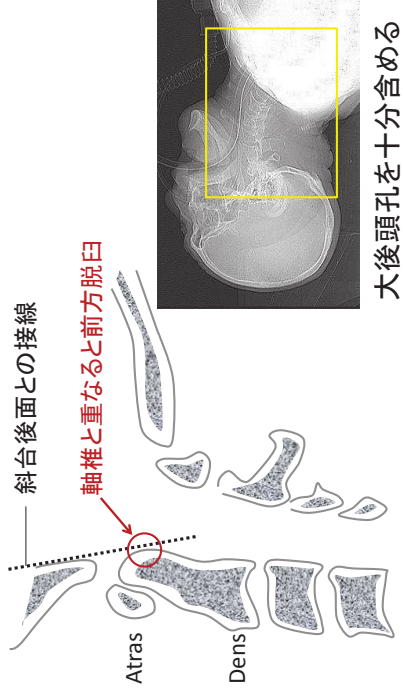
伸展脱臼

重症

重症

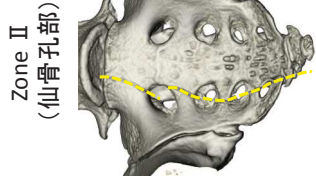
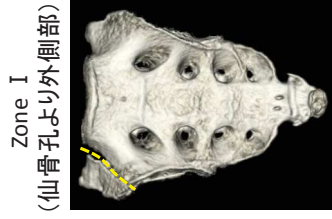
環椎後頭関節脱臼 (Wackenheim's clivus line)

重症



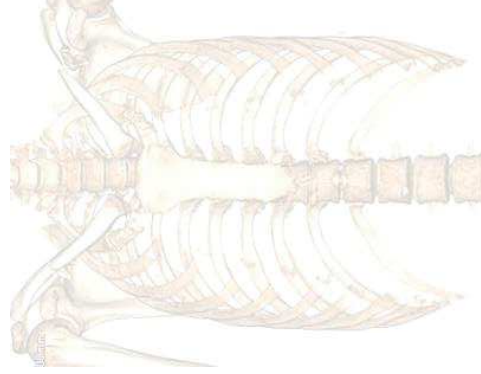
大後頭孔を十分含める

仙骨骨折(Denis分類)



重症

仙骨神経損傷による
膀胱直腸障害の危険性

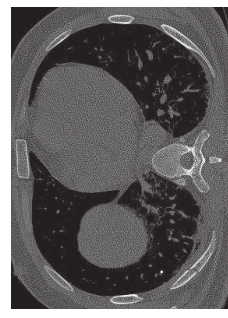


胸部

肋骨骨折

肋骨

- 厚さ : 8~12 mm
- 皮質の厚さ: 1~2 mm



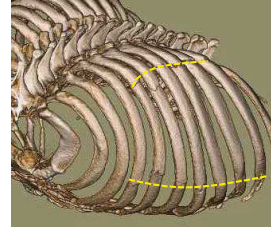
骨折の画像診断

- Bhavnagri SJ, et al. Cleve Clin J Med 2009; 76(5): 309-14.
単純X線→50%の見逃し
- Kosta Petrovi, et al. Vojnosanit Pregl 2013; 70(8): 757-761.
CT→1 mm(axial, coronal, sagittal, 3D) > 5 mm (axial) 肋骨骨折 →薄いスライス厚, MPR

手術適応となる“重症”肋骨骨折

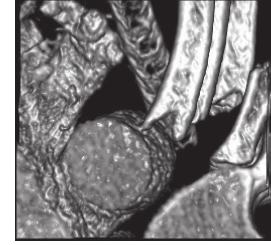
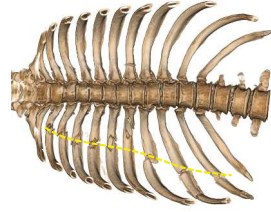
Flail chest

3本以上の隣接する肋骨が2カ所以上で骨折



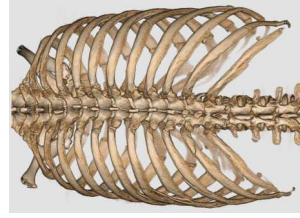
転位が大きい骨折

5本以上の連続する肋骨が列をなして骨折

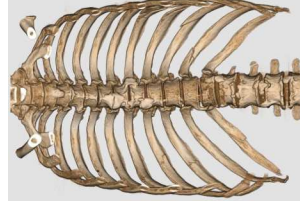


肋骨骨折のVR作成

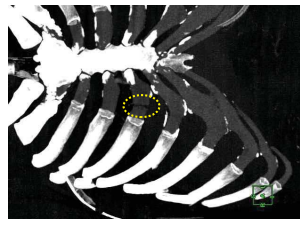
肩甲骨をカット



内→外

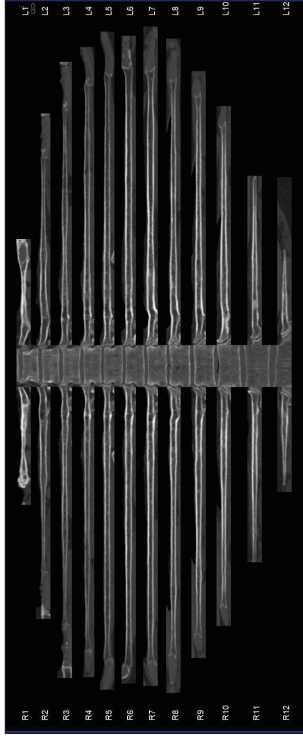


肋軟骨骨折(MIP)



VRIは骨折部位や本数, 転位の程度を評価しやすい

肋骨の展開表示

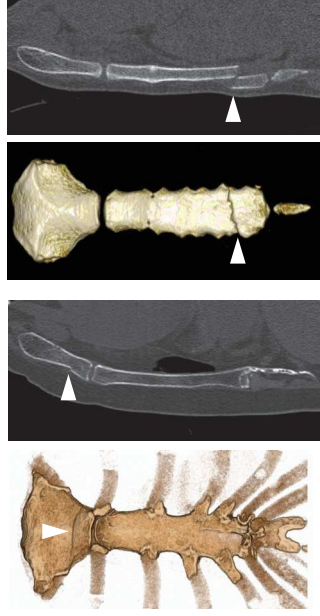


情報提供:シーメンス・ジャパン株式会社

骨折部位の迅速診断が期待できる

胸骨骨折

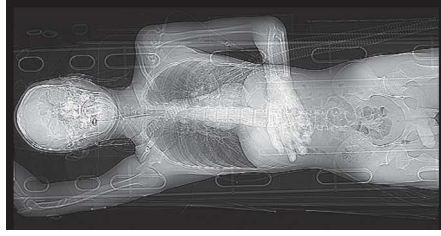
重症



- ハンドル外傷, シーベルト外傷に多い
- 転位が大きい場合, **心損傷(不整脈・低血圧)**を考慮
- Sagittalが転位の程度を評価しやすい

内容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - 臓器損傷分類
 - 治療方針を考えるための8項目
 - 骨折の重症度
- **外傷全身CT撮影**
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響



外傷全身CT撮影

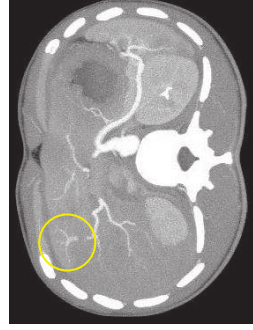
- 検査目的
 - 全身の血管損傷の評価
- 対象
 - 高エネルギー外傷
 - 脳血管損傷疑い
 - ✓ 鼻・耳出血
 - ✓ 上顎骨, 頭蓋底骨折
 - ✓ 脳虚血症状
- 撮影範囲
 - 動脈相: ウィリス動脈輪～骨盤
 - 平衡相: 胸～骨盤
 - 単純: 基本的に省略

外傷全身CT撮影

問題	技術
ノイズ (被ばく)	<ul style="list-style-type: none"> • Variable helical pitch scan (SD: 5→7.5) • Segmented scan (頭・頸部 + 体幹) • 造影剤→高濃度, 高速注入
アーチファクト	<ul style="list-style-type: none"> • 頭蓋底→低ピッチファクタ • 腕→頭部外傷優位: 両腕下垂 • 腹部外傷優位: 片腕下垂
解像特性の劣化	<ul style="list-style-type: none"> • 関数の見直し (standard→sharp)
肝の撮影時相が遅延	<ul style="list-style-type: none"> • 撮影開始時間の最適化 • 高ピッチファクタ

肝の撮影時相

動脈早期相



動脈後期相

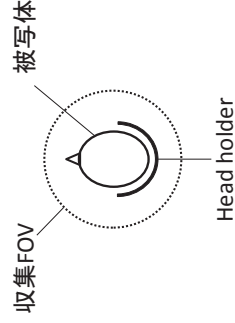


A-P shunt

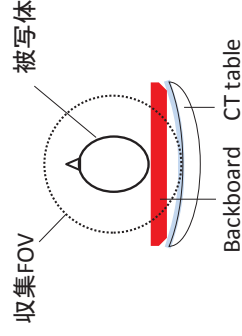
内容

- 胸部・骨盤単純X線撮影の注意点
- 治療方針を左右する重症外傷とは
 - ・ 臓器損傷分類
 - ・ 治療方針を考えるための8項目
 - ・ 骨折の重症度
- 外傷全身CT撮影
- バックボードがCT撮影に及ぼす影響

一般的な頭部CT撮影



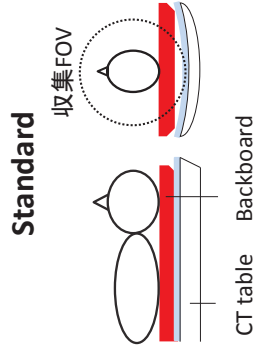
バックボード固定下の頭部CT撮影



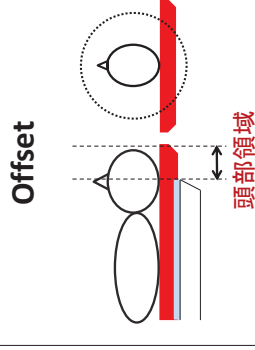
- ・ X線吸収体の増加
 - ・ 収集FOV外にX線吸収体
- 画質への影響

検証

標準的なポジショニング



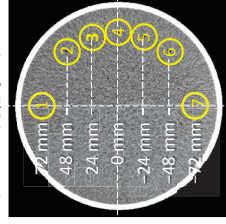
今回検証したポジショニング



方法 - 画質評価 -

①CT値測定(均一性)

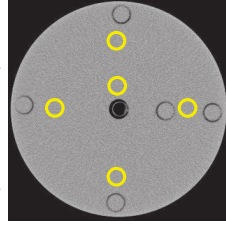
ファントム: 円柱水ファントム



Y座標間隔が等間隔となる同心円上の7カ所のCT値

②Noise測定

ファントム: CTDIファントム



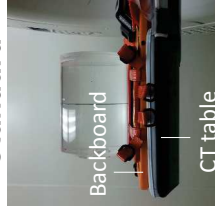
5カ所(中心+周辺)のCT値のSDを測定し平均

ポジショニング

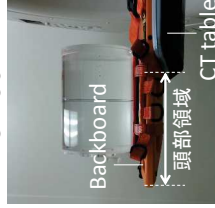
Head holder



Standard



Offset



使用機器

□X線CT撮影装置

- ・ Aquilion ONE (TOSHIBA社製)
- ・ VCT(GE社製)
- ・ Definition(SIEMENS社製)

□CT値測定

- ・ 円柱水ファントム(φ 190 mm)

□Noise測定

- ・ 頭部用CTDIファントム(φ 160 mm)
- ・ 放射線モニタ: Radcal 9015型 (Radcal社製)
- ・ チェンバー: 10X5-3CT (Radcal社製)

□バックボード

- ・ ハイテックバックボード モデル2010(FERNO社製)

撮影条件 - CT値測定 -

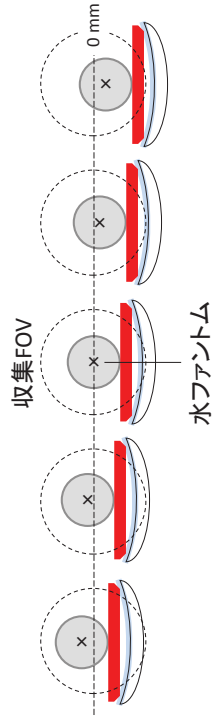
AquilionONE VCT Definition

収集FOV (mm)	S (240)	320	Non-helical scan	Definition
	M (320)			
	L (400)			
	LL (500)			
Scan mode	Non-helical scan			
Detector configuration	4 × 4 mm	4 × 5 mm	3 × 4.8 mm	
Convolution kernel	FC21	Standard	H31MS+	
CTDIvol.(mGy)	60			

撮影条件 - CT値測定 -

CT寝台高

+20 mm +10 mm 0 mm -10 mm -20 mm



撮影条件 - Noise測定 -

使用装置 Aquilion ONE

収集FOV (mm) S(240)

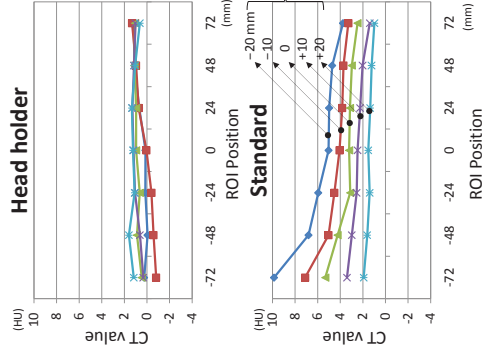
CT寝台高 (mm) 0

- ① CT-AEC(設定SD: 4)
位置決め画像: 正面
- ② CT-AEC(設定SD: 4)
位置決め画像: 側面
- ③ 同一管電流時間積(300 mAs)
- ④ 同一CTDI(約60 mGy)

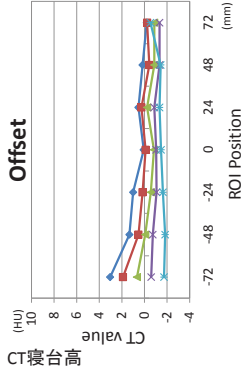
撮影線量

結果 - CT値 -

Head holder

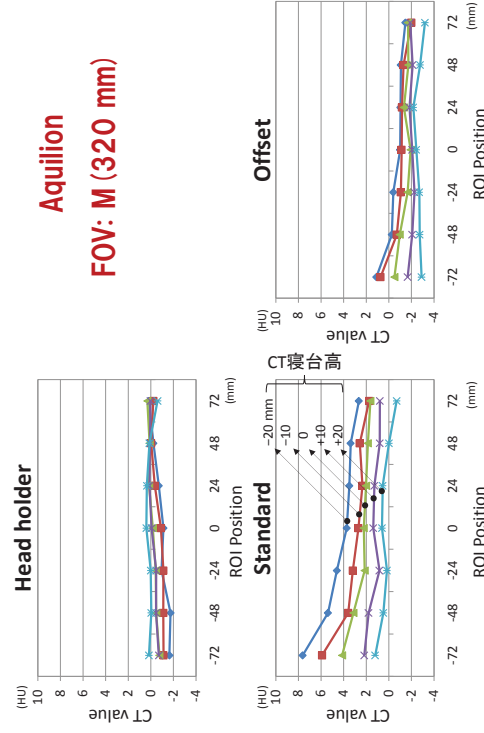


Aquilion
FOV: S (240 mm)



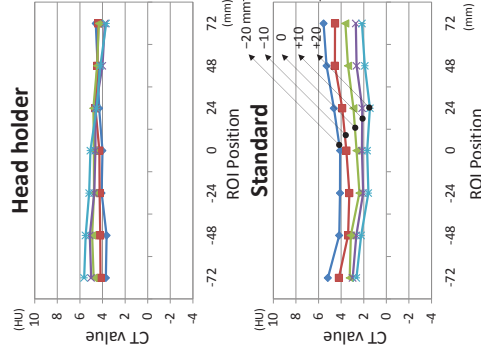
結果 - CT値 -

Head holder



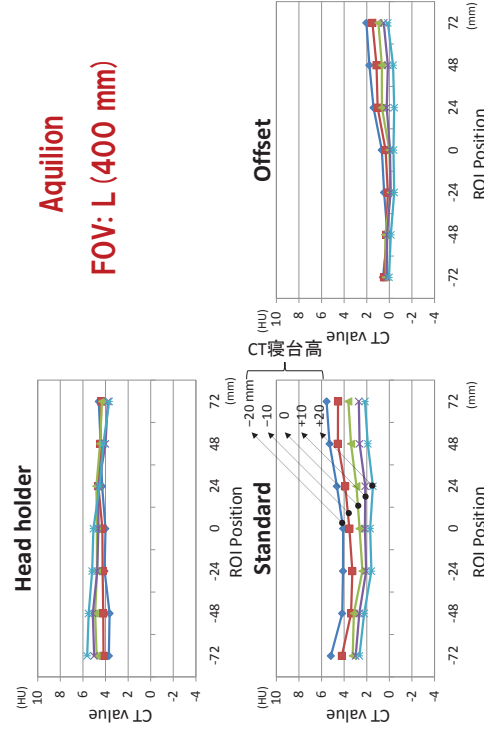
Aquilion

FOV: M (320 mm)



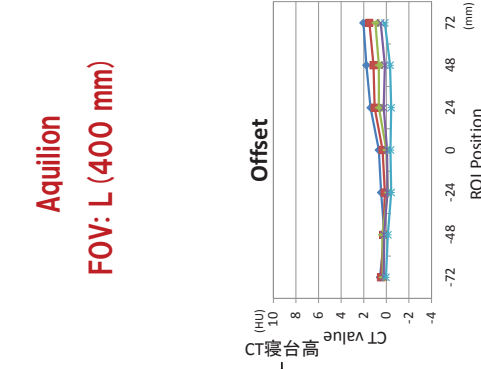
結果 - CT値 -

Head holder

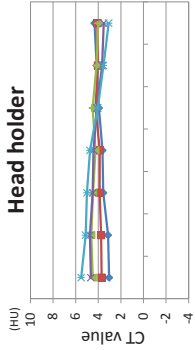


Aquilion

FOV: L (400 mm)

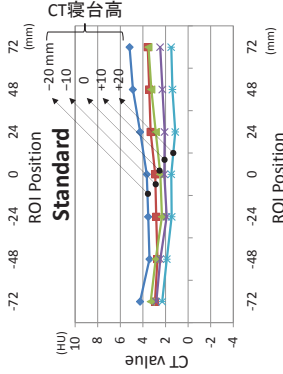


結果 - CT値 -

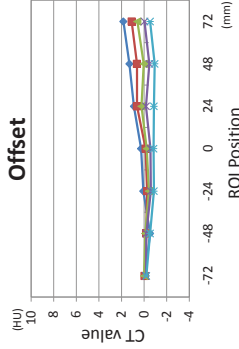


Aquilion

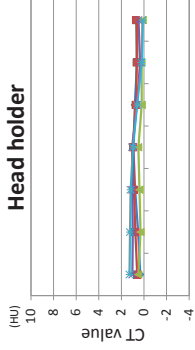
FOV: LL (500 mm)



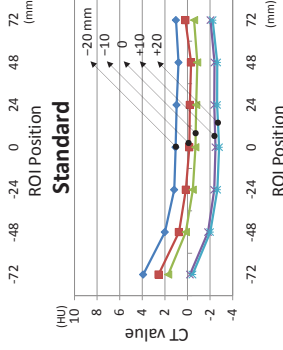
Offset



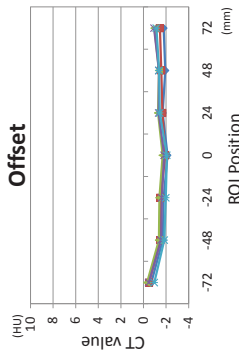
結果 - CT値 -



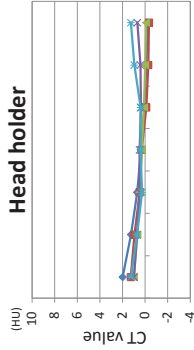
VCT



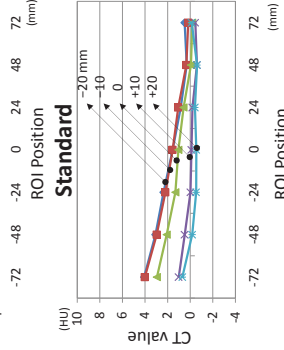
Offset



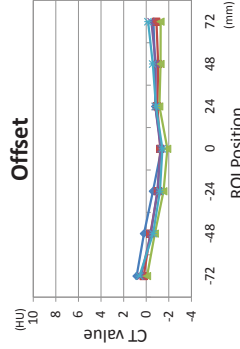
結果 - CT値 -



Definition



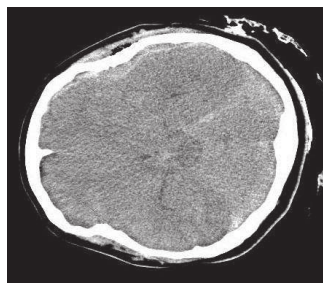
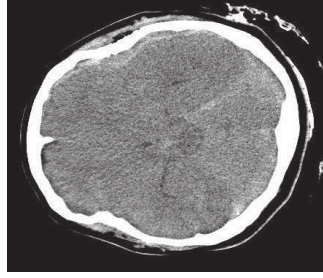
Offset



左急性硬膜下血腫

+5HU
(仮想バックボード)

Original



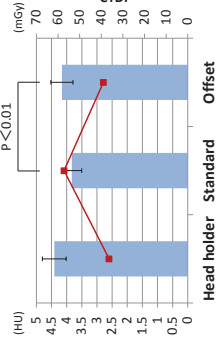
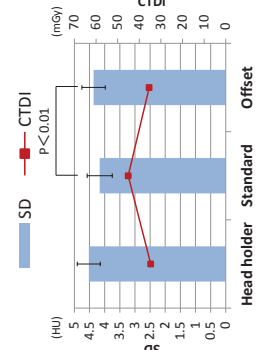
脳虚血が過小評価

結果 - Noise -

CT-AEC (SD:4)

位置決め画像:正面

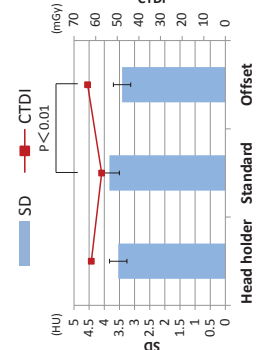
位置決め画像:側面



Head holder	Standard	Offset	SD	CTDI	mAs
4.5	4.2	4.4	34.7	180	260
3.8	3.8	4.2	36.4	190	300
3.5	3.5	3.8	39.0	200	300

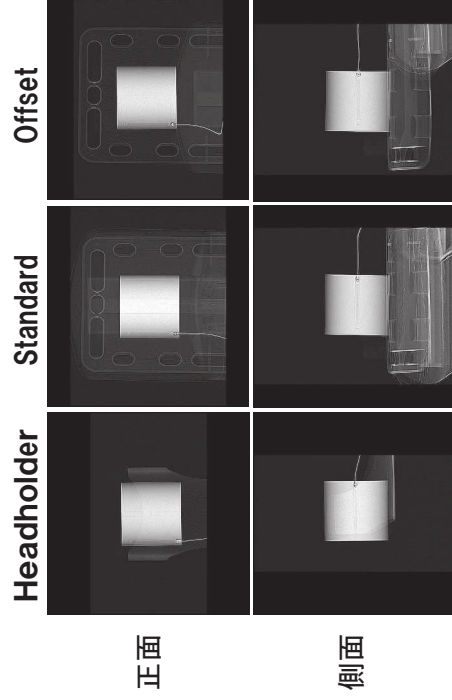
同一管電流時間積

同一CTDI



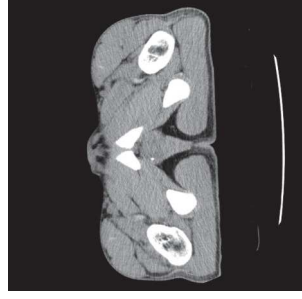
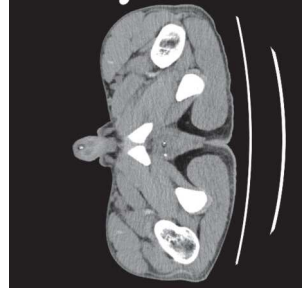
Head holder	Standard	Offset	SD	CTDI	mAs
3.5	3.8	3.4	62.0	300	280
3.7	3.8	3.5	57.2	280	300
3.8	3.8	3.5	57.2	300	280
3.5	3.5	3.8	58.4	280	300

位置決め画像



バックボードあり・なし

Backboard+



- 褥瘡が発生
- 早期の離脱が望ましい

まとめ

- 「重症度」は、治療方針や機能予後を決定する重要な指針の1つである。
- 様々な外傷に存在する「重症度」を理解し、撮影技術や画像再構築に反映させることが重要。
- 無作為な画像提供が整理され、早期診断に貢献。