

## 小児 CT 検査における体動を考慮したプロトコルと画質

日本赤十字社和歌山医療センター

放射線診断技術第二課 診療放射線技師 小林弘幸

小児 CT 検査に求められることとして、被ばくの最適化、体動を考慮したプロトコルがあげられます。当センターには 2016 年に CANON 社製 Aquilion ONE GENESIS edition (320 列 CT) が導入されており、主にこちらの装置で小児の検査を行っております。今回は、320 列 CT における、小児撮影の体動を考慮したプロトコルとその画質について検討を行いましたので、紹介させていただきます。

### ○頭部 CT 撮影について

当センターの小児頭部 CT 検査では、年齢ごとに撮影線量を設定 (Fig.1) し、撮影を行っています。頭部の大きさは年齢ごとに変化するため、固定線量で検査を行う場合、年齢ごとの線量の設定が必要と考えます。年齢区分は、DRLs2015 と同じ区分にしています。

年齢	1y>	1~5y	6~10y
管電圧 (kV)	120	120	120
管電流 (mA)	400	450	500
管球回転速度 (rot/sec)	0.6	0.6	0.75
CTDlvol (mGy)	29.9	33.6	46.3
DLP (mGy・cm)	478	537.8	741
DRLs2015			
CTDlvol (mGy)	38	47	60
DLP (mGy・cm)	500	660	850

Fig 1. 頭部 CT 撮影プロトコル

頭部 CT 撮影では、スキャン方法を工夫しています。当院の 320 列 CT は、160mm の広い撮影領域を有しています。その広範囲の撮影（以下ボリュームスキャン）を利用して、小児の頭部を 1 回転で撮影しています。1 回転で全脳を撮影できるため、管球回転速度=検査時間という事になります。このことにより、撮影時間が短縮され、体動への対応ができると考えます。また、ヘリカルスキャンの際に発生する X 線ビームの重ね合わせがボリュームスキャンでは発生しません。そのためボリュームスキャンは被ばく線量の低減も可能と考えます。

小児頭部 CTにおいて、320 列 CT によるボリュームスキャンは、被ばくと時間分解能に優れているため、有用と考えます。

### ○小児体幹部撮影について

小児体幹部 CT 撮影における工夫としては、体動への対応が中心になります。頭部と同様に、短い撮影時間になるように条件を設定しています。

まず、撮影時間に影響を及ぼす因子として、管球回転速度があります。管球回転速度を速くすることで撮影時間は短くなりますが、一般的にスライス面内分解能とトレードオフの関係にあるとされています。ここで 320 列 CT における管球回転速度とオフセンタ位置における MTF への影響を Fig. 2 に示します。

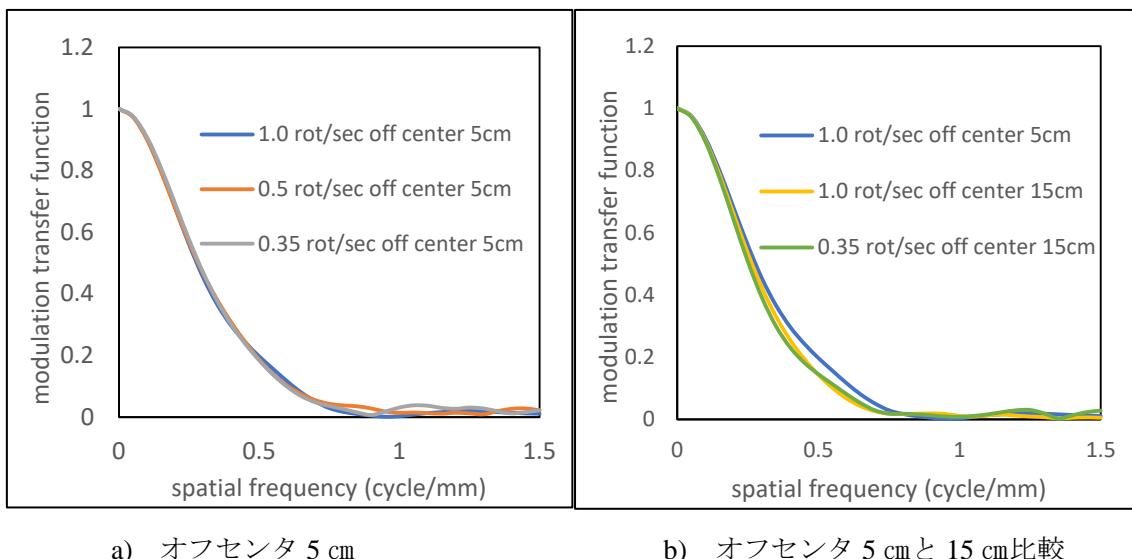


Fig. 2: 管球回転速度と MTF の関係

回転中心のオフセンタ 5 cmにおいて、管球回転速度による MTF の変化はありませんでした。またオフセンタ 15 cmではオフセンタ 5 cmより、MTF は低下していましたが、管球回転速度による影響は見られませんでした。

このことより、小児のように被写体サイズの小さい場合には、管球回転速度によるスライス面内の分解能の低下は問題とならないことがわかります。しかし、管球回転速度に関係なく回転中心から離れた場所では、MTF が低下しています。よって、被写体を回転中心にポジショニングすることが大切になります。

他に撮影時間にかかる因子として、Pitch Factor があげられます。Pitch Factor を増加させると寝台移動速度が上がり、結果として撮影時間が短くなります。しかし、体軸方向の分解能の低下を考慮する必要があります。Fig.3 は Pitch Factor と体軸方向の分解能の指標である full width at half maximum (FWHM) と full width at one-tenth of the maximum (FWTM) の関係をまとめたものです。

Pitch Factor	0.638	0.813	1.388
FWHM	1.98	1.95	1.98
FWTM	2.85	2.92	2.81

Fig.3 : Pitch Factor と FWHM、FWTM の関係

設定スライス厚 2 mmに対して、Pitch Factor が 1 を超えるようなハイピッチの条件下においても FWHM は約 2mm となっており、実行スライス厚に影響はありませんでした。また、slice sensitivity profile (SSP)の裾野の広がりを表す FWTM も Pitch Factor による影響は見られませんでした。よって今回の検討では、体軸方向の分解能の低下は高速撮影を行っても、問題とならないと考えられます。

また SSP の形状を比較するために、Pitch Factor が異なる条件の SSP を重ねて Fig.4 にまとめています。

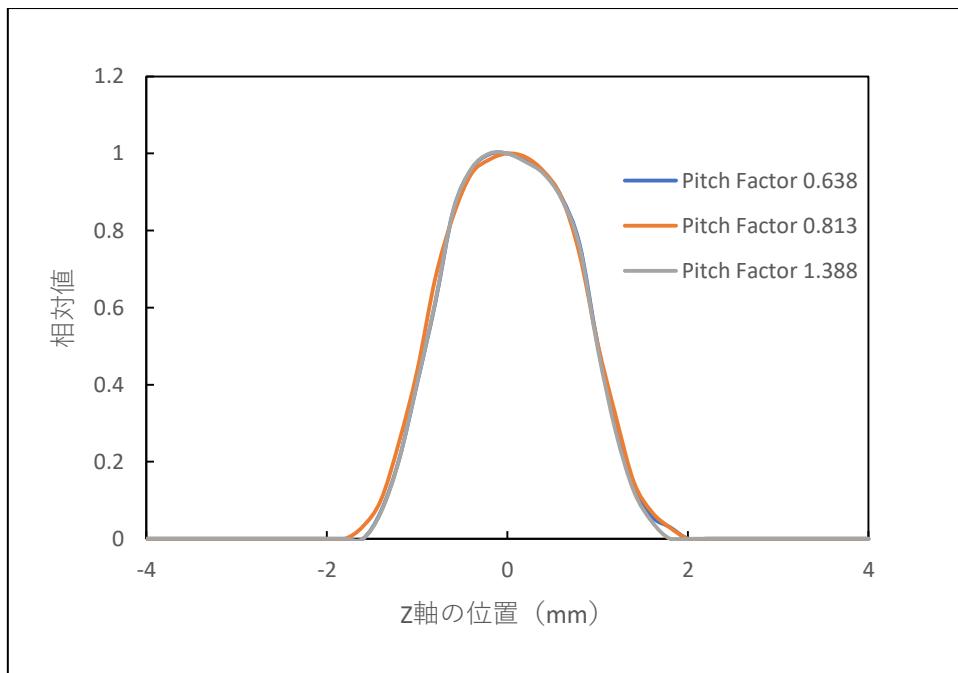


Fig.4 :Pitch Factor が異なる条件の SSP の形状の比較

以上の検討より、当センターの体動を考慮した小児体幹部 CT 検査のプロトコルでは、ビーム幅は 40 mm(0.5 mm × 80 列)、管球回転速度を 0.35 rot/s、Pitch Factor を 1.388 とします。

## ○まとめ

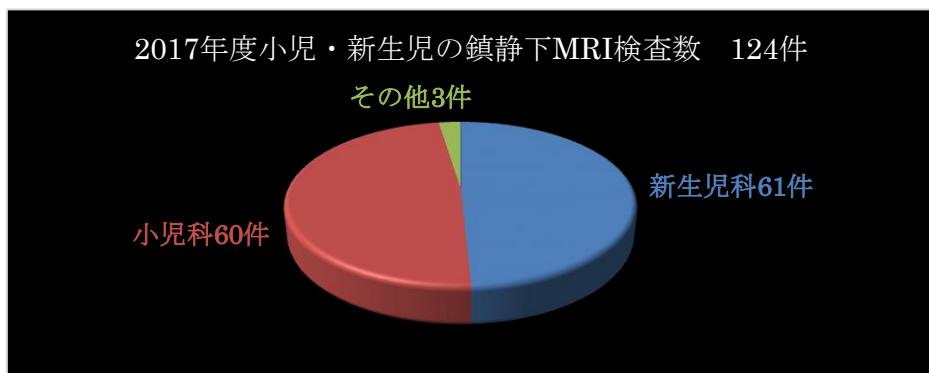
今回は、当センターの 320 列 CT における体動を考慮した小児 CT 検査のプロトコルと、その画質について紹介させていただきました。体動を制御することが難しい小児 CT 検査において、体動を考慮したプロトコルの作成は必須と考えます。また、装置の性能によって、スライス面内分解能や体軸方向分解能と撮影時間の関係に違いがあると考えられます。そのため、装置ごとに画質と撮影時間の関係について検討する必要があると考えます。

## 当院の鎮静を必要とした小児 MRI 検査について

秋田赤十字病院  
放射線診断科部 揚出 泰弘

### 【はじめに】

当院は小児科や新生児科があり、長時間の静止を必要とする MRI 検査も日常的に依頼される。それらに対して診断に耐え得る画像を提供するため、鎮静を必要とするケースがほとんどで、昨年度 1 年間で鎮静を必要とした小児・新生児 MRI の検査数は 124 件であった。



以前は、鎮静にトリクロリールシロップのみを使用していたが特に小児の場合、睡眠状態になるまでの時間が検査開始時間とうまく合わないケースや、そもそも睡眠状態にならないケースもあるなど不確実性が問題であった。2013 年に日本小児科学会・日本小児麻酔学会・日本小児放射線学会の 3 学会から「MRI 検査時の鎮静に関する共同提言」が出されたのを機に、小児の鎮静方法が再検討され、鎮静から覚醒までの管理体制も見直された。

今回は、当院の鎮静を必要とした小児 MRI 検査についてその体制も含め紹介する。

### 【検査部位について】

小児科からの依頼部位は、頭部が中心で体幹部そして四肢も少数ながら依頼を受ける。依頼するきっかけとなる疾患も、てんかん、髄膜炎、発達遅滞、思春期早発、血管腫、二分脊椎、滑膜炎と様々である。

#### 2017 年度鎮静を必要とした小児・新生児 MRI の検査部位

	頭部	頸部	体幹部	脊椎関係	四肢
小児科 60 件	49 件	3 件	3 件	2 件	3 件
新生児科 61 件	59 件		1 件	1 件	
その他 3 件	2 件				1 件

新生児科の場合、検査部位は頭部がほとんどで以下の項目に該当した場合に依頼される。

- ① 34 週未満で出生した場合
- ② 頭部超音波検査で異常があった場合
- ③ 仮死状態で出生した場合

また、検査を行う時期について

- ① の場合は 38 週から予定日の間
- ② の場合は退院するまでの間
- ③ の場合は生後 2 週間

と内容によって検査を依頼する時期も違う。

### 【鎮静の方法について】

生後間もない新生児科の場合、ほぼ全例トリクロリールシロップのみで鎮静を行う。投与のタイミングは検査開始 1 時間前を目安に MRI 検査室から新生児病棟に連絡し、用量は新生児科医が患児の体重などから計算し決定する。

小児の場合は、5~10 歳あたりが鎮静を要するかどうか患児によって異なってくる。小児科医が診察時に、検査時の鎮静が必要と判断した場合、検査当日は日帰り入院としてそれぞれ予約する。

鎮静はトリクロリールシロップを新生児科と同じように経口投与し、検査時間になんでも睡眠状態にならなかつた場合、追加でイソゾールを鎮静担当医が患児の状態を見ながら少量ずつ静注する。また、トリクロリールシロップを経口投与出来なかつた場合は、患児の不安を取り除くため少量のミダゾラムを使用した後イソゾールで鎮静する。これら 3 薬全てを同時使用することはない。

### 【鎮静から検査時の注意点】

小児科の場合病棟にて、鎮静中の誤嚥を起こす危険性を考慮しガイドラインでも推奨されている「2-4-6 ルール(清澄水 2 時間、母乳 4 時間、軽食 6 時間前)」に従い、飲水は 2 時間前までとするなど経口摂取の制限を行なっている。パルスオキシメーターは、常時装着し監視を開始する。

鎮静薬の静注は、検査開始直前に MRI 検査室前にて行っている。緊急時には周りにスタッフが別途数名いることや磁場を気にすることなく対応できることからである。

また、検査の寝台も移動型天板（トローリー）を利用して鎮静中の患児の移動を最小限としている。

患児を台に寝かせる際にも、気道を塞ぐことのない姿勢を確保すると同時に検査部位がアイソセンタになるよう高さの調整も必要である。

検査中は、室内に鎮静担当医が入り直接患児の状態を確認しながら緊急時に備える。また必要に応じて適宜鎮静薬を追加する。患児の監視として MRI 対応パルスオキシメーターと呼吸同期用のベローズも使用する。このベローズを使用することにより、撮像中であっても患児の動きや鎮静の状態を推察できる。経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) は常に 95%以上であること、92%以下になった場合はすぐに呼吸確認と酸素吸入を行う。また、呼吸抑制からくるショックにも注意が必要である。RF 電波による体内的温度上昇について、小児の場合体温調整機能が未発達であることから注意が必要である。検査中の音について最近では各社静音化技術が進んでおり積極的に使用しているが、装置によっては MRA などの描出能に影響が出るので注意が必要である。

新生児科の場合も小児科と同様であるが、静注薬品は使用しないので看護師が MRI 検査室内にて患児の監視を行っている。また緊急時の連絡手段として鎮静担当医に直接繋がる PHS を検査担当技師は受け取る。

### 【検査後から覚醒まで】

検査終了後、ほぼ鎮静前の状態にまで覚醒が確認できるまで引き続き監視が必要である。

小児科の場合、検査終了後もパルスオキシメーターを常に装着し、鎮静担当医が病棟まで帯同する。

覚醒の確認については小児科医が、①意識 ②呼吸状態 ③歩行 ④飲水（清澄水）の4項目を主に確認し、患児の全体的な様子も観察する。

検査終了後完全に覚醒が確認されるまでの時間は、これまでの経験から平均約2時間程度を要しているが、患児の状態によっては主治医の判断でそのまま入院を継続している。

新生児科では、24時間パルスオキシメーター等で監視しており、病棟には新生児科医師が時間外や休日も含め常駐し対応している。

### 【最後に】

鎮静下でMRI検査を行う場合、リスクを負って検査を受けている患児に対して、私たち技師は安全を確保しつつ、検査を完結させなくてはならない。その為には検査、画像診断のポイントを押さえ、必要に応じて撮像順やパラメーターの変更を適切に行う必要がある。

「MRI検査時の鎮静に関する共同提言」により、当院でも鎮静の方法や体制が見直されたが、この提言のうち、「必ずしなければならない25項目」をクリアしたに過ぎない。同「強く推奨する21項目」では、呼気終末二酸化炭素の監視するカプノメーターの配備や隣接エリアに回復室の確保など構造に関するものもあり、次期装置更新時の課題としたい。

### 参考文献

MRI検査時の鎮静に関する共同提言、日本小児科学会・日本小児麻醉学会・日本小児放射線学会

[http://www.jpeds.or.jp/uploads/files/20171121\\_iryouanzen.pdf](http://www.jpeds.or.jp/uploads/files/20171121_iryouanzen.pdf)