

# X線CT撮影における標準化 ~GALACTIC~改訂のポイント

千葉市立海浜病院 放射線科 高木 卓

# 「X線CT検査における標準化 ～GALACTIC～(改訂2版)」

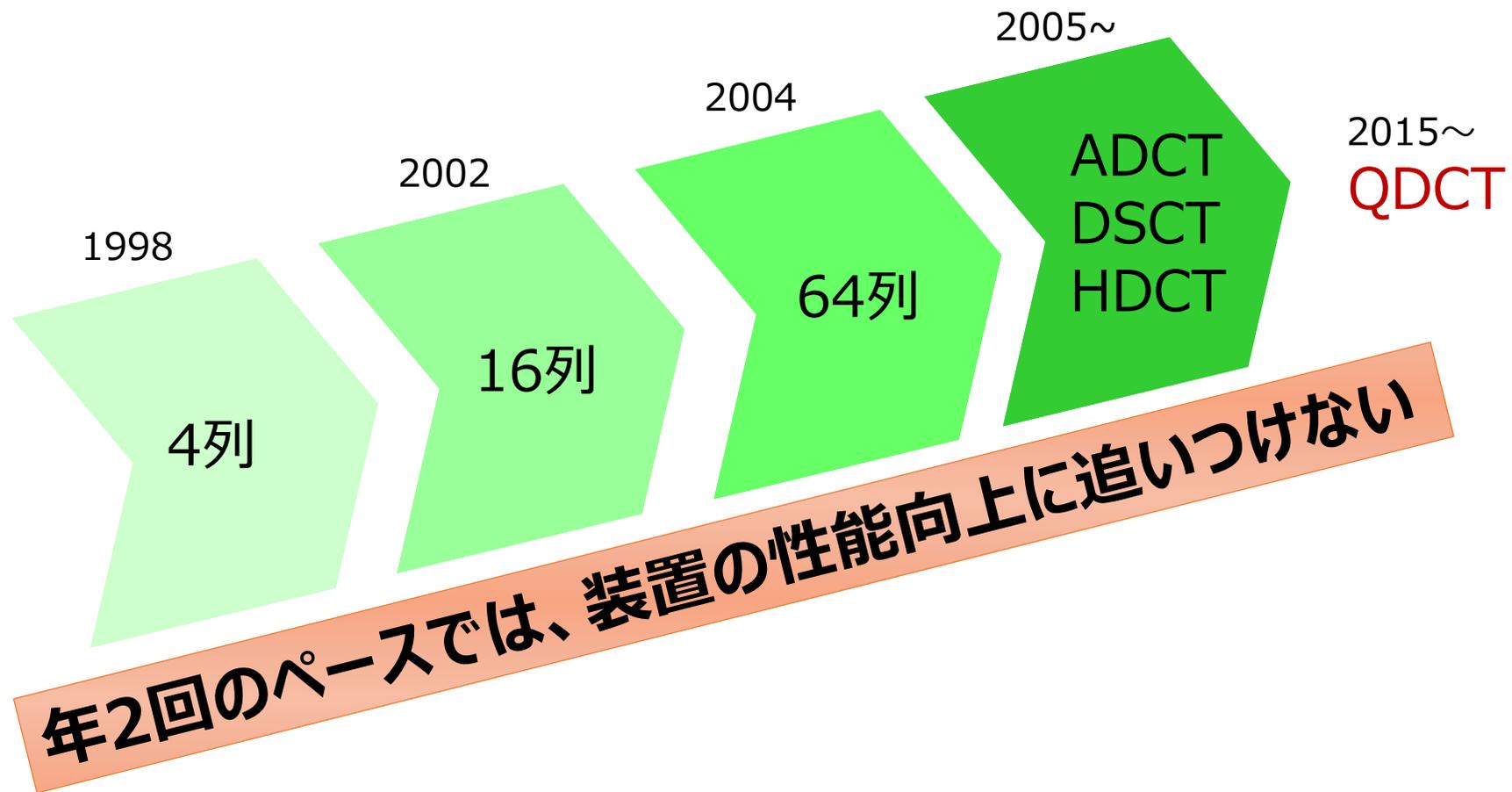


日本放射線技術学会  
平成26年度学術調査研究班

平成27年9月発刊

# CT撮影標準化の背景

# マルチスライスCTの性能向上



# ・・・こんな一言がきっかけに

「CTの装置台数は飛躍的に伸びているがCT撮影法も装置台数に応じてバラバラに多くなっている。」

「このままで収集がつかなくなるので、収束する方法を撮影分科会が音頭として企画しては」

X線CT撮影における標準化～GALACTIC～改訂2版 巻頭言より引用



2006年10月

JSRT 秋季学術大会(札幌) 撮影分科会 ワークショップ その83

## 「X線CT撮影の標準化を目指した必要要件を考える」

座長(司会)

宮下 宗治(耳鼻咽喉科麻布病院)

今井 方丈(滋賀医科大学医学部付属病院)

### 1. 標準化の意義

梁川 範幸 (千葉大学医学部附属病院)

### 2. ガイドライン構築のための必要要件とは？

村松 禎久 (国立がんセンター東病院)

### 3. 臨床応用例

井田 義宏 (藤田保健衛生大学病院)

# 「X線CT検査における標準化 ～ガイドライン GuLACTIC～」



2010年 発刊  
日本放射線技術学会  
平成20年度学術調査研究班  
班長 梁川 範幸氏  
(現 撮影部会長)



GALACTIC

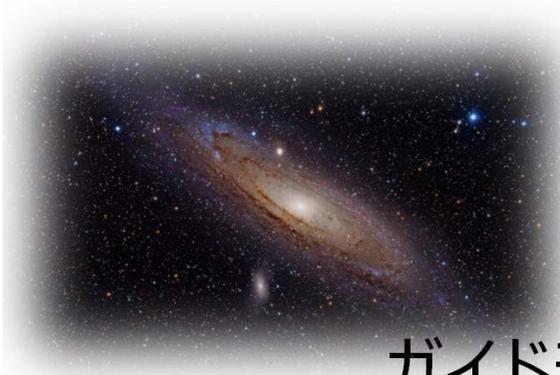
# 初版の意義と問題点

- 学会で活躍している多くのCT研究者が一同に会して編纂
  - 学会としての撮影**標準化**(ガイドライン)の誕生
  - **臨床における利便性を追求**
- 
- **エビデンスが十分ではない部分も多くあった……**
  - **プロトコル構築のプロセスが明確でない**
  - **被ばく線量の最適化**

平成26年度学術調査研究班

# 「X線CT検査における標準化(改訂)」

2014年5月から,研究班活動を開始



# GuLACTIC

ガイドラインの標章として考えられた造語

GuideLine for All CT Imaging: Construction

“構築”から “**基本的な考え方**”へ変更

**Guideline for All About CT exams: Imaging Concept**

# GALACTIC

# 研究班の構成

# X線CT撮影における標準化 班員

|    |       |                        |
|----|-------|------------------------|
| 班長 | 高木 卓  | 千葉市立海浜病院               |
| 班員 | 寺澤 和晶 | 長野赤十字病院                |
|    | 西池 成章 | 地方独立行政法人 りんくう総合医療センター  |
|    | 野水 敏之 | 独立行政法人労働者健康福祉機構富山労災病院  |
|    | 萩原 芳広 | 栃木県立がんセンター             |
|    | 舩山 和光 | 社団法人北海道勤労者医療協会 勤医協中央病院 |
|    | 梁川 範幸 | 東千葉メディカルセンター           |
|    | 吉川 秀司 | 大阪医科大学附属病院             |

## 外部協力員

17名

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| 芦田 健次       | 大阪医科大学附属病院                |
| 奥村 浩二       | 耳鼻咽喉科麻生北見病院               |
| 越智 茂博       | 東千葉メディカルセンター              |
| 風間 清子       | 新潟手の外科研究所病院               |
| 後藤 光範       | 宮城県立がんセンター                |
| <u>坂本 崇</u> | <u>社会福祉法人恩賜財団 済生会熊本病院</u> |
| 佐野 始也       | 医療法人社団 田貫会 高瀬クリニック        |
| 坪倉 聡        | 名古屋市立大学病院                 |
| 中屋 良宏       | 静岡県立静岡がんセンター              |
| 野村 恵一       | 独立行政法人国立がん研究センター東病院       |
| 平野 透        | 札幌医科大学附属病院                |
| 藤村 一郎       | 地方独立行政法人 りんくう総合医療センター     |
| 宮下 宗治       | 医療法人 耳鼻咽喉科麻生病院            |
| 三好 利治       | 岐阜大学医学部附属病院               |
| 山口 隆義       | 独立行政法人地域医療機能推進機構 北海道病院    |
| 松本 智尋       | 埼玉県立がんセンター                |
| <u>渡邊 亮</u> | <u>産業医科大学病院</u>           |

## 日本放射線技術学会 部会協力員

### 放射線撮影部会

井田 義宏

藤田保健衛生大学病院

村松 禎久

独立行政法人国立がん研究センター東病院

### 放射線防護委員会

五十嵐 隆元

総合病院国保旭中央病院

奥田 保男

放射線医学総合研究所

# 協力医師

監修 井田 正博 先生

公益財団法人東京都保健医療公社 荏原病院 放射線科

渡邊 嘉之 先生

大阪大学大学院医学系研究科 放射線統合医学講座 放射線医学

宮崎 治 先生

独立行政法人国立成育医療研究センター病院 放射線科

小熊 栄二 先生

埼玉県立小児医療センター 放射線科

田波 穰 先生

埼玉県立小児医療センター 放射線科

# CT撮影における標準化 「GALACTIC」改訂の目的

本ガイドラインでは、

各部位・疾患毎に診断価値の高い画像の提供と

画質および線量の最適化を含めた

標準的な撮影技術を規定し、

患者および診療従事者の支援をすることを目的とする。

# GALACTIC改訂2版の適応範囲

- CT装置
  - 16列以上のマルチスライスCT
  - 心臓の検査 64列以上のマルチスライスCT
- 読影環境
  - PACSによるモニタ診断

# GALACTIC 改訂のコンセプト

エビデンスに基づいた撮影プロトコルの再構築

プロトコルシートの書式変更

画質と被ばくの最適化

CT検査に必要とされる情報の集約  
(Appendixの改訂及び追加)

# 診断・診療ガイドラインとの整合性



**CT検査の有用性の高い  
部位・疾患について記載**

**診断に有用な  
検査プロトコルの構築・標準化**

# 参考とした診断・診療ガイドライン(抜粋)

- 画像診断ガイドライン2013年版

日本医学放射線学会・日本放射線科専門医会

- 急性期脳梗塞画像診断実践ガイドライン2007

ASIST-Japan実践ガイドライン策定委員会

- 急性膵炎診療ガイドライン2010

急性膵炎診療ガイドライン2010改訂出版委員会

- 大動脈瘤・大動脈解離診療ガイドライン2011

日本循環器学会,日本医学放射線学会,他

- 冠動脈病変の非侵襲的診断法に関するガイドライン

日本循環器学会,日本医学放射線学会,他

## 参考とした診断・診療ガイドライン(抜粋)

- American College of Radiology ACR  
Appropriateness Criteria®
- RCR Making the best use of clinical radiology  
SEVEN EDITION 2012
- ASCI 2010 contrast media guideline for cardiac  
imaging:
- SCCT guidelines for performance of coronary  
computed tomographic angiography

診断及び治療に関するガイドラインを参考として

## プロトコルの部位・疾患の追加と見直し

さらに・・・

- ・論文検索
- ・日本放射線技術学会・  
撮影部会ワークショップの検討結果
- ・JSCTテクニカルガイドラインの参照
- ・班員による検証と協議

# プロトコルの見直し

## • 推奨プロトコル 43部位(疾患)

診断ガイドラインにCT検査に関する記載あり

## • 参考プロトコル 9部位(疾患)

診断ガイドラインにCT検査に関する記載なし

・・・臨床では今後標準化が必要と研究班で判断・・・

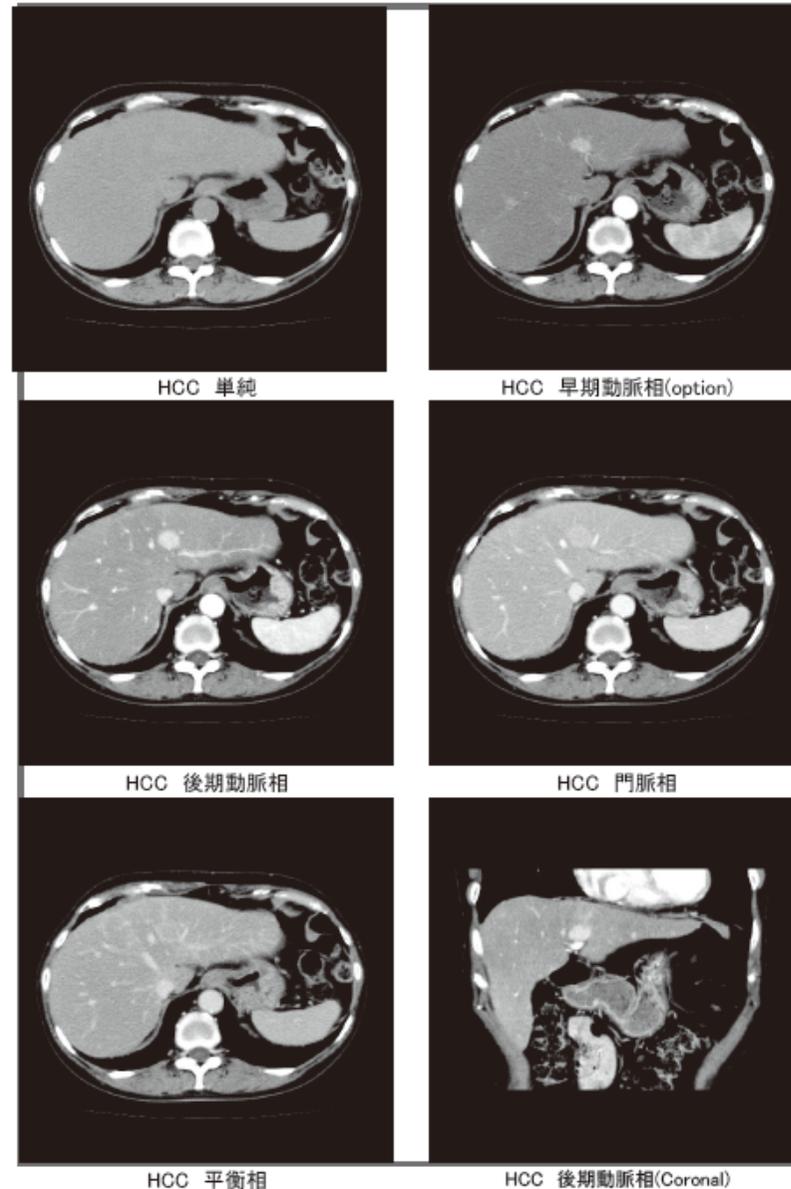
# 書式変更のポイント

- Grade分類の見直し
- 撮影条件・造影法・表示法の個別記載
- エビデンスの明確化  
参考文献  
「CT検査の位置付け」の追加記載  
「解説」の追加記載

## 肝臓

| 目的             |                  | 腫瘍の血行動態、発生部位の把握、周囲臓器、尿管浸潤の評価  |                                       |   |
|----------------|------------------|---|---------------------------------------|---|
| 検査の解説          |                  | ・原発性肝癌：Dynamic-CTで血流評価。高分化型以外のHCCでは基本的早期動脈相で強く濃染、後期肝動脈相でコロナ濃染をきたし、門脈相及び平衡相では周囲の正常肝実質と比べ低濃度もしくは同等濃度となり腫瘍周囲の偽被膜がリング状濃染を呈することもある。高分化型のHCCは動脈相での濃染が目立たないこともあるので注意。<br>・転移性肝癌：大小不同の低濃度領域を呈し典型的には多発。多血性転移では動脈相にて濃染し門脈相、平衡相で周囲の正常組織とはほぼ同等に濃染することが多いため、血管種との鑑別が問題となる。乏血性転移でも腫瘍の辺縁部には豊富な腫瘍細胞が存在するため、動脈相にてリング状に濃染する場合もあり、門脈相では周囲の正常組織より低濃度に描出されるのが一般的である。 |                                       |   |
| Grade          |                  | Strong Recommendation   | Recommendation                        | option  |
| 呼吸制御など・撮影範囲    | 撮影範囲             | 肝上縁～終腸骨上縁   | ←                                     | ←   |
|                | 体位               | 仰臥位   | ←                                     | ←   |
|                | 呼吸制御             | 抑制が必要   | ←                                     | ←   |
|                | Comment          | N/A   | N/A                                   | N/A   |
|                | 管電圧 (kv)         | 120kV   | ←                                     | ←   |
|                | 線量 (mAs)         | 250mAs以下  | CT-AECの使用                             | ←   |
|                | スキャンスライス厚        | 3mm以下   | 1.25mm以下                              | ←   |
|                | スキャン(回転)時間       | 0.8sec以下  | 0.5sec                                | ←   |
|                | 総スキャン時間          | 10sec以内   | ←                                     | ←   |
|                | Comment          | N/A   | N/A                                   | N/A   |
| 再構成条件          | 再構成FOV           | 体格に合わせて設定(経過観察時は前回とFOVを同一にすること)   | ←                                     | ←   |
|                | 再構成スライス厚         | 5mm   | 5mm以下                                 | ←   |
|                | 再構成スライス間隔        | 同上  | ←                                     | ←   |
|                | 再構成回数            | 体幹部用  | ←                                     | ←   |
|                | Comment          | N/A   | N/A                                   | N/A   |
| 造影法            | 総コード使用量 (mgI/kg) | 600mgI/kg以下   | ←                                     | ←   |
|                | 注入時間 (sec)       | 30sec   | ←                                     | ←   |
|                | 撮影時相             | ○初回検査<br>1. 単純<br>2. 後期動脈相 40sec<br>3. 門脈相 80sec<br>4. 平衡相 180sec<br>○経過観察(原発性肝癌)<br>1. 単純<br>2. 後期動脈相 40sec<br>3. 平衡相 180sec<br>○経過観察(転移性肝癌)<br>1. 単純<br>2. 門脈相 80sec  | ← ※1                                  | ← + 早期動脈相 25sec ※2                                |
|                | Comment          | N/A   | ※1: Bolus tracking, Test Injectionの使用 | ※2: CT-angiographyが必要な場合は 早期動脈相の追加.               |
|                | Window条件         | WW: 250 WL: 50 ※3   | ←                                     | ←   |
| ほか表示法          | 画像処理             | N/A   | MPR                                   | CT-angiography<br>CT-portography<br>CT-venography |
|                | Comment          | ※3: 肝臓観察時   | ←                                     | ←   |
| グレードごとのComment |                  | N/A   | N/A                                   | CT-angiography, CT-portographyを用いた術前マッピング画像の作成.   |

## HCC



# GALACTIC 改訂2版 肝臓

## 肝臓

| 目的                  |  | 腫瘍の血行動態、発生部位の把握、副乳臓器、尿管浸潤の評価                      |   |                  |
|---------------------|--|---|---|------------------|
| 撮影条件及び画像再構成条件       |  | 基準  |   |                  |
| 撮影条件                | 撮影範囲   | 肝上縁-股腸骨上縁※1                                       |   |                  |
|                     | コメント   | ※1：必要に応じて腫瘍の進展範囲などを考慮し、右房から下大静脈まで撮影範囲を広げる。        |   |                  |
| 撮影条件                | 管電圧 (kV)   | 120kV   |   |                  |
|                     | 線量 (mAs)   | CT-AEC使用※2  |   |                  |
|                     | スキャンスライス厚  | 0.5-1.25mm  |   |                  |
|                     | スキャン(回転)時間   | 0.5-1.0s  |   |                  |
|                     | 総スキャン時間  | 10s以内   |   |                  |
|                     | コメント   | ※2：CT-AECは体幹部標準回数5mmスライス厚で画像SDが10-12程度となるように設定する。 |   |                  |
| 再構成条件               | 再構成FOV   | 体格に合わせて設定（経過観察時は前回とFOVを同一にする）                     |   |                  |
|                     | 再構成スライス厚   | 5mm以下   |   |                  |
|                     | 再構成スライス間隔  | 同上  |   |                  |
|                     | 再構成回数  | 体幹部標準   |   |                  |
|                     | コメント   | thin slice画像の診断活用                                 |   |                  |
| 造影法                 | 肝転移(転移性肝腫瘍)などの経過観察   | 腫瘍の鑑別、肝細胞癌の診断                                     | 腫瘍の精査(3D-CTAを必要とする場合)   | 画像所見などコメント       |
| 総コード使用量 (mgI/kg)    | 530-600mgI/kg  |   |   |                  |
| 注入時間 (s)            | 50s前後  | 30s前後   |   |                  |
| 早読                  | ○  | ○   | ○   | 結石、石灰化などの評価      |
| 早期動脈相 (25s前後) ※3    | -  | (△)   | ○   | 多血性腫瘍の検出         |
| 後期動脈相 (35-40s前後) ※4 | (△)  | ○   | ○   | 多血性腫瘍の検出         |
| 門脈相 (70s前後)         | ○ (80-90s前後)   | ○   | ○   | 乏血性腫瘍(転移)の検出     |
| 平衡相 (180s前後)        | -  | ○   | ○   | 肝細胞癌のwash outの検出 |
| コメント                | ・動脈相の撮影では、ボラスタッキング法の使用が望ましい。<br>・ボラスタッキングは腹部大動脈の腹動脈分岐レベルにROIを置く<br>※3：早期動脈相：ボラスタッキング法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから5-10s後に早期動脈相を撮影。<br>※4：後期動脈相：ボラスタッキング法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから20-25s後に後期動脈相を撮影。 |   |   |                  |
| 画像表示条件および画像処理       | 基準   |   | オプション   |                  |
| Window条件            | WW：250程度 WL：50程度 ※5  |   | WW：250程度 WL：50程度 ※5   |                  |
| 画像処理                | MPR ※6   |   | ・早期動脈相から動脈の3D-CTA (CT-arteriography)<br>・後期動脈相から門脈の3D-CTA (CT-portography)<br>・門脈相から静脈の3D-CTA (CT-venography)<br>・3D-CTAを用いた術前マッピング画像の作成<br>・肝臓のVolumetry (肝子実体容積の測定) |                  |
| コメント                | ※5：肝臓観察時はWWを200程度と決めると、肝病変のコントラストがつきやすい。<br>※6：病変と副乳臓器との関係が明確になる任意方向のMPRが有用。   |   |   |                  |
| 診断参考レベル (DRL)       | 肝臓ダイナミック   | CTDL <sub>50</sub> 15mGy                          | DLP 1800mGy-cm  |                  |
|                     | 標準体格は、体重50-60kg (肝臓ダイナミックは、胸部や骨盤を含まない)   |   |   |                  |
| 参照                  | 【病変部】 【腹部-骨盤】  |   |   |                  |

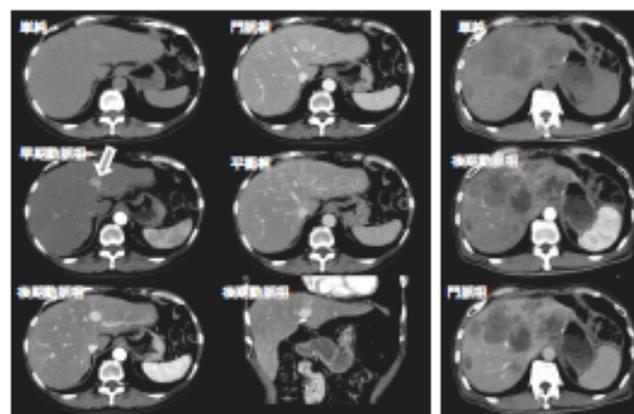
## 解説

- ・造影剤を急速静注して動脈相を含んで多相性に撮影するダイナミック・スタディが肝腫瘍の鑑別、肝細胞癌などの多血性腫瘍の検出、乏血性腫瘍の病期診断に必須である。乏血性腫瘍患者の経過観察などには通常、門脈相の造影CTが撮影される。
- ・早読CTの診断性は相対的であるが、脂肪肝、ヘモグロビン血症などによる肝実質のCT値の変化や腫瘍内の脂肪肝や石灰化などを与えるため、造影CTとの比較による腫瘍の造影効果の評価のために撮影される。
- ・造影CTのプロトコールに関する様々な報告があり、肝ダイナミックCTの最適化を目的とした研究が進んでいる。画像診断ガイドライン2013を参考に研究費で検討を行った結果、造影剤量は600mgI/kg、注入時間は30s一定、撮影時刻は①後期動脈相②平衡相③平衡相の組み合わせによる造影の2-3相の多相性撮影を基本として記載した。
- ・後期動脈相の撮影タイミングは撮影開始時間を予め固定する方法とボラスタッキング法やTest Injectionの使用する方法がある。撮影タイミングを固定した方法では、腹部動脈への造影剤の個人差(心疾患など)により撮影タイミングが不適当なことがある。タイミングの個人差の調整のためのボラスタッキング法を推奨する。
- ・肝転移(転移性肝腫瘍)の診断での造影CTの撮影タイミングに関しては、肝実質(門脈相)の感度が高い(81-91%)との報告が多い。また肝実質相早読と肝実質相に後期動脈相を加える2相撮影との比較で2相撮影が有意に良かったとの報告もあるが、否定的な意見もあり、エビデンスはまだ不明確である。後期動脈相を撮影する場合は注入時間を30s一定で行う。

## CT検査の位置付け

| ガイドライン           | CT検査に関する記載内容               | 推奨グレード |
|------------------|----------------------------|--------|
| 画像診断ガイドライン2013年版 | 慢性肝疾患におけるスクリーニングの機会が狭まった場合 | グレードB  |
|                  | 古典的(多血性)肝細胞癌の診断に有用         | グレードB  |
|                  | 肝細胞癌に対するTACEやRFAの治療効果判定に有用 | グレードB  |
|                  | 肝転移(転移性肝腫瘍)の診断に有用          | グレードB  |
|                  | 肝血管腫の診断にも特徴性の高い画像検査        | グレードB  |
|                  | 胆嚢性肝嚢性腫瘍( FNH) の確定診断       | グレードB  |

## 臨床画像



肝細胞癌

転移性肝癌

## 参考文献

- 1) 日本医学放射線学会・日本放射線科専門医会・医会協同編集 画像診断ガイドライン-2003年版
- 2) 日本医学放射線学会・日本放射線科専門医会・医会協同編集 画像診断ガイドライン-2013年版
- 3) 肝臓診療ガイドライン-2009年版
- 4) 平野 透 難治性癌 疾患から考える腹部造影CTの撮影条件 日本放射線技術学会誌 2005(62)1380-1384
- 5) 高橋 隆士, 妻松 肇之他: 腹部画像診断の輪下コト これだけおさえれば大丈夫3: メジカルビュー社
- 6) 土屋 洋一, 荒川 浩明他: 診療放射線技師 画像診断マスター・ノート: メジカルビュー社
- 7) Goshima S, Kanematsu M, et al: MDCT of the liver and hypervascular hepatocellular carcinomas: optimizing scan delays forボラスタッキング techniques of hepatic arterial and portal venous phases/AJR Am J Roentgenol. 2006 Jul; 187(1): W25-32
- 8) Kanematsu M, Goshima S, et al: Optimizing scan delays of fixed duration contrast injection in contrast-enhanced biphase multidetector-row CT for the liver and the detection of hypervascular hepatocellular carcinoma/ Comput Assist Tomogr. 2005 Mar-Apr; 29(2): 195-201

# CT検査の位置付け

## 3 急性期脳内出血の診断に用いられるべき画像検査は何か？

推奨グレード

A

脳内出血の有無を評価する目的で単純 CT を行うことを強く推奨する。

### ■背景・目的

脳卒中の診断には、脳出血に対する高い検出能とその汎用性から単純 CT が一般的に用いられてきたが、MRI の普及に伴い脳卒中の診断に MRI が用いられる場面が本邦でも増加している（図）。ただし、急性期脳内出血の診断に MRI が単純 CT を置き換えられるかどうかは不明である。急性期脳内出血の診断に用いられる画像検査として単純 CT および MRI の診断能を検討した。

# CT検査の位置付け

## GALACTIC 改訂2版 頭部シート

| ガイドライン            | CT検査に関する記述内容                                    | 推奨グレード |
|-------------------|---|--------|
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | 急性期くも膜下出血，脳内出血の診断に用いられるべき画像検査として推奨              | グレードA  |
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | 急性期脳梗塞患者に対する血栓溶解療法適応決定に有用な画像検査として推奨されている        | グレードB  |
|                   | 出血の除外   | グレードA  |
|                   | early ischemic change (EIC) or Early CT Signの評価 | グレードB  |
| 脳血管障害画像診断のガイドライン  | 血栓溶解療法の患者選択基準にCT早期虚血サインを用いるよう勧められる              | グレードB  |

## GALACTIC 改訂2版 肺シート

| ガイドライン            | CT検査に関する記述内容                                      | 推奨グレード |
|-------------------|---|--------|
| 肺癌診療ガイドライン2013年度版 | 肺癌検出を目的として，あるいは胸部X線写真で異常がある場合                     | グレードA  |
| 肺癌診療ガイドライン2013年度版 | 高分解能CT（薄層CT）は病理像に対応した特徴的な所見がみられ，高分解能CTを加えることで肺腫瘍性 | グレードB  |
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | T因子診断にCTは強く推奨されている                                | グレードA  |
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | 肺結節の良悪性の鑑別に画像診断としてHRCTは強く推奨されている                  | グレードA  |
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | リンパ節転移の診断   | グレードC1 |
| 画像診断ガイドライン2013年度版 | 肺腫瘍性病変の良悪性鑑別に造影CT                                 | グレードC1 |

- ・撮影プロトコル作成のエビデンスの明確化
- ・各施設でCT検査の適応を判断する基準として利用

# 解説

## GuLACTIC2015 肺シート

### 解説

- ・結節の有無確認だけが目的の場合は単純撮影で十分である。
- ・悪性が確定もしくは、悪性が強く疑われる場合は病期診断が目的となるため撮影範囲を上腹部まで含めた造影検査を考慮する。
- ・確立した造影法は存在していないため、総ヨード使用量520～600mgI/kg、注入時間50sec前後、造影時相80秒前後とした。
- ・縦隔リンパ節評価には肺動静脈のCT値が170以上必要との報告があるため、肺動静脈のCT値170以下とならない造影法を選択することが望ましい。
- ・研究班では再度撮影での被ばくを避けるため、画像再構成でのHRCT作成を推奨する。
- ・HRCTを再度撮影しないで画像再構成を行う場合は最小スライス厚の設定が望まれる。
- ・HRCTの再構成スライス厚が1mm以下にはエビデンスはないが研究班の推奨として記載した。
- ・造影検査での良悪性鑑別は、造影されない場合は強く良性を示唆する程度の推奨グレードC1であることを理解したうえで行うこと。
- ・びまん性疾患でもヘリカルスキャンを基本とする。
- ・びまん性疾患では病変と二次小葉の関係把握のため肺野用再構成スライス厚は2mm以下とした。
- ・びまん性疾患で面内分解能の向上が必要な場合は再構成FOVを220mm程度とし片肺ごとの再構成を行うことを考慮する。

- ・**プロトコルシートの記載内容の補足**
- ・**エビデンスに関する解説**

# 画質の最適化

## CT-AEC (CT-automatic exposure control)

- 画質の均一化(安定)
- 患者線量管理の有効なツール

**CT-AECの設定が可能な部位では、  
積極的な記載を行う**

# CT-AEC設定の問題点

装置メーカー毎に異なる設定値

- **Noise-Index** (GE)
- **設定SD** (HITACHI・TOSHIBA)
- **基準画像** (PHILIPS)
- **Ref.mAs** (SIEMENS)

# GALACTICで採用した CT-AECの設定方法

画像SDを利用したCT-AEC設定方法を採用

① 再構成関数の違いによる  
SDの変化！

② 臨床で用いる(推奨) スライス厚！  
スライス厚の違いによるSDの変化！

肝臓

CT-AECは体幹部標準関数の5mmスライス厚で  
画像SDが10~12程度となるように設定する

③ 臨床画像でのSDで！  
設定SDではない！

# CT-AEC設定に関する注意点

CT-AEC設定標準化のため画像SD値は、  
**filtered-back-projection法で記載**

⇒ 逐次近似(応用)型再構成法には適応しない

- CT-AEC設定の標準化を優先
- 「逐次近似(応用)法」の適応は各施設で検討

# 画質の最適化

造影検査の精度向上

bolus tracking・test injection

# 使用だけでは・・・

## 資料

### 多施設共同研究による肝細胞癌診断のための Bolus Tracking を使用した CT 検査における 動脈優位相撮影の造影方法および設定値の検討

吉川秀司<sup>1</sup> 岡田真広<sup>2</sup> 近藤浩史<sup>3</sup> 曹 博信<sup>4</sup> 村上卓道<sup>5</sup> 兼松雅之<sup>3</sup>  
市川智章<sup>4</sup> 早川晶子<sup>6</sup> 塩境一仁<sup>7</sup> 粟井和夫<sup>8</sup> 吉満研吾<sup>9</sup> 山下康行<sup>10</sup>

<sup>1</sup> 大阪医科大学附属病院中央放射線部

<sup>6</sup> 第一三共株式会社メディカルアフェアーズ部

<sup>2</sup> 近畿大学医学部放射線診断学教室

<sup>7</sup> 第一三共株式会社データサイエンス部

(現 琉球大学医学部附属病院放射線科)

<sup>8</sup> 広島大学大学院医歯薬保健学研究院放射線診断学研究室

<sup>3</sup> 岐阜大学医学部附属病院放射線科

<sup>9</sup> 福岡大学医学部放射線医学教室

<sup>4</sup> 山梨大学医学部附属病院放射線科

<sup>10</sup> 熊本大学大学院生命科学研究部放射線診断学分野

<sup>5</sup> 近畿大学医学部放射線診断学教室

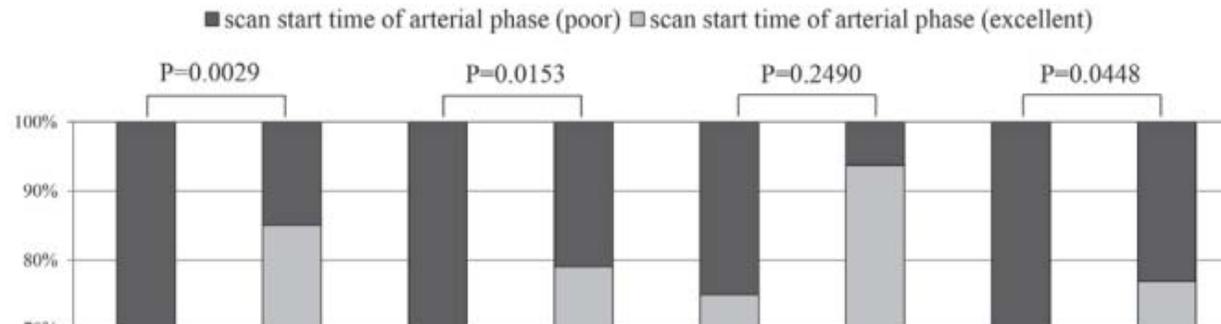
論文受付  
2012年11月13日

論文受理  
2014年6月4日

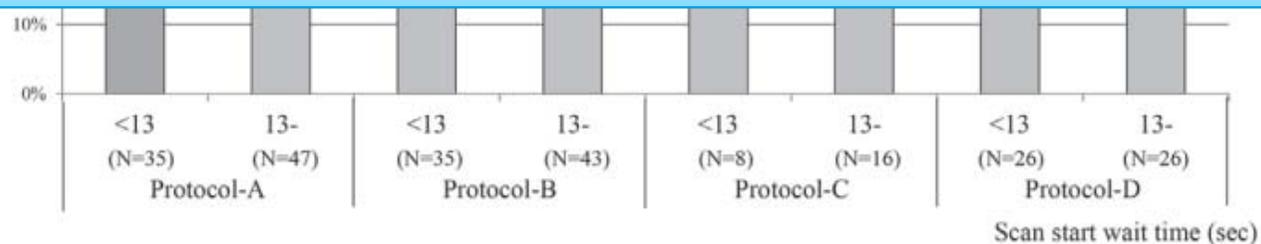
Code No. 251

吉川秀司, et al. "多施設共同研究による肝細胞癌診断のための Bolus Tracking を使用した CT 検査における動脈優位相撮影の造影方法および設定値の検討." 日本放射線技術学会雑誌 70.8 (2014): 805-813.

# bolus tracking法の Wait 時間別の撮像タイミングの検討



wait時間 **13s未満**と **13s以上**で  
撮像タイミングの「良好」および「不良」の割合を検討  
A, B および D 群において「wait 時間**13s未満**」において  
「撮像タイミング：不良」の割合が**有意に高い**ことが示された



初版

|     |                  |                |                                       |  |
|-----|------------------|----------------|---------------------------------------|--|
| 造影法 | 総ヨード使用量 (mgI/kg) | 600mgI/kg以下    | ←                                     | ←  |
|     | 注入時間 (sec)       | 30sec          | ←                                     | ←  |
|     |                  | ○初回検査<br>1. 単純 |                                       |  |
|     | Comment          | N/A            | ※1: Bolus tracking, Test Injectionの使用 | ←<br>※2: CT-angiographyが必要な場合は 早期動脈相の追加。 |

**Bolus tracking Test injectionの使用**

改訂版

| 造影法              | 肝転移(転移性肝腫瘍)などの経過観察  | 腫瘍の鑑別, 肝細胞癌の診断 | 腫瘍の精査 (3D-CTAを必要とする場合) | 画像所見などコメント  |
|------------------|---|----------------|------------------------|-------------|
| 総ヨード使用量 (mgI/kg) | 520~600mgI/kg   |                |                        |             |
| 注入時間 (sec)       | 50sec前後   | 30sec前後        |                        |             |
| 早期動脈相            |   |                |                        | 腫瘍の検出       |
| 後期動脈相            |   |                |                        | 腫瘍の検出       |
| 門脈               |   |                |                        | (転移)の検出     |
| 平衡相              |   |                |                        | wash outの検出 |
| コメント             | <ul style="list-style-type: none"> <li>動脈相の撮影では、Bolus tracking法の使用が望ましい。</li> <li>Bolus trackingは腹部大動脈の腹腔動脈分岐レベルにROIを置く</li> <li>※3 早期動脈相: Bolus tracking法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから5~10秒後に早期動脈相を撮影。</li> <li>※4 後期動脈相: Bolus tracking法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから20~25秒後に後期動脈相を撮影。</li> </ul> |                |                        |             |

**Bolus tracking法の使用が望ましい**

**大動脈のCT値の上昇が○△HUに達してから**

**■~▲sec後に撮影**

# bolus tracking・test injection

## 注意点

- 造影法がプロトコルシートに記載された方法であることが基本となる.

**体重あたりヨード量規定・注入時間一定法**  
TECの形状が再現されることが前提となる.

- **撮影範囲の広い部位**  
(大動脈・下肢動脈CTA)では,記載を見送る.

# 検査被ばくの最適化



オールジャパンで医療被ばく防護に取り組む  
医療情報ネットワーク (J-RIME)

トップページ プロフィール 活動報告 リンク・資料集

## 医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)

患者さんに優しい放射線診療を目指して

医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)は、  
医療被ばく研究情報を収集・共有し、  
国際機関への対応を協議・実践していくためのハブとして  
活動することを目的としています。



医療被ばく研究情報ネットワーク (J-RIME) のホームページへようこそ。

\* 6月25日(木) はサーバーメンテナンスのため本HPはアクセスできません。

### お知らせ



#### 診断参考レベルの設定について

J-RIME参加学会と協力して、放射線検査の診断参考レベルを設定しました。  
「[最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定](#)」(平成27年6月7日)

### 医療情報研究情報ネットワーク (J-RIME)

事務局 所在地  
〒263-8555  
千葉県千葉市稲毛区六川4-9-1  
国立研究開発法人  
放射線医学総合研究所  
医療被ばく研究プロジェクト  
TEL 043-206-3106

# 診断参考レベル(DRLs2015)

## X線CT検査

### 成人CTの診断参考レベル

|            | CTDI <sub>vol</sub> (mGy) | DLP(mGy・cm) |
|------------|---------------------------|-------------|
| 頭部単純ルーチン   | 85                        | 1350        |
| 胸部 1 相     | 15                        | 550         |
| 胸部～骨盤 1 相  | 18                        | 1300        |
| 上腹部～骨盤 1 相 | 20                        | 1000        |
| 肝臓ダイナミック   | 15                        | 1800        |
| 冠動脈のみ      | 90                        | 1400        |

注1) 標準体格は体重50～60kg, 但し冠動脈のみ50～70kg

注2) 肝臓ダイナミックは, 胸部や骨盤を含まない

<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>

# 診断参考レベル(DRLs2015)

## X線CT検査

### 小児CTの診断参考レベル

|    | 1歳未満                      |             | 1～5歳                      |             | 6～10歳                     |             |
|----|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
|    | CTDI <sub>Vol</sub> (mGy) | DLP(mGy・cm) | CTDI <sub>Vol</sub> (mGy) | DLP(mGy・cm) | CTDI <sub>Vol</sub> (mGy) | DLP(mGy・cm) |
| 頭部 | 38                        | 500         | 47                        | 660         | 60                        | 850         |
| 胸部 | 11(5.5)                   | 210(105)    | 14(7)                     | 300(150)    | 15(7.5)                   | 410(205)    |
| 腹部 | 11(5.5)                   | 220(110)    | 16(8)                     | 400(200)    | 17(8.5)                   | 530(265)    |

注1) 16cmファントムによる値を示し、括弧内に32cmファントムによる値を併記した。

<http://www.radher.jp/J-RIME/report/DRLhoukokusyo.pdf>

2016.5.7 第8回九州CT研究会 「次世代CTに対応する技術と責任」

頭部

| 目的                    |            | 脳出血、くも膜下出血、脳梗塞などの評価   |                           |  |
|-----------------------|------------|---|---------------------------|--|
| 撮影条件及び画像再構成条件         |            | 推 奨   |                           | 急性期脳梗塞(early CT signの評価)   |
| 撮影範囲                  | 撮影範囲       | 脳全体(大後頭孔～頭頂部)   |                           | 脳全体(大後頭孔～頭頂部)  |
|                       | 基準線        | 眼窩外耳孔線(OM-line)   |                           | 眼窩外耳孔線(OM-line)  |
| 撮影条件                  | 管電圧(kV)    | 120kV   |                           | 120kV  |
|                       | 線量(mAs)    | CT-AEC使用(300mAs程度)※1  |                           | CT-AEC使用(400mAs程度)※4   |
|                       | スキャンスライス厚  | 0.625mm以下 ※2  |                           | 0.625mm以下<br>ノンヘリカルスキャンの使用も考慮※5 ※6   |
|                       | スキャン(回転)時間 | 1s程度 ※3   |                           | 1s程度 ※3  |
|                       | コメント       | ※1: CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で画像SDが4程度となるように設定する<br>※2: アーチファクトの少ないスキャンパラメータ選択<br>※3: View数の低下に留意する |                           | ※4: CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で画像SDが3程度となるように設定する<br>※5: ヘリカルスキャンで十分なコントラストが得られない場合は、ノンヘリカルスキャンの使用を考慮<br>※6: 後頭蓋窩では画質改善を目的としたStack-Scanの使用を推奨 |
| 再構成条件                 | 再構成FOV     | 250mm以下   |                           | 250mm以下  |
|                       | 再構成スライス厚   | 5mm   |                           | 5～10mm   |
|                       | 再構成スライス間隔  | 同上  |                           | 同上   |
|                       | 再構成関数      | 頭部用   |                           | 頭部用  |
| 画像表示条件および画像処理         |            | 推 奨   |                           | 急性期脳梗塞(early CT signの評価)   |
| Window条件              |            | WW : 70～80 WL : 40  |                           | WW : 70～80 WL : 40   |
| 画像処理                  |            | MRRの作成も考慮   |                           | MRRの作成も考慮  |
| 診断参考レベル2015(DRLs2015) |            | 頭部単純ルーチン  | CTDI <sub>vol</sub> 85mGy | DLP 1350mGy·cm   |
|                       |            | 標準体格は、体重50～60kg   |                           |  |
| 参 照                   |            | 【頭部造影3D-CTA】 【顎部造影3D-CTA】 【頭部・顔面外傷】   |                           |  |

# 診断参考レベルとCT-AECの設定

- 診断参考レベルは、検査被ばく最適化の重要なツール

異常に高い線量(もしくは低い線量)の施設を特定し、最適化のプロセスを推進するツール



異常に高い画質(もしくは低い画質)の施設を特定し、最適化のプロセスを推進するツール

- 診断参考レベルは、画質の最適化の重要なツール  
(CT-AEC設定の補助的なツール)

# Appendix 改訂3項目 追加8項目

|                    |      |
|--------------------|------|
| 造影技術               | [改訂] |
| CT用自動露出機構 (CT-AEC) | [改訂] |
| 逐次近似再構成法           | [追加] |
| 小児被写体              | [改訂] |
| 四肢骨・関節CTの解説と画像作成法  | [追加] |
| 冠動脈CT画像表示方法        | [追加] |
| CTコロノグラフィー         | [追加] |
| 小児中耳副鼻腔            | [追加] |
| 被ばく線量管理            | [追加] |
| 診断参考レベルとは          | [追加] |
| CT検査と線量情報の収集       | [追加] |

# 各論 頭部

# 画像診断ガイドライン2013年度版における 頭部CTの位置付け（抜粋）

- CQ1 くも膜下出血の診断に有用な画像検査は何か？
- CQ3 急性期脳内出血の診断に用いられるべき画像検査は何か？
- CQ4 急性期脳梗塞患者に対する血栓溶解療法の適応決定に有用な画像検査は何か？
- CQ5 軽度の頭部外傷を有する小児患者においてCTを推奨するか？
- CQ7 熱性痙攣が疑われる患者に神経画像診断は必要か？
- CQ8 側頭葉てんかんの診断にはどのような画像検査が有用か？
- CQ9 誘因のない初発の痙攣を有する患者にCT, MRIを推奨するか？
- CQ10 亜急性・慢性の経過観察で頭蓋内占拠病変が疑われる患者にはどのような画像診断を推奨するか？
- CQ15 正常圧水頭症にはどのような画像検査が有用か？

# 画像診断ガイドライン2013年度版における 頭部CTの位置付け（抜粋）

- |      |  |          |
|------|--|----------|
| CQ1  | くも膜下出血の診断に有用な画像検査は何か？                        | グレード A   |
| CQ3  | 急性期脳内出血の診断に用いられるべき画像検査は何か？                   | グレード A   |
| CQ4  | 急性期脳梗塞患者に対する血栓溶解療法の適応決定に有用な画像検査は何か？          | グレード A B |
| CQ5  | 軽度の頭部外傷を有する小児患者においてCTを推奨するか？                 | グレード D   |
| CQ7  | 熱性痙攣が疑われる患者に神経画像診断は必要か？                      | グレード C1  |
| CQ8  | 側頭葉てんかんの診断にはどのような画像検査が有用か？                   | グレード C1  |
| CQ9  | 誘因のない初発の痙攣を有する患者にCT, MRIを推奨するか？              | グレード C1  |
| CQ10 | 亜急性・慢性の経過観察で頭蓋内占拠病変が疑われる患者にはどのような画像診断を推奨するか？ | グレード B   |
| CQ15 | 正常圧水頭症にはどのような画像検査が有用か？                       | グレード B   |

# 画像診断ガイドライン2013年度版における 頭部CT撮像法

- 頭部の基本的なCT撮像法

通常120kVの管電圧、5mmスライス厚で撮像を行う

多列CTでは、等方性ボクセルデータを得る事が可能

MPR・MIP・VRなど様々な画像再構成法は診断に有用

- 脳卒中が疑われる場合の撮像法

通常120kVの管電圧を用い、スライス厚は十分なコントラストを得るために原則として8~10mm程度

(画質が十分な場合でも5mm以上)

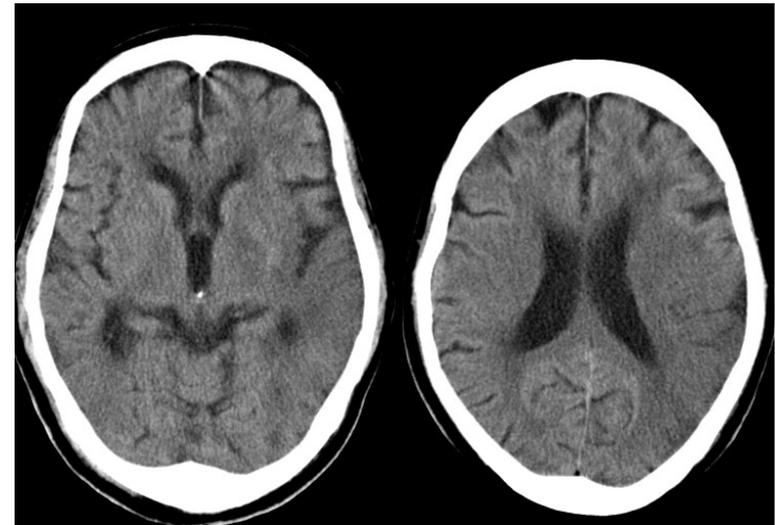
脳出血の除外目的

早期虚血サインを評価する

# 早期虚血サイン early ischemic change: EIC

## 脳虚血所見

- レンズ核構造の消失
- 島皮質の消失
- 皮髄境界不鮮明化
- 脳溝の消失



2つ以上、転帰不良との関連が強い

3つの所見の組み合わせによって  
脳動脈閉塞部位がある程度推測できる

# 画像診断ガイドライン2013年度版における 頭部CTの位置付け（抜粋）

- CQ1 くも膜下**出血の診断**に有用な画像検査は何か？ グレード A
- CQ3 急性期脳内**出血の診断**に用いられるべき画像検査は何か？ グレード A
- CQ4 急性期脳梗塞患者……**出血の除外** グレード A  
……**EICの評価** グレード B
- CQ5 軽度の頭部外傷を有する小児患者においてCTを推奨するか？ グレード D
- CQ7 熱性痙攣……腰椎穿刺が禁忌となる**頭蓋内占拠病変の除外** グレード C1
- CQ8 側頭葉てんかん……**石灰化の検出** グレード C1
- CQ10 亜急性・慢性の経過観察で頭蓋内占拠病変が疑われる  
……**MRIを推奨**するが、**検査できない場合にCTを推奨** グレード B
- CQ15 正常圧水頭症……**形態評価** グレード B

# 頭部

| 目的            |            | 脳出血, くも膜下出血, 脳梗塞などの評価   |   |
|---------------|------------|---|---|
| 撮影条件及び画像再構成条件 |            | 推奨  | 急性期脳梗塞(early CT signの評価)  |
| 撮影範囲          | 撮影範囲       | 脳全体(大後頭孔～頭頂部)   | 脳全体(大後頭孔～頭頂部)   |
|               | 基準線        | 眼窩外耳孔線(OM-line)   | 眼窩外耳孔線(OM-line)   |
| 撮影条件          | 管電圧(kV)    | 120kV   | 120kV   |
|               | 線量(mAs)    | CT-AEC使用(300mAs程度)※1  | CT-AEC使用(400mAs程度)※4  |
|               | スキャンスライス厚  | 0.625mm以下 ※2  | 0.625mm以下<br>ノンヘリカルスキャンの使用も考慮※5 ※6  |
|               | スキャン(回転)時間 | 1s程度 ※3   | 1s程度 ※3   |
|               | コメント       | ※1: CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で画像SDが4程度となるように設定する<br>※2: アーチファクトの少ないスキャンパラメータ選択<br>※3: View数の低下に留意する | ※4: CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で画像SDが3程度となるように設定する<br>※5: ヘリカルスキャンで十分なコントラストが得られない場合は, ノンヘリカルスキャンの使用を考慮<br>※6: 後頭蓋窩では画質改善を目的としたStack-Scanの使用を推奨 |
| 再構成条件         | 再構成FOV     | 250mm以下   | 250mm以下   |
|               | 再構成スライス厚   | 5mm   | 5～10mm  |
|               | 再構成スライス間隔  | 同上  | 同上  |
|               | 再構成関数      | 頭部用   | 頭部用   |

# CT-AECの条件設定の検討

## 急性期脳梗塞の検出目標(CT値差)

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 早期梗塞のCT値差              | 1～3HU |
| 発症後1～3時間の虚血早期          | -2HU  |
| 6時間以降の完成梗塞巣            | -4HU  |
| 不完全虚血部位(penumbra)のCT値差 | 2～4HU |

## 0.3%の信号検出を目標

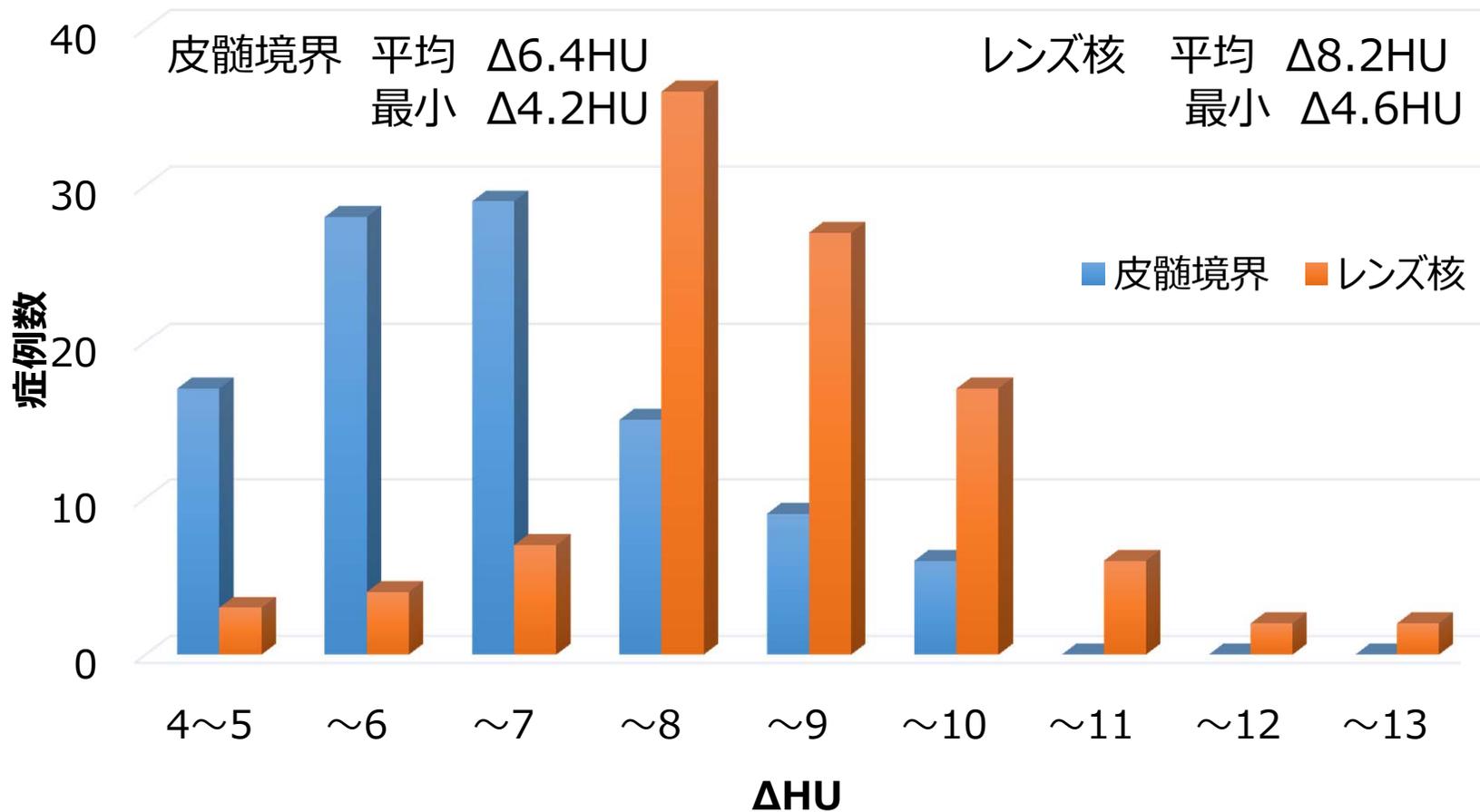
小川正人. "1. 急性期脳梗塞の単純 CT について: 低コントラスト分解能 (「検査のトピックス-技術と心の接点を求めて-」患者にやさしい最新診療, 第 33 回秋季学術大会 学術セミナー)." 日本放射線技術學會雑誌 62.10 (2006): 1377-1379.

EICは、脳実質の正常構造が不明瞭になる画像所見であることから、正常構造の最小CT値差4HUを確実に描出できるmAs値の設定が必要

## CT値差4HUを確実に描出

長島宏幸. "(2) 超急性期脳梗塞に対する単純 CT 検査 (ワークショップ-より良い撮影技術を求めて (その 122)-『GuLACTIC2014 頭部領域』, テーマ: 頭部 CT 撮影を再考する, 第 63 回放射線撮影分科会)." 放射線撮影分科会誌 63 (2014): 10-13.

# 白質・灰白質のコントラスト



長島宏幸. "(2) 超急性期脳梗塞に対する単純 CT 検査 (ワークショップ-より良い撮影技術を求めて (その 122)-『GuLACTIC2014 頭部領域』, テーマ: 頭部 CT 撮影を再考する, 第 63 回放射線撮影分科会)." 放射線撮影分科会誌 63 (2014): 10-13.

# CT-AECの条件設定

## 推奨

CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で  
画像SDが4程度となるように設定する

## 急性期脳梗塞(early CT signの評価)

CT-AECは頭部用関数の5mmスライス厚で  
画像SDが3程度となるように設定する

# 各論 腹部

# 腹部領域 部位・疾患の見直し

## GuLACTIC 初版

- 腹部-骨盤(スクリーニング)
- 肝臓
- 脾腫瘍
- 脾炎
- 胆嚢癌
- 肝内胆管がん・胆管がん
- CTCスクリーニング
- 胃 3 DCT
- 大腸 3 DCT
- 副腎腫瘍
- 腎腫瘍
- 腎嚢胞
- 腎結石
- 骨盤内臓器



## GALACTIC 改訂2版

### 推奨プロトコル

- 腹部-骨盤腔
- 肝臓
- 胆嚢・胆道
- 脾臓(腫瘍性病変)
- 脾臓(脾炎)
- 腎臓
- 上部尿路
- 膀胱
- CTコログラフィ

### 参考プロトコル

- 胃がん術前精査
- 大腸がん術前精査

# 肝臓

|               |            |  |
|---------------|------------|--|
| 目的            |            | 腫瘍の血行動態，発生部位の把握，周囲臓器，脈管浸潤の評価                       |
| 撮影条件及び画像再構成条件 |            | 推奨   |
| 撮影範囲          | 撮影範囲       | 肝上縁～総腸骨上縁※1  |
|               | コメント       | ※1：必要に応じて腫瘍の進展範囲などを考慮し，右房から下大静脈まで撮影範囲を広げる。         |
| 撮影条件          | 管電圧(kV)    | 120kV  |
|               | 線量(mAs)    | CT-AEC使用※2   |
|               | スキンスライス厚   | 0.5～1.25mm   |
|               | スキャン(回転)時間 | 0.5～1.0s   |
|               | 総スキャン時間    | 10s以内  |
|               | コメント       | ※2：CT-AECは体幹部標準関数の5mmスライス厚で画像SDが10～12程度となるように設定する。 |
| 再構成条件         | 再構成FOV     | 体格に合わせて設定（経過観察時は前回とFOVを同一にする）                      |
|               | 再構成スライス厚   | 5mm以下  |
|               | 再構成スライス間隔  | 同上   |
|               | 再構成関数      | 体幹部用標準   |
|               | コメント       | thin slice画像の診断活用                                  |

# CT-AECの条件設定

## 推奨

CT-AECは体幹部用標準関数の5mmスライス厚で  
画像SDが10~12程度となるように設定する

画像SD 10~12程度の  
根拠は？

画像診断ガイドラインには記載なし

# HCC検出に必要なSDは？

シングル

1997年 撮影分科会 (29回) 福井医科大学 **東村享治**  
HCCの検出目標は**0.5%** 8mm球 ファントム実験  
**7mmスライス SD=10以下** GE Hispeed Advantage RP

マルチ

2006年 平成18年度 学術調査研究班 **大沢一彰**  
低コントラストファントムによるCT-AECの検証  
5mmの径：**SD=11**でも認識可能！

マルチ

2003年 撮影分科会 (43回) 札幌医科大学 **平野透**  
2005年 CTテクノロジーフォーラム 札幌医科大学 **熊谷亜希子**  
HCCの検出目標は**1.5%** 5mm球 ファントム実験  
東芝 Aquilion 4DAS GE Light Speed Ultra 8DAS  
**5mmスライス SD=10が妥当か！ SD=12は形状再現性が？**

マルチ

2013年 CTサミット 大阪医科大学附属病院 **吉川秀司**  
腹部臓器ファントムを用いた視覚的評価 **SD=10が妥当**  
画像ノイズと**ウィンドウ幅**の関係

マルチ

2005年 CTテクノロジーフォーラム 札幌医科大学 **原田耕平**  
デジタルファントムを用いた臨床画像での評価 **SD=10と8**  
サイズもCT値差も可変 **動脈相、平衡相**で検討  
日本放射線技術学会雑誌 66(12) 1561-1568 2010

# 肝臓

| 造影法                 | 肝転移(転移性肝腫瘍)などの経過観察   | 腫瘍の鑑別, 肝細胞癌の診断 | 腫瘍の精査 (3D-CTAを必要とする場合) | 画像所見などコメント       |
|---------------------|--|----------------|------------------------|------------------|
| 総ヨード使用量 (mgI/kg)    |  | 520~600mgI/kg  |                        |                  |
| 注入時間 (s)            | 50s前後  | 30s前後          |                        |                  |
| 単純                  | ○  | ○              | ○                      | 結石, 石灰化などの評価     |
| 早期動脈相 (25s前後) ※3    | -  | (△)            | ○                      | (多血性腫瘍の検出)       |
| 後期動脈相 (35~40s前後) ※4 | (△)  | ○              | ○                      | 多血性腫瘍の検出         |
| <u>門脈相 (70s前後)</u>  | ○ (80~90s前後)   | ○              | ○                      | 乏血性腫瘍(転移)の検出     |
| 平衡相 (180s前後)        | -  | ○              | ○                      | 肝細胞癌のwash outの検出 |
| コメント                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・動脈相の撮影では, ポーラストラッキング法の使用が望ましい.</li> <li>・ポーラストラッキングは腹部大動脈の腹腔動脈分岐レベルにROIを置く</li> <li>※3: 早期動脈相: ポーラストラッキング法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから5~10s後に早期動脈相を撮影.</li> <li>※4: 後期動脈相: ポーラストラッキング法では大動脈のCT値の上昇が100HUに達してから20~25s後に後期動脈相を撮影.</li> </ul> |                |                        |                  |

# 肝臓

| 造影法                 | 肝転移(転移性肝腫瘍)などの経過観察 | 腫瘍の鑑別, 肝細胞癌の診断 | 腫瘍の精査 (3D-CTAを必要とする場合) | 画像所見などコメント       |
|---------------------|--------------------|----------------|------------------------|------------------|
| 総ヨード使用量 (mgI/kg)    | 520~600mgI/kg      |                |                        |                  |
| 注入時間 (s)            | 50s前後              | 30s前後          |                        |                  |
| 単純                  | ○                  | ○              | ○                      | 結石, 石灰化などの評価     |
| 早期動脈相 (25s前後) ※3    | -                  | (△)            | ○                      | (多血性腫瘍の検出)       |
| 後期動脈相 (35~40s前後) ※4 | (△)                | ○              | ○                      | 多血性腫瘍の検出         |
| 門脈相 (70s前後)         | ○ (80~90s前後)       | ○              | ○                      | 乏血性腫瘍(転移)の検出     |
| 平衡相 (180s前後)        | -                  | ○              | ○                      | 肝細胞癌のwash outの検出 |

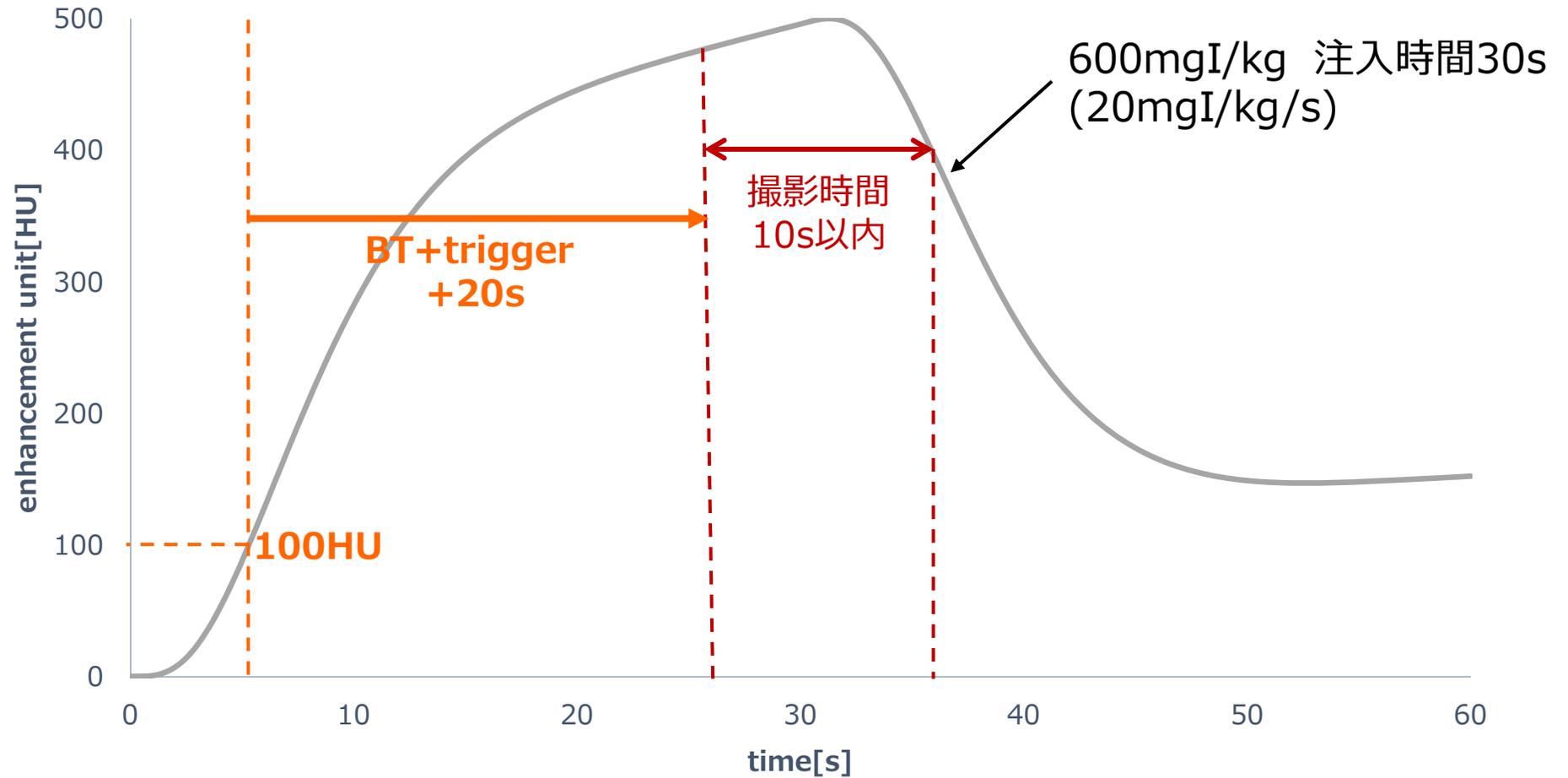
動脈相の撮影では、ボーラストラッキング法の使用が望ましい

**ROI位置**                      **腹部大動脈の腹腔動脈分岐部レベル**

・後期動脈相                      CT値の上昇が**100HU**に達してから**20~25s後**

(・早期動脈相                      CT値の上昇が**100HU**に達してから**5~10s後**)

# シミュレーションによるTEC



# 各論 小児

# Estimated Risks of Radiation-Induced Fatal Cancer from Pediatric CT

---

**OBJECTIVE.** In light of the rapidly increasing frequency of pediatric CT examinations, the purpose of our study was to assess the lifetime cancer mortality risks attributable to radiation from pediatric CT.

**MATERIALS AND METHODS.** Organ doses as a function of age-at-diagnosis were estimated for common CT examinations, and estimated attributable lifetime cancer mortality risks (per unit dose) for different organ sites were applied. Standard models that assume a linear extrapolation of risks from intermediate to low doses were applied. On the basis of current standard practice, the same exposures (milliamperere-seconds) were assumed, independent of age.

**RESULTS.** The larger doses and increased lifetime radiation risks in children produce a sharp increase, relative to adults, in estimated risk from CT. Estimated lifetime cancer mortality risks attributable to the radiation exposure from a CT in a 1-year-old are 0.18% (abdominal) and 0.07% (head)—an order of magnitude higher than for adults—although those figures still represent a small increase in cancer mortality over the natural background rate. **In the United States, of approximately 600,000 abdominal and head CT examinations annually performed in children under the age of 15 years, a rough estimate is that 500 of these individuals might ultimately die from cancer attributable to the CT radiation.**

# 日本での報道

19 12版 平成13年(2001年)2月1日

シヨッキングな内容が、波紋を呼んでいる。

論文は、もともCTスキャンの装置は大人に合わせられており、はっきとした映像を撮るために、

ニューメキシコ州レッド・メトラ教授は、「一回以上、CTスキャンを受けるひとほけなにはない」と話している。

CTスキャンは子供に

この記事には間違いがある  
「米国の子供の約60万人が毎年...  
そのうち約500人がその後、放射線によるがん

メトラ教授によると、CTスキャン受診者の11%が十五歳以下の子供で、大人が受ける放射線量の70%を浴びているという。子供は大人よりも細胞分裂の速度が速く、放射線によるダメージがより大きいとメトラ教授は指摘する。

メトラ教授は「放射線は被ばく量は少ないが、被ばく量が少ないことがなかったら、どうした事態になるか」と話している。

原因の解明のため、乳がん検査はエックス線から二つ、その



米国の  
万人  
の検査  
を受け、  
人がその  
るがんで  
てい  
射線によ  
約千五百  
スキャンを  
頭部や腹部  
の約百六十

平成13年2月1日 産経新聞

# THE LANCET

Volume 380, Issue 9840, 4–10 August 2012, Pages 499–505



## Articles

### Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study

Dr Mark S Pearce, PhD<sup>a</sup>,  , Jane A Salotti, PhD<sup>a</sup>, Mark P Little, PhD<sup>c</sup>, Kieran McHugh, FRCR<sup>d</sup>, Choonsik Lee, PhD<sup>c</sup>, Kwang Pyo Kim, PhD<sup>e</sup>, Nicola L Howe, MSc<sup>a</sup>, Cecile M Ronckers, PhD<sup>c, f</sup>, Preetha Rajaraman, PhD<sup>c</sup>, Alan W Craft, MD<sup>b</sup>, Louise Parker, PhD<sup>g</sup>, Amy Berrington de González, DPhil<sup>c</sup>

Open Access funded by Department of Health UK

Under a Creative Commons license

[+ Show more](#)

\*: Mark S Pearce, et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study, Lancet, June 2012.

# 小児に対するCTスキヤンの影響 (白血病・脳腫瘍) \*

要旨：後向きコホート研究

白血病：50mGyの累積線量でリスク3倍#

脳腫瘍：60mGyの累積線量でリスク3倍

10歳未満の小児に対しスキヤン後10年で、  
10,000あたり1例の白血病・脳腫瘍の過剰例

#: 5mGy以下の累積線量の集団のリスク相対値

\*: Mark S Pearce, et al.: Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study, Lancet, June 2012.

# 小児CTガイドライン -被ばく低減のために-

日本医学放射線学会 日本放射線技術学会 日本小児放射線学会 ,2005

## 被ばく線量低減を考慮したプロトコールの選択

- (1)造影検査だけで目的が達せられる場合、単純CT検査は控える。
- (2)撮影範囲は疾病の診断に必要な最小限とする。
- (3)必要以上に細かいスライス厚やピッチファクタで撮像しない。
- (4)体格(体重)と撮影部位に応じた撮像条件を設定する。
- (5)付加フィルタ（被ばく低減用フィルタ）を利用する。
- (6)適切な画像再構成関数を選択する。
- (7)CT-AECが装備されている装置は、これを活用する。

# radiological protection in paediatric diagnostic and interventional radiology. ICRP publication 121

For computed tomography, dose reduction should be **optimised by the adjustment of scan parameters** (such as **mA, kVp, and pitch**) according to patient weight or age, region scanned, and study indication (e.g. images with greater noise should be accepted if they are of sufficient diagnostic quality).

Other strategies include **restricting multiphase examination protocols, avoiding overlapping of scan regions**, and only scanning the area in question. Up-to-date **dose reduction technology** such as **tube current modulation, organ-based dose modulation, auto kV technology, and iterative reconstruction** should be utilised when appropriate.

## ICRP

Publ. 121 Radiological Protection in Pediatric Diagnostic and Interventional Radiology.

**“小児CTの多相撮影は個々の症例で、  
それが正当であるか否かを検討すべき”**

## IAEA

Radiation Protection of Children During Computed Tomography .

**“小児CTは1スキャン（単相撮影）で十分である”**

# 小児専用プロトコル

## CT-AECの設定

小児頭部

小児胸部・腹部

条件設定は可能か？

## 管電圧の設定

低管電圧撮影の推奨は可能か？

## 造影検査の撮影プロトコル

可能な範囲で1相撮影を推奨

# HCC検出に必要なSD

シングル

1997年 撮影分科会 (29回) 福井医科大学 **東村享治**  
HCCの検出目標は**0.5%** 8mm球 ファントム実験  
**7mmスライス SD=10以下** GE Hispeed Advantage RP

マルチ

2006年 平成18年度 学術調査研究班 **大沢一彰**  
低コントラストファントムによるCT-AECの検証  
5mmの径：**SD=11**でも認識可能！

マルチ

2003年 撮影分科会 (43回) 札幌医科大学 **平野透**  
2005年 CTテクノロジーフォーラム 札幌医科大学 **熊谷亜希子**  
HCCの検出目標は**1.5%** 5mm球 ファントム実験  
東芝 Aquilion 4DAS GE Light Speed Ultra 8DAS  
**5mmスライス SD=10が妥当か！ SD=12は形状再現性が？**

マルチ

2013年 CTサミット 大阪医科大学附属病院 **吉川秀司**  
腹部臓器ファントムを用いた視覚的評価 **SD=10が妥当**  
画像ノイズと**ウィンドウ幅**の関係

マルチ

2005年 CTテクノロジーフォーラム 札幌医科大学 **原田耕平**  
デジタルファントムを用いた臨床画像での評価 **SD=10と8**  
サイズもCT値差も可変 **動脈相、平衡相**で検討  
日本放射線技術学会雑誌 66(12) 1561-1568 2010

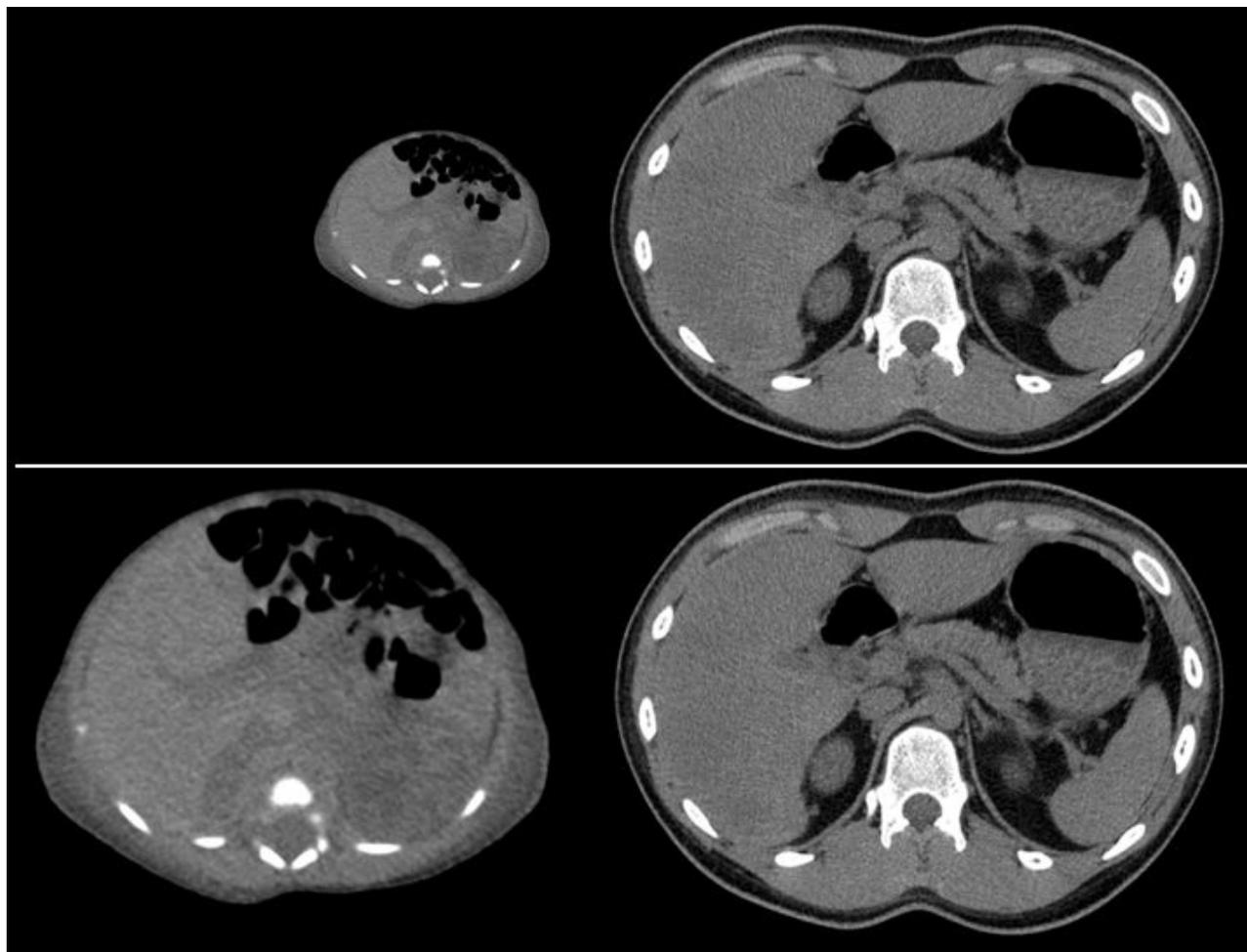
# 小児腹部の特徴

- 腹部の各臓器も成人に比して**小さい**
- **腸管ガス**が相対的に**多い**
- 臓器に沈着する**脂肪**が成人と比べ**少ない**
- **腹腔内の脂肪量**が非常に**少ない**

臓器や腸間膜などの周囲にマイナスのCT値をとる物質が少ないことに直結し、**臓器境界が不明瞭になりやすい**

Appendix 小児被写体 より引用

# 小児腹部臨床画像



Appendix 小児被写体 より引用

# 小児腹部CTの画質

第40回日本小児放射線学会シンポジウム(2005)

—小児CT被ばくの現状と推奨条件—

国立成育医療センター 宮崎 治

いかなる年齢、いかなる体格の患児がきても常に同じ画質を得るための方法として、体重法と**画質(肝実質のSD値)、線量との関係を自験例から求めた**

**肝実質のSD 「8」 の記述**

# CT-AECの設定方法(成人・肝臓)

CT-AECは体幹部標準関数の5mmスライス厚で  
画像SDが10～12程度となるように設定する

# CT-AECの設定方法(小児・腹部)

CT-AECは体幹部標準関数の5mmスライス厚で  
画像SDが8～10程度となるように設定する

……エビデンスは十分とは言えない……

# 管電圧の設定

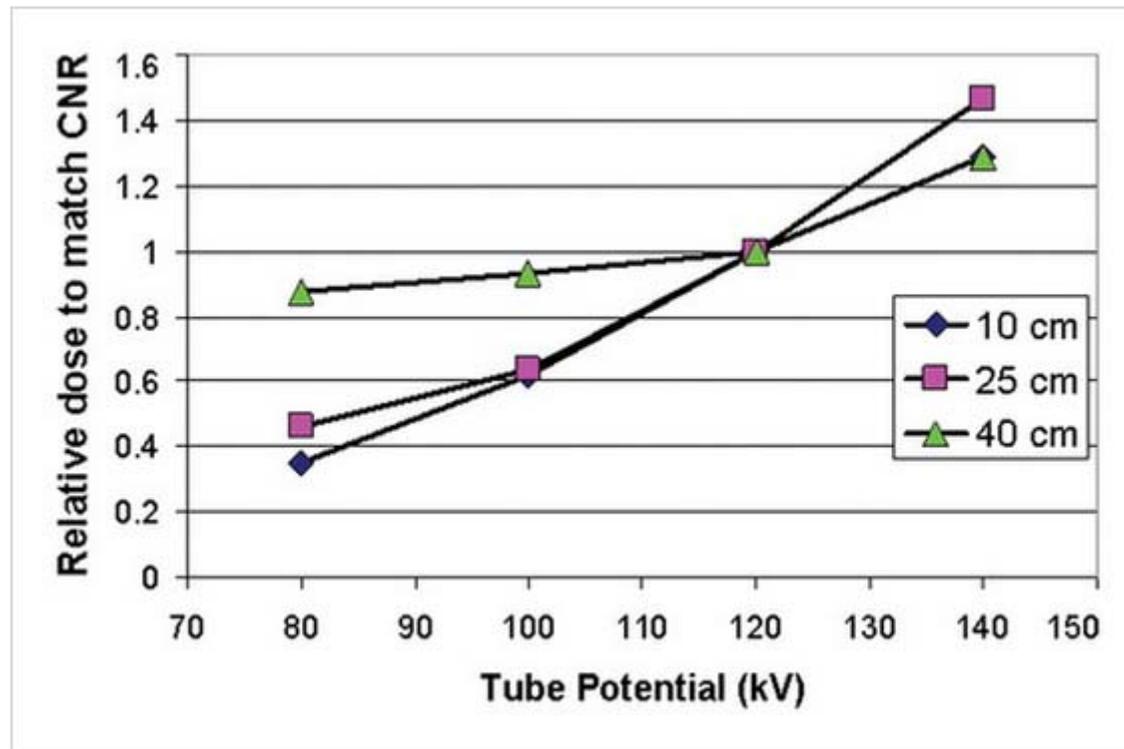
Publ. 121 Radiological Protection in Pediatric Diagnostic and Interventional Radiology.

## 6.5.2. Tube voltage (kVp)

(121) The kVp needed to penetrate the body of a paediatric patient is lower than that of an adult as the physical size of the paediatric patient is smaller. Therefore, 120 kVp is used in adult CT studies, whereas 100 kVp, and sometimes 80 kVp, is adequate for paediatric patients. Lower kVp without increased mAs causes an increase in noise. However, with higher contrast, higher noise can be tolerated, thus resulting in a dose reduction. This lower kVp may also improve the effect of iodinated contrast agents and is therefore suggested for CT angiography. Excessive lowering of the kVp may cause beam-hardening artefacts (Verdun et al., 2004). Use of 80 kVp is suggested for infants under 5 kg by Vock (2005). Using phantom studies, Yu et al. (2011) suggested tube potentials of 80 kVp and 100 kVp for <10 kg and 10–20 kg weight, respectively, for paediatric chest and abdominopelvic CT. New scan technology is becoming available with 70-kVp options which may have unique benefits for the paediatric population.

(122) The use of weight-adapted paediatric CT protocols has been suggested (Frush et al., 2002; Cody et al., 2004; Verdun et al., 2004; Vock, 2005). Some examples of suggested paediatric CT protocols are included in Table 6.2 (Pages et al., 2003; Verdun et al., 2004; Vock, 2005).

# CNRを基準とした線量変化



Yu, Lifeng, et al. "Optimal tube potential for radiation dose reduction in pediatric CT: principles, clinical implementations, and pitfalls." *Radiographics* (2011).

# 小児腹部

## 小児腹部

|                 |                                     |  |                                 |                    |
|-----------------|-------------------------------------|--|---------------------------------|--------------------|
| 目的              | 急性腹症(急性虫垂炎)、腫瘍性疾患の評価                |  |                                 |                    |
| 撮影条件及び画像再構成条件   | 推奨                                  |  |                                 |                    |
| 撮影範囲・と呼吸制御など    | 撮影範囲                                | 肝上縁～坐骨下縁 ※1  |                                 |                    |
|                 | 呼吸制御                                | 可能なら吸気※2   |                                 |                    |
| 撮影条件            | コメント                                | ※1:撮影範囲は、各施設において医師との協議のうえ疾患及び検査目的により範囲を決定する<br>※2:自然呼吸下で撮影を行う場合、アーチファクトを軽減するため、タオルなどを利用し腹部に適度な圧迫を加える。              |                                 |                    |
|                 | 管電圧(kV)                             | 120kV<br>造影検査では体重に応じて低管電圧撮影を推奨<br>体重<10kg 80kV<br>体重10~20 kg 100kV   |                                 |                    |
|                 | 線量(mAs)                             | CT-AECの使用 ※3   |                                 |                    |
|                 | スキャンスライス厚                           | 0.5~1.25mm   |                                 |                    |
|                 | スキャン(回転)時間                          | 0.5s以下   |                                 |                    |
|                 | 総スキャン時間                             | 10s以下※4  |                                 |                    |
| 再構成条件           | コメント                                | ※3:CT-AECは体幹部標準閾数の5mmスライス厚で画像SDが8~10程度となるように設定する。<br>低管電圧撮影ではCT-AECの設定変更を考慮する(CNRなどを考慮)。<br>※4:息止め可能時間を考慮した撮影時間の設定 |                                 |                    |
|                 | 再構成FOV                              | 体格に合わせて設定  |                                 |                    |
|                 | 再構成スライス厚                            | 5mm以下  |                                 |                    |
|                 | 再構成スライス間隔                           | 同上   |                                 |                    |
|                 | 再構成閾数                               | 体幹部用   |                                 |                    |
| コメント            | thin slice画像の診断活用                   |  |                                 |                    |
| 造影法             | 単純                                  | 造影   | 画像所見などコメント                      |                    |
| 総ヨード使用量(mgI/kg) |                                     | 520~600mgI/kg  |                                 |                    |
| 注入時間(s)         |                                     | 50s  |                                 |                    |
| 単純              | ○※5                                 | -  | 腫瘍、炎症、石灰化など異常所見の検出※5            |                    |
| 造影(50~70s)      | -                                   | ○  | 病変の発生部位、大きさ、形状、周辺臓器との関係、血流情報の評価 |                    |
| コメント            | ※5:造影CTを行う場合は単純CTを省略することが望ましい。      |  |                                 |                    |
| 画像表示条件および画像処理   | 推奨                                  |  |                                 |                    |
| Window条件        | WW:300 WL:50                        |  |                                 |                    |
| 画像処理            | MPR(冠状断、矢状断)                        |  |                                 |                    |
| 診断参考レベル(DRL)    | 小児腹部                                | 1歳未満   | CTDI <sub>wa</sub> 11(55)mGy    | DLP 230(110)mGy-cm |
|                 |                                     | 1~5歳   | CTDI <sub>wa</sub> 16(8)mGy     | DLP 400(200)mGy-cm |
|                 |                                     | 6~10歳  | CTDI <sub>wa</sub> 17(85)mGy    | DLP 530(265)mGy-cm |
|                 | 16cmファントムの値を示し、括弧内に32cmファントムによる値を併記 |  |                                 |                    |

# 小児腹部

| 目的            |            | 急性腹症(急性虫垂炎), 腫瘍性疾患の評価  |
|---------------|------------|--|
| 撮影条件及び画像再構成条件 |            | 推奨   |
| 撮影範囲・呼吸制御など   | 撮影範囲       | 肝上縁～坐骨下縁 ※1  |
|               | 呼吸制御       | 可能なら吸気※2   |
|               | コメント       | ※1: 撮影範囲は, 各施設において医師との協議のうえ疾患及び検査目的により範囲を決定する<br>※2: 自然呼吸下で撮影を行う場合, アーチファクトを軽減するため, タオルなどを利用し腹部に適度な圧迫を加える.                         |
| 撮影条件          | 管電圧(kV)    | 120kV<br><u>造影検査では体重に応じて低管電圧撮影を推奨</u><br><u>体重&lt;10kg 80kV</u><br><u>体重10~20 kg 100kV</u>   |
|               | 線量(mAs)    | CT-AECの使用 ※3   |
|               | スキャンスライス厚  | 0.5~1.25mm   |
|               | スキャン(回転)時間 | 0.5s以下   |
|               | 総スキャン時間    | 10s以下※4  |
|               | コメント       | ※3: <u>CT-AECは体幹部標準関数の5mmスライス厚で画像SDが8~10程度となるように設定する.</u><br><u>低管電圧撮影ではCT-AECの設定変更を考慮する(CNRなどを考慮).</u><br>※4: 息止め可能時間を考慮した撮影時間の設定 |
| 再構成条件         | 再構成FOV     | 体格に合わせ設定   |
|               | 再構成スライス厚   | 5mm以下  |
|               | 再構成スライス間隔  | 同上   |
|               | 再構成関数      | 体幹部用   |
|               | コメント       | thin slice画像の診断活用  |

| 診断参考レベル(DRL)                         | 小児腹部                           |                              |                    |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------|
|                                      | 1~5歳                           | CTDI <sub>vol</sub> 16(8)mGy | DLP 400(200)mGy-cm |
| 6~10歳                                | CTDI <sub>vol</sub> 17(8.5)mGy | DLP 530(265)mGy-cm           |                    |
| 16cmファントムの値を示し, 括弧内に32cmファントムによる値を併記 |                                |                              |                    |

# 小児腹部

## 小児腹部

|               |   |   |
|---------------|---|---|
| 目的            | 急性腹症(急性虫垂炎)、腫瘍性疾患の評価  |   |
| 撮影条件及び画像再構成条件 | 推奨  |   |
| 撮影範囲、呼吸制御など   | 撮影範囲  | 肝上縁～坐骨下縁 ※1   |
|               | 呼吸制御  | 可能なら吸気※2  |
| 撮影条件          | コメント  | ※1:撮影範囲は、各施設において医師との協議のうえ疾患及び検査目的により範囲を決定する<br>※2:自然呼吸下で撮影を行う場合、アーチファクトを軽減するため、タオルなどを利用し腹部に適度な圧迫を加える。 |
|               | 管電圧(kV)   | 120kV<br>造影検査では体重に応じて低管電圧撮影を推奨<br>体重<10kg 80kV<br>体重10~20 kg 100kV                                    |
|               | 線量(mAs)   | CT-AECの使用 ※3  |
|               | スキヤンスライス厚   | 0.5~1.25mm  |
|               | スキヤン(回転)時間  | 0.5s以下  |
|               | 総スキヤン時間   | 10s以下※4   |
| コメント          | ※3:CT-AECは体幹部標準閾数の5mmスライス厚で画像SDが8~10程度となるように設定する。<br>※4:造影CTの場合はCT-AECを設定変更を考慮する(CT値は参考値) |   |

| 造影法             | 単純                            | 造影            | 画像所見などコメント                      |
|-----------------|-------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 総ヨード使用量(mgI/kg) |                               | 520~600mgI/kg |                                 |
| 注入時間(s)         |                               | 50s           |                                 |
| 単純              | ○※5                           | -             | 腫瘍、炎症、石灰化など異常所見の検出※5            |
| 造影(50~70s)      | -                             | ○             | 病変の発生部位、大きさ、形状、周辺臓器との関係、血流情報の評価 |
| コメント            | ※5:造影CTを行う場合は単純CTを省略することが望ましい |               |                                 |

|               |              |
|---------------|--------------|
| 画像表示条件および画像処理 | 推奨           |
| Window条件      | WW:300 WL:50 |
| 画像処理          | MPR(冠状断、矢状断) |

|                                     |      |       |                               |                    |
|-------------------------------------|------|-------|-------------------------------|--------------------|
| 診断参考レベル(DRL)                        | 小児腹部 | 1歳未満  | CTDI <sub>vol</sub> 11(55)mGy | DLP 230(110)mGy-cm |
|                                     |      | 1~5歳  | CTDI <sub>vol</sub> 16(8)mGy  | DLP 400(200)mGy-cm |
|                                     |      | 6~10歳 | CTDI <sub>vol</sub> 17(85)mGy | DLP 530(265)mGy-cm |
| 16cmファントムの値を示し、括弧内に32cmファントムによる値を併記 |      |       |                               |                    |

# 臨床画像

9歳 男児 虫垂炎膿瘍形成



超音波検査にて膿瘍形成を伴った虫垂炎が疑われ、  
膿瘍の広がりの評価のためにCTが施行された

# 使用上の注意

# GALACTIC使用時の留意点

- 本ガイドラインでは、患者と診療従事者を支援し、CT検査に際して撮影方法を決定する判断材料の一つとして使用することを目的としており、CT検査の実施を規制することや、診療従事者の経験を否定するものではない。
- CT検査プロトコルは、各施設で医師と十分協議を行い、撮影範囲、撮影条件、画像再構成法、造影法、画像表示方法含め作成され、さらに個々の患者の状況も踏まえて決定されるものである。診療結果に関する一切の責任は直接の診療担当者に帰属することを明記する。

# 監修の言葉には、こんな記述も!!

限られたスペースで**各疾患におけるあらゆるパターン**を説明することは**困難であり、**  
.....**「違和感」**を覚える箇所が多々あることが予想される。

今回のプロトコル表記はあくまでも標準的、中央値的なものであって、

**GALACTIC**

**=「当該患者にとっての最適なプロトコル」ではない**

# 活動の終了と今後・・・

# 今後・・・

## ワークショップ終了後の研究班メーリングリスト内容(抜粋)

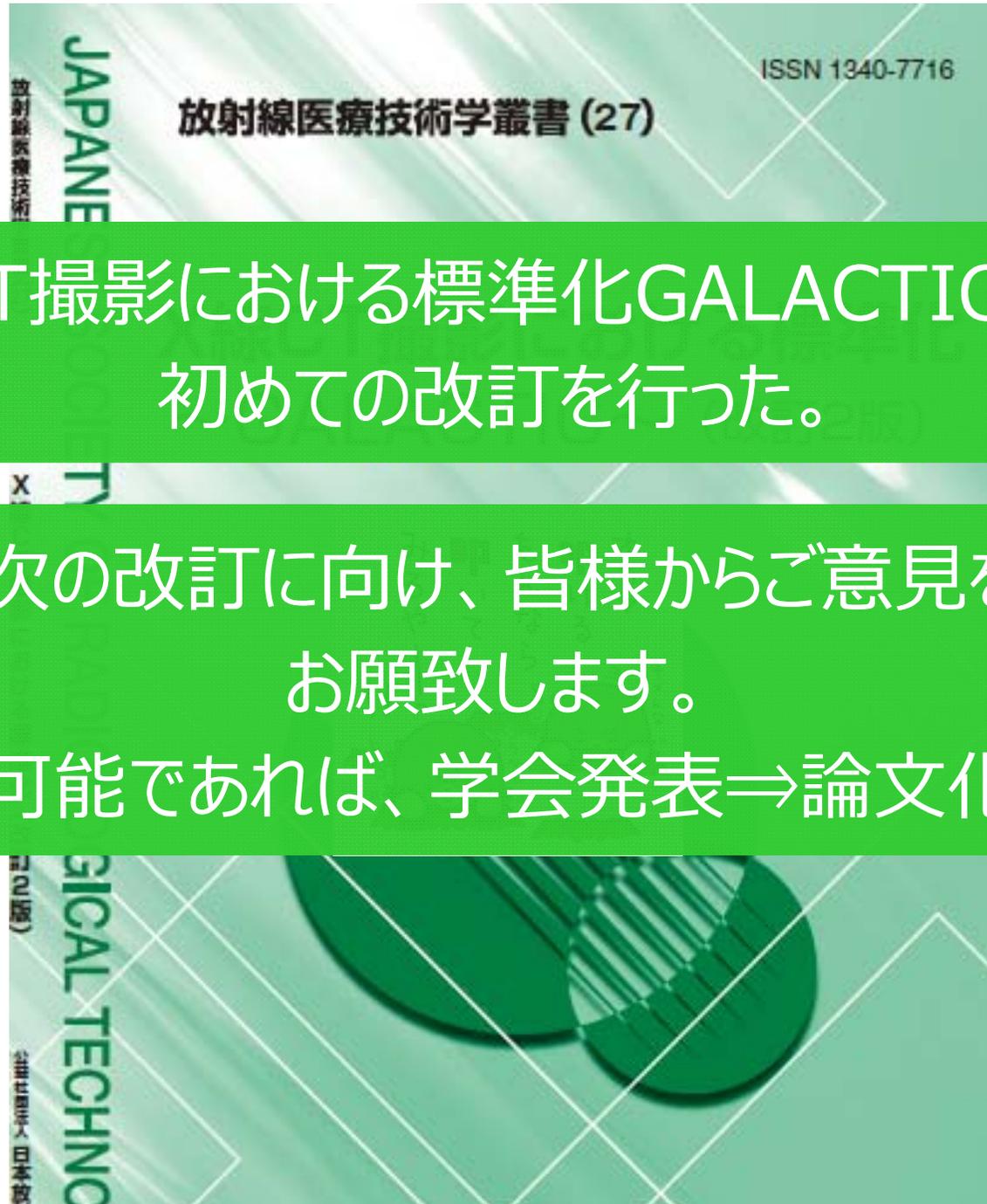
**CT-AECのSDレベル**が載った所が印象に残っております（何処の本にも載っていないので）  
腹部領域では、造影タイミングの記載もうれしかったです。

あらゆるガイドラインやリファレンスをリサーチして作成された背景から、今後は**GALACTICをリファレンスとする論文**が沢山出てくる事を期待します。

GALACTICの**英語版**を必ず、作成しなければなりません。  
梁川部会長を中心に、関係委員会とも協議し進めます。

英語化によって、それが日本を越える可能性もあるかと思えます。  
**英語化は、私も必須**と考えるので、是非ご協力させて頂ければと思っております。

今後JRSの画像診断ガイドラインの改訂後にGALACTICの**改訂**も追って進めていく予定です



CT撮影における標準化GALACTICは  
初めての改訂を行った。

次の改訂に向け、皆様からご意見を  
お願い致します。  
可能であれば、学会発表⇒論文化

ご清聴ありがとうございました

**“頑張ろう熊本！、頑張ろう大分！、頑張ろう九州！”**

熊本地震により被災された皆様ならびに  
そのご家族の皆様にご心よりお見舞い申し上げます  
皆様の安全と被災地の一日も早い復興を  
心よりお祈り申し上げます