

# 小児画像診断の最前線

## —低侵襲・低被ばくの検査に向けて—

企画協力：河野達夫 東京都立小児総合医療センター診療放射線科

小児の画像診断は、体格が小さく、静止が困難であるといった特殊性から、高い専門性と技術が要求される領域です。また、東日本大震災以降、被ばくへの国民的な関心の高まりを受け、検査のさらなる低被ばく化が求められていることに加え、2013年には小児MRI検査での鎮静について関連学会の共同提言がまとめられるなど、低侵襲で安全な検査に対する社会的要請が強くなっています。そこで、シリーズ特集「シーン別画像診断のいま」では、小児科領域の画像診断の特徴を踏まえ、モダリティ・検査法の選択や診断法、低侵襲・低被ばくで安全な検査技術を取り上げるほか、技術開発の動向を展望します。本特集が、真に小児患者の利益につながる診療の一助となることを願います。

シーン別  
画像診断の  
いま

Scene  
Vol. 8

小児画像診断の最前線—低侵襲・低被ばくの検査に向けて—

### I 総論

## 1. 小児診療における画像診断の位置づけ

金川 公夫 あいち小児保健医療総合センター放射線診断科

小児に限らず診療において画像診断の果たす役割は大きく、必要欠くべからざる検査であることは言うまでもないが、小児においては成人とは異なり放射線感受性が強く、今後、さらに多数の放射線を用いる検査を受ける可能性があるため、放射線を用いる検査を行う際にはこの点に十分な配慮が必要である。また、画像診断のために鎮静が必要である場合も多く、呼吸停止ができない小児の場合には、その影響も時に無視できないことがある。さらに、各検査法においては少ないとはいえ

検査に伴うリスクが存在するため、検査を適切に選択し用いることが重要である。本稿では、これらの小児特有の問題も踏まえて画像診断の位置づけについて私見を述べたいと思う。

### 画像診断の現状

小児に用いられる画像診断法は、主なものとして単純X線写真、CT、MRI、超音波検査、核医学検査が挙げられる。MRI、超音波検査を除くと、すべて放

射線を用いる検査である。診断すべき部位に応じて、これらの検査が組み合わせられて用いられる。頭部では脳内を直接見ることができない単純X線写真の役割は少なく、CT、MRIが中心になっており、新生児や乳児では超音波検査も用いられる。頸部では超音波検査が主に用いられ、CT、MRIが相補的に用いられている。胸部では単純X線写真、CTが主体であるが、縦隔の評価にはMRIも用いられる。腹部では超音波検査、CT、MRIが用いられ、単純X線写真の役割

は胸部ほど多くはない。ほかに消化管の評価には消化管造影が、膀胱逆流現象や尿道の評価には膀胱尿道造影が行われる。骨軟部組織では、骨の評価には単純X線写真が用いられるが、骨や軟部組織を含めた評価には超音波検査、CT、MRIが用いられる。各臓器の機能を中心にした画像評価や全身の評価には、核医学検査が必須である。特に、肺や腎臓では両側の機能を個別に評価できる利点がある。

CTやMRIなどの診断装置の発達に伴い、その適応が変化し、画像診断の方法に変化が生じることも多い。例えば、CTの多列化に伴い検査時間が短縮されており、小児先天性心疾患の検査においては、CTが汎用されるようになってきている。このため、心臓カテーテル検査が診断目的で行われることは以前より減少しており、より非侵襲的な検査で代行されるようになってきている。このように診断装置の発達に伴い、今後も検査方法に変化が生じる可能性がある。

## 画像診断におけるリスク

各検査には少ないながらもリスクが存在しており、CT、MRI、超音波検査、核医学検査、消化管造影、膀胱尿道造影に伴うリスクを記載することで、各検査の適応や安全性を考える一助としたい。

放射線科においては、リスクマネジメントの立場から、一般的に鎮静と造影剤に伴うリスクが重要と考えられている。年少児では、体動や呼吸停止ができないなど検査の質を低減させる小児特有の問題がある。体動を抑制するには鎮静が必要であるが、MRIでは検査時間が長く、磁気を用いる装置の特性でモニタリングが行いにくいという欠点があるため、MRIの鎮静に関する提言が3学会から出されている<sup>1)</sup>。この提言でも述べられているように、鎮静に伴うリスクを回避するように事前の対処を行うことが重要であるが、MRIに限らず鎮静を必要とする検査では、検査の安全性に十分に注意を払う必要がある。また、呼吸停止ができないことは画質の低減につながるため、注意する必要がある。胸部、腹部の単純X線撮影では鎮静の必要はな

いが、呼吸のタイミングを合わせる必要があり、診療放射線技師の撮影技術に負うところが大きい。CT、MRIでも胸腹部の撮影では問題となるが、CTでは近年の検出器の多列化に伴い短時間で広範囲の撮影が可能になってきたため、従来ほど呼吸性移動による影響を考慮しなくてもよくなっており、鎮静の必要性も少なくなっている。しかし、このことが逆に安易なCT検査の増加につながるようなしなくてはならない。心臓の検査では心電同期が可能になっているが、被ばくが著しく増加するため、適応の評価は厳密にしなければならない。MRIでも呼吸同期、心電同期を使用することで動きによる画質の低下を軽減できるが、検査時間が長くなることが問題となる。

ヨード造影剤を使用する造影検査では、造影剤の副作用を予測することは不可能であるとされている。近年は非イオン性造影剤を用いることがほとんどで、イオン性造影剤に比べると造影剤による副作用も減少しているが<sup>2)</sup>、副作用が完全にはないわけではなく、副作用発現時に対処できるようにしておくことが必要である。消化管造影、膀胱尿道造影では、造影剤の選択も重要である。消化管造影では硫酸バリウム、アミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン（ガストログラフィン、バイエル社製）が用いられるが、それぞれの禁忌を熟知し、患者の状態に合わせて使い分ける必要がある。膀胱尿道造影では、非イオン性造影剤とイオン性造影剤が使用可能である。イオン性造影剤でも副作用は少ないが、ときに血中に入る場合がある。この場合は、イオン性造影剤の副作用が多いことが知られており、非イオン性造影剤を用いる方が安全性は高い。

MRI、超音波検査を除くほかの検査では、被ばくもリスクの一つと考えられる。医療被ばくにおいて被ばくの制限がないのは、患者の不利益より利益の方が大きいとの原則によるが、その正当性は検査依頼医に委ねられており、常に検査の妥当性を考えなければならない。CTにおいては逐次近似法が実用化され、より少ない照射線量でも数学的手法によりノイズを低減し、シグナルノイズ比を向上させることで画質を改善させることが

可能になっている。小児用の撮影プロトコールも用意されており、これらを用いることにより被ばくの低減が可能になっている。また、2007年の国際放射線防護委員会の勧告では、診断参考レベル（diagnostic reference level：DRL）の導入を勧告しており、それによって各医療施設間の被ばくのバラツキを少なくすることができるようになってきている<sup>3)</sup>。DRLは、集団での照射線量の分布に、ある医療機関の照射線量を当てはめたときに著しく高い照射線量であれば、より平均的な照射線量へ低減するように改善を促すものである。核医学検査では小児の放射性薬剤の投与量を日本核医学会が提言している<sup>4)</sup>。国内の小児における放射性薬剤投与量が統一されることで、各施設間での放射性薬剤の投与量のバラツキがなくなり、検査に伴う被ばくがどの施設でも一定になることが期待されている。消化管造影、膀胱尿道造影では、被ばく線量は透視時間に影響を受ける。検査施行医の技術による部分が多いが、無駄な透視を慎むことでかなり被ばく線量を軽減できる。

MRIでは、鎮静や造影剤のリスク以外に検査室への金属持ち込みの危険がある。特に、手術やIVRなどで留置された体内金属は、ときに重大な事故につながりかねないために、検査前に検査が可能かどうかを確認しておく必要がある。超音波検査は鎮静の必要や体動の影響は少なく、検査自体によるリスクも少なく、小児においては十分活用すべき検査であるが、新生児などでは体温調節が未熟なことが多く、保温に十分配慮する必要がある<sup>5)</sup>。

## Image Gently

2008年に米国で始まった小児CTにおいて診断能を損なわない範囲でできるかぎり被ばく線量を低減するImage Gentlyキャンペーンに由来する言葉であるが、適切な日本語はなくそのまま用いられることが多い。その背景には、医療被ばくによる発がんの危険性を指摘する論文が掲載されたことにより、医療被ばく、特に小児における医療被ばくへの関心が高まったことがある。近年、疫学調