
小児

・小児頭部のCT/MRI/その他の画像診断

1. 各検査法とその適応

当ガイドライン中の脳神経，頭頸部領域の画像診断の総論を参照。

CTとMRIの使い分けは基本的に小児も同様である。被曝を考慮するとスクリーニング時にもできればMRIを使用することをおすすめる。

小児領域におけるMRAとCTAの使い分けについては，まだ確立された規準はない。通常は被曝がなく造影剤を用いないMRAをスクリーニングのための第一選択検査とすべきと考えるが，CTAはMRAより短時間で施行できるので患児の年齢によっては鎮静なしで行えるCTAを選択することも考える。

頭部単純写真は，外傷時の他，代謝性疾患，骨系統疾患の診断目的に用いられる。大泉門の開いている乳児においては，頭部超音波検査が施行できる。簡便でベッドサイドで施行可能なため，特に未熟児，新生児ではNICUにて頭部スクリーニングの第一選択である。

頭部血管造影は最も侵襲的な検査であり，小児領域ではほとんどがMRA，CTAで代用できると考える。厳密な適応は，脳血管そのものの異常を本態とする疾患（モヤモヤ病，AVMなど）の術前あるいはインターベンション目的に限るべきである。

2. 小児脳のMRI

a. 装置

高磁場装置が望ましい。中～低磁場装置では新生児乳児脳の良好な画像を得るのは技術的に難しい。

b. 検査法

脳は幼児期から小児期にかけても発育を続けており，かつ疾患のスペクトラムが成人とは異なるため，成人患者に用いるプロトコルでは適切でない場合がある^{1,2)}。

良好なS/N比を得るためには，小さい小児の頭にあわせてコイルを選択することが必要である。小児用頭部コイルが使用できれば最適であるが，膝用コイルの使用も考慮すべきである。また撮像対象をコイルの中心にもってこることが非常に重要である。頭部成人用のコイルで新生児，乳児脳の撮像を行う場合には，そのまま入れただけでは後頭部がコイルに近く，前頭部とコイルは距離が離れていて，

前頭部と後頭部の信号強度が均一でなくなるため、正確な診断が困難となる²⁻⁴⁾。頭蓋頸椎移行部の精査には頭頸部用phased array coilが有用である。

スライス厚は、全脳の検査では5 mmまたはそれ以下を、脳幹、下垂体等の精査では3 mm以下を使用する²⁾。

造影MRIの適応は成人と同様であり、炎症性疾患および腫瘍で行う。流速の遅い血管のTOF法MRAでの描出のために使用することもある。

c. 撮像シーケンス

基本のT1強調像(SE法)、T2強調像(SEまたはFSE法)を必ず撮像すべきである。脳の水分含有量が非常に高いので、適切なT2強調像を得るにはTR、TEを長めに設定すべきである。SE法では、TRを3000、TEを120程度まで延長することが有用かつ必要である。プロトン密度像ではTE50~60が適切である^{2,5)}。微妙な陳旧性の微小出血巣を含めた信号変化をとらえるにはSE法が、形態評価にはS/Nの高いFSE法のT2強調像が優れる。当院では検査の最初の横断像にSE法3000/120/60のシーケンスを生後6ヶ月程度まで使用している。1歳未満はこのシーケンスを使用する専門施設もある。FLAIR法は新生児乳児では、あまり有用とは言えない⁵⁾。それ以降の年齢では、追加シーケンスとして使用する意義はある。

T1強調像では、Fast IR法が使用できれば良好なT1コントラストが得られ皮質形成異常などの診断に有用であり、低磁場装置においては、乳児に適切なSE法T1強調像を撮像するのは必ずしも容易ではないので、その代わりとして有用である。

撮像断面としては、T1強調像、T2強調像の横断像をまず施行する。構造異常(奇形など)の評価にはT1強調矢状断像、信号異常の評価に重点を置くならT2強調冠状断像の追加をおすすめする。いずれにしる基本は多断相面撮影である。小児脳では正常像が変化するので、常に一定の基本シーケンスを撮像しないと診断に混乱を来す可能性がある。

MRAでは、モヤモヤ病など動脈性疾患には3D・TOF法を、静脈洞血栓症を疑う場合には低流速(15・20cm/sec)に合わせた3D・PC法または2D・TOF法を行う。

3. 小児の頭部CT

a. 装置

マルチスライスCTに代表される短時間撮影可能な機種が、年少児でも鎮静剤を投与せずに検査ができる可能性が高くなるので望ましい。

b. 検査法

年長児では成人と基本的には変わらないが、テント上下を通じ5 mm以下のスライス厚が望ましいと考える。新生児から乳児期早期では必要に応じて3 mmスライスの使用も考慮するべきである⁶⁾。頭蓋早期癒合症を疑う患児では3 mm以下の骨

条件で評価する必要がある。新生児脳は水分含有量が非常に高いので、年長児よりやや低めの適切なウィンドウ、レベルの設定が正しい読影のために必須である。側頭骨CTの検査法は成人と同様である。

mAs値などの撮影条件は、施設ごと機種ごとに慎重に検討し、診断能を損なわない範囲で被曝軽減に努める。新生児は頭部が小さく骨が薄い、やみくもに撮影条件を下げると水分含量の高い新生児脳の灰白質白質分離に困難を来す。(脚注a) 造影CTの適応は基本的に成人と同様で、血管異常、炎症を疑うとき、腫瘍性疾患の評価時に施行する⁷⁾。

(脚注a) 検査法の記載について少し深読みをすれば矛盾に満ちた内容であることに気づくであろう。新生児脳においてやみくもに撮影条件を下げることを戒めておきながら、一方では3mmスライスを推奨している。これにS/N比の劣化が避けたいマルチスライスCTが加わればめまいがしてくる。「小児虐待のおける骨折の診断」の項でFSS(Film-screen System)とCR(Computed Radiography)の技術的問題について述べたと同様、根本にはエビデンスが現実に追いついていない状況がある。「施設ごと機種ごとに慎重に検討し、診断能を損なわない範囲で被曝軽減に努める」との“逃げ”を用意し、細かな議論に立ち入るのを避けたい、というのが本音である。しかし実際のところ、そこにこそ臨床医たる放射線診断医の真骨頂があるわけで、依頼医との間でうまくコミュニケーションをとりながら、検査計画を立案・指揮して欲しい。

4. 新生児乳児頭部超音波検査

a. 装置

ルーチン検査には5MHzのセクタ型探触子を使用する。皮質および脳表の液体貯留の評価には7MHz以上の高周波リニア型探触子を使用する。カラードップラー機能の付いた装置が望ましい。

b. 検査法^{8,9)}

大泉門上から5MHzのセクタ型探触子を用いてまず冠状断像を得る。探触子を前後に傾けることにより、腹側では前頭葉と側脳室前角を、中央部では前頭葉、頭頂葉、側頭葉の一部と側脳室体部を含めた画像を得る。背側では側頭葉後方、後頭葉、天幕下と側脳室後角を含める。矢状断像では、正中で脳梁、透明中隔腔およびベルガ腔(存在する場合)、第3脳室、中脳水道、第4脳室と小脳虫部を含める。左右に振った矢状断像では、シルビウス裂、周囲白質を含めた側脳室、脈絡叢、caudothalamic grooveを含めた上衣下層を含める。必要に応じて小泉門、閉鎖前の縫合、薄い側頭骨鱗部、頭頂骨からの走査を追加する。以上のうち、正

常と異常に該当する全領域の画像を記録に残す。

カラードップラー法は血管奇形の診断に有用である。

5. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

<文献>

1. 日本放射線科専門医会：小児のMRI．1998 ACR Standards(放射線診療の規範)．江原 茂監修．2000，p359-363．
2. 筑丸勝人，相田典子：小児MRI撮像法．日本磁気共鳴医学会雑誌 2003；23：4-18．
3. 相田典子：小児，検査法のポイント．よくわかる脳MRI．青木茂樹編著．秀潤社，1998，p204．
4. 相田典子：小児脳．脳脊髄のMRI性正常診断．前原忠行編．秀潤社，1997，p79-91．
5. Barkovich AJ：Techniques and methods in pediatric neuroimaging. In Pediatric Neuroimaging 3d ed．Lippincott Williams & Wilkins，Philadelphia，2000，p1-12．
6. 日本放射線科専門医会：成人および小児の神経放射線検査におけるCT施行のためのACR standard．1998 ACR Standards (放射線診療の規範)．江原 茂監修．2000，p85-90．
7. Ball WS Jr，Dunn RS：Technique in pediatric neuroradiology：Computed tomography and Magnetic resonance imaging. In Pediatric neuroradiology Ball WS Jr ed. p17-21 Lippincott-Raven，Philadelphia，1997．
8. 日本放射線科専門医会：小児神経超音波検査試行のためのACR standard．1998 ACR Standards (放射線診療の規範)．江原 茂監修．2000，p243-244．
9. Siegel MJ：Brain. In Pediatric Sonography. 2nd ed. Siegel MJ ed. Raven press，NewYork，1995，p29-30．

(神奈川県立こども医療センター 相田典子)

．小児脊髄，脊椎のMRI/CT/その他の画像診断

1. 各検査法とその適応

a. MRI

脊髄症状の疑われる小児における画像診断の第一選択はMRIである。特に脊髄症(myelopathy)および先天奇形の疑いがある場合は必ずMRIを施行する必要がある¹⁾。

b. 単純X線写真とCT

単純X線写真とCTは、先天異常を含めた骨病変の評価に用いる。造影剤を髄腔注入してのCT Myelographyは例外的な適応を除いてMRIにて十分な情報を得ることができるので行わない。

c. 超音波検査

超音波検査は、新生児期から乳児期早期において簡便かつ有用である。脊髓円錐の位置、脂肪腫の有無でのスクリーニング能は高い。脊髓円錐が正常位置である場合の終糸脂肪腫の診断能には疑問が残っている。異常が見つかった場合にはMRIでの精査に進む。20%程度に他の異常が追加して発見されるといわれている。

2. 小児脊髓のMRI

a. 装置

高磁場装置が望ましい。脳と同様に新生児、乳児の脊髓は水分含有量が高いので、診断に必要なthin sliceで良好なS/Nを得るのは低、中磁場装置では難しい場合がある。

b. 検査法

検査部位に合わせて、感度の高い表面コイル、phased arrayコイルを用いる。スライス厚は原則として3 mmまたはそれ以下のthin sliceを選択する。

脊椎癒合不全症の場合には、thin sliceのT1強調像矢状断像を必ず撮影する。これにT1強調横断像、矢状断または横断のT2強調像のいずれかまたは全部を組み合わせる。全体像の評価にHeavy T2-weighted imagesにMIP処理を行ったMR Myelographyが有用な場合がある。

Myelopathy(脊髓症)では、thin sliceのT2強調像が全脊髓範囲で必要である。原則として矢状断と横断像の両方を撮像する。炎症、腫瘍が疑われる場合には必要に応じて造影検査を追加する。

側弯症における検査は容易でないが、はじめに厚めの冠状断を用いて椎体奇形の状態と脊髓分離症の有無を含む全体像を評価してから、個々に応じた検査を進めることをおすすめする²⁾。

3. 小児脊髓脊椎のCT

a. 装置

マルチスライスCTに代表される短時間撮影可能な機種が、年少児でも鎮静剤を投与せずに検査ができる可能性が高くなるので望ましい。

b. 検査法

骨構造が十分評価できるように、3~5 mm以下のスライスを用いる。

複雑な奇形においては冠状断，矢状断の再構成画像および3D画像が有用である。
mAs値などの撮影条件は，施設・機種ごとに慎重に検討し，診断能を損なわない範囲で被曝軽減に努める。

4．小児脊髄の超音波検査³⁾

a．装置

リニア型高周波探触子（7 MHz以上）を使用する。

b．検査法

患児を腹臥位または側臥位にて，腰背部に直接あてて縦断像と横断像を得る。所見の証拠となる画像は必ず記録に残す。リアルタイム像では脊髄と馬尾の髄液拍動に伴う動きを観察する。脊髄円錐の低位が疑われレベル診断の確定が必要な場合には，背部皮膚に目印を付けて超音波検査直後に脊椎単純X線写真を撮影する方法がある。

5．報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

<文献>

1. Barkovich AJ : Techniques and methods in pediatric neuroimaging. In Pediatric Neuroimaging 3d ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000, p1-12.
2. 筑丸勝人, 相田典子 : 小児MRI撮像法 . 日本磁気共鳴医学会雑誌 2003 ; 23 : p4-18 .
3. Siegel MJ, McAlister WH : Musculoskeletal system and spine. In Pediatric Sonography. 2nd ed. Siegel MJ ed. Raven press, NewYork, 1995, p543-547 .

(神奈川県立こども医療センター 相田典子)

・神経芽腫mass screening陽性例の画像検査の進め方

1．はじめに

固形腫瘍では最も頻度が高い神経芽腫の早期発見を期して，約20年前に全国一律に神経芽腫mass screeningが行政の手で行われることとなった。生後6ヶ月時に検査用の濾紙が対象児を持つ家庭に送付され，それに尿を垂らして返送する。返送を受けた機関は濾紙中のVMA(Vanyl Mandelic Acid) / HVA(Homovanyl Mandelic Acid)を定量する。その際同じ濾紙中に含まれるクレアチニン値で較正し，尿の希

積による影響を排除する。

各都道府県により若干の違いがあるが、2～3度の尿検査により高値が継続して認められる場合に「精査」として画像診断検査にまわることとなる。

2. 適応

「はじめに」に述べたように、尿検査が行われている間は放射線科医が関与することはない。適応は「小児科医から依頼があった場合」というのが現実的なところである。初回の尿中VMA, HVA高値には偽陰性も多いので、VMA, HVAがさほど高値でない場合には、再検をしても高い場合、下がらない場合に依頼されることが多い。

3. 検査法

a. 最初の検査

第1段階は、胸部単純撮影と腹部超音波検査で十分である^{1,2)}。これ以上侵襲的な検査(CT, MIBGシンチグラフィなど)を最初に行ってはならない。

胸部単純X線写真は正面像を撮影する。縦隔腫瘤(主に傍椎体腫瘍)の有無と撮影範囲内の腹部に石灰化を含む異常のないことを確認する。肺尖や、心臓、横隔膜に隠れる陰影に注意を払う。

腹部超音波検査では5 MHzのコンベックス型探触子を用い、腹部のスクリーニングを行う。原則として鎮静下に行う。泣いたり暴れたりしていると、側腹部からの走査で副腎は確認できるが、傍大動脈領域は事実上検査できない。両副腎は必ず確認し画像に残しておく。傍大動脈領域は、前腹壁からの走査では探触子にて圧迫し腸管ガスをどけながら、出来るだけ死角のないように観察する。側腹部～側背部からの検索も、消化管ガスが障碍となることが少ないので有効である。骨盤内の走査も行い仙骨前部を検索する。また肝をウィンドウにし“見上げる”ように走査することで後縦隔下部が観察できるので、可能な限りその範囲を確認する。

超音波検査は放射線科専門医自らが行うことが望ましいが、放射線科医以外が超音波検査を担当している施設では、上記のやり方に従って、腫瘤の存在しないことが、どの解剖学的部位で確認できたのかを明確に報告してもらう必要がある。患児の涕泣や技術的な未熟で観察できなかった領域があるならそれも報告してもらう必要がある。

超音波検査にて適切な観察ができ、腫瘤がないと判断された場合にはここで終わり、他の画像検査をする必要はない。

b. その後もVMA, HVA高値が続くとき

Aで腫瘤を発見できなかったにもかかわらず、その後もVMA, HVA高値が続くときには、第1段階の検査(胸部単純X線写真正面と腹部超音波検査)をもう一

度繰り返す。それにより腫瘍が見つからなければふたたび経過観察とし、VMA、HVA値をもとに経過観察がなされる。胸部単純X線写真が適正に読影され、腹部超音波検査が上述のように施行されていれば、見逃しの可能性は非常に低い。

それでも明らかにVMA、HVA高値が続くときには、腹部から骨盤部のCTを行う。被曝の軽減を訴える声の高まりのために、単純のみまたは造影のみのCTが選択される傾向があるが、単純CTには造影剤を使用しない非侵襲性の他、肝内病変がわかりやすい利点があり、造影CTには血管系のコントラストが付くため、傍大動脈領域などの小腫瘍のわかりやすい利点がある。このCTの適応が“腹部/骨盤の超音波検査と胸部単純X線写真を適正に繰り返しても尿中VMA、HVA高値の原因を説明できない”である以上、CT検査後に技術的な疑問を残すべきではない。それゆえ、本来は単純・造影の両方のCTを行うべきである(ただし、**“腹部/骨盤の超音波検査と胸部単純X線写真を適正に繰り返す”**ことのできる施設が、多くないどころか少ない日本の現状での現実的な答えはない)。

それでもみつからず、高値の続く時には上咽頭を含めた頭頸部のMRIあるいはCTを行う。この段階で¹²³I-MIBGシンチグラフィが行われることがあるが、その適応は「画像診断学的にはやれることはすべてやりました」ということを示すことにある。

c. 胸部単純または腹部超音波検査で腫瘍が見つかった場合

縦隔であれば、大きな範囲と血管系、脊柱管、神経孔との関係性を評価するためにMRIを行う。造影は必ずしも必要ではないが、脂肪抑制後の造影T1強調像で神経孔への腫瘍の入り込みがよくわかる場合がある。石灰化の確認のために単純CTを腫瘍部のみ施行する場合があるが、石灰化の有無と予後との間には関連はなく必ずしも必要ではない。

腹部であれば、造影CTを行う。単純CTは省略可能と考えられる。腸管内造影剤の使用は各施設により装置性能等を考慮して判断する。

遠隔転移の検査には、¹²³I-MIBGシンチグラフィを施行する。早期像(6時間)、晩期像(24時間)を撮像する。原発巣に集積があり(集積率はかなり高い)、他に集積のない場合には、骨シンチグラフィなどの他の検査を追加する必要はない¹³⁾。シンチグラフィ施行前には必ずヨードブロックを行い、甲状腺被曝の軽減に努める。

MIBGシンチグラフィを施行するに当たってその保険適応について述べておかなばならない。このガイドライン作成時点(2003年3月)では神経芽腫を保険適応とするのは¹³¹I-MIBGである。しかし¹³¹Iは線放出核種であること、線のエネルギーが¹²³Iに比べて高く画像が劣ることから、ガイドラインの執筆者はその施行を薦めることは出来ない。一方このガイドラインが薦める¹²³I-MIBGの保険適応には神経芽腫は含まれていない。神経芽腫が疑われる、あるいは神経芽腫が既知の患

児に対してMIBGシンチグラフィを施行する場合には、当該の医療機関にて健康保険支払基金への請求をどのように行うか個別に解決しておく必要がある。

d. マスクリーニング例神経芽腫の無治療経過観察について

近年、マスクリーニング例神経芽腫の自然退縮傾向が広く知られるようになり、多施設でそれぞれ基準を定めて無治療経過観察が行われてきている⁴⁾。経過観察は、検査データ（VMA，HVA値など）と画像診断により行われるので、画像診断医の責任は重く、適切に画像による経過観察が出来ない施設では行えない。放射線科専門医が小児放射線分野にかかわるよい機会になると考えられる。

神奈川県立こども医療センターにおける無治療経過観察の基準は別に示すとおりである。現在まで約7年を経過しているが、臨床予後に悪影響があった例はない⁵⁾。基準に若干の違いはあるが、同様の経過観察は埼玉県立小児医療センター、静岡県立こども病院などの小児医療施設と聖マリアンナ医科大学等で行われている。画像での経過観察は、縦隔腫瘍はMRIで、腹部は超音波検査で行う⁶⁾。これもスクリーニング時と同様に鎮静下で行うことを原則とする。時期は1回目が1ヶ月後、その後は原則として3ヶ月間隔で、腫瘍マーカー等の検査値が上昇したときは適宜間隔を縮める。画像検査で腫瘍に縮小傾向がすぐ認められなくても、画像上の腫瘍の縮小は検査値正常化に遅れておこる傾向があるので、検査データが下降傾向であれば経過観察を続行することが可能である^{7,8)}。

4. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

Mass screening 神経芽腫無治療経過観察基準（神奈川県立こども医療センター）

- 1) 24時間蓄尿による尿中VMA，HVAが正常値の2倍以下，血清フェリチン100ng/ml，NSE 30ng/ml以下
- 2) 腫瘍最大径が5 cm以下
- 3) 臨床病期が 期， 期
- 4) 画像診断で容易に経過観察できる
- 5) 経過観察後1ヶ月以内に腫瘍マーカーの50%以上の増加，腫瘍の著しい増大が認められない。
- 6) 保護者のinformed consentがある

<文献>

1. Fujioka M : Role of the imaging procedures in the neuroblastoma screening program-15 years experience. Asian Oceanian Congress of Radiology April 1998, Kobe, Japan.

2. Fujioka M, Saiki N, Aihara T, et al: Imaging evaluation of infants with neuroblastoma detected by VMA screening spot test. *Pediatr Radiol* 1988; 18: 479-482.
3. 川本雅美, 小野慈, 相田典子, 他: 神経芽細胞腫における¹²³I-MIBGシンチグラフィの有用性 - CT・MRI・骨シンチグラフィ・腫瘍マーカーとの比較 - *日医放誌* 1995; 55: S65.
4. Yamamoto K, Hanada R, Kikuchi A: Spontaneous regression of localized neuroblastoma detected by mass screening. *J Clin Oncol* 2000; 16: 1265-1269.
5. Nishihira H, Toyoda Y, Tanaka Y, et al: Natural course of neuroblastoma detected by mass screening: A 5-years prospective study at a single institution. *J Clin Oncol* 2000; 18: 3012-3017.
6. 竹内真帆, 相田典子 教育講座: 神経芽腫無治療観察例の画像経過 *小児放射線技術* 1999; 24: 55-60.
7. 竹内真帆, 相田典子: 神経芽腫無治療観察例の画像経過 - 続報; 縮小例における腫瘍径と検査値の経時的な変化. *日医放誌* 1998; 58: S86.
8. Miyasaka M, Aida N, Takeuchi M, et al: Natural course of neuroblastoma detected by mass screening: The role of diagnostic imaging. 45th annual meeting of the society for pediatric radiology. Philadelphia, 2002.

(相田典子)

．上気道閉塞性疾患の画像診断

1. はじめに

乳幼児の急性上気道閉塞性疾患(いわゆるクループ症候群)を対象とする。クループ症候群の中で最も頻度が高いウイルス性クループ(いわゆる仮性クループ)はその定型的な臨床経過と症状から、基本的には臨床的に診断されるべきもので、補助診断法が必要になる場合は限られる。

しかし、

- ・診療科の中で専門が細分化される傾向は小児医療でも例外ではない。
- ・卒後教育を担う大学病院では小児科医といえども急性上気道閉塞性疾患を診療する機会がなく、その診断法を習得しないまま第一線の小児医療の現場に駆り出される場合がまれならずある。
- ・救急を含めた小児の一次医療を担当する小児科医の絶対的不足が現状としてあり、他科医がそれを分担せざるを得ない状況が存在する。

等々の、放射線科医による画像診断ガイドラインの策定以前の問題が、1～2年単

位の短期間では全く改善を期待することができない状態で厳然と存在している。

このような状況を前に「クループ症候群は臨床的に診断できる」と述べることは建前倒れにすぎず、日常診療の場で放射線科医の存在感を増す道を自ら閉ざすことに他ならない。

そういった現実在即せば、クループ症候群の診断において画像診断法が役立つ場面は決して少なくない。「方法はどうかあれ、まず診断。そのような経験を重ねるうちにスタッフ全体のレベルが向上して、ほとんどの症例において画像診断が必要なくなる」その第一歩になればと思う。次版では本項が削除されるか大幅に改訂されることを願うものである。

クループ症候群の診断に補助診断法が必要になる状況下でも、最近の主流は喉頭ファイバースコープとなっている。これには鎮静の必要がなく外来で施行が可能であること、放射線被曝を伴わないという利点がある。この設備とそれを使うことのできる技術を持った医師が診療している施設ではこれが第一選択となる。しかし、乳幼児を対象に24時間“喉頭ファイバースコープにて診断”が可能な医療機関の数と、その時間帯に単純X線撮影が可能な医療機関の数を比べれば、後者が圧倒的に前者を凌駕する状況が今の日本にはある。そしてこの状況はやはり1年、2年といった短期では変わらないはずである。総合病院の放射線科で働く放射線科医を対象としてガイドラインを作成する場合、後者のような状況にある医療機関を想定することは已むを得ないことであろう。

2. 上気道閉塞性疾患の臨床

クループ症候群の中で最も頻度が高く、日常臨床の場でよく遭遇するのはウイルス性クループである。好発年齢は3ヶ月～5歳。原因はパラインフルエンザウイルスB型が多い。多くは喉頭を中心とした炎症性浮腫をきたし、特有な咳と上気道の閉塞症状を呈する。呼吸困難の程度は一般的に軽く、多くは保存的治療にて治癒する。

乳幼児は呼吸「困難」を言葉で表現することはできないから、これを喘鳴([ぜんめい]、“ぜいめい”は誤読)に置き換えた方が日常臨床の場では実際的であろう。喘鳴を吸気性と呼気性に分類することで気道閉塞の局在をある程度推測することができる。閉塞機転が上気道に局限している場合、吸気性喘鳴が呼吸困難の主体となる。ただしこれは閉塞機転の程度にも依存する。閉塞の程度が強ければ呼気性喘鳴も伴うこととなる。そのような強い上気道閉塞を呈する疾患が喉頭蓋炎epiglottitisである。またウイルス性クループにおいて閉塞機転が上気道を越えて下気道にまで及べば、当然吸気・呼気いずれにおいても呼吸困難(喘鳴)を呈することとなる。そのような呼吸困難を呈する代表的疾患が喉頭気管気管支炎laryngotracheobronchitisである。

喉頭蓋炎の好発年齢はウイルス性クループより高く2～7歳である。原因はヘモ

フィルスインフルエンザ菌が多いとされている。まれな疾患ではあるが気道閉塞の程度は高度であることが多く、“potentially life-threatening condition(いつ死んでもおかしくない状態)”と考えるべきである。したがって喉頭蓋炎の見逃し、あるいは喉頭蓋炎をウイルス性クループと誤診してしまうことは厳に避けねばならない。

3. 画像診断を進める前に

小児画像診断は画像診断のどの専門分野よりも“problem-oriented”(適当な邦訳はないが、敢えて訳せば「まず、臨床情報ありき」)である。効率のよい正確な画像診断は、実際の検査に入る前の段階でどれだけ精選された正確な臨床情報を依頼医から得られるかに大きく依存する。言い換えれば、放射線科医による画像診断の正確さは依頼医のウデ次第と言える。したがって依頼医のウデの良し悪しを正確に判断する目が、シャウカステンに掛けられた写真を見る目以上に重要になってくる。乳幼児のクループ症候群の画像診断を担当するに当たっては、当該患者を診察した依頼医がどのような医師であるかに応じて対応する必要がある。筆者はその別を下のように分類している。

- ・ 依頼医が小児科医で、ウデを信用できる場合
- ・ 依頼医が小児科医であるが、日頃の診療からウデを信用できない場合
- a. 呼吸困難の原因が上気道閉塞によって起こり得ることを知っている場合
 - i) 上気道閉塞性疾患の診断に画像診断が役立つ場合があることを知っている場合
 - ii) 画像診断が役立つ場合があることを知らない場合
- b. 呼吸困難の原因が上気道閉塞によって起こり得ることを知らない場合
 - ・ 依頼医が小児科医ではない場合
 - a. 小児の診療に関してウデを信用できる場合。すなわちウデのよい小児科医に比肩する技量を有している場合。
 - 1 に準ずるが、極めて稀な状況で無視できる。しかしこのような医師が同僚にいる場合、その僥倖を素直に喜ぶべきである。
 - b. 小児の診療に関してウデを信用できない場合
 - 2 に準ずる。

4. 検査法

a. 頸部気道

1. 側面像

側面像の撮影は、頸椎を伸展させ吸気時に行うことが原則である。これは後述するように咽頭後壁の肥厚を避けるためである。

しかし喉頭蓋炎が疑われる時は頸椎伸展の強制は禁忌となる。喉頭蓋炎ではごく軽微な気道への外傷機転が急激な気道閉塞の増悪をもたらしうるからである。したがって“ウデの良い医師”からの依頼である場合()は、相当の注意を払って撮影する必要がある。原則的には患児を放射線部にまで搬送せず、ポータブル撮影を行う。撮影時の体位は、そのときに患児が取っている姿勢のままで行う。多くの場合起座位を取っているはずである。仰臥位を強制してはならない。已むを得ず患児を放射線部まで搬送する場合には、乳幼児の緊急心肺蘇生の技術を持ったスタッフの同行を求める。ただし臨床医のウデの良し悪しにはこの様なことへの気配りができるか否かも含まれるから、多くの場合指示に従うだけでよい。 の場合には、撮影に入る前に呼吸困難の程度の確認が必要になる。

たまたま曝射のタイミングが呼気相であった場合、被検児が1歳未満の乳幼児であると咽頭後壁が生理的に肥厚して咽後膿瘍と非常に紛らわしい像を呈することがあり、注意を要する。曝射の際、頸部が前屈しているとその傾向がさらに強くなる。頸部気道側面像が依頼されるには依頼側にそれなりの理由があるはずで、咽頭後壁の肥厚が呼気によるものであってもそのような写真が依頼医の元に届られれば容易に「咽後膿瘍」との診断が付けられかねない。

もちろんそのような「咽後膿瘍」の予後はよいから、不必要な抗生剤を投与される以外には実害は発生しない。しかし依頼元に“出荷”する前にそのような写真がチェックできる状況にあるなら、依頼医と相談の上必要があれば「吸気で！」と特記した依頼を出してもらい、再撮影して所見の再現性を確認する手だてを取ってほしい。

撮影管電圧は70kvpで撮影する。

2. 正面像

高圧撮影が原則である。高エネルギー銅フィルター法high energy copper filter techniqueにて撮影すればより骨影が目立たなくなり、気道のコントラストが改善する。1mm厚の銅板の被写体側に0.5mm厚のアルミニウムの薄板を重ねてフィルターとする。管電圧は120kvpである。アルミニウムの薄板を重ねるのは銅フィルターにX線が当たった時に出る8keVの特性X線を除去するためである。8keVのX線は被検者皮膚表面に到達して被曝線量を増やすが、フィルムの感光には寄与しない。アルミニウムの薄板から出る特性X線は1.5keVで、空气中で散乱吸収されて被検者には到達しない。

b. 胸部単純X線写真

呼吸器症状があって撮影される場合は、少なくとも初回は正面(後前)・側面の2方向撮影を勧める。撮影管電圧は準高圧～高圧撮影である。照射野に喉頭を含めるか否か、施設毎の特殊性による。

5. 画像診断

・依頼医が小児科医で、ウデを信用できる場合

“ウデの良い”医師が依頼主である場合には、ウイルス性クループが画像診断の対象となることはないと考えてよい。その多くは臨床経過/症状が特徴的で、現病歴と現症の把握だけで診断が可能だからである。画像診断が適応となるのは呼吸困難の程度が強く、吸気時・呼気時のいずれにおいても喘鳴を伴う場合である。すなわち喉頭蓋炎と喉頭気管気管支炎の鑑別が画像診断の目的となる。さらに突っ込んで目的を言えば、“いつ死んでもおかしくない状態”である稀な喉頭蓋炎の否定である。この場合頸部気道側面像が適応となる。

頸部気道側面像を撮影し、喉頭蓋、披裂喉頭蓋襞の肥厚がなければとりあえずは生命の危険はない(すなわち喉頭蓋炎ではない)と判断できる。

・依頼医が小児科医であるが日頃の診療からウデを信用できない場合で、呼吸困難の原因が上気道閉塞によって起こり得ることを知っており、なおかつ上気道閉塞性疾患の診断に画像診断が役立つことを知っている場合 (・a・i)

ウイルス性クループでは、正面像における“winebottle appearance”(注1)がその臨床的有用性を離れて人口に膾炙した状況を時に目にする。このような状況では、上気道の単純X線撮影の依頼が大量になりうる。

前述したようにクループ症候群の画像診断においては、頸部気道側面像が正面像に優先するが、ウイルス性クループの診断を単純X線写真に依存する状況ではその逆の(すなわち、正面像のみが依頼される)状況が現出する。乳幼児の急性上気道閉塞性疾患の中では圧倒的にウイルス性クループの頻度が高いから、声高に側面像の有用性を叫べば叫ぶほど、正面像に比べてそれが役立たない状況が多く現れるからである。自身の経験のみに基づいてリスクの軽重の判断を下す医師であれば、被曝を恐れて側面像の依頼を控えるであろうことは想像に難くない。

しかし喉頭蓋炎でも炎症性浮腫が喉頭下に及び頸部気道正面像においてよく似た所見を呈する。喉頭蓋炎はウイルス性クループに比べればはるかに頻度が低いから、単純X線所見を盲信して喉頭蓋炎をウイルス性クループと誤診する危険は実際上低いであろう。しかし喉頭蓋炎は死を招きうる疾患、かたやウイルス性クループは基本的に保存的治療で治癒する疾患である。頻度は低くても許される誤診ではない。

もう一つ。正常児でもsubglottic shoulder(注2)がはっきりせず、winebottle appearance様に見えることがある。これは呼吸による気流が喉頭を通過している場合に認められるもので、多数例を経験していても時に迷うことがある。

このような状況では、辛抱強く「側面像の有用性とその意義」、そして「正確な臨床症状の把握の重要性」を説き続ける以外にない。

・依頼医が小児科医であるが日頃の診療からウデを信用できない場合で、呼吸困難の原因が上気道閉塞によって起こり得ることを知っているが、上気道閉塞性疾患の診断に画像診断が役立つことを知らない場合（ -a-ii）、あるいは呼吸困難の原因が上気道閉塞によって起こり得ることを知らない場合（ -b）

このような医師から画像診断依頼が出る場合は、胸部単純X線撮影に限られるはずである。胸部単純X線写真の照射野を上気道（具体的には「喉頭」）まで含めることで、winebottle appearanceがあればその所見を検出することはできる。ただし前項でも述べたとおり、喉頭蓋炎でもwinebottle appearanceによく似た像が現れるので、正面像だけの依頼である場合には報告に当たってあらかじめ弁明を書き添える配慮が、自らを守るために必要になる。

また胸部単純X線写真の照射野を喉頭にまで広げることで、電離放射線によって発癌する頻度の高い臓器である甲状腺への被曝は当然増加する。このことに伴って発生する説明責任は施設毎に解決されるべきもので、残念ながらガイドラインの中で一般論を展開することはできない。

6. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

注1 炎症性浮腫が喉頭下気管に及びいわゆるsubglottic shoulder（注2）が失われる結果生じる。“なで肩”のワインの瓶の形状を思い浮かべてほしい。

注2 喉頭から喉頭下気管の形状が正面像から見て“人の肩”に似ていることにちなむ呼称。

（埼玉県立小児医療センター 相原敏則）

・小児腹部腫瘍の画像検査

1. はじめに

腹部腫瘍を呈した患児においては迅速な診断を下す必要がある。いたずらに画像検査法を通常の予約業務に従って引き伸ばしてはならない。それは新生児では水腎症、副腎出血、消化管閉鎖症、新生児、乳児では拡張した膀胱、リンパ管腫、腸管重複症等の嚢腫、児童では拡張した消化管、総胆管嚢腫等の良性疾患があるが、基本的には進行の早い悪性腫瘍の否定を念頭にいった検査が多いからである。

2. 画像診断の意義

腹部腫瘍を呈した患児の診断は画像診断なくしては成り立たない。画像診断に求められることは腫瘍本体の鑑別と治療法に関する情報の提供にある。特に悪性腫瘍が疑われた際にはその病期を診断する必要がある。手術適応症例では病変の占拠部位、血管、胆管、尿管等の管腔構造との関係、隣接臓器への浸潤の有無等の診断を行う必要がある。逆に言えば、原発臓器と病期が決定できれば画像診断はその役目のほとんどを全うしたと考えてよい。

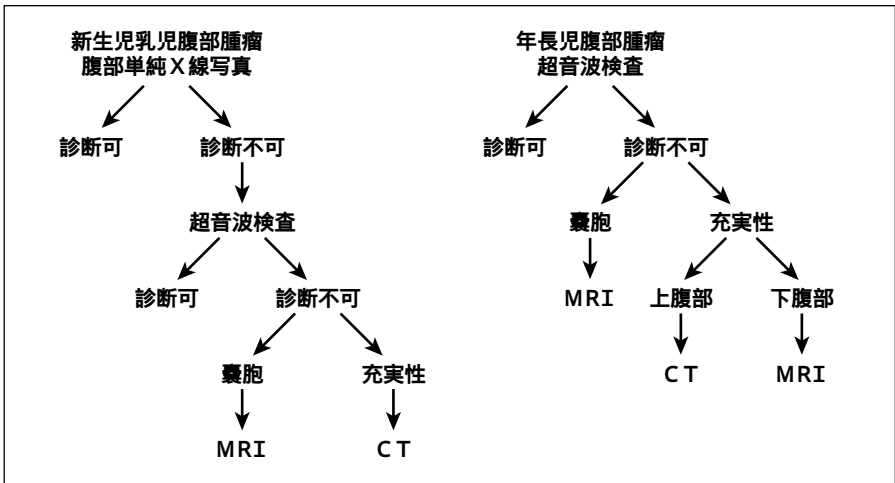
3. 検査法の選択

検査法の選択は患児にとって侵襲が少なく且つ情報量が多いものから順次行う。小児腹部悪性腫瘍の内、特徴的な血液生化学所見を呈するものではその情報も画像検査の選択の上で重要な因子となる。原則的な検査法選択枝を以下に記す。

新生児、乳児においては腹部単純写真または超音波検査を第一に行う。水腎症、多嚢胞性異形成腎、嚢胞腎、副腎出血、消化管閉鎖症、拡張した膀胱、リンパ管腫、腸管重複症等はこれらの検査法でほぼ診断が可能である。必要に応じて消化管検査、尿路検査等の他の検査を追加する。これらの検査で診断が不可能な症例で嚢胞性腫瘍は原則MRIで、充実性腫瘍は原則CTで精査する。

乳児期以降においては超音波検査が原則として第一選択の検査となる。この検査で診断がつかない場合、嚢胞性腫瘍はMRIで、充実性腫瘍のうち上腹部腫瘍はCT、下腹部腫瘍はMRIで精査する。

小児腹部腫瘍の鑑別診断には血管造影は有用ではない。ガリウムシンチグラフィも悪性リンパ腫が疑われた場合以外有用ではない。



4. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

<文献>

1. Merten DG, Palmer PES, Sweet EM, et al : Rational use of diagnostic imaging in paediatrics. WHO Technical report series 757. 38-52.
2. Daneman A: Disappearing abdominal masses in fetuses, neonates and infants. Sillabus Paediatric Radiology. The state of the art in 2000 ; 5-8.
3. Caffey s Pediatric X-ray Diagnosis : Abdominal mass. Silverman FN, Kuhn JP, eds. St. Louis : Mosby ; 1993. 1125-1128.
4. 荒木 力: 腹部腫瘍。臨床放射線1997 ; 11 : 1318-1325.

(東邦大学大橋病院 甲田英一)

・小児上部消化管造影検査

1. はじめに

小児の消化管造影検査は特にその被曝の影響を考え、必要かつ十分な検査であることを常に留意しなければならない。

2. 適応

小児の上部消化管造影検査は臨床所見から上部消化管に異常が疑われた場合適応になるが、主な症状、疾患は以下のとおりである。

- a. 新生児，乳児で哺乳中等に酸素分圧の降下，徐脈を認めるもの。
- b. 新生児で上部消化管閉塞を認め，超音波検査で新生児肥厚性幽門狭窄症，腸回転異常症の診断が不確定であったもの。
- c. 繰り返す肺炎を認めるもの。
- d. 頻繁に嘔吐を認めるもの。
- e. 気道閉塞症状を認めるもの。
- f. 嚥下障害を認めるもの。
- g. 腹痛を訴えるもので上部消化管にその原因が疑われるもの。
- h. 静脈瘤が疑われるもの。
- i. 食道狭窄が疑われるもの。

3. 検査法

a. 前処置および前投薬

検査前は原則として禁飲食とする。禁飲食の時間は検査の目的、患者の年齢によって決定する。

前投薬は粘膜面を精査する場合以外は必要としない。粘膜面を検査する場合は患児の体重、身長にあわせて鎮痙剤を投与する。

b. 検査室、患児の管理、固定

新生児、乳児の検査では特に患児の体温が低くならないように室温、保温に留意する。

新生児、乳児で哺乳中等に酸素分圧の降下、徐脈を認めるものでは検査中その酸素飽和度をモニターする。その他患児の状態に応じて全身状態をモニターする。上記管理の為、検査は原則医師1名、看護師1名以上で行う。

患児の固定(不動化)は患児の状態に応じて伸縮包帯又は機械式固定具で行う。

c. 造影剤の選択

粘膜面の精査が必要な場合は濃度100W/V%以上のバリウム製剤を使用する。粘膜面の精査が必要ない場合は生理食塩水で希釈した30%W/V以下のバリウム製剤を使用する。大量の誤嚥が疑われる場合は非イオン性水溶性造影剤を使用することが望ましい。誤嚥する可能性がある患児ではイオン性高浸透圧水溶性造影剤(たとえば、ガストログラフィン)を使用してはならない。

d. 手技

1) 哺乳中等に酸素分圧の降下、徐脈を認めるもの、頻繁に嘔吐を認めるもの、繰り返す肺炎を認めるもの、および嚥下障害を認めるもの。

新生児、乳児で誤嚥が疑われた場合、まずNGチューブを気管分岐部の高さまで食道内に挿入する。そこから造影剤(保険適応内では20~30W/V%のバリウムを使う)を注入して、H型気管食道瘻の有無を検索する。観察時の撮影体位は右下側臥位で、側面像にて検索する。チューブを初めに使用する理由は、造影剤を経口摂取させた上部消化管検査では、誤嚥を起こした部位が下咽頭なのか食道気管間にあるのかの鑑別が出来ないからである。H型気管食道瘻は気管入口部から気管分岐部までに存在し、胸骨切痕の2cm前後に開口することが多いので、その部分を重点的に検索する。繰り返しになるがイオン性造影剤は誤嚥した場合の副作用が高いことから使用しない。H型気管食道瘻の除外診断をしながら、他方ではI.I.を動かし胃に達した造影剤により胃の出口狭窄(gastric outlet obstruction: 頻度の高い疾患は肥厚性幽門狭窄症)の有無、中腸回転異常(malrotation)の有無にも留意する。H型気管食道瘻の診断のために最初に被検児の取らせる体位である右下側臥位はこれら(胃の出

口狭窄とmalrotation)の診断にも適している。なぜなら、右下側臥位では造影剤は胃内において前庭部を満たし胃の出口から十二指腸の造影に最適な体位となるからである。また、その体位では胃泡を満たすのは造影剤ではなく空気であるから、嘔吐しても吐瀉物が少ないという安全面での利点もある。

H型気管食道瘻を除外診断した後、患児が通常使っている乳首、ほ乳瓶を使って造影剤を飲ませ嚥下運動を観察する。以上は患児を右下側臥位にして側面像の透視下で観察する。嚥下運動の観察が終わったら、胃食道逆流現象の有無を背臥位で断続的に5分間観察する。これらの透視像はビデオテープ等に録画しておく。

嚥下異常を認めた場合は以下の検討が更に必要になる。咽頭部で誤嚥を起こす確率は固形物より流動物で高く、流動物ではその粘度が低くなると高くなる。粘稠度の違いで起きる誤嚥の原因は咽頭腔への流入時間と咽頭内停留時間にある。粘稠度の低いものでは、咽頭腔への流入は早くなり、咽頭内停留時間は短くなる。従って、喉頭挙上不全に基づく誤嚥症例では、粘稠度の高いミルクの投与が特に有効になる。これらの症例では造影剤の粘度を増粘多糖類を加えることで調節し、誤嚥の改善の有無を検討する必要がある。また新生児、乳児では乳首の形によっても、ミルクの流入量、流入速度が異なり、誤嚥を起こす頻度が異なってくる。従って、これらの違いによる画像所見も治療法の選択に関与してくる。

胃食道逆流現象を認めた場合には食物胃滞留時間延長の有無が問題となり、これらの検査も嚥下運動の検討に引き続いて行う必要がある。食物胃滞留時間の延長を伴う胃食道逆流現象患児では消化管運動調節剤の投与を行い、消化管蠕動の変化の有無、食物胃滞留時間の短縮の有無を検討することも重要である。ただし胃食道逆流現象の検索に当たっては、「上部消化管造影は定量性に欠ける」という点に留意する必要がある。胃食道逆流を来しうる器質的疾患の診断と否定に重点を置くべきで、その定量にはRI検査、食道pHモニタリングなど他の方法を考慮すべきである。

2) 上部消化管狭窄性病変が疑われたもの。

新生児、乳児で消化管狭窄性病変が疑われた場合、NGチューブをまず第1に挿入する。内容を吸引したうえで、右下側臥位透視下で造影剤を注入し、食道盲端の有無、胃からの造影剤流出を観察する。造影剤は非イオン性低浸透圧造影剤を用いることが望ましい。検査終了後、造影剤は必ず吸引回収する。

ただし、食道閉鎖、十二指腸閉鎖など典型的な上部消化管閉塞では、その診断は通常単純X線写真だけで十分である。

3) 上部消化管が原因と考えられる腹痛を認めたもの。

腹痛の原因検索に関しては潰瘍性病変の評価のために二重造影検査を行う。この手技は成人のそれと大差ないので本稿では割愛する。その他の原因として肺炎、総胆管嚢腫、内ヘルニア、メッケル憩室等、小児に特有な疾患の存在があることを常に考慮して検査を施行する必要がある。一旦バリウムを経口投与してしまうとそれが完全に排泄されるまでCTの施行が不可能となるし、RI検査の傷害ともなるからである。後2者が疑われた場合には小腸末端までのfollow through検査を行う。

4) 血管輪による気道閉塞症状を疑われたもの、静脈瘤が疑われるもの。

新生児乳児ではNGチューブをまず第一に挿入する。血管輪が疑われたものでは充盈像で異常血管による圧迫像を検査する。ただし、横断像が得られ造影剤を静注することにより血管を特異的に識別でき時間分解が優れたCT検査が可能になっている施設においては、CTが第一選択になるであろうことは疑問の余地がない。そのような場合には上部消化管造影は、外科医の希望に応じて行う付加的な意味しか持たないものとなる。

静脈瘤が疑われるものでは二重造影像と必要に応じて充盈像を撮像する。

4. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

5. 機器, その他

小児上部消化管造影検査は成人と比較して被検者の放射線感受性が高いこと、予想される生命予後が検査後長いこと、体厚が薄いことから成人の装置に最低限以下に記載する改良または要点を持ったものを使用すべきである。

装置のイメージインテンシファイアー(I.I.)は大きなものほど同一濃度分解能下では被検者皮膚線量が低減できるので、I.I.は大きなものほど望ましい。管球がUnder couchとOver couchのものでは前者のほうが画質が良く、検査施行者の被曝も軽減されることからUnder couchのものを使用することが望ましい。IVRを施行する装置ではUnder couchの装置では手技が天板によって妨げられるのでこの限りではない。天板は被検者から離れば離れるほど透視線量が増大するので、患児になるべく近づけて使用する。成人の消化管X線透視撮影装置では大部分が遠隔操作装置であるが、小児のそれでは検査施行者は必ず患児に接して近接操作が可能なものを使用すべきである。X線の照射時間は常に必要最低限になるよう心がけるべきである。X線照射のon, offは操作盤上の手スイッチを使用すると余分な被曝を加えることが多くなるので、必ず足踏みスイッチを使用する。パルス透視を併用できる検査では極力それを使用することが望ましい。成人では透視線量をコントロールする自動照度

装置を使用するが小児では充盈像で検査することが多く、その場合透視線量が自動的に必要以上に高くなるので、その解除が可能なものでなくてはならない。新生児、乳児では体厚が薄く、散乱線除去のためにグリッドを使用する必要は無い。従ってグリッドは取り外し可能なものが望ましい。管球側には成人用に通常装着されている1.0~2.0アルミ等量フィルターの他に、軟線除去の為0.1~0.2銅等量のフィルターを装着することが望ましい。X線照射野は出来る限り狭める。体格の小さい患児ではスポット撮影時に透視時の照射野が適応されるように装置をセットアップする。自動開放ボタンを使用してはならない。透視像の光学的拡大は被曝線量の増大をもたらすので必要最小限にとどめる。透視像はいつでも再生可能な状態で行うべきである。IVR施行時には透視画面の任意の静止画像がモニターできるテレビ装置が通常の透視用テレビ装置の他に設置されていることが望ましい。スポット撮影は被曝線量が低減できる透視線量下でのデジタル画像が撮像できるものであるべきである。

6. 品質管理と改善, 安全, 感染のコントロール, 患者教育の問題

この出版物に別記記載されたものに準拠しなければならない。

<文献>

1. Cohen MD : Choosing contrast media for the evaluation of the gastrointestinal tract of neonate and infants. *Radiology* 1987 ; 162 : 447-456.
2. Kohda E , Hisazumi H , Hiramatsu K : Swallowing dysfunction and aspiration in neonates and infants. *Acta Otolaryngol* 1994 ; Suppl 517 : 11-16.
3. Wang JZ , Kohda E : Congenital H-type tracheoesophageal fistula : Two cases safely diagnosed with metrizamide. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* 1985 ; 45 : 1009-1016.
4. Maxson RT , Harp S , Jackson RJ , et al : Delayed gastric emptying in neurologically impaired children with gastroesophageal reflux : the role of pyloroplasty. *J Pediatr Surg* 1994 ; 29 : 726-729.
5. Berquist WE , Rachelefsky GS , Kadden M , et al : Gastroesophageal reflux associated recurrent pneumoia and asthma in children. *Pediatrics* 1981 ; 68 : 29-35.
6. Hebra A , Hoffman MA : Gastroesophageal reflux in children. *Pediatr Clin Norht Am* 1993 ; 40 : 1233-1251.
7. Cohen MD , Towbin R , Davis S , et al : Comparison of iohexol with barium in gastrointestinal studies of infants and children. *AJR* 1991 ; 156 : 345-350.
8. McAlister WH , Kissane JM : Comparison of soft tissues of conventional ionic , low osmolar ionic and nonionic iodine containing contrast material in experimental

- animals. *Pediatr Radiol* 1990 ; 20 : 170-174.
- 9 . Newman LA , Cleveland RH , Blickman JG , et al : Videofluoroscopic analysis of the infant swallow. *Invest Radiol* 1991 : 26 : 870-873.
- 10 . Zerlhi KS , Stefans VA , DePietro MA : Protocol for the use of videofluoroscopy in pediatric swallowing dysfunction. *Am J occup Ther* 1990 ; 44 : 441-446.
- 11 . Leape LL , Holder TM , Franklin JD , et al : Respiratory arrest in infants secondary to gastroesophageal reflux. *Pediatrics*. 1977 ; 60 : 924-928.
- 12 . Schneider KO : Optimisation of fluoroscopy in pediatric patients. *Sillabus Paediatric Radiology. The state of the art in 2000* ; 37-42.
- 13 . Merten DG , Palmer PES , Sweet EM , et al : Rational use of diagnostic imaging in paediatrics. WHO Technical report series 757 ; 38-52.
- 14 . Brown PH , Thomas RD , Silberberg PJ , et al : Optimization of a fluoroscope to reduce radiation exposure in pediatric imaging. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 229-235.
- 15 . Brown PH , Silberberg PJ , Thomas RD , et al : A multi hospital survey of radiation exposure and image quality in pediatric fluoroscopy. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 236-242.

(甲田英一)

・小児の小腸造影検査

1 . はじめに

小児の小腸造影検査は特にその被曝の影響を考え、必要かつ十分な検査であることを常に留意しなければいけない。

2 . 適応

小児の小腸造影検査は腹痛、下血、腹部膨満等の症状から小腸疾患が疑われるか、小腸疾患手術後の他覚所見等から小腸疾患が疑われて行われる。本検査に先立ち虫垂炎、腹部腫瘍、ヘノッホシェーンライン紫斑病等、超音波検査が適応となるものはまず超音波検査を行うべきである。代表的適応疾患には手術後吻合部狭窄、漏出、短小腸症、メッケル憩室、クローン病、消化管蠕動異常症がある。

3 . 検査法

a . 前処置および前投薬

検査前は原則として禁飲食とする。禁飲食の時間は検査の目的、患者の年齢に

よって決定する。

前投薬は粘膜面を精査する場合以外は必要としない。粘膜面を検査する場合は患児の体重，身長にあわせて鎮痙剤を投与する。

b. 検査室，患児の管理，固定

新生児，乳児の検査では特に患児の体温が低くならないように室温，保温に留意する。

新生児，乳児で哺乳中等に酸素分圧の降下，徐脈を認めるものでは検査中その酸素飽和度をモニターする。その他患児の状態に応じて全身状態を機器で監視する。上記管理の為，検査は原則医師1名，看護師1名以上で行う。

患児の固定（不動化）は患児の状態に応じて伸縮包帯又は機械式固定具で行う。

c. 造影剤の選択

粘膜面の精査が必要な場合は濃度80%W/V以上のバリウム製剤を使用する。粘膜面の精査が必要ない場合は以下の例外を除き原則生理食塩水で希釈された30%W/V以下のバリウム製剤を使用する。消化管外に造影剤が流出する可能性がある場合，消化管に閉塞もしくは狭窄が疑われる場合は非イオン性低浸透圧水溶性造影剤を使用する。大量の誤嚥が疑われる場合も非イオン性低浸透圧水溶性造影剤を使用することが望ましい。誤嚥する可能性がある患児ではイオン性高浸透圧水溶性造影剤を使用してはならない。

d. 手技

造影剤の投与は経口又は経管的に行い，造影剤の先進部を適宜透視下に確認する。メッケル憩室が疑われる場合は特に造影剤先進部の確認が重要である。小児小腸疾患の大部分は充盈検査が主となるが，クローン病等で潰瘍性病変を認めた場合は圧迫法，二重造影法を適宜施行する。

4. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

5. 機器，その他

小児小腸造影検査は成人と比較して被検者の放射線感受性が高いこと，予想される生命予後が検査後長いこと，体厚が薄いことから成人の装置に最低限以下に記載する改良または要点を持ったものを使用すべきである。

装置のイメージインテンシファイアー(I.I.)は大きなものほど同一濃度分解能下では被検者皮膚線量が低減できるので，I.I.は大きなものほど望ましい。管球がUnder couchとOver couchのものでは前者のほうが画質が良く，検査施行者の被曝も軽減されることからUnder couchのものを使用することが望ましい。IVRを施行する装置では

Under couchの装置では手技が天板によって妨げられるのでこの限りではない。天板は被検者から離れれば離れるほど透視線量が増大するので、患児になるべく近づけて使用する。成人の消化管X線透視撮影装置では大部分が遠隔操作装置であるが、小児のそれでは検査施行者は必ず患児に接して近接操作が可能なものを使用すべきである。X線の照射時間は常に必要最低限になるよう心がけるべきである。X線照射のon, offは操作盤上の手スイッチを使用すると余分な被曝を加えることが多くなるので、必ず足踏みスイッチを使用する。パルス透視を併用できる検査では極力それを使用することが望ましい。成人では透視線量をコントロールする自動照度装置を使用するが小児では充盈像で検査することが多く、その場合透視線量が自動的に必要以上に高くなるので、その解除が可能なものでなくてはならない。新生児、乳児では体厚が薄く、散乱線除去のためにグリッドを使用する必要は無い。従ってグリッドは取り外し可能なものが望ましい。管球側には成人用に通常装着されている1.0～2.0アルミ等量フィルターの他に、軟線除去の為0.1～0.2銅等量のフィルターを装着することが望ましい。X線照射野は出来る限り狭める。体格の小さい患児ではスポット撮影時に透視時の照射野が適応されるように装置をセットアップする。自動開放ボタンを使用してはならない。透視像の光学的拡大は被曝線量の増大をもたらすので必要最小限にとどめる。透視像はいつでも再生可能な状態で行うべきである。IVR施行時には透視画面の任意の静止画像がモニターできるテレビ装置が通常の透視用テレビ装置の他に設置されていることが望ましい。スポット撮影は被曝線量が低減できる透視線量下でのデジタル画像が撮像できるものであるべきである。

6. 品質管理と改善, 安全, 感染のコントロール, 患者教育の問題

この出版物に別記記載されたものに準拠しなければならない。

<文献>

1. Cohen MD : Choosing contrast media for the evaluation of the gastrointestinal tract of neonate and infants. Radiology 1987 ; 162 : 447-456.
2. Cohen MD , Towbin R , Davis S , et al : Comparison of iohexol with barium in gastrointestinal studies of infants and children. AJR 1991 ; 156 : 345-350.
3. McAlister WH , Kissane JM : Comparison of soft tissues of conventional ionic , low osmolar ionic and nonionic iodine containing contrast material in experimental animals. Pediatr Radiol 1990 ; 20 : 170-174.
4. Siegel MJ , Friedland JA , Hildbolt CE : Bowel wall thickening in children : differentiatin with US. Radiology 1997 ; 203 : 631-635.
5. Schneider KO : Optimisation of fluoroscopy in pediatric patients. Sillabus Paediatric Radiology. The state of the art in 2000 ; 37-42.

6. Merten DG, Palmer PES, Sweet EM, et al : Rational use of diagnostic imaging in paediatrics. WHO Technical report series 757, 38-52.
7. Brown PH, Thomas RD, Silberberg PJ, et al : Optimization of a fluoroscope to reduce radiation exposure in pediatric imaging. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 229-235.
8. Brown PH, Silberberg PJ, Thomas RD, et al : A multi hospital survey of radiation exposure and image quality in pediatric fluoroscopy. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 236-242.
9. 杉野良則, 今井 裕, 布袋伸一, 他 : 400万画素消化管用DR装置の臨床評価と消化管微細病変の描出能。映像情報2000 ; 32 : 165-168.

(甲田英一)

・小児注腸造影検査

1. はじめに

小児の注腸造影検査は特にその被曝の影響を考え、必要かつ十分な検査であることを常に留意しなければいけない。

2. 適応

小児の注腸造影検査は便秘、腹痛、下血の3大主訴から大腸、回腸末端部に異常が疑われ適応になる事が大部分である。主な症状、疾患は以下のとおりである。

- a. 新生児で内因性および外因性消化管閉鎖が疑われたもの。
- b. 新生児、乳児で鎖肛が疑われたもの。
- c. 新生児、乳児において腸回転異常症が疑われたもので超音波検査および上部消化管検査が施行し得ないか診断が不確定なもの。
- d. 便秘を認め、その原因としてヒルシュスプルング病、鎖肛が疑われたもの。
- e. 腹痛を認めその原因が下部消化管に疑われたもの。
- f. 下痢、下血、または血便を認め、その原因が下部消化管に疑われたもの。
- g. 腹部腫瘤を認め、大腸に浸潤が疑われたもの。

3. 検査法

a. 前処置および前投薬

粘膜病変を疑った場合を除き前処置を必要としない。粘膜病変が疑われた場合は年齢、体重に応じて成人に準じた前処置を行う。

前投薬は粘膜面を精査する場合以外は必要としない。粘膜面を検査する場合は患児の体重、身長に応じて鎮痙剤を投与する。

b. 検査室，患児の管理，固定

新生児，乳児の検査では特に患児の体温が低くならないように室温，保温に留意する。患児の状態に応じて全身状態をモニターする。上記管理の為，検査は原則医師1名，看護師1名以上で行う。

患児の固定（不動化）は患児の年齢，ききわけに応じて伸縮包帯，伸縮性のあるネット又は機械式固定具で行う。

c. 造影剤の選択

粘膜面の精査が必要な場合は濃度80W/V%以上のバリウム製剤を使用する。粘膜面の精査が必要ない場合は生理食塩水で希釈された20W/V%以下のバリウム製剤を使用する。

胎便塞栓症候群が疑われた場合は消化管用高浸透圧水溶性造影剤（例えば，ガストログラフィン）を用いる。

消化管穿孔および造影剤の消化管外流出が想定される患児では非イオン性低浸透圧造影剤を使用する。バリウムの投与は禁忌である。

d. 手技

新生児，乳児の検査では原則バルーンカテーテルを使用しない。胎便塞栓症候群が疑われた場合はバルーンカテーテルを使用することがある。消化管用高浸透圧水溶性造影剤を用いた場合脱水，電解質異常が起きる事を主治医に必ず認知させる。

1) 鎖肛が疑われるもの

注腸検査に要求される点は瘻孔，閉鎖部位と肛門拳筋，他臓器との関係の描出である。体位は両足をそろえ，完全な側面をとり，足は軽度屈曲させる。肛門に一致する会陰部の凹みにヒューズ片を絆創膏で貼り，その周囲の皮膚にバリウムを塗る。注入する造影剤は非イオン性低浸透圧造影剤を用いる。瘻孔があればそれが何処と何処を結ぶかを明瞭に描出することが大切である。消化管側では直腸と肛門の鑑別が，対側では膀胱，高位尿道，球部尿道，膈（高位，低位），前庭部等の識別が要求される。

2) 便秘が主訴の場合

便秘をきたす疾患のうち，ヒルシュスプルング病が画像診断上もっとも重要な疾患である。この診断のためには前処置を行ってはならない。使用するカテーテルはなるべく細く柔らかい先穴のカテーテルを用いる。バルーンカテーテルを用いてはならない，カテーテルは肛門管のなるべく手前に留置する。体位は側面像を取らせ，透視下で検査を行う。造影剤は20～30W/V%まで生理食塩水で希釈したバリウム製剤を使用する。造影剤は出来るだけゆっくり注入し無神経節部，移行帯の有無を描出する。新生児で腸炎を呈している場合はこの検査で穿孔等の合併症を起こす可能性が高く，相対的禁忌となる。Transition zone

が描出されヒルシスプルング病との診断が確定できたらそれ以上の造影剤の注入はやめる。

3) 腹痛，下血，腹部腫瘤等の所見から粘膜病変が疑われた場合

原則80%W/V以上のバリウム製剤を用い，成人に準じた二重造影法を施行する。

4) 腸重積が疑われた場合

本疾患に対する手技としては空気整腹が多く行われるようになりつつあるが，使用する造影剤の種類，透視下または超音波検査下整腹の選択等に関して統一した見解が現在の所ない。

4. 報告

検査の報告はすべて画像診断医によって署名されたものであるべきである。

5. 機器，その他

小児注腸造影検査は成人と比較して被検者の放射線感受性が高いこと，予想される生命予後が検査後長いこと，体厚が薄いことから成人の装置に最低限以下に記載する改良または要点を持ったものを使用すべきである。

装置のイメージインテンシファイアー(I.I.)は大きなものほど同一濃度分解能下では被検者皮膚線量が低減できるので，I.I.は大きなものほど望ましい。管球がUnder couchとOver couchのものでは前者のほうが画質が良く，検査施行者の被曝も軽減されることからUnder couchのものを使用することが望ましい。IVRを施行する装置ではUnder couchの装置では手技が天板によって妨げられるのでこの限りではない。天板は被検者から離れれば離れるほど透視線量が増大するので，患児になるべく近づけて使用する。成人の消化管X線透視撮影装置では大部分が遠隔操作装置であるが，小児のそれでは検査施行者は必ず患児に接して近接操作が可能なものを使用すべきである。X線の照射時間は常に必要最低限になるよう心がけるべきである。X線照射のon, offは操作盤上の手スイッチを使用すると余分な被曝を加えることが多くなるので，必ず足ふみスイッチを使用する。パルス透視を併用できる検査では極力それを使用することが望ましい。成人では透視線量をコントロールする自動照度装置を使用するが小児では充盈像で検査することが多く，その場合透視線量が自動的に必要以上に高くなるので，その解除が可能なものでなくてはいけない。新生児，乳児では体厚が薄く，散乱線除去のためにグリッドを使用する必要は無い。従ってグリッドは取り外し可能なものが望ましい。管球側には成人用に通常装着されている1.0~2.0アルミ等量フィルターの他に，軟線除去の為0.1~0.2銅等量のフィルターを装着することが望ましい。X線照射野は出来る限り狭める。体格の小さい患児で

はスポット撮影時に透視時の照射野が適応されるように装置をセットアップする。自動開放ボタンを使用してはならない。透視像の光学的拡大は被曝線量の増大をもたらすので必要最小限にとどめる。透視像はいつでも再生可能な状態で行うべきである。IVR施行時には透視画面の任意の静止画像がモニターできるテレビ装置が通常の透視用テレビ装置の他に設置されていることが望ましい。スポット撮影は被曝線量が低減できる透視線量下でのデジタル画像が撮像できるものであるべきである。

6 . 品質管理と改善 , 安全 , 感染のコントロール , 患者教育の問題

この出版物に別記記載されたものに準拠しなければならない。

<文献>

- 1 . Cohen MD : Choosing contrast media for the evaluation of the gastrointestinal tract of neonate and infants. *Radiology* 1987 ; 162 : 447-456.
- 2 . Cohen MD , Towbin R , Davis S , et al : Comparison of iohexol with barium in gastrointestinal studies of infants and children. *AJR* 1991 ; 156 : 345-350.
- 3 . Reid JR , Buonomo C , Moreira C , et al : The barium enema in constipation : comparison with rectal manometry and biopsy to exclude Hirschsprung's disease after the neonatal period. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 681-684.
- 4 . Kao SCS , Fanken EA Jr : Nonoperative treatment of simple meconium ileus : a survey of the Society of Pediatric Radiology. *Pediatr Radiol* 1995 ; 25 : 97-100.
- 5 . Noblet HR : Treatment of uncomplicated Meconium ileus by Gastrografin enema : a preliminary report. *J Pediatr Surg* 1969 ; 4 : 190-197.
- 6 . Poznanski AK : Why I still use barium for intussusception. *Pediatr Radiol* 1995 ; 25 : 92-93.
- 7 . Gu L , Zhu H , Wang S , et al : Sonographic guidance of air enema for intussusception reduction in children. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 339-342.
- 8 . Taxman TL , Yulish BS , Rothstein FC : How useful is the barium enema in the diagnosis of infantile Hirschsprung's disease. *AJDC* 1986 ; 140 : 881-884.
- 9 . Navarro O , Dugougeat F , Kornecki A , et al : The impact of imaging in the management of intussusception owing to pathologic lead points in children. A review of 43 cases. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 594-603.
- 10 . Schneider KO : Optimisation of fluoroscopy in pediatric patients. *Syllabus Paediatric Radiology. The state of the art in 2000* ; 37-42.
- 11 . Merten DG , Palmer PES , Sweet EM , et al : Rational use of diagnostic imaging in paediatrics. WHO Technical report series 757 , 38-52.

12. Brown PH, Thomas RD, Silberberg PJ, et al : Optimization of a fluoroscope to reduce radiation exposure in pediatric imaging. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 229-235.
13. Brown PH, Silberberg PJ, Thomas RD, et al : A multi hospital survey of radiation exposure and image quality in pediatric fluoroscopy. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 236-242.

(甲田英一)

・小児虐待

1. はじめに

このガイドラインは専門医会により一般的な総合病院で働く放射線科医が日常業務の指針とすべく計画された。「日常業務の指針」であるから、記述は簡略を心がけ図表を多用して文章はできるだけ簡潔にするよう求められた。これは理解できる。“ガイドライン”なら当然そのようにして作られるべきであろう。しかし小児の画像診断、ことに虐待の画像診断の主役は現在でも単純X線写真であるという状況を考えると、“簡略な記述”では建前倒れに終わることを危惧する。なぜなら、我が国の放射線科医には“単純X線写真など過去の遺物”という認識が抜き難くあるからである。

我が国においては骨軟部の単純X線写真を読影している放射線科医は少数派に属する(日本骨軟部放射線研究会が行った骨軟部疾患の画像診断に関わるアンケート[1998年11月,調査責任者;大場 覚 名古屋市立大学医学部放射線科教授(当時)]),さらに「小児の」という条件が加わればその単純X線写真を読む放射線科医は「まれ×まれ=きわめてまれ」ということになる。論証としてだけでなく現実がそのように動いている。

ガイドラインが使われる前の段階,すなわちそれを使う必要があるのだということ放射線科医に理解してもらわねばならない。一生を砂漠で暮らすペドウィンに海図を渡し,航海術の極意を説いたところで誰も耳を貸してくれるはずがないからである。したがって,なぜ必要であるかのIntroductionにある分量を割くことをお許し願いたい。

2. 画像診断の意義

a. なぜ画像診断が必要か?

報告によって異なるが,虐待を受けた小児の11~55%に骨折が見られるという。骨折を呈する被虐待児の多くは乳幼児で,自らが受けた虐待を言葉で訴えることが

できない。また仮に言語による伝達が可能な年齢であっても、被虐待児が虐待の事実を第三者に訴えることはまれなことである。加えて、小児の問診にあたって重要な聴取対象である家族からは当然のことながら正確な情報を得ることはできない。すなわち、臨床医学において診断のとばぐちになる問診がまったく役に立たない。そのような状況では、画像診断は虐待の事実を客観的に示すことのできる有力な手法となる。

b. なぜ放射線科医の関与が必要か？

きわめて残念なことであるが、多くの放射線科医は「骨折の診断は整形外科医に」と自ら信じ、また周囲もそれを認める土壤が我が国にはある。「骨折」を「小児」に置き換えても同じことが言える。整形外科医が小児科医あるいはそれにかわる診療科の医師に置き換わるだけである。そこに放射線科医が入ることはない。虐待の診断にはしかし、これが正確な診断を妨げる“土壤”ともなっている。

伝統的な整形外科的診断法は、まず問診に始まる。ついで視診・触診となり、そして初めて骨折が疑われる部位の画像診断(多くは単純X線撮影)が依頼される。しかし前述した理由で問診はあてにならない。視診と触診にも骨折を容易には見つけさせない隘路が存在する。陳旧性の骨折では外表にはあざや腫脹が残っていないことが多い。また、Salter-Harris骨折型では出血量が少ないため腫脹が思いの外軽い。あるいは虐待では外力が加わった場所と骨折部位が異なることがまれでなく起こること。等々、である。

もうひとつ、診断の遅れを容認する、骨折に対する一般認識がある。仮に骨折の診断が多少遅れてもそれが機能予後に重大な影響を及ぼすことは、0(ゼロ)ではないにしても例外的である、ということである。経験豊かな整形外科医は、骨折が疑われる状況では画像診断上明らかでなくとも、“clinical fracture”として骨折に準じて治療することがまれでない。1~2週間経てば仮骨の出現により骨折があったことが明らかになる。これは骨折の診療としてはスタンダードといってよい方法であるが、こと虐待に限っては診断の遅れを招き悲劇的な結末をもたらす大きな要因になる。虐待は繰り返す毎にエスカレートするという特徴があるからである。

また、放射線科以外の診療科に共通する読影環境の問題がある。患者を前にした明るい診察室の中で、全面が点灯するシャウカステンに小さな写真を2,3枚だけ掛けて行う読影で、虐待によって生じた軽微な所見を正確に拾い上げることができるとは、私にはどうしても思えない。

虐待の事実が疑われた場合、即全身骨格の単純X線撮影。そして出来上がった画像を純粹に“画像診断”する。そういった枠組みの構築が必要であり、その画像診断を担当すべき医師は放射線科医を置いて他にないのである。

骨折とは多少異なるが、頭蓋内損傷の診断でも似たような状況がある。CTやMRI

の進歩と普及により頭蓋内損傷自体の診断は容易にはなった。実際、虐待によっておきる頭蓋内損傷のほとんどはこれらのmodalityにより明白になる。しかしそれを虐待と結びつけることがなかなかできない状況がある。一つは骨折診断の困難さとも共通する“患者性善説”である。「患者とその家族は医師の前では嘘はつかない」という前提で成り立っている『問診』は、被虐待児とその加害者の前ではきわめて脆弱である。いまひとつは虐待に対する我国における医療者側の認識の低さである。私は1996～2000年に日本国内で出版された小児科学教科書(和書)4冊を調べたところ、虐待について最も記載量の多かったものでも0.76ページ(全体のページ数は925ページ[0.082%])。内2冊は虐待についての記載は皆無であった。MRI上に所見が火を見るより明らかにされていても、それが虐待と結びつけられないまま局所の診断と治療のみで終わってしまう現実があるのである。

純粋に画像診断の専門家である放射線科医が、小児虐待の画像診断に積極的に携わるべきであると考えられる理由が、以上である。

c. なぜ、骨折の早期診断が重要か？

骨折そのものが単独で死因となったり予後に影響することはまれなことである。しかし先にも述べたが虐待は繰り返され、繰り返されるたびにエスカレートするという特徴がある。予後を決定づけるものは頭蓋内損傷である。しかし、頭蓋内損傷に至ってから「虐待」の診断が付されても遅すぎるのである。骨折の診断を契機に、被虐待児をその環境から早期に救い出す。これが被虐待児において骨折を早期に診断する意義である。「死因の究明」が虐待の画像診断の目的ではないことを是非銘記してほしい。

3. 虐待の定義と画像診断の適応

虐待には身体的虐待、性的虐待、心理的虐待、ネグレクトの4つが含まれるが、画像診断の対象とする「虐待」は、原則としてすべてを含むものとする。それは複数種類の虐待を同時に受けている被虐待児が少なからず存在するからである¹⁾。純粋に性的虐待のみ、あるいは身体的虐待の全くないネグレクトに対して画像診断を行う過剰診療の危険よりも、そうしないことによって身体的虐待の客観的証拠たる骨折が見逃されることを恐れこのような対応をとる。

ただし、虐待を疑われた児の年齢によって対応は変わる。

- A. 2歳未満：虐待の種別を問わず全例
- B. 2歳以上5歳未満：身体的虐待が疑われる症例に
- C. 5歳以上：本人の訴えあるいは臨床的に所見が明らかな部位を

身体的虐待は2歳未満に集中しており、結果として画像診断の対象となるものはこの年齢層がほとんどとなる。“原則として”と付記するのは、この理由による。

4. 技術

我が国において画像診断が小児虐待の診断に貢献していないという状況では、診療放射線技師がその撮影を適切に行うことを期待することはできない。撮影技術においても放射線科医が積極的に介入する必要がある。

a. 単純X線撮影

a) film-screen system (FSS)にて撮影する場合

小児を撮影対象とする場合、被曝低減の必要性が強調されるあまり、高感度のFSSが選択されるきらいがある。しかし感度が高いほど空間解像力は低下する。また単位面積当たりのphotonの量が減ることからQuantum mottleも目立つようになり、コントラストも低下する。虐待が疑われた患児の撮影にあたっては、ある程度感度には目をつむり、高空間解像力(trade-offとして低感度)のFSSを用いる。1997年、アメリカ放射線専門医会(ACR)は最低限10 line pairs per millimetersのFSSを選択するよう薦めている²⁾。

しかしこのことは被曝低減の努力は無用であると断じるものでは決してない。希土類screen, カーボンファイバー製カセットの使用などによる被曝低減の努力は当然なされてしかるべきである。

高解像度のFSSはその代償として低感度となるから、どうしても曝射時間の延長を伴う。したがってブレのない鮮明な画像を得るためには撮影時の適切な被検児の不動化の技術・工夫が必要となる。

b) FSS vs CR

被虐待児の全身骨撮影において、CRがFSSに取って代わりうるとの証明がないまま、CRが普及しつつある。ただこれは、「微細な所見を拾い上げる際にCRとFSSとの間に優劣の差があるとの証明がない」とも言えるわけである。空間解像力の点でCRはFSSに劣るとの意見²⁾がある一方で、高解像力はlatitudeの広さほどには重要でないとの意見^{4,5)}もある。Evidence Based Medicineが叫ばれて久しいこのごろであるが、Evidenceが現実の後を追いかけてくる状況になっているとも言えるだろう。普及の速度を考えるとそう遠くない時期に結論が出るはずである。

CRTあるいはLCDモニターにて画像診断を行う場合は、CRシステムが持つ空間解像力を余すところなく描出するモニター性能と読影環境を保証する必要がある。

c) どこをどう撮影するか?

i) コリメーション

照射野が広いほど散乱線が増す。したがって撮影部位を適切にコリメートすることが必須である。そして、X線の中心線束はフィルム面に直交しし

くコリメートした照射野の中心を覈つ必要がある。その意味で被検児を大判のフィルムカセットの上に寝かせ1回の撮影で済ます方法(いわゆる“baby gram”)は薦められない。散乱線が増すこと、region of interest (ROI)にX線の中心線束が正しく入射しないこと、被写体の厚さが部位により異なりすべてのROIにおいて適正な撮影条件が保証できないこと、等々を招くからである。

ii) 撮影部位

虐待児に見られる骨折(non-accidental fracture)の80%は1歳半未満との報告がある⁶⁾。当然この年齢の子どもたちは虐待の事実を言葉で訴えることができない。また、metaphyseal corner fractureや肋骨骨折、棘突起の骨折など虐待にとって特異性の高い骨折はこの年齢に好発する。2歳までは、虐待が疑われた患児に対して無条件で全身骨撮影を行う。

2歳以降5歳までは、臨的に身体的虐待の疑いが強い患児に限って全身骨撮影を行う。

5歳以降では、外傷が疑われる部位の単純X線撮影を行う。

iii) 全身骨撮影 …… 19か所

1. 頭蓋正面, 側面	2枚
2. 胸郭正面, 側面(撮影条件は, 骨格用)	2枚
3. 頸椎側面	1枚
4. 腰椎側面	1枚
5. 股関節正面(2に含まれない腰椎を含む)	1枚
6. 大腿正面(左右)	2枚
7. 下腿正面(左右)	2枚
8. 上腕(正面)	2枚
9. 前腕(正面)	2枚
10. 手(正面)	2枚
11. 足(正面)	2枚

これですべてではない。骨折所見が陽性である箇所に対しては最低正面像と側面像を撮影する。必要によっては斜位像を追加する。

虐待によって起こる骨折のうち、最も特異性が高いものがいわゆるmetaphyseal corner fractureである。これはその名の通り骨幹端に発生するから、長管骨の撮影にあたってはその両端、すなわち関節を撮影野に必ず含める。そしてその型の骨折が疑われる場合には、照射野を狭めROIを限った撮影(cone-down view)を追加する。

虐待が疑われた患児の撮影に際しては、撮影部位の指示を依頼医だけに任

せていては十分ではない。ひとつにはプロトコルを確立して依頼する側に便宜を図るとともに、放射線技師が撮影した写真を放射線科医が逐一チェックしそれで十分かを判断する、撮影依頼のしつぱなしではない、“テーラーメイド”の品質管理体制が必要となる。

d) 再撮影

受傷直後には所見が軽微に過ぎて、注意深い読影でさえも指摘しがたい骨折がある。その様な状況を考えて、特に虐待が好発する2歳以下の患児においては、2週間後に全身骨撮影を再度行う。もちろんその間は患児は保護された状態におかれていることは言うまでもない。

e) 被曝

採用するFSSにより、全身骨撮影によって被検児が被曝する線量は異なるから、具体的な数字を上げてその危険性を判断することはできないが、「無視はできないが低い」と言うことはできる。Dr. Kleinmanが著した虐待の画像診断のEncyclopediaともいえるDiagnostic Imaging of Child Abuse, 2nd ed. Mosby, 1998では、高解像度のFSSを用いて全身骨撮影を行っても「自然放射線の4～8ヶ月分」という表現を使っている³⁾。見逃しは患児の悲劇的な予後につながりうることから、是認すべき被曝線量と筆者は考えている。

b. 骨シンチグラフィの適応

小児の骨幹端には生理的に集積すること、鎮静が必要であること、核医学検査の設備がない施設では施行できないこと、単純X線写真と同じように“ただ撮影”しただけでは正確な診断に足る情報が得られないことから、我国の放射線専門医学会が発行するガイドラインで採用することを躊躇する。興味のある方は成書によらねば⁷⁾。

c. MRI/CT

頭蓋内損傷の有無の診断にはMRIあるいはCTが必須である。期待される所見は頭蓋内出血(硬膜下出血, くも膜下出血, 脳室内出血), 脳挫傷, びまん性脳損傷とcontusional cleftと呼ばれる白質の裂傷である。診断の正確さから言えばMRIが第一選択となるが、ほとんどのものはCTで診断できる。

「頭蓋内損傷」についての記載はこの1段落のみである。しかし、「生命と神経学的予後はこれで決まる」ということは肝に銘じてほしい(脚注)。

頭部以外の画像診断では、鈍的腹部外傷がある。歩行できない乳幼児に十二指腸壁内血腫, 仮性隣嚢胞を見出した場合には虐待の可能性を考えねばならない。その診断には当然CTが適応となる。方法は体格の違いを除けば年長児や成人での診断と変わるところはない。

脚注 「頭蓋内損傷がなぜ生命予後と神経予後に重大な影響を与えるのか？」について疑問と興味を持たれる方は、新旧の参考文献 8 と 9 に目を通してほしい。Key wordは“ excitotoxic effect ”である。8 はこの現象が注目を集め始めた頃の初期の論文で、急性硬膜下血腫を実験的に作成することにより細胞外液中に興奮性神経伝達物質であるglutamateが増量することを確認し、それが広汎な脳の虚血性変化を引き起こすことを述べている。9 は外傷性脳損傷、就中被虐待児においてexcitotoxic effectが果たす役割を論じている。

<文献>

- 1 . 栃木県小児虐待実態調査結果. 栃木県小児虐待実態調査報告書2001年. p13. (編) 栃木県小児虐待防止ネットワーク. 2001.
- 2 . American College of Radiology : ACR standards. Standards for skeletal surveys in children , Res. 22 , Reston , Va , 1997 , p23.
- 3 . Karellas A , Raptopoulos V : Imaging Technologies : Physical Principles and Radiation Safety Considerations. In. Kleinman PK(ed) Diagnostic Imaging of Child Abuse , 2nd ed. Mosby , 1998 , p392-401.
- 4 . Yaffe MJ , Nishikawa RM : 1994 X-ray imaging concepts , noise , SNR and DQE. In: specification , acceptance testing and quality control of diagnostic x-ray imaging equipment. Seibert JA , Barnes GT , Gould RG , ed. American Association of Physics in Medicine Monograph 20 , Woodbury , NY , p109-144.
- 5 . Yaffe MJ , Rowlands JA : X-ray detectors for digital radiography , Phys Med Biol , 1997 ; 42 : 1-39.
- 6 . Worlock P , et al : Patterns of fractures in accidental and non-accidental injury in children : a comparative study. Br Med J 1986 ; 293 : 100-102 .
- 7 . Harcke HT , Mandel GA : Musculoskeletal scintigraphy. In. Miller JH , Gelfand MJ (ed) : Pediatric Nuclear Imaging. Philadelphia , 1994 , Saunders, p253-285.
- 8 . Bullock R , Butcher SP , Chen M-H , et al : Correlation of the extracellular glutamate concentration with extent of blood flow reduction after subdural hematoma in the rat. J Neurosurg 1991 ; 74 : 794-802 .
- 9 . Ruppel RA , Kochanek PM , Adelson PD , et al : Excitatory amino acid concentrations in ventricular cerebrospinal fluid after severe traumatic brain injury in infants and children : The role of child abuse. J Pediatr 2001 ; 138 : 18-25 .

(相原敏則)