



Journal of Japanese Society of Pediatric Radiology

JJSPR
VOL.30 NO.2
2014

Edited by

Editor in Chief : Eiji Oguma, M.D.

Editorial Board :

Hajime Kawakami, M.D.

Kazutoshi Fujita, M.D.

Takashi Doi, M.D.

Hiroshi Kamiyama, M.D.

Masataka Higuchi, M.D.

Yoshiyuki Tsutsumi, M.D.

CONTENTS

Special Articles *Chest x-ray images*

- Introduction Masataka Higuchi 3
1. How to manage reading of pediatric chest radiographs
 -To avoid over use of pediatric chest CT Mutsuhisa Fujioka 4
2. Revisit of plain chest radiograph based on chest CT findings..... Shunsuke Nosaka 11
3. How to interpret chest x-ray images : Step 1 Masataka Higuchi 23

General Remarks

- The history of JJSPR over the past half-century Yoshihiro Hiramatsu 33

Original Article

- Brain MRI findings of patients with Kawasaki disease presenting neurological symptoms
..... Kaori Ogita, et al. 44

Case Report

- A case of an intrathoracic rib in 1-month-old infant Michimasa Fujiwara, et al. 50
- Successful transcatheter closure of a congenital portsystemic shunt with interlocking
detachable coils in a 3-year-old girl Shinichi Sato, et al. 54
- A case of pediatric post-traumatic (high-flow type) priapism treated with autologous blood
embolization Mutsuko Kondo, et al. 60



目 次

特集 胸部単純X線写真について

- 特集を企画するにあたって 樋口昌孝 3
1. 胸部単純X線写真の重要性 - CTに頼り過ぎないために 藤岡睦久 4
2. CT所見から見直した胸部単純X線写真所見 野坂俊介 11
3. 胸部単純X線写真をいかに読むか：第一歩 樋口昌孝 23

総説 第40回日本小児放射線学会 特別講演1より

- 日本小児放射線学会50年の歴史 平松慶博 33

原著論文

- 中枢神経症状を伴う川崎病の頭部MRの検討 荻田佳織, 他 44

症例報告

- 生後1か月で発見されたintrathoracic ribの1例 藤原倫昌, 他 50
- 先天性門脈体循環短絡症に対してコイル塞栓術を施行し得た3歳女児例
..... 佐藤信一, 他 54
- 自己凝血塊による塞栓術を施行した外傷性(High-flow type)持続勃起症の小児例
..... 近藤睦子, 他 60

特集

胸部単純X線写真について

Chest x-ray images

特集を企画するにあたって

樋口 昌孝

国立成育医療研究センター病院 呼吸器科

Masataka Higuchi

Department of Pulmonology, National Center for Child Health and Development

約20年前、私は衝撃を受けました。初期研修医制度のない時代、小児科医となって5年目、大学に帰室後、専門班として希望した呼吸器班に配属されました。専門班のカンファレンスは、毎週木曜の夕刻、国立小児病院に集まり症例検討；おもに胸部単純X線写真の提示が行われていました。

症例紹介・画像をシャウカステンにかけた後に雫本忠市先生、川崎一輝先生をはじめとする数名の先輩方の会話が始まります。

「これってあれですよね。」「そうだね。」「では次。」とまったく病名や解説が登場することがなく終了することが多々ありました。会話についていけず、帰りの車の中で川崎先生に質問し、ようやく一端を理解する日々を繰り返していました。

この人たちは、どのようにして読影しているのか？この写真からどこまで奥深く病態把握をしているのか？と驚異に感じていました。

当時もCTはありましたが、解像度が悪く、撮影時に十分な鎮静を必要としていたため、胸部画像検査といえば胸部単純X線撮影でした。

では現在はどうでしょうか？症例相談に来られた医師や患者さんが持参された資料に胸部単純X

線写真がなく、CTだけの場合をよく経験します。

胸部単純X線写真を撮影していない？そんなはずはない。ではなぜ持参されないのか？

胸部単純X線は軽視されているのか、最近思う疑問です。

読めないのか？読まないのか？

今回の企画にあたって、放射線科医を代表する日本小児放射線学会元理事長 藤岡睦久先生と現理事長 野坂俊介先生に執筆をお願いしました。

藤岡先生は「胸部単純X線写真の重要性—CTに頼りすぎないために」、野坂先生には「CT所見から見直した胸部単純X線写真所見」をご寄稿いただきました。

最後に紆余曲折の末、「胸部単純X線写真をいかに読むか；第一歩」を私が記載していますが、その中でご紹介した内容は、先輩方から教えていただき、自ら実践しこれはいいと思っていることです。

読者の方が本特集を読み、胸部単純X線写真がどのような存在であればいいのか、とご再考いただけると幸いです。

特集 胸部単純X線写真について

1. 胸部単純X線写真の重要性 —CTに頼り過ぎないために

藤岡睦久

獨協医科大学名誉教授, 元日本小児放射線学会理事長 オフィス・エフ・エム・イー

How to manage reading of pediatric chest radiographs —To avoid over use of pediatric chest CT

Mutsuhisa Fujioka

Office F.M.E

Abstract

Overuse of pediatric chest CT should be controlled by adequate management for daily reading of plain chest radiographs.

Ideally all radiographs should be read by well trained and experienced pediatric radiologists rather than the practitioners who ordered those examinations. This is the standard system all over the world because everyone believes this system to be the best for doctors who wish to provide better medical service to their own patients.

The shortage of pediatric radiologists is a problem but we should improve this situation step by step with collaboration between pediatric radiologists and other physicians and surgeons to belong to this society.

Teleradiology system should be the choice by support from all pediatric radiologists in this country, young and old.

Keywords : *Pediatric chest Xray, Pediatric chest CT, Pediatric teleradiology*

はじめに

苦しんでいる患者を前にして、この体の中の様子が透けて見えたらどんなに良いだろうと思った夢がかなったのがレントゲンの発見である。一枚のレントゲン写真でX線による物質の吸収度の違いにより、体の中の様子を影として見るができるようになったのである。しかしながらそれは一方向からの影にすぎず、体の中の隅々までX線の性質を十分に反映した画像として得られるようになったのがCTの出現である。当初長時間かかってしか撮影できなかったものが、科学技術の進歩

により、わずかな時間で撮影できるようになった。そのため小児でも麻酔などを使わなくても短時間の検査が可能になったのである。

こんなに素晴らしいものを積極的に利用することこそ、医学の進歩であり、人類への医学の貢献ではないかと思うのが当然と考えられても不思議ではなからう。

何故単純X線写真などやめてすべてCTで検査を行わないのか？

何故単純X線写真なのか

2001年1月22日米国のUSAToday紙のトップに

Table 1

検査名	標準的な 実効線量	胸部単純撮影(PA) の枚数に換算	自然放射線被ばく量の 日数・年数に換算
胸部単純X線撮影(PA)	0.02	1	2.4日
頭部単純X線撮影	0.07	4	8.5日
腰椎単純X線撮影	1.3	65	156日
経静脈尿路撮影	2.5	125	304日
上部消化管造影	3.0	150	1.0年
注腸造影検査	7.0	350	2.3年
頭部CT	2.0	100	243日
腹部CT	10.0	500	3.3年

FDAのホームページより引用

<http://www.fda.gov/radiation-emittingproducts/radiationemittingproductsandprocedures/medicalimaging/medicalx-lx-rays/ucm115329.htm>

こどもに対するCT検査により将来がんになる確率が明らかに高くなるという記事が掲載され世界中で話題となった。私自身も米国からその対策の会議に呼ばれ、その指針作りに携わったものであるが、その後こどものCT使用についての論議が世界中で繰り広げられたものである^{1,2)}。

CTによる被ばくがどれほどのものであるかは組織線量で論じるべきであるが、装置によっても大きく異なるため、正確な値を把握するにはファントムを使って実測するしか方法はない。一般的に目安として受け入れられている数値は実効線量といわれるものであり、胸部単純X線撮影で0.02ミリシーベルト、腹部CTで10ミリシーベルト程度であるため、腹部CTは胸部単純X線撮影の500倍の線量となるが、腰椎単純X線撮影では1.3ミリシーベルトで、40倍程度であり、上部消化管造影では3ミリシーベルト、注腸造影検査では7ミリシーベルトで、頭部のCTの2ミリシーベルトよりも逆にはるかに量が多くなっている (Table 1)。

どのような検査を選択するかという時に、最も重要なポイントは「risk vs benefit」(リスク対便益)である。それは個々の症例について検討すべき問題であり、何がリスクで何が便益かを熟慮して選択すべき問題である。

X線を用いる検査でリスクとなる最も大きな因子が放射線被ばくということになる。

一方医療は社会的活動であり、費用対効果が非常に重要な位置を占めている。検査費用が10～

20倍となるものをどの程度の状況で使用すべきかの判断が医師に求められてくる。

ところが我が国では諸外国と比較して、CTの検査費用が極端に安価であり、それだけ安直に利用できる環境がある。

我が国のCTの普及率は世界一であり、そのためにCTによる被ばくも世界一であろうという論文がLancet³⁾に掲載され、我が国でも一時問題になったことがあるが、いつのまにかそのような話題も立ち消えになってしまったようだ。原発問題よりもある意味でははるかに深刻な問題であるが無視され続けている。

グローバル化という言葉もあまり聞かれなくなり、我が国独自の道を行くのがむしろ誉れであるような環境となってしまっている。

国際的に、画像診断の検査の第一選択は、頭部ではCTもしくはMR、胸部では単純撮影、腹部では超音波検査、骨では単純撮影、軟部組織では超音波またはMRとされている。しかしながら、これはあくまでも全ての検査が放射線科医によって実施され読影されるということが基本となったうえでのことである。

現実的には疾患そのものやその時点での状況の深刻さもさることながら、それぞれの検査法の特徴や診断能との関係でその選択が決定されることになる。

CTに頼らない単純X線写真検査はどうあるべきか？

リスクを減少させることが便益の減少になっては全く意味がないこととなる。それに代償するのが診断能の上昇を図ることである。

単純X線写真の読影を第三者である放射線科医が行っていないのは世界中でわが国だけである。ましてやCTやMRを治療医としての当時者である臨床医が自ら読影し、何のチェックも受けない医療が我が国では何の疑問もなく行われているが、我が国以外ではありえないことである。

単純X線写真についても放射線科医が読影するのは世界の常識であり、米国では小児の画像診断については一般の放射線診断医でも読影は許されておらず、資格を持った小児放射線科医が読影しないと、保険の費用も払ってもらえないし、読影ミスでも起これば臨床医はとてつもない賠償金を払わせられることになる。

我が国でそのような世界標準のことができない最も大きな理由は、歴史的に単純写真は臨床医が読影するものとされ、研修医の到達目標の中にも「単純X線写真を読影できるようになること」と記されている。それだけ我が国では単純X線写真の読影は医師にとって身近なものであり、誰でも読影できるものと位置付けられているのであろう。

近年CTとMRは放射線診断医による読影が一般化しつつあるが、単純X線写真はほぼすべて臨床医によって読影されている。一つには単純X線写真の量が膨大であり、放射線科医の数が圧倒的に足りないことがある。欧米の病院では例外なく一施設の放射線科医の数は全医師数の10分の1を占めている。逆に言えば我が国で放射線診断医が育たなかったのは、放射線科医が単純X線写真の読影に携わってこなかったことによるのは明らかである。

我が国における医療費の単価は国際基準から比べるとかなり低く、特に放射線診断については顕著な差がありながら、高価な装置は世界一保有しているものの、それは臨床医が読影することで、その経費を抑えてきたと言えよう。しかしながら国際基準からここまで離れてきてしまうと、医療行為そのものが国際基準から外れて行く可能性が

大いにあり、すでに大きく外れていると私は考えている。

医療費の構造を大きく変えるのは不可能であるが、医療の質を上げる努力の中で、我々が意識して変革に取り組むことは可能であろう。

放射線科医が単純X線写真を読影すると何が違ってくるのか？

「臨床医は画像をoutside-inにみて、放射線科医はinside-outにみる」と言われている。

我が国では個人開業医が自分でX線装置を保有して、自分の患者のX線検査を自分のところで行うのは、全く問題のないこととされているが、米国ではself referral (自分で相手に危害を与えるかもしれないことを自分一人で決定して自分自身に依頼するという意味を含む) として絶対にやってはならないこととされている。いうならば性悪説の社会である。

我が国はその意味では性善説の社会であり、医師がお金のために患者に危険のある放射線を浴びせることはありえず、純粋に医療に必要とするときのみ実施されているものとしているのである。

放射線科医が読影するメリットはただそれだけのことではない。

単純X線写真の読影能力の違いの問題である。臨床医がどんなに多数の症例の単純X線写真を読影したとしても、それは自分が自身で診た患者の数がせいぜいである。ところが放射線科医は所属する施設で実施されるすべての科の写真を、過去の写真やCTなどの他のモダリティも含めて毎日読影するのが業務である。一般の臨床医が一生のうちに何枚の単純写真を読影するかおおよそ推定してみても、まともに働いている放射線科診断医であれば、1年か2年で読影してしまう数である。言い換えれば、単純計算で言えば3年以上訓練を積んだ読影医は、どんな臨床医よりもすでに彼らの一生分の経験以上のものを持っていると言えるのである。それが我が国以外ですべての画像診断の読影が臨床医ではなく、放射線科医が行わねばならない現実的な「利便」の大きな根拠のもう一方のものなのである。

放射線科医は単純X線写真を どのように読影しているのか？

本学会でも1997年第32回日本小児放射線学会シンポジウムで、「単純写真の描出能の限界」と題し、その「1胸部」として、私が執筆した⁴⁾。

ここで今年の3月に私自身がデモンストレーションのテストケースとして、ある小児病院から依頼されて読影したものをそのまま記載する (Fig.1, 2)。

ここに示した胸部単純X線写真正面像と側面像について、以下の臨床情報に基づいてどのように読影するか、実際に試してほしい。そうして私が指摘していることに気が付いたかどうか、またそれに対するコメントが納得できるかどうか、そのうえで毎日の読影でそこまで踏み込んで読影しているかどうか考えて欲しい。

その解決策を後に述べる。

症 例

8か月 (修正5か月) 女児, 25週750グラムで出生。発熱, 喘鳴あり。CRP=0.07

読 影

まず有所見と思われるものを列挙します。

正面像

- 1) 縦隔陰影が右に少し偏位しています。
- 2) 縦隔陰影の右側が全体に丸みを持って上縦隔を含めて突出しています。
- 3) 縦隔右縁中ほどから先細りの索状陰影の突出が見られます。
- 4) 右第5肋骨後方の上縁に沿って線状陰影が見られます。
- 5) 気管上部が不明瞭です。
- 6) 左横隔膜の中ほどに重なる辺縁不明瞭な増強陰影がありそうです (Fig.1矢印)。
- 7) 肩関節部で上腕骨の骨化核が小さめで8か月としては発育遅延が疑われる所見です。

側面像

- 1) アデノイドが年齢の割にはやや大きいです。
- 2) 上顎洞に重なる部位の濃度上昇があるように見えます。
- 3) 胸骨の前方彎曲がやや強めで、胸郭の前後径がやや増しています。
- 4) 両側の横隔膜がやや平坦化しています。
- 5) 胃包の上部を通る左横隔膜の前方部分で後上方から斜めに前下方へ走る三角形の増強陰影によってその辺縁が途切れています (Fig.2矢印)。
- 6) この陰影の上方で心陰影に重なってかなり広い

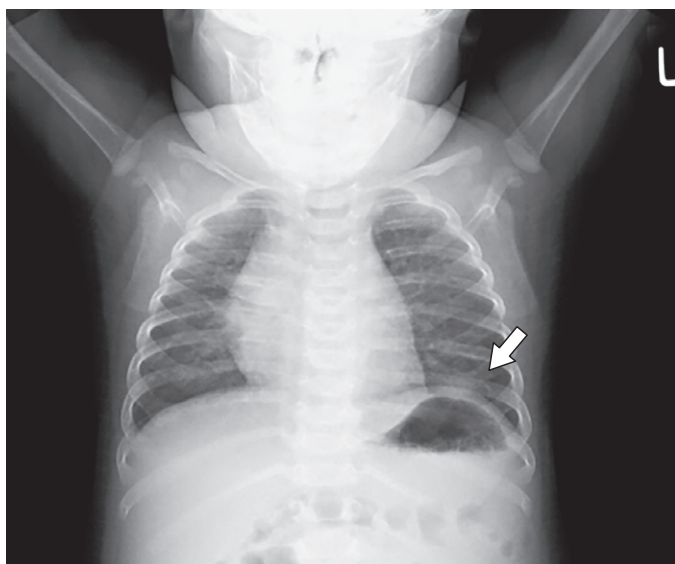


Fig.1

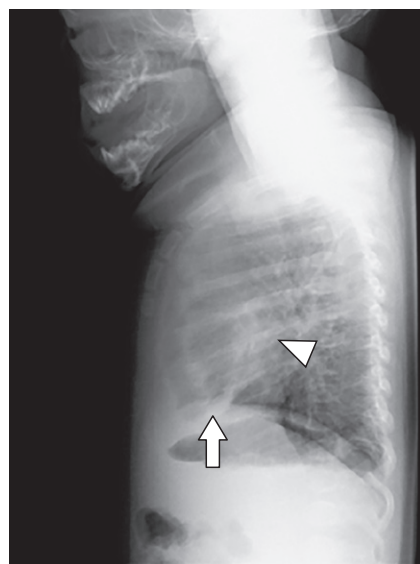


Fig.2

範囲で不規則な陰影増強が見られ (Fig.2矢頭), この陰影は明らかに肺門陰影よりかなり前方にあります。

以上を検証します。

- 1) 縦隔陰影の右方偏位は体のわずかな右方への回転によるものです。左右の胸郭の幅が明らかに右のほうが広がっています。年長児では左右の回転は鎖骨内縁の位置と棘突起の位置で判定しますが、年少児では側面像でもわかるとおり、胸鎖関節の位置が後方にあるため、わずかな回転では正面像では差が出てきません。したがって肋骨の形状もしくは胸郭の幅の左右差で推定します。
- 2) 正面像での縦隔陰影は、左の心尖部を除いてほぼ全体が正常の胸腺陰影です。
- 3) 縦隔陰影の右縁中ほどから突出する索状陰影は上肺静脈によるものです。
- 4) 右中肺野の線状陰影は葉間胸膜によるもので、特に異常とはいえません。
- 5) 気管上部が不明瞭なのは上顎骨と重なっているためようです。
- 6) 上腕骨骨頭の発育不全については修正5か月とのことなので、正常範囲と考えます。
- 7) アデノイドは6か月までは腫脹が見られれば異常です。8か月ではこの程度ではやや大きめといえます。上顎洞の含気が消失している可能性があり、副鼻腔炎とともに上気道感染の可能性があります。頸部リンパ節の腫脹はないでしょうか？
- 8) 正面像で見られる左肺底部の増強陰影は側面像の横隔膜辺縁の途絶を示す陰影に合致します。無気肺の存在を示唆する所見です。
- 9) 側面像でその上にみられる比較的大きな増強陰影について、正面像でそれに対応する陰影が見られません。肺門陰影より明らかに前方にあり、後方の肋骨を見ると回転もしていません。血管陰影である可能性もありますが、左上葉舌区に正面像でははっきりしない浸潤陰影もあると考えるべきでしょう。
- 10) 肺の過膨張は肺炎に伴う呼吸困難によるものでしょう。はっきりとした air trapping ではありません。

以上より「左上葉舌区の部分的な無気肺を伴う肺炎、副鼻腔炎とアデノイドの軽度の腫脹を伴う上気道感染。」が考えられます。

肺炎の確認のためにCTが必要かどうかは臨床的判断となります。

CTを実施するにしても、もう一度正側両方向の単純X線撮影を行い、同様の所見が引き続き見られ、肺炎としての治療のために正確な診断が必要であれば、CTを行ってみてください。

注：私どもはこのようなステップですべての症例を読影していますが、報告書にすべて記載するわけではありませんのでご了承ください。

これが実際に私が書いた報告書である。

私自身胸部単純X線写真の読影についての講演は外国では放射線科医に対して行ってきたが、我が国ではほぼ例外なく小児科医に対してである⁵⁾。そしてその際に常にこのような質問をしている。「あなたは胸部単純X線写真を見れば見るほど異常が見えてきますか？それとも見れば見るほど異常が消えてゆきますか？」

一般的には臨床医は前者である。何故ならば患者を診てその状態の原因を知りたいためにX線検査を行っているので、まずその所見がないかどうかを見てそれから全体を見ているとなんだか異常所見があるような気がしてきて、だんだん不安になり、「それではCTで確かめるか」ということになりかねないからである。

放射線科医は少量の情報からまず放射線医学的に画像を見て、自分の頭の中に形成されている正常像から外れた異常と思われるものが一瞬のうちに見えてしまうものである。

この症例について、記載したものは一瞬のうちに見てとられるものであり、それを一つずつ解説したように消去したり取り入れたりすることが読影という作業なのであり、それこそが経験というもので、何十万枚も読影した蓄積によるものである。そしてそれらのほとんどがCT所見などで裏打ちされた所見なのである。

今我が国でできることはなんだろうか？

現在の状況ですべての単純X線写真を専門の放射線科医の手で読影するのは不可能である。しかしながら上述のごとく、我が国の少なくとも小児医療だけでも世界標準にする道はないだろうか？

まず第一歩として、臨床医に対しての一つ目の提案は「自分の患者の単純X線写真を、まず最初に同僚でもよいから自分以外のものに読影してもらう」ということを習慣づけてほしいということである。

単純X線写真は自分のものではない。客観的な医療データである。小児の呼吸器の専門家といえども、自分の患者の胸部単純X線写真はすべて最終的には放射線科医とは限らずとも他の医師に読影してもらい、自分は報告書を作成する最終読影者にはならないでいただきたい。

CTやMRについては、今やかなり広い範囲で放射線科の専門医が読影するのが一般的になってきた。逆にそのため放射線科医に意見を聞くだけのためにCTを依頼するということが起こっている。

単純写真こそ自分以外のものに見せるべきものである。そしていい加減なシェーマを書くのではなく、きちんと報告書を書くものである。

確かに院内に一人もしくは数人しかいない放射線科医にすべての単純写真の読影を依頼するのは現状では無理な話でもある。これを解決するのが、遠隔画像診断システムであると考えている。

日本中には小児の胸部単純X線写真の読影に優れた能力を持っているものが放射線科医に限らず、小児科医の中にも大勢いる。小児科医でも自分の患者の読影を行わないのであれば、放射線科医とほぼ同等の便益が得られると考えている。当面放射線科医が育つまでの移行措置として必要なことと考えている。しかしながら米国では1970年代に、小児放射線医学の実務にとって最も基盤となる知識と経験は小児医学か放射線医学かが問われた時期があり、小児放射線医学の専門医となる基礎教育は小児科学ではなく、放射線診断学であるとの結論となり、小児放射線専門医となるためには小児科のレジデントを終了したものでは受け入れず、放射線診断学の修了者のみを受け入れるとし、小児放射線医学は放射線診断学の subspecialty と位置付けられたという経緯もあることは念頭に入れておく必要がある。

そのためこの提案は我が国にのみ通用するものであるが、少なくとも国際的にかけ離れた状況にある現在の状態から一歩踏み出して、国際標準に近づく足がかりとなり得るものと確信している。

おわりに

画像診断の特徴は読影者個人の知識に基づく主観的作業であり、「正常」は「異常所見がない」という除外診断であるため、「異常所見」をどれだけ知っているかという知識の量とそれを有効に用いることができる訓練を十分に受けたもののみ正当な作業ができるとされている。胸部CT検査の適応は原則として単純X線写真を読影し、その状況でのリスクと便益を十分に理解している放射線科医が決定すべきものというのが国際的ルールなのである。

放射線科医は臨床医が異常と感じた所見に対する相談相手ではない。ましてや臨床医が依頼したCT検査の読影にあたるだけが本来の業務ではない。Risk vs benefit を正確に判断するのは、放射線科医の役割であり、その際に臨床医と十分なコミュニケーションをとることが求められるのである。

したがって画像診断を適切に運用するためにはそれを専業とする放射線科専門医に、臨床医による選択という行為を行わずにすべての読影を任せることなのである。そしてそれは世界中で当たり前のこととして行われていることなのである。

単純X線写真の読影法はCTの出現以来大きく変化している。特に胸部については単純X線写真の所見の gold standard はCT所見であり、日常的にCTを読影している放射線科医のみが単純X線写真の正確な読影が可能であるといえよう。

単純X線写真読影のための放射線科医が不足しているというのも、言い訳に過ぎない。日本中で小児単純X線写真読影能力のある多くのエキスパートが専門外の業務で生計を立てざるを得ない状況なのである。遠隔画像診断システムを用いて、そのような潜在能力を十分に引き出せば、我が国の小児の単純X線写真をすべて専門家の手で読影することは可能であると考えており、そのようなシステムを現在構築中であるが、その過渡的措置として、臨床医で胸部単純X線写真読影に精通した医師の協力も仰ぐことを提案した。

これが我が国の小児医療を国際的にも通用するものとし、適切な小児医療を我が国のこどもたちに提供する原動力になり得ると確信している。

これを実現するためには臨床医ばかりでなく放射線科医の意識改革も必須条件である。

我々の学会としても緊急にそして真剣に取り組むべき最重要課題と考えている。

補足：胸部CT撮影にあたっての基本的ルール

- 1) 胸部CTの適応の決定では胸部正側両方向撮影の所見を基にして、CTを実施することで何が臨床的にプラスになるかを複数の医師の合意により決定すること。
- 2) 胸部CT撮影にあたってはその直前に必ず正側両方向の単純X線写真を撮影すること。
- 3) 追跡検査はまず正側両方向単純X線撮影で行うこと。その所見および臨床状況からCTが必要と判断した場合にはただちにCTを行うこと。
- 4) ただちにCTを実施できない場合にはCTを実施する直前もしくは直後に正側両方向撮影を行うこと。
- 5) CTの読影には全ての単純X線写真をそろえてそれと比較しながら読影すること。
- 6) その際CTでは描出されているが単純X線写真では描出されていないか不明瞭な所見を必ず別途記載しておくこと。

以上により胸部CTがより有効にかつ必要最小限の活用が期待され、それに関わる放射線科医と

臨床医の単純X線写真の読影能力が向上することは間違いない。

そして最も重要なことは、当事者である主治医がすべての画像診断の読影を一次読影としては絶対に実施しないことと、単純X線写真を含めて必ず主治医ではない第三者による最終的な報告書を作成することである。

これが国際標準へ向かうための第一歩である。

●文献

- 1) Brenner D, Elliston C, Hall E, et al : Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. AJR Am J Roentgenol 2001 ; 176 : 289-296.
- 2) The ALARA (as low as reasonably achievable) concept in pediatric CT intelligent dose reduction. Multidisciplinary conference organized by the Society of Pediatric Radiology. Pediatr Radiol 2002 ; 32 : 217-313.
- 3) Berrington de González A, Darby S : Risk of cancer from diagnostic X-rays : estimates for the UK and 14 other countries. Lancet 2004 ; 363 : 345-351.
- 4) 藤岡睦久：日本小児放射線学会シンポジウムより 単純写真の描出能の限界－何が見えて何が見えないか？－1 胸部。日小放誌 1997 ; 13 : 58-62.
- 5) 藤岡睦久：胸部X線単純写真－見落とししやすい異常像－。日児学誌 1995 ; 99 : 1743-1746.

特集 胸部単純X線について

2. CT所見から見直した胸部単純X線写真所見

野坂俊介

国立成育医療研究センター 放射線診療部

Revisit of plain chest radiograph based on chest CT findings

Shunsuke Nosaka

Department of Radiology, National Center for Child Health and Development

Abstract

Plain chest radiography is the examination performed most frequently to investigate the respiratory system in pediatric patients. Proper use of plain chest radiography reflects efficient use of chest CT. In this manuscript, retrospective comparison of plain radiographic findings and CT findings of pediatric respiratory system is presented. Of these, selected cases of pulmonary parenchymal lesions, mediastinal lesions, and chest wall lesion are included.

Keywords : *Children, Chest, CT*

はじめに

胸部単純X線撮影は、小児胸部画像診断において行われる頻度が最も高い検査であり¹⁾、基本的な検査法であることは、今後も変わることはない。

胸部単純X線写真を正しく読影することで無駄なCTが減る可能性があると同時に、CTが適応となった際に適切に検査を行うことができる。

日常診療においてCTを行った症例につき、CT所見と胸部単純X線写真所見を対比することは極めて重要である。本稿では「CT所見から見直した胸部単純X線写真所見」について解説する。

胸部単純X線撮影の実際

胸部単純X線撮影は、小児胸部画像診断において第一選択の検査法である。一般的に、含気した正常肺と水濃度である胸腔内の正常解剖学的構造、肺炎や腫瘍などの病的構造とのコントラストがX線の特性を良く反映する²⁾。胸部単純X線撮影に伴う被ばく量は低く、胸部正面像(後前撮影)で

0.01~0.02mSvの範囲である¹⁾。

NICU(新生児集中治療室)ならびにPICU(小児集中治療室)における肺野および縦隔の評価は、ポータブル単純X線撮影が超音波検査(US)とともに画像診断検査の根幹をなす。CTや透視検査といった更なる画像診断検査が必要となった場合は、全身管理をしながら患児を検査室へ搬送して検査を行うことになる。

胸部単純X線撮影は正側2方向が原則で、新生児でも初回だけは2方向で撮影すべきとの考えがあるが、個々の施設の状況にもよる²⁾。

救急診療においては、多くの場合で正面像のみで十分な情報が得られるが、心陰影に重なった病変や肺過膨張の評価には側面像が役立つことがある³⁾。

気道異物を疑った場合は、吸気ならびに呼気の撮影でエアートラッピングの有無を評価することが重要である。吸気ならびに呼気の撮影が困難な場合は、両側デクビタス撮影すると良い。胸部のデクビタス撮影は、下方側の肺が強制呼気となる

ことを利用してエアートラッピングの有無を評価する撮影方法である。

胸部単純X線写真の読影は、常に自分で決めた手順で読影することが重要である²⁾。一般的には、縦隔、気道、肺野、横隔膜、骨、軟部組織、頸部、上腹部、といった具合に臓器別にチェックする²⁾。肺野や骨格系は左右を比較すると病変を認識し易い。肺野評価の際は、まず左右の透過性に差がないか注意する。肺野の透過性に差がある場合、腋窩や胸壁の軟部組織の透過性に差がないか確認し、肺野同様に透過性に差があれば、患児の体位、上肢の位置の左右差、グリッドの中心X線に対する傾きによる「蹴り」など、撮影時の技術的な影響であることが多い⁴⁾。一方、軟部組織の透過性に左右差がなく、肺野に左右差がある場合は、肺実質や胸壁病変の可能性が高くなる⁴⁾。

胸部CTの実際

CTの適応は、単純X線写真では診断や治療に必要な情報が十分ではなく、CTを行うことで被ばくのリスクを上回る利点が期待できる場合である⁵⁾。具体的なCTの適応としては、転移性病変、びまん性肺疾患、気道の異常などである⁶⁾が、その他、CTでは、単純X線写真を上回る濃度分解能ならびに断層画像が得られることから、中枢側気道、末梢気道、肺実質、胸膜、骨性胸郭における病変の有無、病変の存在部位ならびに拡がりについて評価可能である⁶⁾。

CTを行う際はALARA (as low as reasonably achievable) の原則に則り、診断能を損なわない最小限の被ばく線量で検査を行うべきである⁵⁾。

実際の撮影は、肺野の評価が主な場合は単純CTを、大血管やリンパ節といった縦隔や胸膜腔の評価も行う場合は造影CTのみを行う。肺野条

件ならびに縦隔条件の横断像に加え、肺野条件の冠状断ならびに矢状断再構成画像を作成する。造影CTでは縦隔条件の冠状断ならびに矢状断再構成画像も作成する。肺野評価の際は、必要に応じて薄層スライス再構成画像を作成する。薄層スライス再構成画像は、二次小葉構造との関連を考慮して評価する⁵⁾。

CT所見から見直した 胸部単純X線写真所見

胸部CTが行われた場合、胸部単純X線写真所見をCT所見と後方視的に比較検討することは、胸部単純X線写真の有用性と限界を理解するうえで極めて重要である。以下、肺野病変、縦隔病変、肺野および縦隔病変、胸壁病変に分けて解説する。

肺野病変

肺野では、透過性の亢進や減弱が問題となるが、病変部分の容積変化も重要な所見である。単純X線写真では、透過性亢進の評価は必ずしも容易でない (Fig.1)。Fig.1の右上葉B¹の気管支閉鎖は、最も頻度が高い左上葉apicoposterior segmental bronchusに次いで多いことが知られている⁸⁾。

透過性減弱の場合は、病変の形状も合わせて鑑別診断を進めることになる。腫瘤状陰影として認められる病変として、円形肺炎 (Fig.2) が知られている。円形肺炎に類似した画像所見が持続する場合は、他の可能性も考慮しなければならない。Fig.3に最終的に肺葉外肺分画症であった症例を提示する。

その他の肺野病変として間質性肺炎 (Fig.4)、特発性肺ヘモジデロシス (Fig.5) を提示する。肺野に拡がる多発性、びまん性病変は、断層画像であるCTでより明確に評価可能である。

(本文は18ページへ続く)

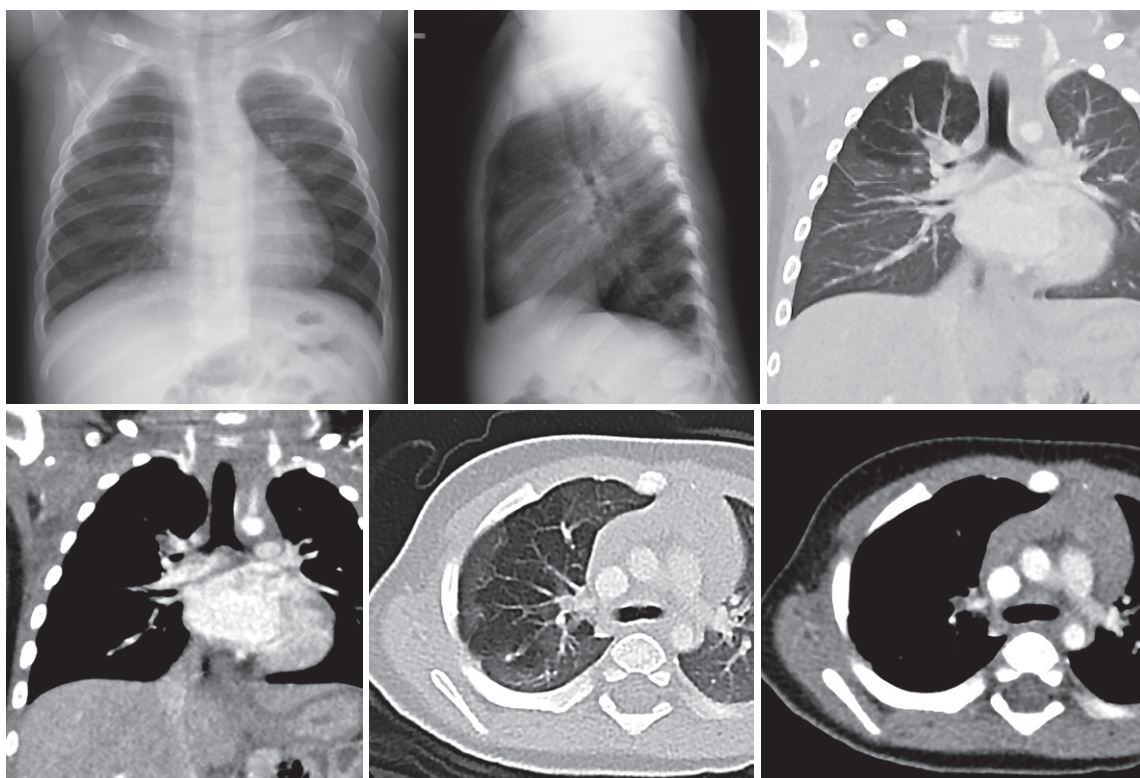


Fig.1 限局した肺野透過性の亢進⁷⁾

胎児超音波検査にて、CPAMが疑われ紹介となった。妊娠29週の胎児MRI（未提示）で右上葉に異常信号域を認め、CPAM、気管支閉鎖、大葉性肺気腫などを鑑別診断として考え経過観察、39週に出生した。出生直後の胸部造影CT（未提示）では含気不良域を認めるも、診断確定には至らなかった。生後7ヵ月に再度画像診断を行った。胸部単純X線写真正面像(a)では、右上肺野の透過性はやや亢進しているようであるが断定的ではない。胸部単純X線写真側面像(b)では明らかな異常を指摘できない。胸部造影CT肺野条件冠状断再構成画像(c)では、右肺尖部の軽度過膨脹を認める。縦隔条件冠状断再構成画像(d)では、B¹末梢と思われる粘液栓を認める。肺尖部肺野条件横断像(e)では透過性亢進が確認できる。肺尖部縦隔条件横断像(f)では、冠状断像同様粘液栓を認め、気管支閉鎖を疑った。手術にて右上葉B¹の気管支閉鎖が確認された。

a	b	c
d	e	f

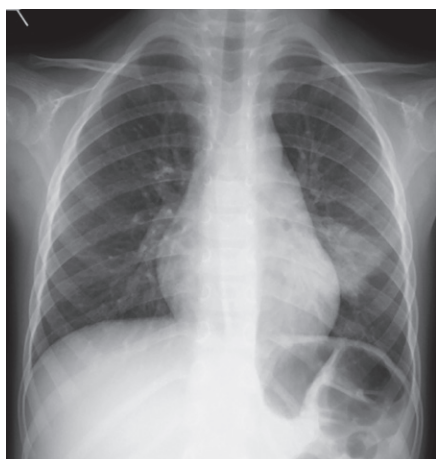


Fig.2

腫瘤状陰影の鑑別診断(円形肺炎)

3歳女児、咳嗽および左胸痛を主訴に救急診療科受診となった。肺炎や気胸の検索目的に胸部単純X線撮影立位正面像が依頼された。左下肺野には比較的境界明瞭な濃度上昇域を認め、心左縁は明瞭で、シルエットサイン陰性である。症状と合わせて左下葉の円形肺炎と診断した。

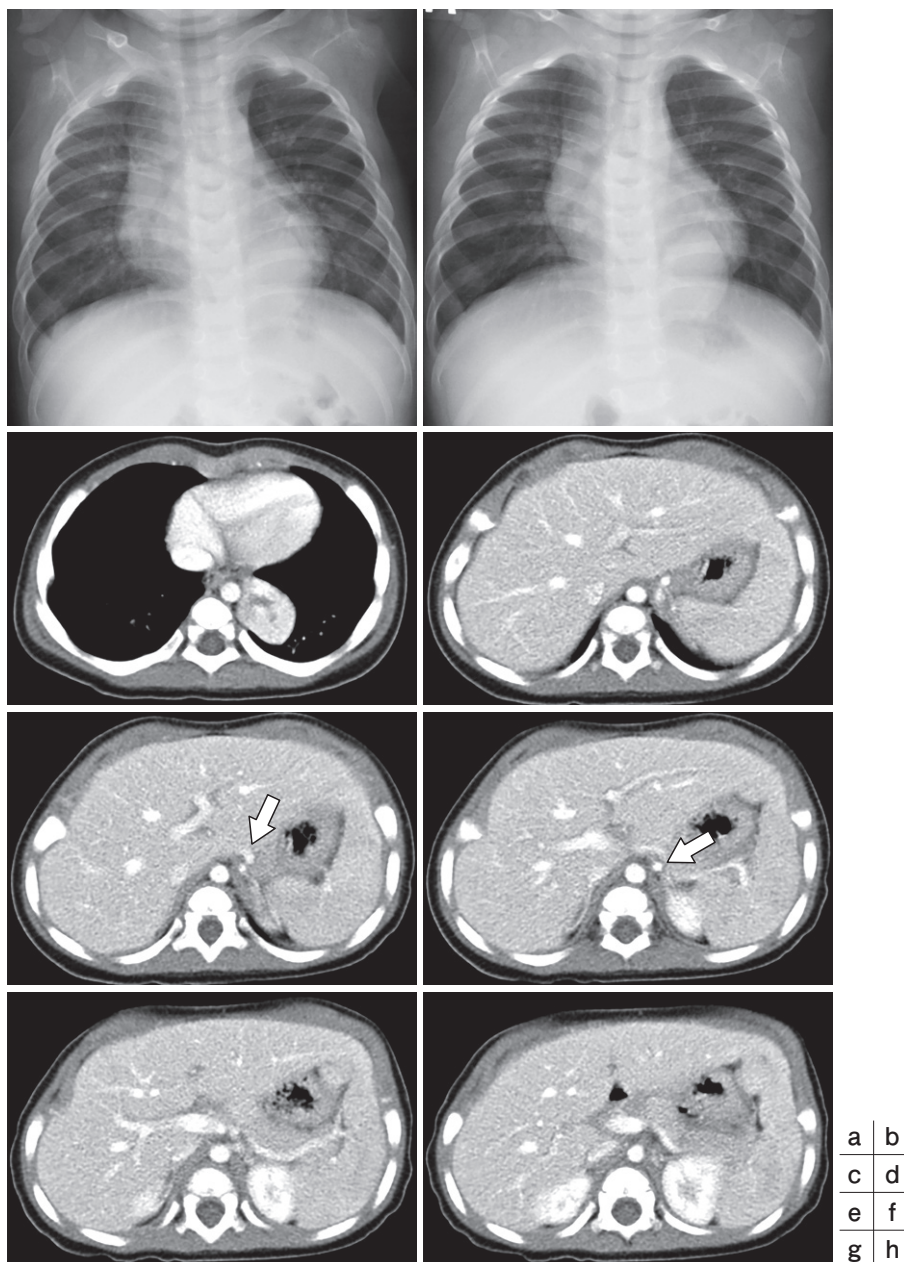


Fig.3 腫瘍状陰影の鑑別診断(肺分画症)

7か月男児，4日前まで気管支炎の診断で入院していた。発熱および多呼吸で救急診療科受診となった。救急診療科受診時の胸部単純X線写真正面像(a)では，左肺底部内側心陰影背側に円形濃度上昇域を認める。症状と合わせて円形肺炎と診断，治療が開始された。治療開始1週間経過しても解熱しないことから再度撮影された胸部単純X線写真正面像(b)では，円形濃度上昇域に著変を認めない。以上より，左肺底部濃度上昇域の精査目的に胸部造影CTを行った。縦隔条件横断像(c~h)では，左肺底部病変は造影増強効果を示し，病変に連続する脈管構造を認め，背側の脈管(f矢印)は腹部大動脈より分岐し病変に向かう。腹側の脈管(e矢印)は脾静脈に還流することが確認できる。

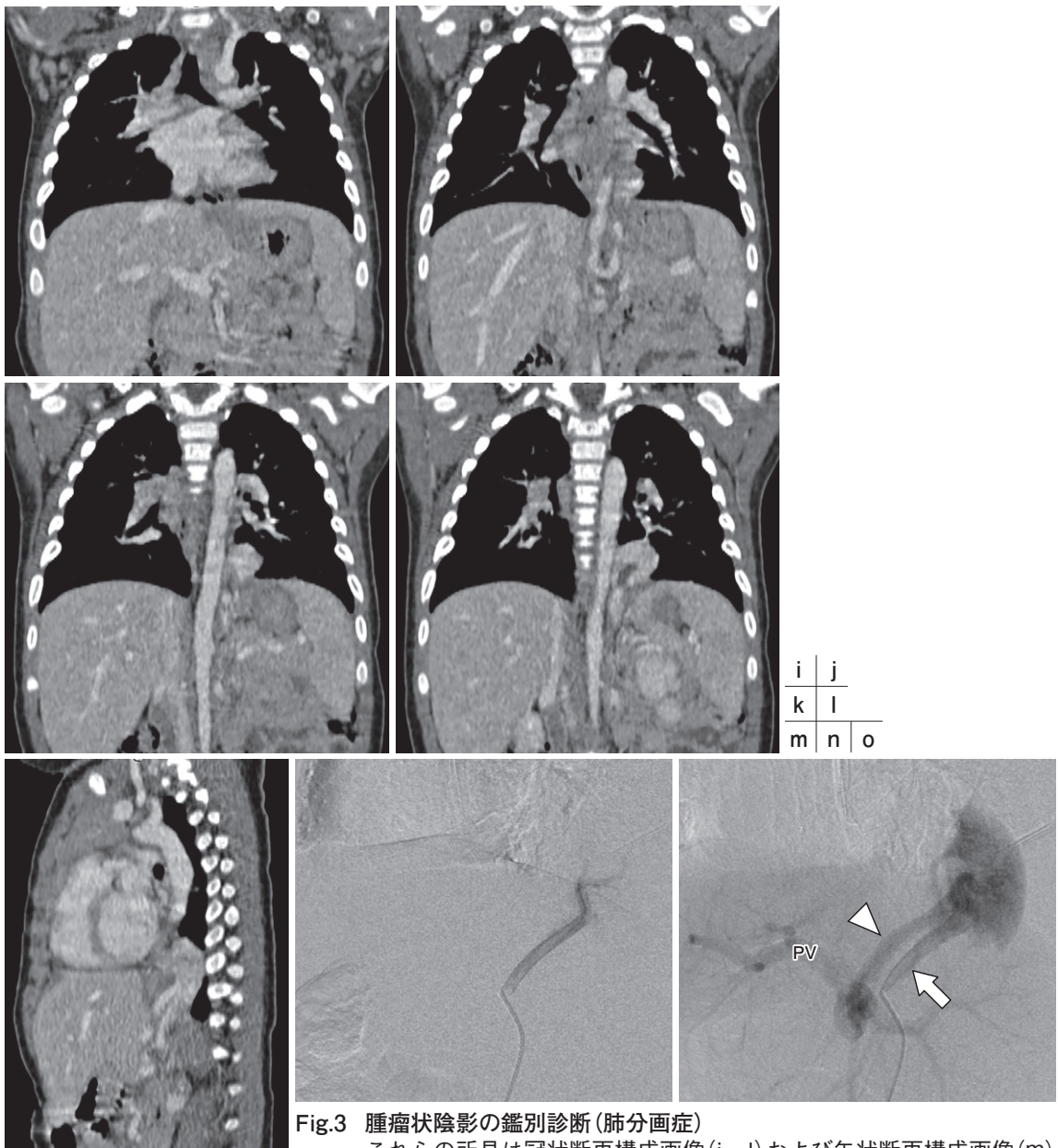


Fig.3 腫瘍状陰影の鑑別診断(肺分画症)

これらの所見は冠状断再構成画像(i~l)および矢状断再構成画像(m)でも確認できる。以上より肺葉外肺分画症と診断した。術前DSA側面像(n, o)でも同様で(o: 矢印は流入動脈, 矢頭は流出静脈), 流出静脈は門脈系(PV)に還流していることが明確である。最終的に手術で確認された。

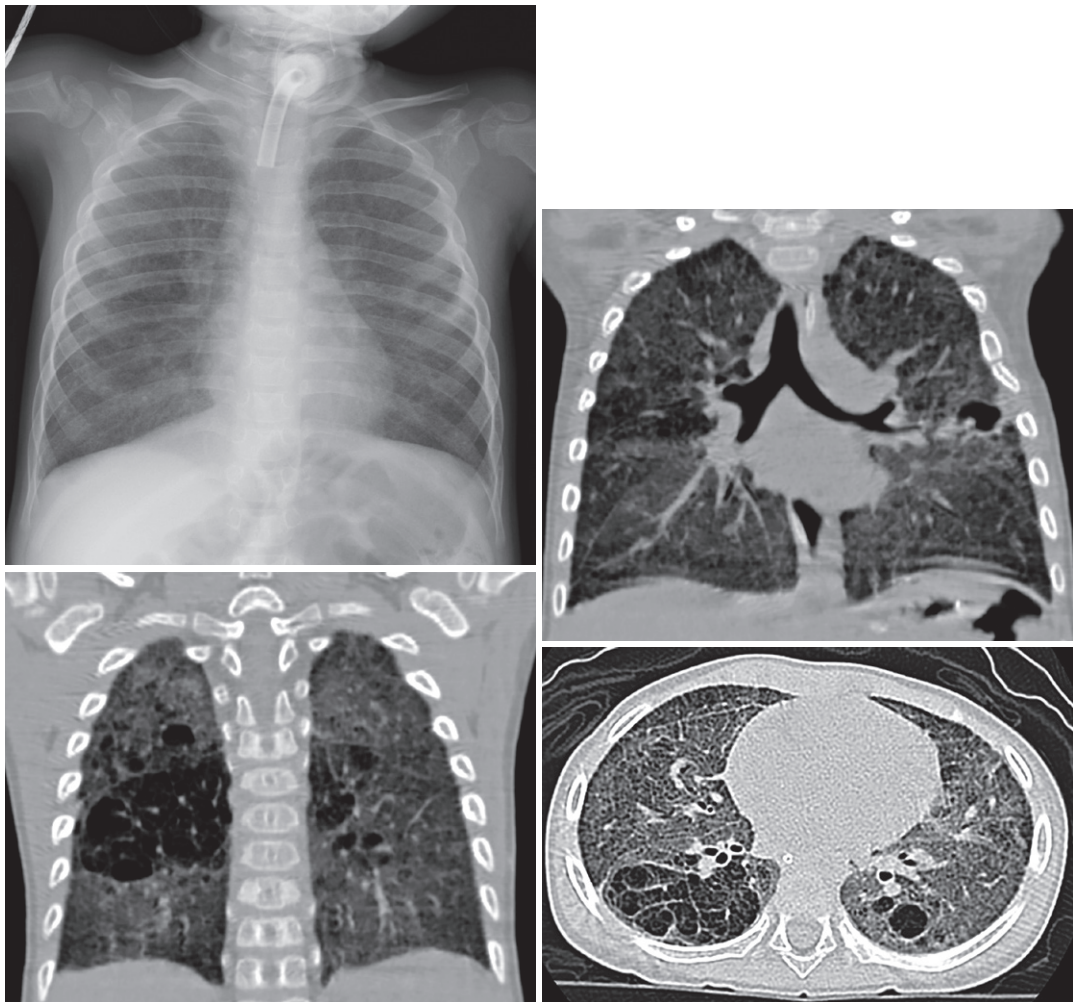


Fig.4 間質性肺炎の評価

2歳女児，間質性肺炎にて気管切開後。経過観察目的の胸部単純X線写真(a)では，両側肺野にびまん性に拡がる網状影に加え，左中肺野外側には限局した透亮像を認める。同日行われた胸部単純CT肺野条件冠状断再構成画像(b, c)では，単純X線写真に比し，すりガラス状濃度上昇ならびに肺野の不均衡含気がより明瞭である。左中肺野外側の限局透亮像は気腫として認められる(b)。肺底部レベルでの1.25mm厚肺野条件横断再構成画像(d)では，すりガラス状濃度上昇に加え，両側肺底部背側に過膨脹部分を認める。病理学的に剥離性間質性肺炎(DIP)が確認されている。

a	b
c	d

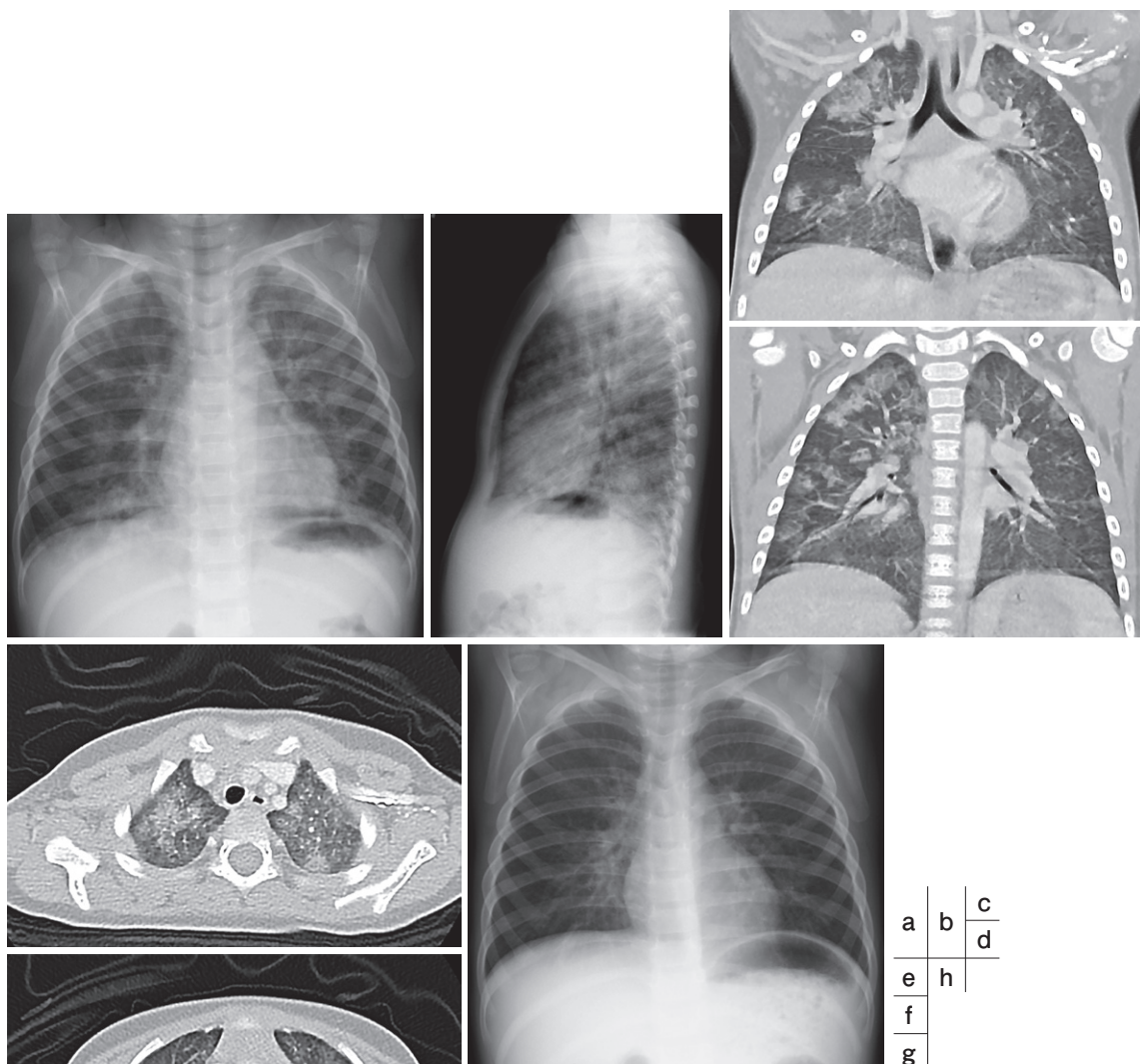


Fig.5

肺ヘモジデロシス

2歳女児、血痰および鉄欠乏性貧血にて呼吸器科紹介となった。紹介時の胸部単純X線写真正面像(a)および側面像(b)では、両側肺野に認める複数の小斑状影の集簇を認め、肺底部背側で目立つ。肺血管影はやや不明瞭である。肺底部病変は、側面像(b)でより明瞭である。数日後に行った胸部造影CT肺野条件冠状断再構成画像(c, d)では、両側肺野末梢優位に多数の小斑状濃度上昇域を認める。肺野条件横断像では、上肺野の病変(e, f)は汎小葉性に分布している。肺底部病変(g)は他の部位に比し、よりびまん性均一で、いわゆるすりガラス状濃度上昇として認められる。症状・経過、画像所見、その他に病変がないことから特発性肺ヘモジデロシスの診断で治療開始となった。治療開始後約10日の胸部単純X線撮影正面像(h)では、肺野病変は明らかに改善し、中枢側気管支周囲影がやや目立つのみである。個々の肺野病変の性状の違いは、単純X線写真に比しCTでより正確に評価できる。

縦隔病変

縦隔病変としては、縦隔原発の神経芽腫 (Fig.6), ならびに縦隔悪性リンパ腫 (Fig.7) を提示する。小児では、正常胸腺に関して理解しておくことが重

要であることは言うまでもない。胸腺は心臓の上前方に位置し、正常でも5歳くらいまでは極めて大きくなることもある⁹⁾。正常胸腺の特徴としては、隣接臓器を圧排しないことが重要である。

(本文は20ページへ続く)

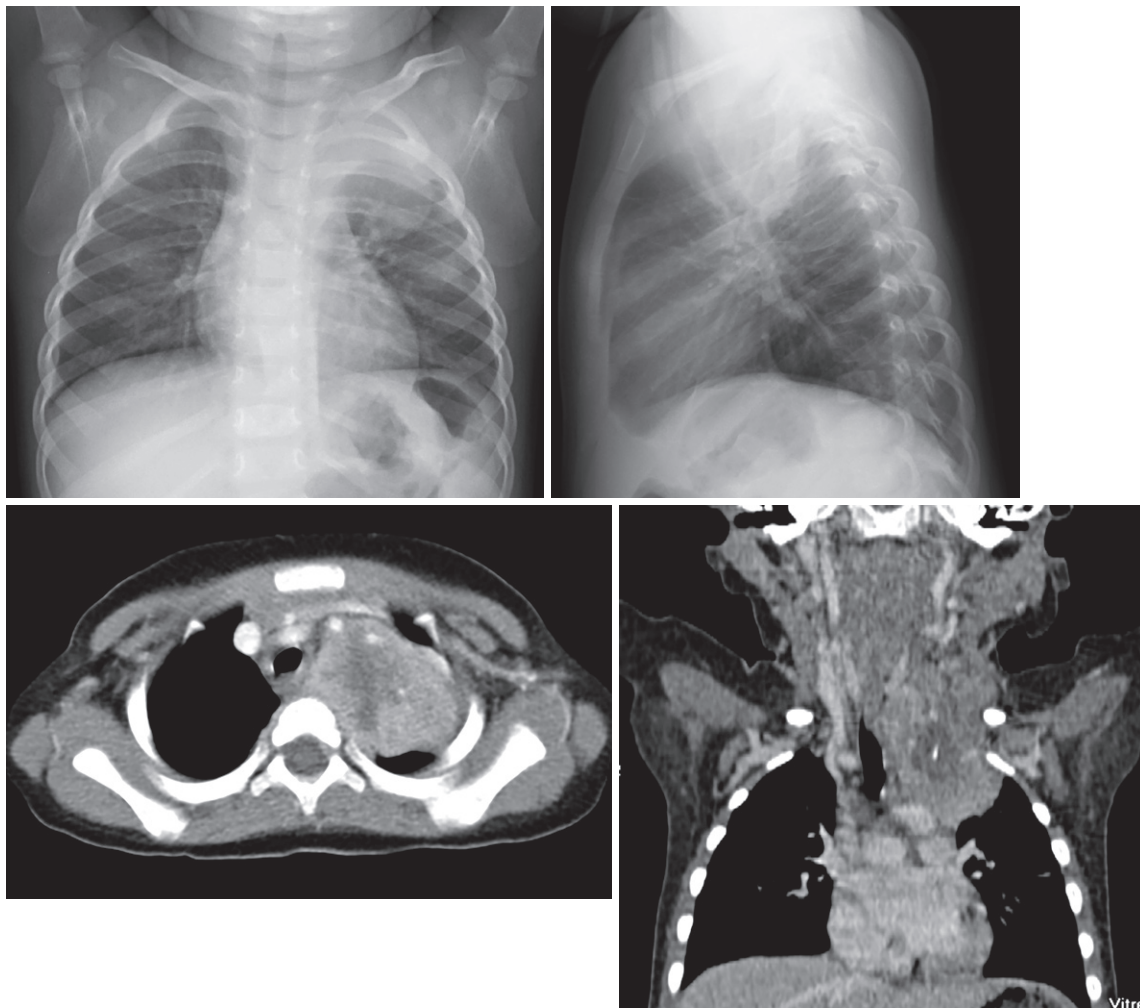
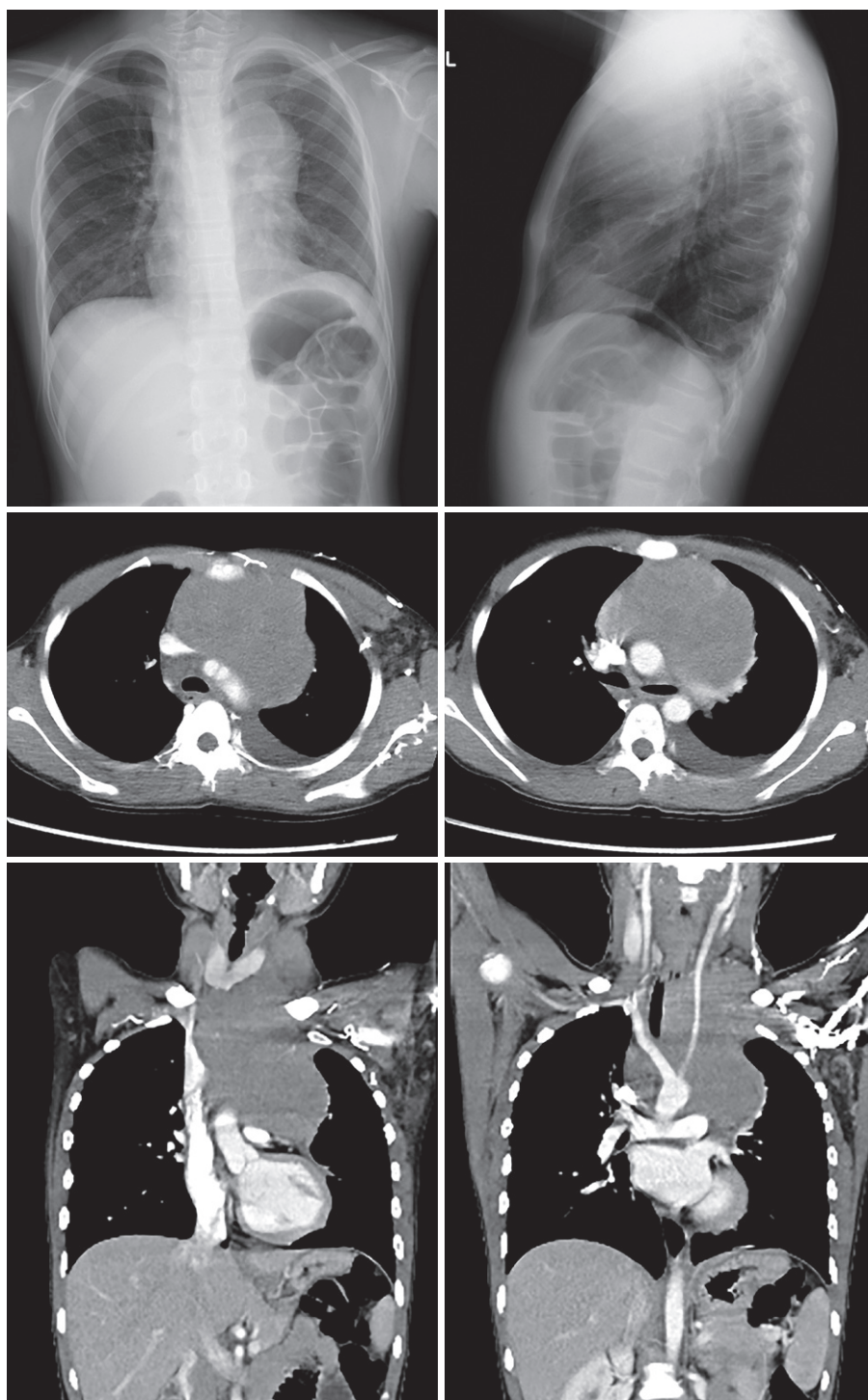


Fig.6 縦隔原発の神経芽腫

1歳男児，右化膿性股関節炎を疑い紹介となった。全身検索目的に撮影された胸部単純X線写真正面像 (a) では，左肺尖部主体に濃度上昇域を認めるが，気管の偏位は明らかでない。無気肺などを考える所見である。側面像 (b) では，濃度上昇域は椎体より前方主体に認め，気管は背側から前方に弧状の圧排を伴っている。以上より，左肺尖主体の病変は，無気肺ではなく，腫瘤性病変を疑う。精査目的に躯幹部造影CTを行った。胸部造影CT横断像 (c) ならびに冠状断再構成画像 (d) では，左肺尖部方向に突出する縦隔腫瘤を認め，気管は右前方に圧排偏位している。腫瘤内部は造影不良域を認める。股関節部MRI, MIBGシンチ，血液検査ならびに生検にて，縦隔原発の神経芽腫および多発骨・骨髄転移の診断で治療が開始された。

a	b
c	d



a	b
c	d
e	f

Fig.7

縦隔悪性リンパ腫

10歳女児，頭痛およびめまいを主訴に前医受診し縦隔腫瘍と診断され，搬送となった。胸部単純X線写真正面像(a)では，左側優位の縦隔拡大を認め，気管は右側に圧排偏位している。側面像(b)では，前胸壁背側に濃度上昇域を認め，気管は背側に圧排偏位している。左背側肋骨横隔膜角は鈍化している。精査目的に行った躯幹部造影CT横断像(c, d)および冠状断再構成画像(e, f)では，前縦隔腫瘍は筋群とほぼ等濃度で，腫瘍背側の上大静脈ならびに大動脈弓，気管を背側に圧排している。左胸水も認める。鎖骨上リンパ節の生検が行われ，非ホジキンリンパ腫と診断，化学療法が開始された。

肺野および縦隔病変

肺野および縦隔病変としては、肺リンパ管腫症 (Fig.8) を提示する。肺リンパ管腫症で認める小葉間隔壁の肥厚は、単純X線写真に比し断層画像

であるCTでより明瞭に描出される。また、CTでは縦隔の情報が得られる点が単純X線写真に比し優位な点である。

(本文は22ページへ続く)

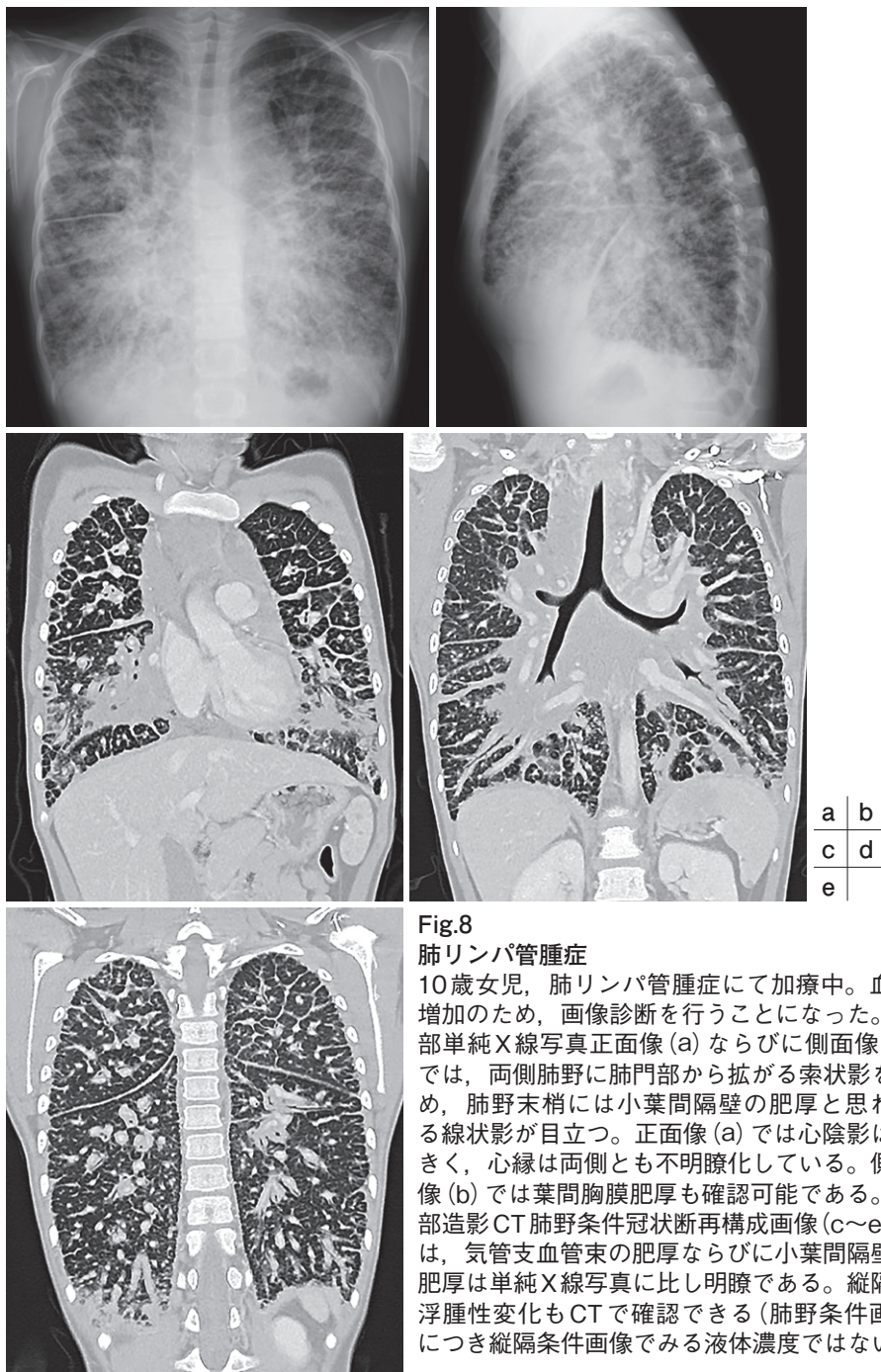
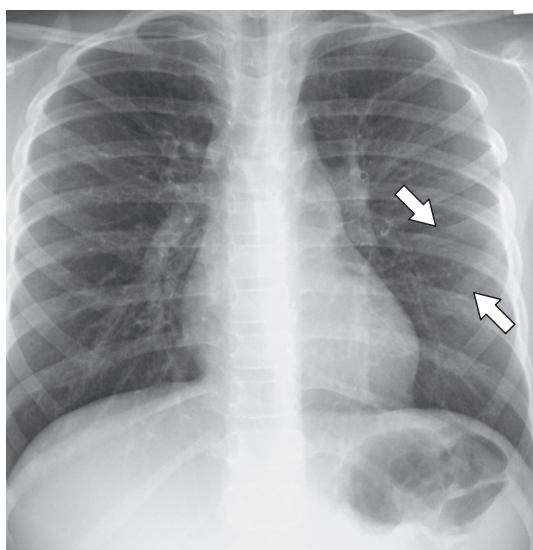


Fig.8

肺リンパ管腫症

10歳女児，肺リンパ管腫症にて加療中。血痰増加のため，画像診断を行うことになった。胸部単純X線写真正面像(a)ならびに側面像(b)では，両側肺野に肺門部から拡がる索状影を認め，肺野末梢には小葉間隔壁の肥厚と思われる線状影が目立つ。正面像(a)では心陰影は大きく，心縁は両側とも不明瞭化している。側面像(b)では葉間胸膜肥厚も確認可能である。胸部造影CT肺野条件冠状断再構成画像(c~e)では，気管支血管束の肥厚ならびに小葉間隔壁の肥厚は単純X線写真に比し明瞭である。縦隔の浮腫性変化もCTで確認できる(肺野条件画像につき縦隔条件画像でみる液体濃度ではない)。

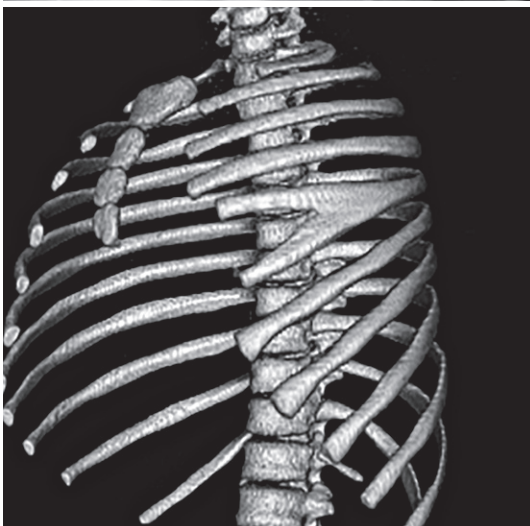
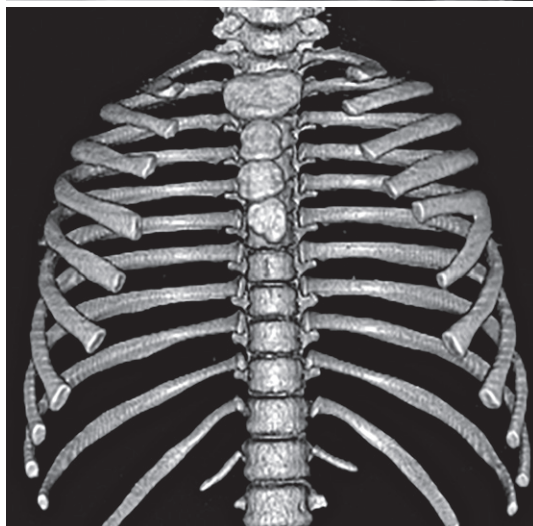
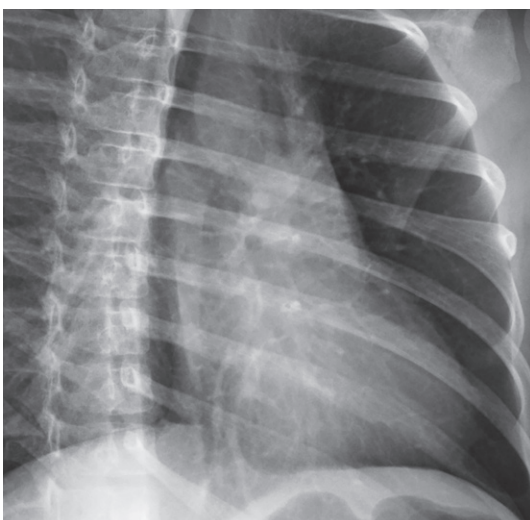
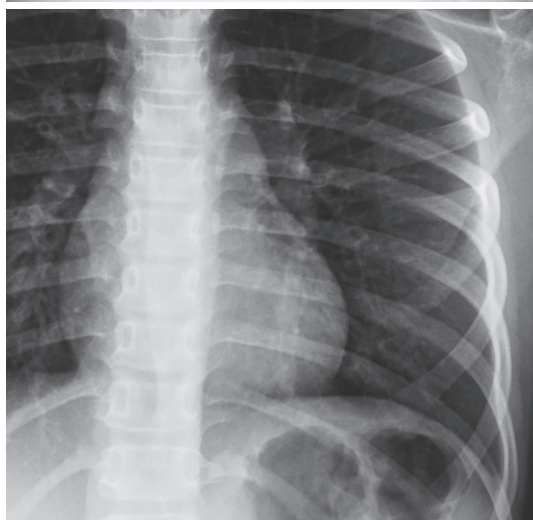


a
b
c
d
e

Fig.9

肋骨の異常 (Forked rib)

7歳女児，前胸壁形状の左右差を主訴の他院より紹介となった。胸部単純X線撮影正面像(a)を注意深く観察すると，左第5肋骨前方部分は二分しており，いわゆる forked rib の所見である(矢印)。左肋骨単純X線撮影(b, c)では肋骨の二分がより明瞭である。確認目的で行われた胸部単純CT骨条件3D再構成画像(d, e)では，左第5肋骨の forked rib の全貌が他の肋骨含めて容易に把握できる。これらの所見より，治療の必要性が無いことが判明した。



胸壁病変

胸壁病変としては、肋骨の形態異常としてforked rib (Fig.9)を提示する。胸郭形状の異常を主訴に、forked ribが診断される場合がある。胸部ならびに肋骨単純X線写真を注意深く観察すると、forked ribの診断はそれほど困難でなく、提示例のようなCTによる精査は不要と思われる。

おわりに

以上、日常の小児科診療で経験する頻度が高い疾患を念頭に、CT所見から見直した胸部単純X線写真所見について解説した。

●文献

- 1) Goo HW, Drubach LA, Lee EY : Imaging techniques. Caffey's pediatric diagnostic imaging (12ed), Ed by Coley BD. Philadelphia, Elsevier Saunders, 2013, Vol I, p506-518.
- 2) 野坂俊介：胸部・腹部単純X線写真の成り立ちと系統的読影手順。小児画像診断ピクシス 30 小児画像診断(第1版), 小熊栄二編。東京, 中山書店, 2012, p16-25.
- 3) 野坂俊介：救急患者の胸部単純X撮影では、側面像も必要か？小児科研修の素朴な疑問に答えます(第1版), 真部 淳, 上村克徳編。東京, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2008, p106-107.
- 4) 栗原泰之, 八木橋国博, 松岡 伸, 他：胸部単純X線写真の読み方 for beginners. レジデントノート 2009 ; 11 : 331-341.
- 5) 河野達夫：胸腹部CTの適応と系統的読影手順。小児画像診断ピクシス 30 小児画像診断(第1版), 小熊栄二編。東京, 中山書店, 2012, p33-38.
- 6) Siegel MJ : Lungs, pleura and chest wall. Pediatric body CT (12ed), 69-120, Ed by Siegel MJ, Lippincott Williams & Wilkins, 2008, p69-120.
- 7) 野坂俊介：胸部のCT診断。周産期医学。2013 ; 43 (増刊号) : 555-561.
- 8) Epelman M, Daltro P, Soto, et al : Congenital lung anomalies. Caffey's pediatric diagnostic imaging (12ed), Ed by Coley BD. Philadelphia, Elsevier Saunders, 2013, Vol I, p550-566.
- 9) Donnelly LF : Normal thymus. Diagnostic imaging Pediatrics, Ed by Donnelly LF. Amirsys, 2005, 2-78-2-81.

特集 胸部単純X線について

3. 胸部単純X線写真をいかに読むか：第一歩

樋口昌孝

国立成育医療研究センター病院 呼吸器科

How to interpret chest x-ray images : Step 1

Masataka Higuchi

Department of Pulmonology, National Center for Child Health and Development

Abstract

Chest x-ray images can reveal various information. However, such information would not be obtained merely by “observing.” The images need to be interpreted. Interpreting the images cannot be done in a short time. The ways for correct interpretation are to set check points, follow them in routine order and repeat them over and over in numerous images. When looking at the image, experts often point out the abnormality instantly.

They probably have various normal images in their mind that they can merge with the present image and thus have only the abnormal part stand out. To create this kind of image is thought to be important.

Keywords : *Chest x-ray image, Interpretation, Experts, Creating image*

はじめに

胸部単純X線は軽視されているのか。最近思う疑問である。

成人の場合、腹部単純X線は他の画像検査に置き換わりもう撮らない時代になっているとも聞く。

では胸部はどうであろう。画像検査として、さすがに第1番目に行われてはいる。しかし、有効に利用されているのだろうか。胸部単純X線写真で確定に近い診断ができるものに対しても、すぐにCT撮影が行われ、さらにCTによるfollow upが行われていることも多い(私も不安な時は時折やっており、あとで反省している)。

それはなぜなのか？読まないからか？読めないからか？

約20年前、私は衝撃を受けた。初期研修医制度

のない時代小児科医となって5年目、大学に帰室後、専門班として希望した呼吸器班に配属された。専門班のカンファレンスは、毎週木曜の夕刻、国立小児病院に集まり症例検討；おもに胸部単純X線写真の提示が行われた。

雫本忠市先生、川崎一輝先生をはじめとする数名の先輩方の会話が始まる。

「これってあれですよな。」「そうだね。」「では次。」とまったく病名や解説が登場することがなく終了することも多かった。会話についていけず、帰りの車の中で川崎先生に質問し、ようやく一端を理解する日々を繰り返していた。

この人たちは、どのようにして読影しているのか？この写真からどこまで奥深く病態把握をしているのか？と驚異に感じていた。

月日がたち、読影する努力を続けてはいるが、いかんせんうまくいかないことも多い。

小児科医の場合、撮影線量はある程度気にするが(していないのでは、と考えさせられることもあるが)、撮影時の管球の位置や、抑制の必要性、撮影のタイミングなどを通常考えずにオーダーしている。先輩たちの中には自ら撮影された経験がある方も多いが、私にはない。

そんな私ではあるが、画像読影に際し、先輩方から教えていただき、自ら実践しこれはいいと思っていることを紹介したい。説明不足の部分もあると思われるが、ご容赦願いたい。

撮影オーダー

まずはオーダーしなければいけない。

①初回撮影時

患児の全身状態にもよるが、立位での正面撮影と側面撮影を原則とする。

正面撮影はP→A、側面撮影はL→Rとすることが多いが、より撮影したい部分を乾板(カセット、カセット)に近い部分(右肺ならL→R、左肺ならR→L)でオーダーする。

乳幼児の側面撮影では、腕の位置によって気管上部と腕が重なり、気管内腔の判別が難しくなる場合が多い。気管内腔をしっかり見たい場合その旨、撮影者に伝える必要がある。

②再撮影時

以前撮影した画像との変化を見るための再撮影の際、正面撮影だけで十分な場合も多い。しかし、側面撮影の方がより重要となることもある。疾患の特徴や以前撮影の画像を踏まえたオーダーが必要である。

読影達人たちの極意

達人たちが、画像を見た瞬間、瞬時に異常を指摘するといった場面に多々遭遇してきた。

これは私の推測だが、ありとあらゆる正常画像が頭の中にイメージされ、それを現在読影している画像に重ね合わせることで、異常が浮き上がってくるのでは、と考える。

達人になるためにはこのイメージを如何に作れるかが重要と思われる。

なお、誤解を招かないために記載するが、達人たちは、一瞬で指摘はされても、そのあとしっかりと時間をかけ読影される。また以前の画像があれば、その都度反復して読影されている。

読影のための第一歩

画像は観察とは言わず、読影と称される。まさに見るのではなく、読むものなのであろう。

どうすれば読めるようになるのか。

以下に私が重要と感じていることを紹介する。踏襲する必要はないが、今後の参考になれば幸いである。

教科書

自分に合ったものを選ぶ、とにかく1冊だけでも熟読する。できれば正常について多く記載されているものがいい。

私は、雫本忠市著「小児胸部X線像のみかた」中外医学社を教科書としているが、1994年を最後に発売されていない。多くの大学図書館には所蔵されており、また先輩方が持っておられることも多いので、目にする事は可能と考える。

以下に記載したことの多くで、この教科書を引用している。

数を読む

①正常編

以前は健康診断や、結核検診で小児でも多くの正常と思われる画像が撮影され、それを目にすることも多かったが、近年はこれらの画像検診が行われなくなった。

しかし、電子カルテ化が進んだ現在、画像を見られる手段は、フィルム時代と比べ格段に容易となった。電子カルテの前に座るだけでいろいろな患児の画像を見ることが可能である。全身麻酔前に撮影される胸部X線は、胸部に関して問題がないものも多い。なお、異常と読影した場合、入院中であれば診察も可能である。

②繰り返し読む

1回読んだだけで終わりにせず、何度も繰り返し読むことが大切である。以前とは異なる見解が出現すること多い。

必要最小限の基礎知識

胸部単純X線写真には呼吸器のほかに心臓，頸部，上腕，腹部，骨・筋肉などいろいろなものが含まれている。画像にあるすべてを読影することが基本となるが，読影の中心は肺野である。その際に必要な解剖学的基礎知識は以下の3つである。

- ①肺野のどこにどの区域
- ②気管・気管支の走行は
- ③肺血管の走行は

Fig.1～3で示し，Fig.4, 5では気管気管支と肺血管を重ねた正面・側面からのシェーマを提示した。

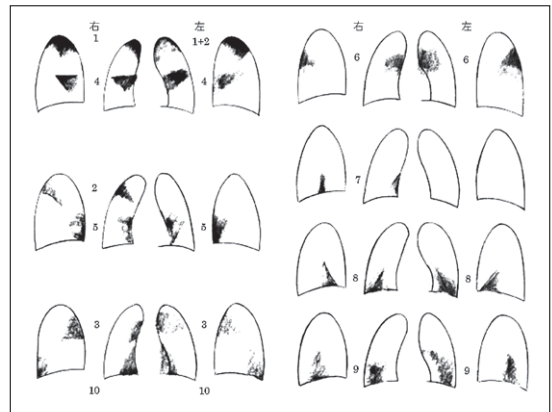


Fig.1 各肺区域の投影図 文献1) から

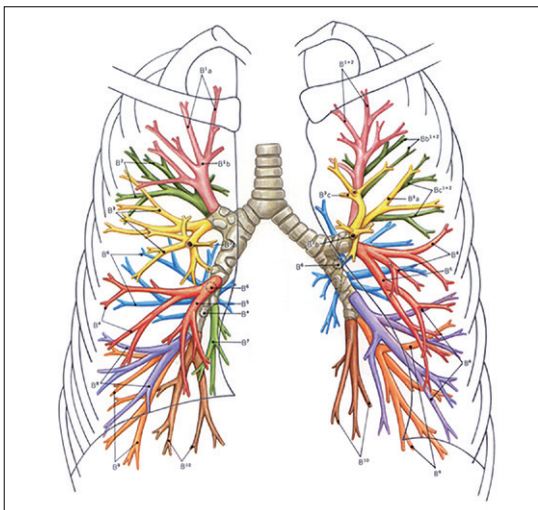


Fig.2 気管気管支の分岐 文献2) から

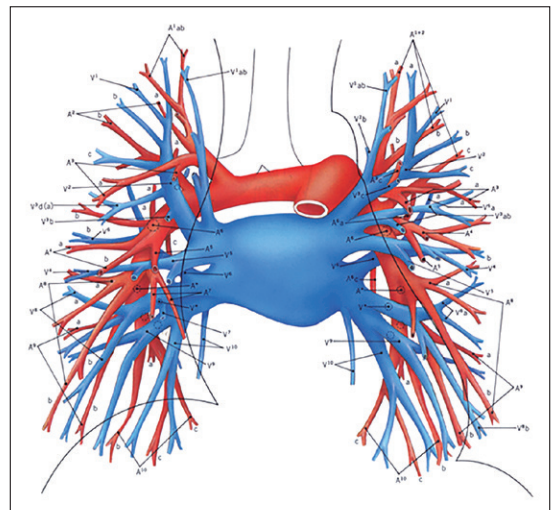


Fig.3 肺動脈・肺静脈の走行 文献2) から

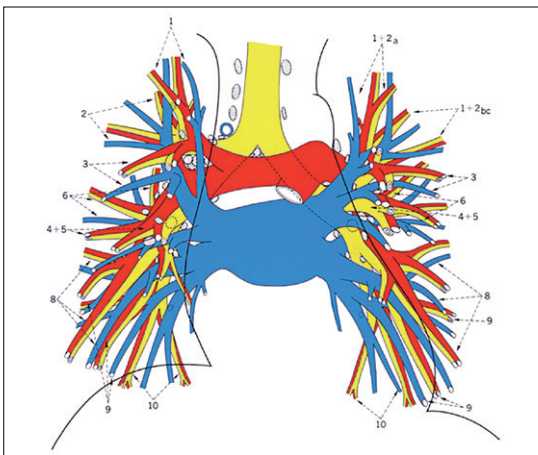


Fig.4 正面からのシェーマ 文献3) から

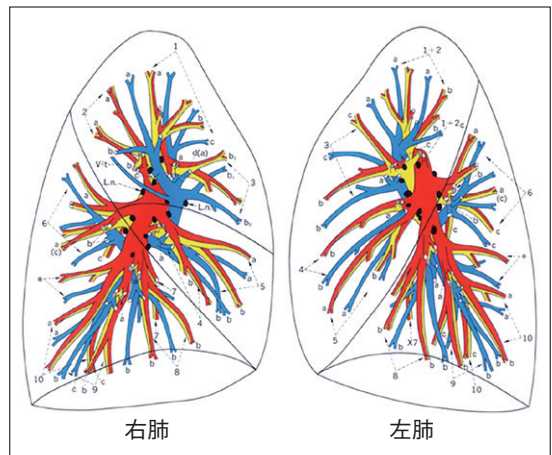


Fig.5 側面からのシェーマ 文献3) から

読影するにあたり

撮影された時の条件をチェックする。

- ①線量の多少
- ②患児の体の動き
- ③吸気・呼気(啼泣時)
- ④体位;立位か背臥位か, 体の傾き(前傾, 後傾), 捻れ(斜位), 曲がり(側弯)

体の動きや体位について違和感を感じた場合, 私は画像から読みとれる撮影姿勢とできるだけ同じ体位を自身でとるようにしている; 顔の向き・腕の位置・体のねじれなど. そうすることで何か見えてくることもある; どこが痛い, あるいは何をしたい, など.

Fig.6でかなり以前に撮影された7歳女兒の画像を提示した. 同日に高圧から低圧で撮影されている. 線量の少ない低圧の場合, 全体が白っぽく見え, 気管気管支は不鮮明で内腔を判別できず, 肺野のびまん性の細かい陰影や微細な所見は判別不可能である. 電子カルテ操作で, 画像の白黒コントラストの強弱はつけられるが, 線量の影響で見えていないものは操作しても見えない.

Fig.7で捻れによる胸部単純X線写真の変化, Fig.8に最大呼気(前傾)による写真の変化を示した. 乳幼児の場合, どちらかに捻れ, 呼気(前傾)ぎみで撮影されている場合が多い.

どこから読むか

最初に肺野へ目が行ってしまいがちである. し

かし肺野はむしろ最後に観察し, まずは肺野以外の部分を十分に観察する.

チェックする事項は次のようなものである.

- ①頸部, 胸骨の軟部組織
- ②脊椎, 肋骨, 肩甲骨, 鎖骨, 上腕骨などの骨組織
- ③腹部臓器, 消化管のガス

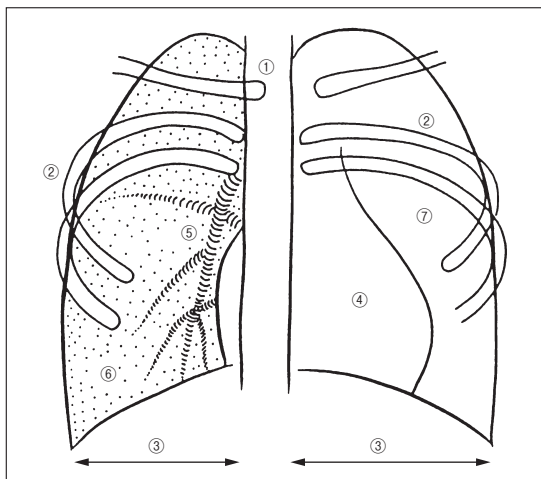


Fig.7 右前に少し捻れて撮影された写真の変化

- ①鎖骨の先端が脊椎中心に対してずれる
 - ②左右の肋骨の湾曲度が異なる
 - ③左右の肺外縁と脊椎縁までの距離が異なる
 - ④心陰影は後側肺野に偏位
 - ⑤前側肺門陰影の露出
 - ⑥前側肺野の投影面積減少, 白濁化
 - ⑦後側肺野の投影面積拡大, 透亮化
- 文献1)から引用

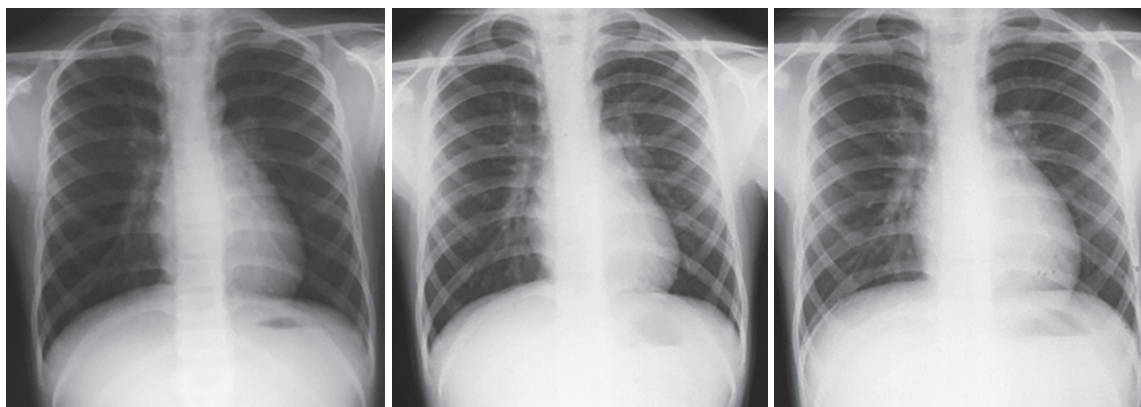


Fig.6 7歳女兒: 高圧撮影→低圧撮影

a | b | c

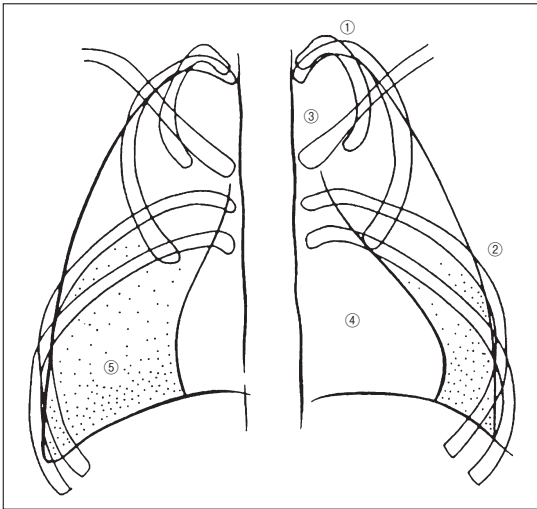
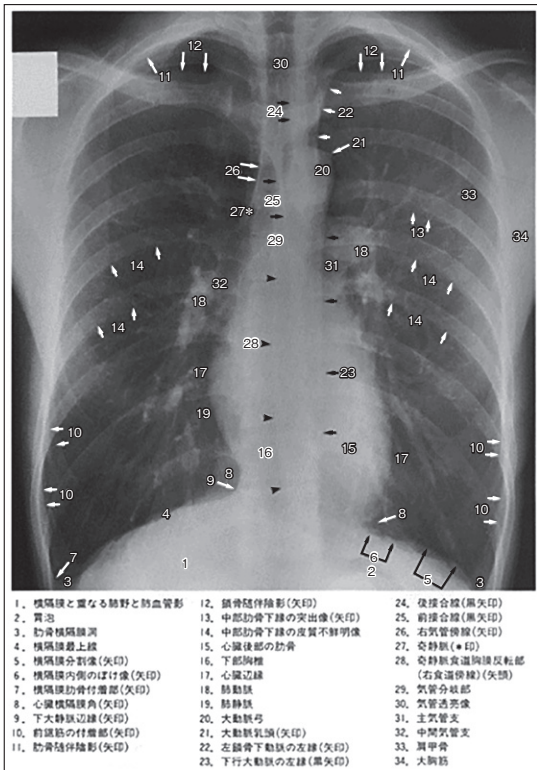


Fig.8 最大呼気(前傾)写真の変化

- ①胸郭が三角形に近い形となる
 - ②肋骨の描く弧が大きくなる
 - ③鎖骨の先端が低位置になる
 - ④心陰影が三角形に近い形となる
 - ⑤下肺野は特に白っぽくなる
- 文献1)から引用

Fig.9 胸部単純X線写真真正面像チェックポイント
文献2)から引用

- ④縦隔の形、縦隔(心陰影)の後ろの肺野・血管
- ⑤気管、主気管支、食道の空気像
- ⑥横隔膜
- ⑦胸膜

臨床情報をどう扱うか

オーダー医が読影する場合、どうしても臨床的に判定した病変部を意識して読んでしまう。その場合、画像上も異常と感じてしまいがちである。

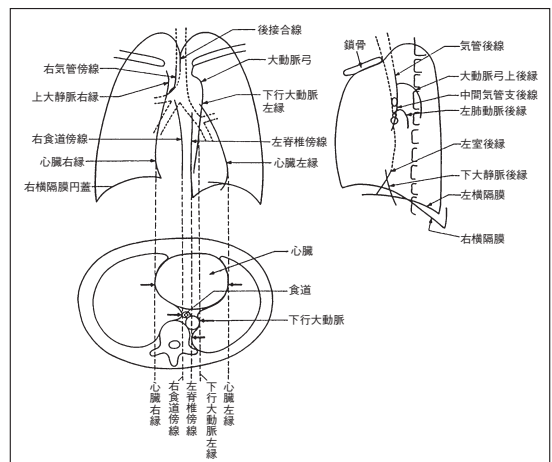
できうる限り最初は、臨床情報を忘れ読影する。つぎに臨床情報を加味して読影する。この2本立てが大事と感じている。

情報あり・なしで読影が異なった場合、再度聴診・触診などの身体所見をとり、明確な結論が得られるようにすれば、より正確な診断に近づき読影力も養われる。

細かいチェックポイントについて

Fig.9に他の教科書で記載されていた細かいチェックポイントを示した(項目数が多く転写のため不鮮明な部分は容赦いただきたい)。Fig.10では胸部単純X線写真に見られる辺縁の一部を示した。これらの辺縁が不明瞭となった場合、同部位に接する部分に異常が起きている可能性がある。読影の際はこれらのチェックポイントに注意していく。

どこから読むか、で記載した部分も合わせ、

Fig.10 胸部単純X線写真に見られる辺縁の一部
文献2)から引用

チェックポイントを決め書き出す。次に自分の読みやすい順番を決め、毎回同じ順序で読影する。最初は非常に時間のかかる作業だが、チェックポイントを規則正しく読み続けると、書き出したメモを見なくても読めるようになり、その時点では標準以上の読影力が得られていると考える。

さらに読影力を養うために

①画像のスケッチをする

ノートを用意し、肺と心臓の輪郭、気管・主気管支の走行（不明瞭な部分は途絶や点線で表記）、気になる肺血管陰影があれば描写、肺野で透亮度亢進部は赤斜線、それ以外の異常と思われる陰影は青で描出する。

写生ではないので、気になる部分だけの表記で十分である。

電子カルテ化が進んだ現在、若手の医師はカルテにスケッチした経験がないと考えるが、スケッチは画像の要約であり、非常に有用と考える。

Fig.11 に communicating bronchopulmonary foregut malformation (CBPFM；いわゆる気管支食道起始症) の画像とそのスケッチを提示した。気管狭窄を伴い、右外側下部にうっすらと含気像を認めるが、そこに向かう気管支は確認できず、食道から起始し同部に向かう透亮像がある。なお、赤・青の色づけは行っていない。

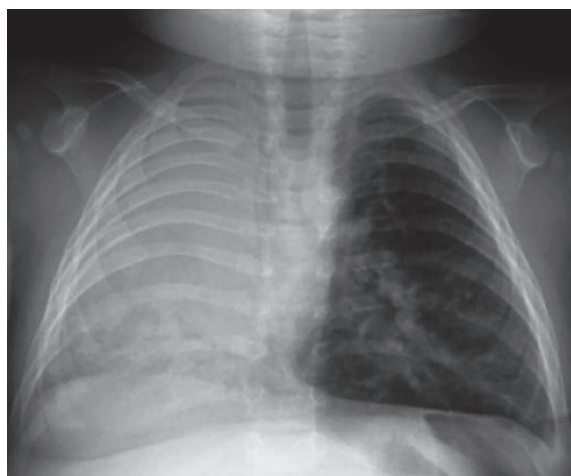


Fig.11 気管支食道起始症例のスケッチ

②皆の前で声に出して所見を述べる

カンファレンスの際に行っているが、語尾をはっきりさせて意見を述べる。画像を他者に説明することで、自らの不足点がよりはっきりとわかる。

③解釈できなかった画像所見を記録しておき、いつか上級者に相談する

気をつけなければいけないこと

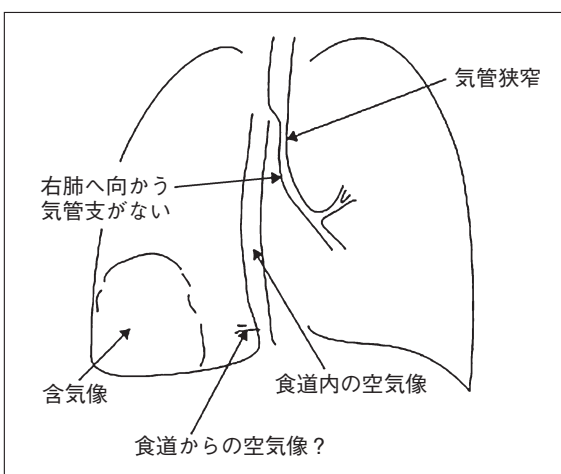
最後に読影の際、ただ読むだけでなく、その裏に別の何か潜んでいないか、を注意させたことがらや考えを紹介する。思い込みを捨てることは大切である。

①肺区域について

Fig.1で各肺区域の位置を示したが、これは呼吸器に問題のない正常状態時の位置である。

Fig.12を見ていただきたい。症例は9歳男児、急性白血病の骨髄移植後、発熱・咳嗽出現のため撮影された。どこに異常陰影があるかまずは考えていただきたい。Fig.13はその6日後気管支拡張薬・去痰薬吸入、呼吸理学療法により異常陰影が改善した画像である。

移植片対宿主病も合併していたためFig.12と同日胸部CTも行われていた。右上葉をまったく含気のない無気肺として右上前方内側に集約した陰影として認める(Fig.14)。これからわかったこと；肺区域を基本的に理解することは非常に重要であ



a | b

るが、場合によっては他の肺野の影響などで、予想とは少し異なる位置に移動する可能性がある。

②吸気・呼気について

Fig.15に6歳女児の同日行った吸気と呼気の画像を提示した。

以下は、この症例と全く無関係な想定問答である。

乳幼児の場合、撮影時に啼泣状態であることが多い。診察室でも号泣していた児が、Fig.15bに示したような画像であった場合どう思うか。吸気のベストなタイミングで撮影された？ air trap？

このどちらかは画像だけでは判断がつかない。気になった場合は再度聴診し、しっかり呼気ができるか確かめる。

次の想定は、喘息と臨床的に診断したにもかかわらず、画像はFig.15aのような場合どう思うか。たまたま強く息が吐けた？実はうまく吸えない？この場合も合点がいく聴診所見を確かめる必要があり、それにより真実に近づく。

③シルエットサイン

右中葉や左舌区に陰影がある場合心陰影はシルエットサイン陽性となる。

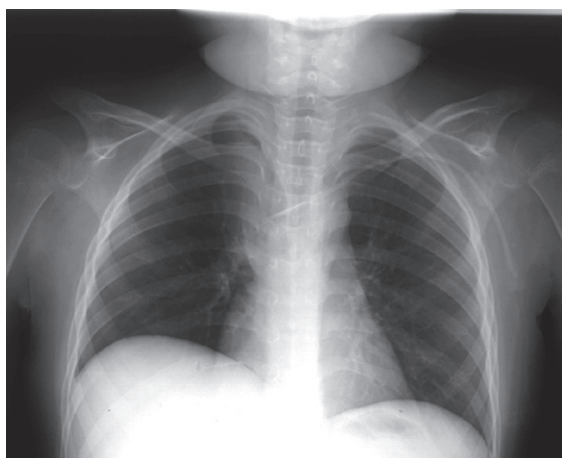


Fig.12 どこに陰影があるか 9歳男児 発熱・咳嗽で撮影

a | b

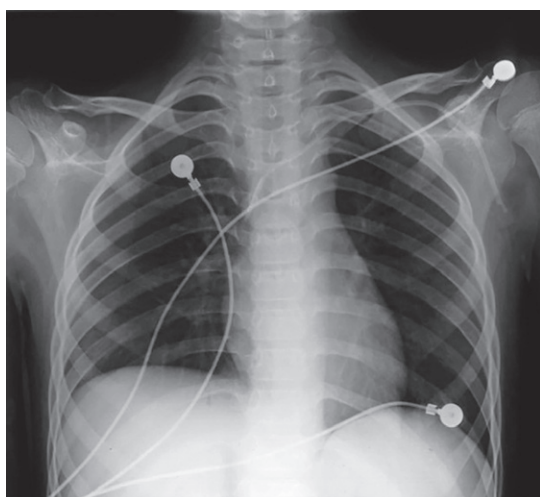


Fig.13 6日後吸入・呼吸理学療法で改善

a | b

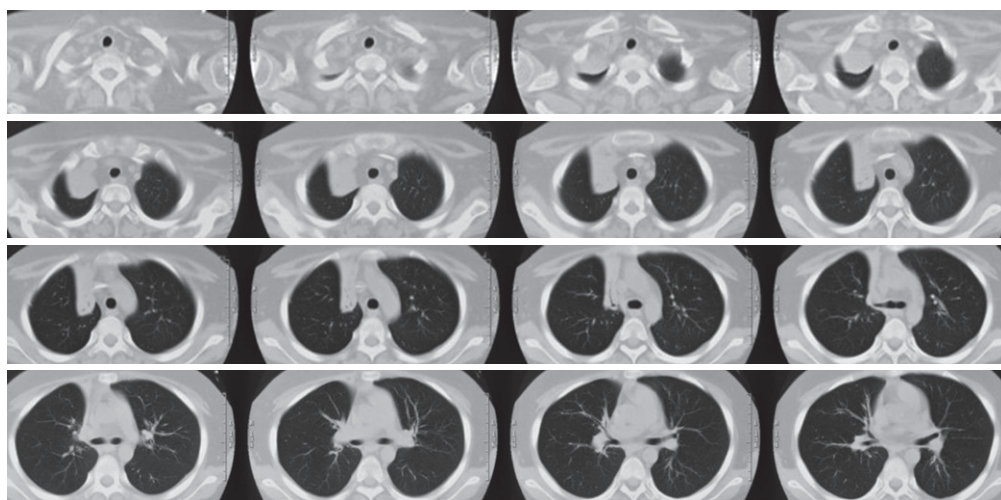
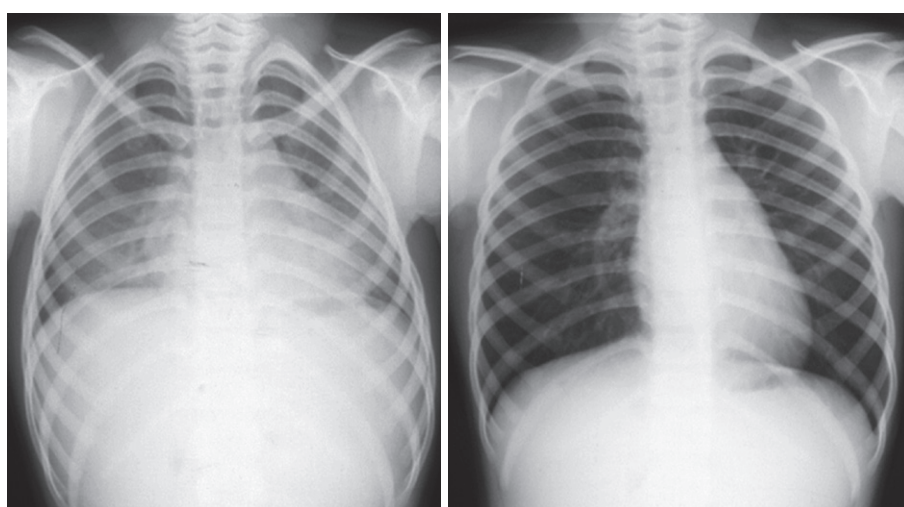
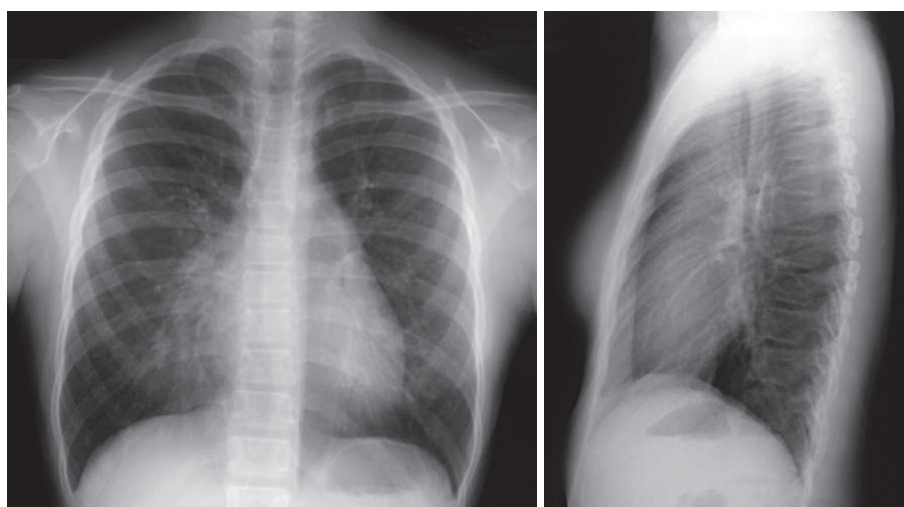


Fig.14
Fig.12 と同
日の胸部造
影CT



a | b

Fig.15
6歳女児



a | b

Fig.16
12歳女児

Fig.16は12歳女児（本症例）．咳嗽が遷延するため、近医で胸部単純X線撮影が行われ、右肺炎と診断され、紹介された．陰影はどこにあるか．側面像はどうか．

正面像で心臓右縁はシルエットサイン陽性も同部位に位置する側面像では異常はない．

Fig.17に別の13歳女性、右中葉無気肺の画像を提示した．このように側面像では右中葉に帯状の陰影を通常認めるはずだが本症例にはない．咳嗽が遷延し、陰影の成因が不明のため行った胸部CTでは、無気肺・肺炎像を認めず、心臓右縁が棘状であった（Fig.18）．Fig.19に示すように、X線束と接線に位置する丸い辺縁は鮮明な辺縁として

描出され（A, B）、辺縁に厚みも丸みもない場合は不明瞭となる（C）．

本症例は、心臓右縁に厚みも丸みもなく正面像で心臓右縁が不鮮明になったと診断した．

漏斗胸症例の場合、心臓右縁が棘状となり、通常胸部X線写真正面像で心臓右縁が不鮮明となる．本症例に漏斗胸は認めないが、前後扁平気味の胸郭のために、漏斗胸同様の所見を示したと考える．

本症例から学ぶべき点は、不鮮明な陰影を確認する際、2方向からの描出のされ方で、ある程度の陰影成因の予想ができることである．

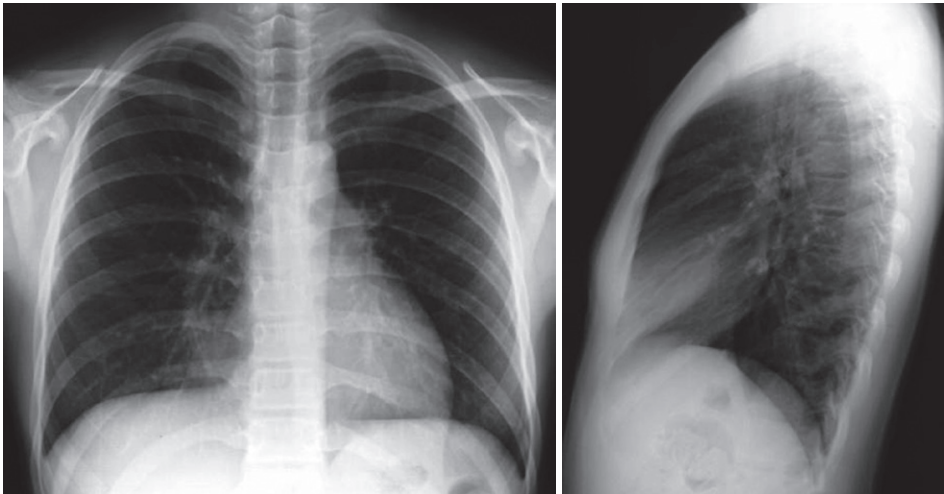


Fig.17 13歳女性 右中葉無気肺

a | b

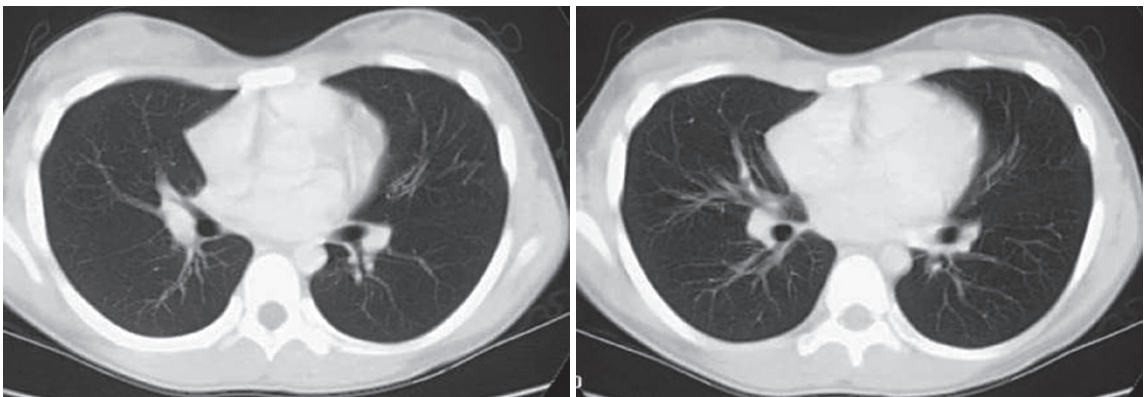


Fig.18 胸部CT；Fig.16の12歳女児

a | b

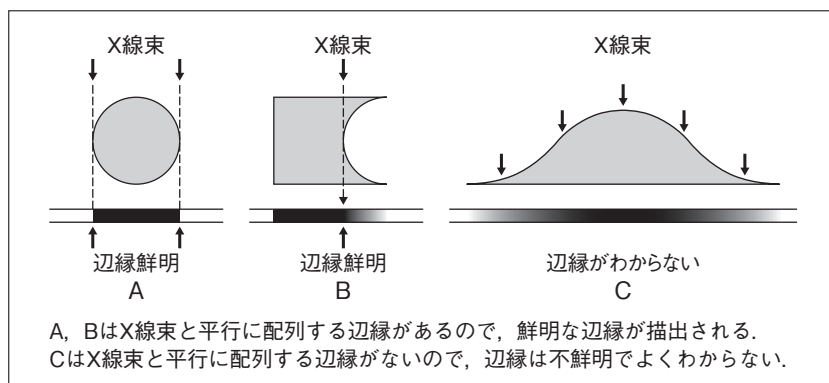


Fig.19 辺縁の描出のされ方 文献2)から引用

まとめ

胸部単純X線写真には非常に多くの情報が含まれている。しかし観察するだけでは、その情報は得られず読影する必要がある。一朝一夕で読影力はずかず、各チェックポイントを設け、規則正しく、数多くまた反復して読影することが重要である。読影の達人たちは、画像を見た瞬間、瞬時に異常を指摘する。これは私の推測だが、ありとあらゆる正常画像が頭の中にイメージされ、それを現在読影している画像に重ね合わせることで、異常が浮き上がってくるのでは、と考える。このイメージを作り上げることが重要と思われる。

●文献

- 1) 雫本忠市：小児胸部X線像のみかた，雫本忠市編．東京，中外医学社，1989.
- 2) 胸部X線写真のABC，日本医師会編．東京，医学書院，1990.
- 3) Yamashita H : Roentgenologic Anatomy of the Lung, Ed by Yamashita H. Tokyo New York, Igaku-Shoin, 1978.

日本小児放射線学会 50年の歴史

平松慶博

元日本小児放射線学会 理事長

The history of JSPR over the past half-century

Yoshihiro Hiramatsu

Former Chairman of the Board of the JSPR

Abstract The Congress of the Japanese Society of Pediatric Radiology celebrated its 50th meeting this year, and it is nearly 50 years since the movement to establish the Society was founded in 1965. Over these 50 years, the Society has progressed in ways unique compared to societies abroad due to the pressures associated with the shortage of pediatric radiologists in Japan.

Keywords History of SPR, History of JSPR, Changes in pediatric imaging

はじめに

本大会は50回という記念すべき節目の大会である。50回大会は会発足50年目ではなく、1965年の大阪市立小児保健センター開院に始まる我が国の小児放射線研究会設立の胎動より今年で約50年が経過したことになり、この機会に本学会の歩んできた過去50年の歴史について考えてみたい。放射線科医の不足に起因する我が国の小児放射線診療の特殊性についても考察する。

外国における小児放射線科の設立と小児放射線学会の立ち上げ

Dr. John P. Caffeyがはじめは小児科医として、後に放射線科医として勤務したBaby Hospital (現在のMorgan Stanley Children's Hospital of New York-Presbyterian) は、1887年に設立されているが、米国がまだ英国領だった1776年にそのルーツがあるという¹⁾。ボストン小児病院は1869年に設立されている。1895年のWilhelm C. Roentgen

教授によるX線の発見の2年後の1897年には、すでにAustriaのGrazにおいて世界で最初の小児放射線科が設立された。米国では1899年ボストン小児病院 (Fig.1) において、骨腫瘍などに見られるCodman三角 (Fig.2) で知られている外科医のDr. Ernest A. Codmanにより小児放射線科が設



Fig.1 Longwood Ave.のボストン小児病院旧館
最初の放射線科が設立されたのは、この建物ではなくダウンタウンにあった。

立されている²⁾。当時の病院には電気が引かれておらず、ランプで明かりをとっていた。X線撮影の際には隣接するオペラハウスから電気を借りていたので、オペラハウスが休館の日はX線撮影が出来なかったという²⁾。

1950年代世界中での度重なる核兵器地上実験の結果、放射線被ばくに対する関心が高まっていた。American Academy of Pediatricsの会長からDr. Caffeyに小児放射線学会設立の要請があり、会設立にあまり積極的でなかったDr. Caffeyに代わってDr. Frederic N. Silvermanが米国およびカナダの45名の小児放射線科医に呼びかけて、1985年Society for Pediatric Radiologyが33名のメンバーで発足した³⁾ (Fig.3)。ボストン小児病院の放射線科部長Dr. Edward B.D. Neuhauser (Fig.4) が初代会長となった。

我が国における 小児放射線学会設立の兆し

我が国においては1965年大阪市立小児保健センターと東京の国立小児病院が開設され、小池宣之先生、宮坂知治先生がそれぞれの施設の初代部長であった。小児放射線に関する勉強会も盛んに行われるようになった。Society for Pediatric Radiologyに影響され、我が国でも小児放射線研究会を結成しようという動きが、大阪市立大放射

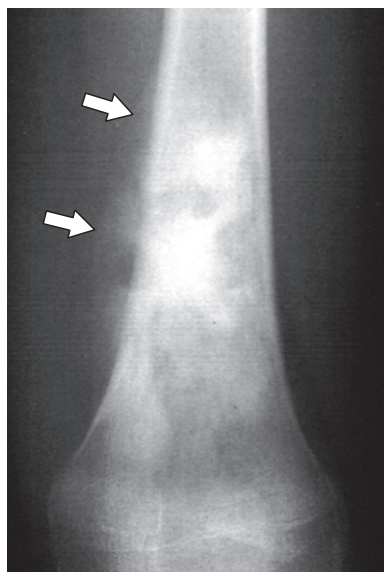


Fig.2
Codman 三角
大腿骨骨肉腫
症例における
periosteal
elevation

線科玉木正男先生を中心とし関西から起こった。1969年大阪市立小児保健センター小池宣之先生と山田龍作先生の連名で、全国の78名の放射線科医に発会呼びかけの手紙が送られた⁴⁾。送り先は山田龍作先生が過去10年間の小児放射線関係の論文と発表を、医学中央雑誌を調べて慎重に選ばれた⁵⁾。49名が発会に賛同し、1969年春大阪の料亭「大野屋」に数十名の放射線科医「同志」が集まった⁴⁾。さらに1969年秋東京でも、国際放射線学会(ICR)の打ち合わせ会を利用して、20名で会合がもたれた⁴⁾。会合において、小児放射線研究会を設立すること、研究会は約10年間日本医学放射線学会



Fig.3 SPRの設立に寄与した小児放射線科医の面々

左から Drs.Neuhauser, Caffey, Silverman, Holt, Taybi, 1975年 Atlantaにて, SPR web site より

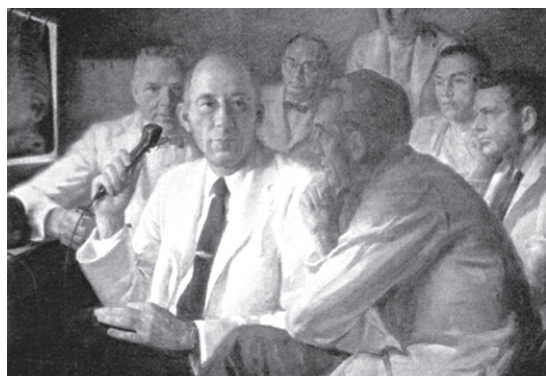


Fig.4 Dr. Edward B.D. Neuhauser
ボストン小児病院の読影室に掲げられている油絵。1980年代まで(CT, MRI全盛時代以前)の懐かしい読影風景。Teaching styleとしては理想的であった。

のもとで同好会的なものとして行う、小児科・小児外科その他にも参加を呼びかけ協力関係を密接にする、まずは放射線科医の育成に努め全国各地の小児病院の放射線科を担当できるようにする、事務局は大阪市立小児保健センター内におき小池宣之先生がその任にあたる、会の開催は日本医学放射線学会に連続して行う、ということが決定された⁴⁾。当時我が国の小児放射線科医は、大阪の小池宣之先生と山田龍作先生 (Fig.5), そして東京の宮坂知治先生の3名のみであった⁴⁾。

事務局の東京への移転

小池先生が院長を勤めていられた大阪市立小児保健センターにおける業務多忙、インターンの待



Fig.5 山田龍作先生(左)と小池宣之先生(右)



Fig.6 榊原聰彦先生

遇に端を発した大学紛争の影響、そして東京に小児放射線に関心の深い放射線科医が多い、などの理由で小池先生から日本大学放射線科の榊原聰彦先生 (Fig.6) に事務局移転の依頼状が送られた⁴⁾。実際には関西より関東に小児放射線科医が多いという事実はなかったが、1971年に事務局は日本大学放射線科の榊原聰彦先生のもとへ移された。

研究会発会

1972年榊原先生を中心に、会の名称は臨床小児放射線研究会とする、会長は日本医学放射線学会の臨床シンポジウム部会長が兼任する、研究会は臨床シンポジウムと同時開催とする、事務局は日本大学放射線科内におく、などが確認された。研究分野は診断学に限定せず、放射線治療など小児放射線に関する全分野を包含するとされた。このように我が国の小児放射線学会は諸外国と異なり、放射線診断学のみならず、放射線治療学をも含めた形でスタートすることになった。1972年10月前橋市において日本医学放射線学会の秋季の臨床シンポジウム部会に付属する臨床小児放射線研究会として発会した (Fig.7, 8)。1985年から1991年までは年2回開催された。春の研究会では内科系・外科系医が交互に、秋の研究会では放射線科医が会長に選ばれた。1988年第21回臨床放射線研究会にて、会の名称を日本小児放射線研究会として、臨床シンポジウム部会から分離した。

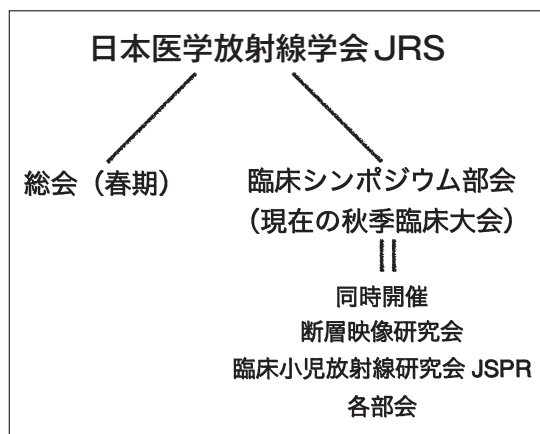


Fig.7 日本医学放射線学会傘下の臨床小児放射線研究会

抄録掲載と機関誌

研究会で発表された内容は、第1回から第6回までは雑誌「小児外科・内科」(Fig.9), 第7回から第12回までは「小児内科」に掲載された。1985年研究会独自の機関誌である「臨床小児放射線研究会雑誌」(Fig.10)が発刊され、第13回研究会抄録から掲載された。発刊に際して放射線科からは野辺地篤郎先生、小児科からは馬場一雄先生、小児外科からは駿河敬次郎先生がそれぞれの立場から巻頭言を書かれた。野辺地先生の巻頭言で、「我国では、おそらく大阪の小児保健センターに小池先生が行かれたのが、小児放射線の事始めではなかつ

たと考えている」⁶⁾とあるが、これは事実であろう。小児放射線診断学の中心は小池宣之先生と、聖路加国際病院の野辺地篤郎先生であったといえる。

小池宣之先生と野辺地篤郎先生

小池先生は1945年岡山医科大学を卒業後、大阪市立大学医学部放射線科講師をへて、1966年大阪市立小児保健センター放射線科部長に就任され、1967年同センター所長(病院長)となられ、1989年退職された⁵⁾。同年中野こども病院顧問となられ、2014年2月ご逝去された。研究会発足当時の諸事情を色々お聞きしたく、2014年3月にお手紙を差し上げたところ、ご家族から先生がその直前にご逝去された由のご返事があった。小池先生からの寄付金により、小池賞が設立されている。先生が小児保健センターを定年退職された時期ではなかったかと思われる。対象論文は原著に限られているため、残念ながら最近の受賞はない。禅宗に「啐啄」(そったく)という言葉がある。「啐」とは雛がかえろうとする時、内から殻を破って出ようとしてつつく音(鳴く声ともいう)で、「啄」とは母鳥が外から殻をつつき割る音で、導師家(しけ)と修行者との呼吸がぴたりと合うことから、「得難い良いタイミング」を意味するが、小児放射線学会設立の内からの要望に対して、外からその殻を破ったのが小池先生であった。

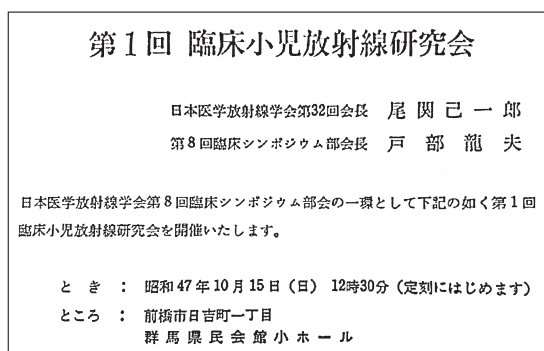


Fig.8 第1回臨床小児放射線研究会案内「定刻にはじめます」という注意書きが、いかにもおおらかな研究会らしい。

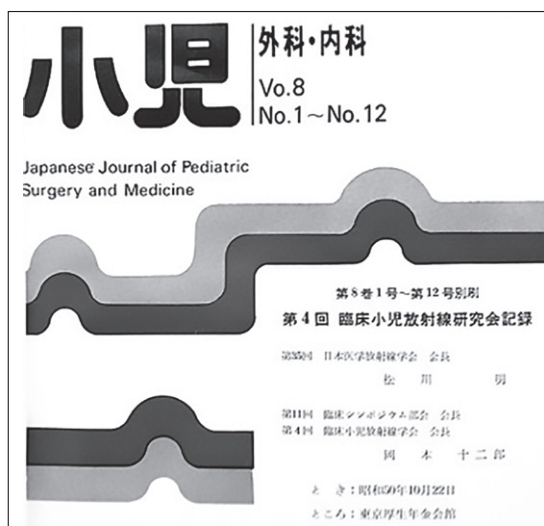


Fig.9 小児内科・外科雑誌の表紙

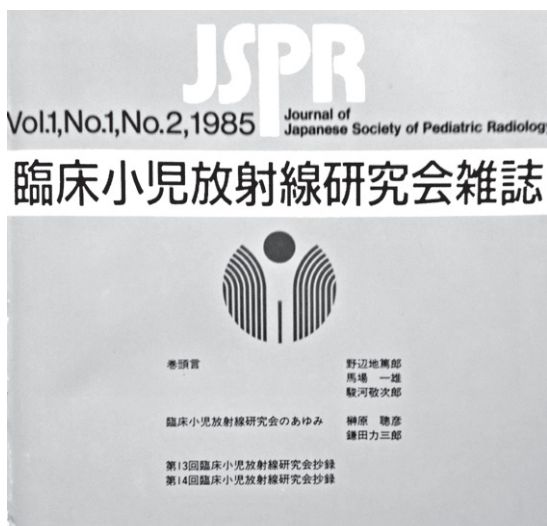


Fig.10 臨床小児放射線研究会雑誌の表紙

野辺地先生 (Fig.11) は1943年千葉大学医学部卒業後、東京大学放射線科をへて1950年聖路加国際病院放射線科へ着任された。当時の放射線科医の仕事は、主として放射線治療であった。聖路加国際病院は進駐軍に接収されており、本来の聖路加国際病院は隣接する木造の古い建物で診療を継続していたが、野辺地先生は米軍の放射線科へ出向いて米国式放射線診断学を習得された。聖路加国際病院はその後我が国における放射線診断学の中心的存在となり、多くの放射線科医が育って行った。その内の一人が藤岡睦久先生である (Fig.12)。野辺地先生は1958年にはハーバード大学大学院へ



Fig.11 野辺地篤郎先生
1919～2008年



Fig.12 1970年頃の聖路加国際病院放射線科のオールスター
前列左から3人目が野辺地篤郎先生、その左後ろがレジデント時代の藤岡睦久先生、その左後ろが筆者。

6か月間留学され、この間にボストン小児病院にて小児放射線も経験されている。聖路加国際病院ではすべての放射線検査に報告書が作成されているが、小児の検査も例外ではなかった。野辺地先生は放射線検査レポートを口述録音し、タイピスト(トランスクリイパー)がそれをタイプし報告が完成するという米国式のシステムを導入された。その後聖路加を中心に、日本トランスクリイパー協会が設立され、全国に広まったが、コンピュータによる音声入力普及により、残念ながら数年前に協会は散会した。野辺地先生は2008年ご逝去された。

会員数および構成

1972年の第1回研究会参加者数は310名であったが、1985年は665名、2014年の会員数は770名である。各科別の構成はFig.13の如くである。

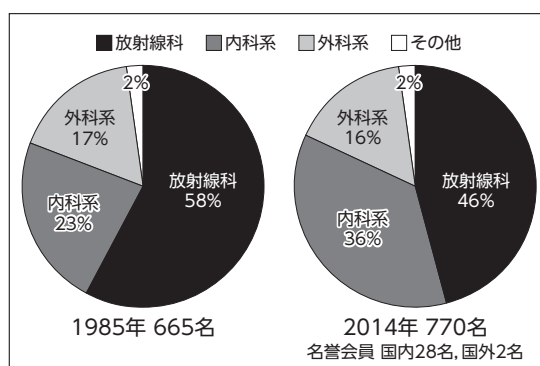


Fig.13 会員構成

研究会から学会へ

学術的内容は同じであるが、出張申請などの際、会の名称としては「研究会より学会という名称の方が望ましい」という意見が会員から多く聞かれた。会としてアンケート調査を実施した結果、予想通り「学会とすべし」という回答が多く、それを受けて1990年研究会から学会へ移行した。学会の代表は理事長となり、初代理事長は日本大学放射線科の鎌田力三郎先生 (Fig.14)、学会長は第24回大会の吉田 豊先生であった。学会事務所は初代理事長が日本大学であったため、この段階では事務局は移動しなかったが、1992年筆者が

鎌田先生のあとを受けて理事長になり、事務局は東邦大学第2放射線科医局へ移動した。それまで多年にわたり高橋良吉先生、佐藤勝彦先生と佐貫榮一先生 (Fig.15) が日本大学における事務局を支えてこられた。その後、理事長交代と関係なく事務局を固定するためメディカル教育研究社へ移し現在に至っている。

臨床小児放射線研究会発会以来の変遷

50年前の放射線検査はX線単純撮影と造影検査、そして核医学検査が主体であった。ごく初歩的な超音波検査も行われていた。胸部、腹部、四肢単純写真などの読影、消化管、尿路造影などが一般の放射線医の日常的な業務であった (Fig.16, 17)。1972年の発会以来、小児放射線検査 (画像検査) は大きく変化して来た。フィルムを用いる撮影は



Fig.14 鎌田力三郎先生



Fig.15 佐藤勝彦先生 (左) と佐貫榮一先生 (右)

フィルム感度の進歩を経て、アナログからデジタルへと変化したことにより、画質が飛躍的に向上し患者の被ばく線量も低減した。造影剤の進歩も特記すべきである。経口の造影剤であるバリウムの粘膜への付着性が向上しているが、イタリアのブラッコ社による1977年のヨード系血管・尿路造影剤イオパミロンの開発後、他社を含めた開発競争により、副作用の多いイオン性から副作用の少ない非イオン性製剤へと急速に切り替えられ、造影検査が比較的安全に施行できるようになった。

造影手技も時代とともに変遷した。例えば小児造影検査として重要な腸重積の診断と治療に広く行われてきたバリウムによる高圧浣腸は現在ではほとんど用いられない。一部では依然としてX線透視下で空気を用いた検査 (Fig.18a)、あるいはガストログラフィンなどを用いた検査 (Fig.18b) も行われているものの、生理食塩水を用いた超音波下での検査が主流となっている。被ばくを伴わない手技が理想的であるが、安全のためには自分が最も習熟している方法をとるのも選択肢のひとつであろう。

CTによる患者被ばくも大きな問題である。成

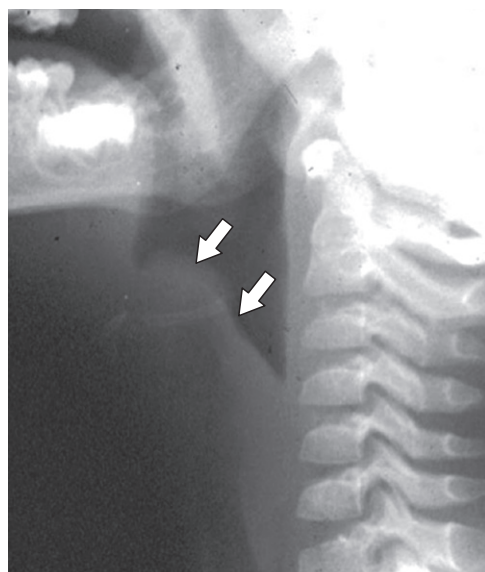


Fig.16 急性喉頭蓋炎
頸部側面像で肥厚した喉頭蓋 thumb sign (長い矢印)、肥厚した披裂喉頭蓋ヒダ (短い矢印) と拡張した咽頭腔が見られる。

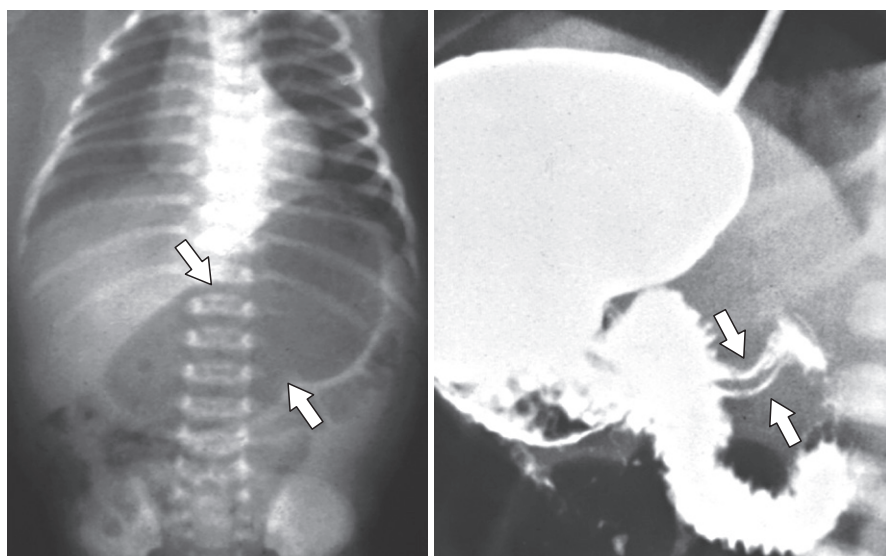


Fig.17
先天性肥厚性幽門狭窄症

a: X線単純写真 蠕動亢進(矢印)によるcaterpillar(いもむし)signがみられる.
b: 同症例造影検査 double string sign(矢印)がみられる.

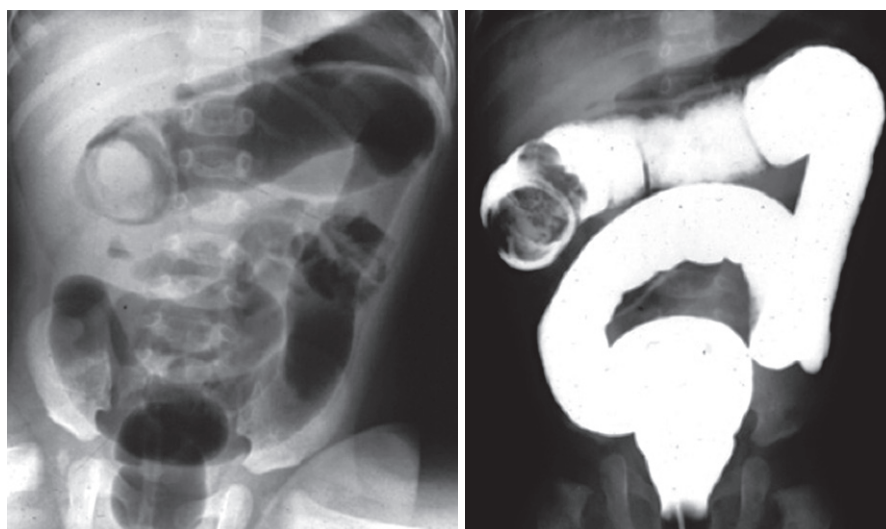


Fig.18
腸重積症

a: 空気による注腸
b: ガストログラインによる注腸 前症例整復後再発時の検査である.

人より被ばくに対して感受性の強い小児における被ばく低減の責任は重大である。1968年英国のGodfrey N.Hounsfieldにより発明されたComputed tomography (CT) は、1972年より臨床応用が進んできたが、最初の頭部CT (Fig.19) による被ばくは頭部単純X線撮影による被ばく量と同等であった⁷⁾。CTによる被ばくが問題となったのは、ヘリカルCTの出現以降である。2001年のBrennerの論文⁸⁾が翌年2002年USA TODAYに取り上げられ、CT被ばくに対する関心が広まった。国際放射線防護委員会による、いわゆるALARA (As Low As

Reasonably Achievable) の原則は、小児診療においても適用される。CTにおける被ばく線量減少のためには、CT検査の適応を厳密にする、小児の身体の大きさに応じてkVpとmAを調節する、スキャンはなるべく1回(1相)のみとする、画像処理に逐次近似法(iterative reconstruction)を使用する、などがあげられている⁹⁾。通常のX線撮影では、過度の照射は画像の過度の黒化を来すことから容易に感知されるが、とくにCTにおいては過度の照射は画質の向上となるため見逃され易い¹⁰⁾。同様のことは核医学検査についてもいえる。

放射線の生体に対する影響で重要なものはDNAの二本鎖切断である。人体は宇宙線などの自然放射線により常時照射されており、切断されたDNAの鎖は常に修復されている。修復されずに蓄積すると遺伝情報の消失や染色体転座、細胞死を招く。悪性腫瘍の発生のほか先天性遺伝疾患の原因ともなる。修復機転には相同組換えと非同末端連結の2種がある。修復が行われている間は細胞周期が停止するため、細胞にとってリスクが高い¹¹⁾。しかしながら、DNAの変異が生物の進化の元になって来たということも事実である。

CTより約10年遅れて臨床に導入されたMRIは、被ばくがない、任意の断面での画像が得られる、

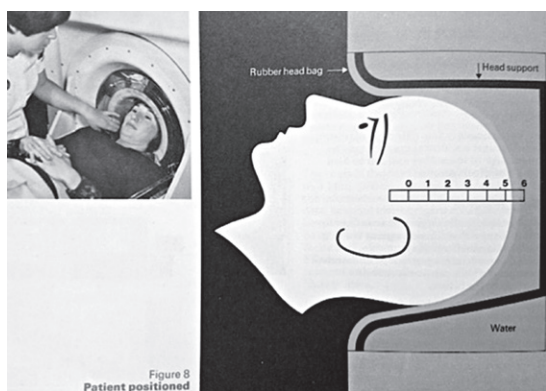


Fig.19 EMIによる最初のCT装置
頭部の周りにはwater bagが必要であった。

血流情報が得られるなどの利点があり、検査時間が長いなどの欠点があるものの、小児においても急速に利用が広まった。縦隔疾患、血管を巻き込みながら浸潤する神経芽細胞腫などに有効である（Fig.20）。特に脳神経系疾患の診断には、CTを凌ぐ絶対的に必要な検査となった。心臓の非造影動態機能検査としても有効である。

装置の進歩と共に、被ばくのない超音波検査も急速に小児画像診断に取り込まれた。心大血管疾患の診断はもとより、例えば腹部疾患の診療では、急性虫垂炎¹²⁾、先天性肥厚性幽門狭窄症¹³⁾その他の疾患の診断に不可欠となっており、さらに前述のごとく腸重積症の治療にも利用されるにいたった。新生児脳疾患にも利用されている。

近代的な血管造影の基本となったSeldinger法を利用したInterventional Radiology (IVR)は、1967年Dr. Alexander Margulisにより命名されたものである¹⁴⁾。以前は「介入的放射線」などと直訳的に邦訳されていた。最近では「放射線診断技術の治療的応用」の訳が定着しているものの、そのまま「IVR」というのが簡単で普及している。血管系IVRと非血管系IVRに大別されるが、とくに血管系IVRの一種である動脈管開存症閉鎖術が1968年にProstmannにより開発されたことは¹⁵⁾、小児放射線学としては特記すべきであるが、最近では本法は施行されていない。

1985年から日本全国で施行されるようになって

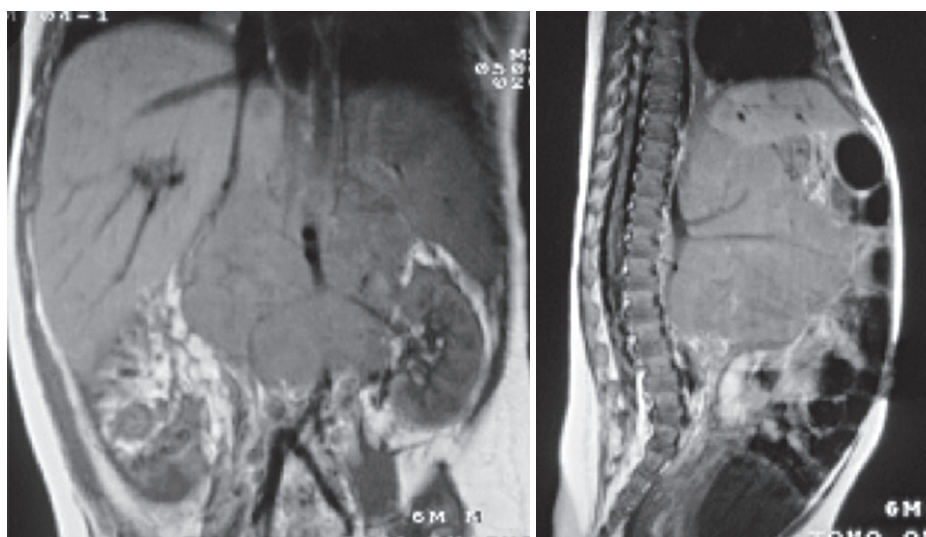


Fig.20
神経芽腫のMRI
a: 冠状断像
b: 矢状断像

た、VMA、HVAなどのカテコラミン代謝産物の尿中排泄量を測定する神経芽腫早期発見のためのマス・スクリーニングは世界的にも注目されたものであったが、とくに早期の疾患は自然治癒することもあり、過剰診断・過剰治療が懸念され、遺憾ながら2003年にスクリーニングは休止されることになった¹⁶⁾。

撮影から撮像へ、画像診断の誕生

X線を用いて人体の内部を見るということは、人体通過後のX線の影を画像にすることから「撮影」であるが、CTやMRIでは点のデータ(画素)をコンピュータにより画像化するので、厳密には「撮影」ではなく「撮像」といわれる。超音波画像も超音波の体内からの反射を受けて画像を作成するので「撮影」ではなく「撮像」である。「撮影」された画像と、「撮像」された画像などを含めた医用画像Medical imagingという言葉が生まれた。放射線科Department of radiologyに代わって、外国ではDepartment of medical imagingという名称も用いられている。

我が国の 小児病院と小児放射線科医の数

我が国における小児病院は約30施設、大学病院など大きな病院に併設されているものを含めても50施設以下である。小児病院に勤務する小児放射線専従医師は50名以下と思われる。北米(米国、カナダ)のみににおいても小児病院は約200施設あり、小児放射線科医数は約2,000名と思われる¹⁷⁾。我が国における小児放射線診療はかなり遅れているといわざるをえない。

ピッツバーグ小児病院で研修された加藤齊之先生、藤岡睦久先生、小田切邦雄先生、甲田英一先生、テキサス大学で研修された荒木 力先生、アイオワ大学で研修された野坂俊介先生、カナダで研修された原 裕子先生、オーストラリアで研修された西村 玄先生、相田典子先生、相原敏則先生、フランスで研修された飯塚有応先生、UCSFで研修された寺田一志先生などが次々に帰国し、小児放射線診断のレベルアップにつながった。米国で小児科と放射線科両方の専門医資格を取得され、アイオワ大学で現職教授として活躍されて

いる佐藤 豊先生の役割も極めて大きい。しかし帰国後小児病院に勤務された先生達をのぞき、筆者を含め外国で小児放射線を研修した医師の多くが、小児放射線に専念することはできなかったのは残念である。CT・MRIの検査数が急速に増加したことも小児放射線科医の不足を加速させた。

大阪市立小児保健センターとならんで我が国最初の小児病院の一つである国立小児病院が発展した国立成育医療研究センターは、理想的な小児放射線科に近いものである。病院と研究施設の併設されており、さらに放射線診断部門と放射線治療部門が確立され、それぞれのスタッフも他の施設にくらべて圧倒的に多い。放射線科医が超音波検査を含むすべての画像検査に関与していることも欧米では当然のことであるが、全国に広く広がるのは長い年月を要することは明らかである。

日本小児放射線学会の将来

小児放射線科医の絶対数不足は50年前から全く改善されていない。これからも従来どおり、小児放射線の画像検査には小児科医・小児外科医と放射線科医との柔軟な連携が不可欠である。小児放射線学会のさらなる発展のためにも小児放射線科医の増員が待たれる。中央読影システムを学会主導で行うことも検討されている¹⁸⁾。放射線科医の不足を補うひとつの良策である。海外を見ると、米国を中心とするSPRをはじめとして、ヨーロッパのESR、アジアのAOSPR、ラテンアメリカのSLAPR、アフリカのAFSPIがあるが、最近世界をまとめたWorld Federation of Pediatric Radiology (WFPI) (Fig.21)が発足した¹⁹⁾。我が国の小児放射線学会もさらに国際的になり、統一されたネットワークをもって活躍することが望まれる。

小児放射線自分小史

1962年金沢大学卒業後、聖路加国際病院でインターン研修中に野辺地先生による放射線診断の世界を知った。慶応大学での麻酔科、米国での麻酔科レジデントを経て、1965年から1969年までNew York州SyracuseのUpstate Medical Centerで放射線科レジデントとなった。Dr. E.Robert Heitzman (Fig.22)のもとで放射線診断を学んだ。その間1968年に3か月PhiladelphiaのSt. Christopher小児病院

放射線科へローテートし、Dr. John A. Kirkpatrick (Fig.23) から小児放射線の手ほどきを受けた。1969年帰国後、聖路加国際病院スタッフとなった。1971年から1975年まで新設された帝京大学放射線科では聖路加国際病院に習って、すべての放射線検査に読影報告書を付け、かつそれを口述録音によるトランスクリイビング方式で実施した。

1975年から1976年の1年間、ボストン小児病院に移られたDr. Kirkpatrickのもとで放射線科フェローとなった (Fig.24)。帰国後東京女子医科大学に勤務したが、この時全身用のEMI CT5005が導入され、小児放射線に没頭できない状態となった。



Fig.21 World Federation of Pediatric Imagingのロゴマーク



Fig.23 Dr. John.A. Kirkpatrick
1926～1994年

この頃から小児放射線研究会の世話人会の一員となった。1980年から1985年まで筑波大学に勤務したが、「小児診療グループ」における放射線科と小児科・小児外科との協調が理想的であった。1986年から聖母病院へ移ったが、聖母病院では産科が看板の一つで、胎児超音波検査、新生児の画像検査などが多かった。また日立メディコ社製のオープンタイプMRIが導入され、新たな経験を積むことが出来た。1989年より2003年まで東邦大学大橋病院第2放射線科に14年間勤務し、1995年には米国小児放射線科専門医資格 (Certificate of Added Qualification, CAQ) を取得したが、10年間有限のため残念ながら10年後資格は消失した。1990年小児放射線研究会は学会となり、1991年



Fig.22 Dr. E.Robert Heitzman夫妻



Fig.24 ボストン小児病院放射線科フェロー
1975～1976年度 左から2人目が筆者

鎌田先生の後を受けて理事長をつとめた。東邦大学を定年退職後は東京都立小児医療センター、および聖路加国際病院でわずかに小児放射線に関与している。

おわりに

放射線科および小児放射線学会設立と、その後の経緯について述べた。我が国の小児放射線学会は諸外国に比べて特殊に発達して来た。発会以来放射線科医は不足していたが、その不足した部分を小児科医、小児外科医が補ってきた。これが現実であり、この現状をふまえて、我が国の将来を担う子供達のために、さらに効率的な小児放射線診療機構を発展させることが必要である。

謝 辞

本稿は第50回日本小児放射線学会という記念すべき節目の大会において講演した内容に加筆したものである。このような機会を与えて頂いた窪田昭男大会長に感謝します。また、学会発足の頃の詳細な経緯を提供していただいた大阪河崎リハビリテーション大学山田龍作先生、および日本大学放射線科佐貫榮一先生に感謝します。

●文献

- 1) An illustrious history - Morgan Stanley Children's Hospital of New York Presbyterian, Web page of New York-Presbyterian Morgan Stanley Children's Hospital, Columbia University Medical Center
- 2) Griscom NT, Teele RL : Radiology at Children's Hospital in Boston : A history. *AJR Am J Roentgenol* 1993 ; 161 : 887-891.
- 3) Griscom NT : The foundation and early meetings of the Society for Pediatric Radiology, History, Web page of SPR.
- 4) 榊原聰彦, 鎌田力三郎 : 臨床小児放射線研究会のあゆみ. *臨床小児放射線研究会雑誌* 1985 ; 1 : 4-9.
- 5) 山田龍作先生よりの書簡
- 6) 野辺地篤郎 : 巻頭言 臨床小児放射線研究会雑誌発刊にあたって. *臨床小児放射線研究会雑誌* 1985 ; 1 : 1.
- 7) EMI-Scanner : the proven advance in neuroradiology, EMI Limited, Middlesex, England, 1975.
- 8) Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, et al : Estimated risks of radiation induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001 ; 176 : 289-296.
- 9) 宮寄 治 : CT被ばく 正当化と最適化. *日小放誌* 2014 ; 30 : 3-8.
- 10) Huda W, Atherton JV, Ware DC, et al : An approach for the estimation of effective radiation doses at CT in pediatric patient. *Radiology* 1977 ; 203 : 417-422.
- 11) 黒澤 綾, 足立典隆 : ヒト細胞におけるDNA二本鎖切断の修復. *Isotope News* 2014 ; 721 : 8-14.
- 12) Puylaert JBCM : Ultrasonography of the abdomen : gastrointestinal conditions. *Radiol Clin N Am* 2003 ; 41 : 1227-1242.
- 13) Teele RL, Smith EH : Ultrasound in the diagnosis of idiopathic hypertrophic pyloric stenosis. *NEJM* 1977 ; 296 : 1149-1150.
- 14) Margulis AR : Interventional diagnostic radiology : a new subspecialty. *AJR Am J Roentgenol* 1967 ; 99 : 761-762.
- 15) Porstmann W, Weirny L, Wranke H : Der Verschluss des Ductus Arteriosus Persistens ohne Thoracotomie. *Fortschr Geb Roentgenstr Nukleomed* 1968 ; 109 : 133-148.
- 16) 金子道夫 : 神経芽腫マス・スクリーニングから学ぶ. *日本がん検診・診断学会誌* 2014 ; 22 : 30.
- 17) Merewitz L, Sunshine JH : A portrait of pediatric radiologists in the United States. *AJR Am J Roentgenol* 2006 ; 186 : 12-22.
- 18) 平成25年第1回日本小児放射線学会理事会報告. *日小放誌* 2013 ; 29 : 39-41.
- 19) Dehaya A, Cain T, Boechat MI : Another international imaging society - to what end? The world federation of pediatric imaging : one voice, a common message, a unified network. *Pediatr Radiol* 2014 ; 44 : 636-638.

原著論文

中枢神経症状を伴う川崎病の頭部MRの検討

荻田佳織, 疋田敏之, 佐々木大輔²⁾, 青柳勇人²⁾
久津間弘和, 大場 洋¹⁾, 小林茂俊, 柳川幸重, 菊地 陽
帝京大学医学部 小児科, 同 放射線科¹⁾, 帯広協会病院 小児科²⁾

Brain MR findings of patients with Kawasaki disease presenting neurological symptoms

Kaori Ogita, Toshiyuki Hikita, Daisuke Sasaki²⁾, Hayato Aoyagi²⁾, Hirokazu Kutsuma
Hiroshi Oba¹⁾, Shigetoshi Kobayashi, Yukishige Yanagawa, Akira Kikuchi

Department of Pediatrics, Radiology¹⁾, Teikyo University School of Medicine
Division of Pediatrics, Obihiro Kyokai Hospital²⁾

Abstract Kawasaki disease (KD) is an acute febrile disorder of unknown etiology, and magnetic resonance imaging (MR) is a useful tool for depicting brain damage. In this study, we report the brain MR findings of patients with KD presenting neurological symptoms. Case 1 showed prolonged apnea without convulsions; case 2 showed prolonged disturbance of consciousness without convulsions; case 3 showed generalized tonic-clonic seizures lasting 77 min followed by prolonged unconsciousness; case 4 showed generalized tonic-clonic seizures lasting several seconds; case 5 showed generalized tonic-clonic seizures lasting 5 minutes; case 6 showed prolonged disturbance of consciousness without convulsions. The six patients reported here underwent an MR and/or magnetic resonance angiography study. Abnormal high-intensity areas in the corpus callosum were observed by diffusion-weighted imaging in cases 1 and 6. A bilateral chronic subdural hematoma and a decrease in the size and ischemic changes in the left parietal lobe were observed in case 2. Bilateral hippocampal atrophy and left hippocampal sclerosis were observed in case 3. Brain MR of case 4 and 5 showed no abnormal findings. Four of six patients had abnormal brain MR findings. These results indicate that brain MR is a sensitive tool for detecting brain abnormalities in patients with KD presenting neurological symptoms.

Keywords *Kawasaki disease, Magnetic resonance imaging (MR), Mild encephalitis/encephalopathy with a reversible splenic lesion (MERS), Hippocampal sclerosis*

原稿受付日：2013年8月8日，最終受付日：2014年3月13日

別刷請求先：〒173-8605 東京都板橋区加賀2-11-1 帝京大学附属病院 小児科 荻田佳織

Table 1 Clinical Data and Radiological Findings

Case number	Age (months)	Sex	Symptoms	CRP (mg/dL)	hyponatremia (Na (mEq/L))	Findings in brain MR
1	2	M	Apnea	9.37	+(131)	Abnormal high intensity in the corpus callosum in DWI
2	3	M	Disturbed consciousness	21.01	-(138)	Subdural hematoma, cerebral infarction
3	6	M	Seizure	18.52	-(140)	Hippocampal atrophy and sclerosis
4	14	F	Seizure	2.51	+(133)	No significant abnormality
5	17	M	Seizure	4.55	-(135)	No significant abnormality
6	56	F	Disturbed consciousness	20.66	+(126)	Abnormal high intensity in the corpus callosum in DWI

DWI = diffusion-weighted imaging

はじめに

川崎病は原因不明の急性発熱性疾患である^{1,2)}。川崎病に中枢神経症状を伴うことはまれであるが、意識障害、無菌性髄膜炎、脳症、顔面神経麻痺などの報告がある³⁻⁵⁾。また、MRによる川崎病患者の中枢神経の異常所見の報告も散見される⁶⁻¹⁰⁾。我々は中枢神経症状を伴う川崎病6例の頭部MRについて所見を検討し若干の文献的考察を含め報告する。

対象と方法

対象は2004年4月から2013年3月の間に帝京大学病院小児科に入院した中枢神経症状を伴う川崎病患者5例、加えて同期間中に中枢神経症状を伴う川崎病の症例で帝京大学病院小児科に相談のあった帯広協会の1例の合計6例とした。

MR装置はGE EXCITE/HD 3.0T (GE medical systems, Milwaukee, USA)、東芝 EXCELART Vantage 1.5T (東芝メディカルシステムズ、大田原、日本) で、撮影したシーケンスはT1強調像、T2強調像、FLAIR、拡散強調像 (b値=1000) であり、撮影条件は機種によって患者ごとに最適化した。

結 果

中枢神経症状を伴う川崎病患者で施行した頭部MRでは6例中4例で異常所見が認められた。患者の情報をTable 1にまとめた。

症例提示

症例1, 2か月の男児。3病日に10分程の無呼吸発作を認めた。同日の血清Na値は131mEq/Lであった。7病日と8病日の頭部DWIで脳梁膨大部から左右白質にかけての高信号を認めた (Fig.1)。DWI上の脳梁膨大部から左右白質にかけて高信号は42病日に消失していた。発症1年後のMR上にも異常はなかった (Fig.1)。現在3歳で発達に異常はない。

症例2, 3か月の男児。1~2病日に意識障害 (著明な不機嫌・活気低下、哺乳力低下) を認めた。心臓エコー検査で冠動脈拡張が11病日に確認された。42病日に施行された頭部MRで両側大脳半球脳表に慢性硬膜下血腫が認められたがMRAは正常であった (Fig.2)。146病日に川崎病が再発した。24か月のMRでは左頭頂葉に古い梗塞巣が認められた (Fig.2)。発症48か月時の心臓カテーテル検査で冠動脈拡張の消失が確認された。現在7歳で、発達に明らかな遅れはない。

症例3, 5か月男児。1病日に発熱を伴うけいれん重積 (全身性強直間代けいれん) を認めた。けいれんは77分間持続しジアゼパム静注で止癒した。川崎病症状の4/6症状を認め心臓エコー検査にて冠動脈の輝度亢進を認め川崎病と診断した。17病日の頭部MRで脳の容積減少を認めた (Fig.3)。発症6か月のMRでは全体的な脳の容積減少は改善したが、両側の海馬萎縮に加えて、左海馬はFLAIRにて高信号を呈し、海馬硬化症と考えられた (Fig.3)。2歳で転居に伴い転院したが、当院通

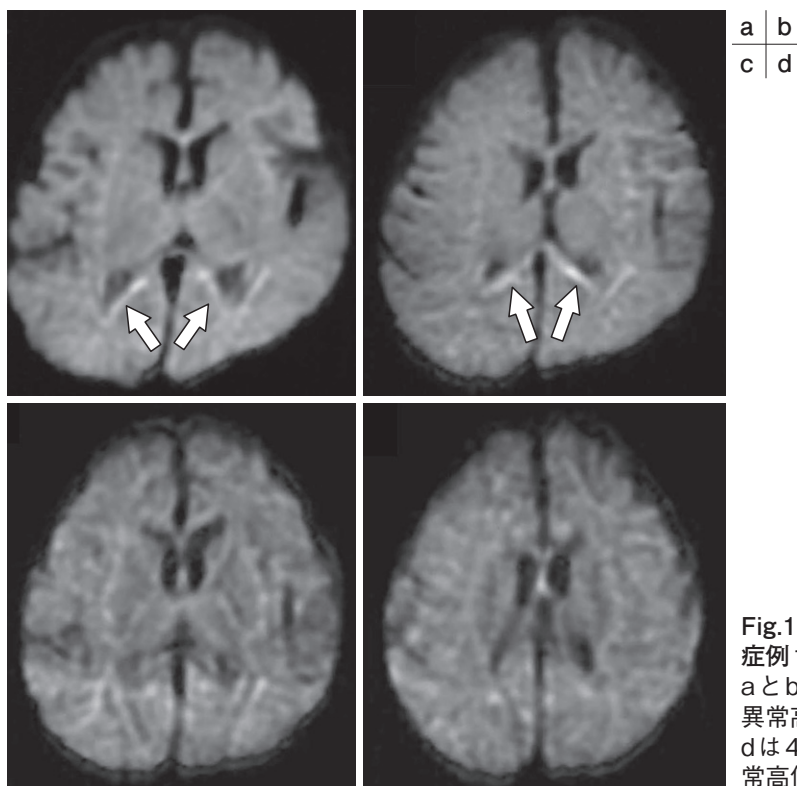


Fig.1
症例1

aとbは8病日のDWI. 脳梁膨大部に異常高信号が認められた(矢印). cとdは42病日のDWI. 脳梁膨大部に異常高信号は認められなかった.

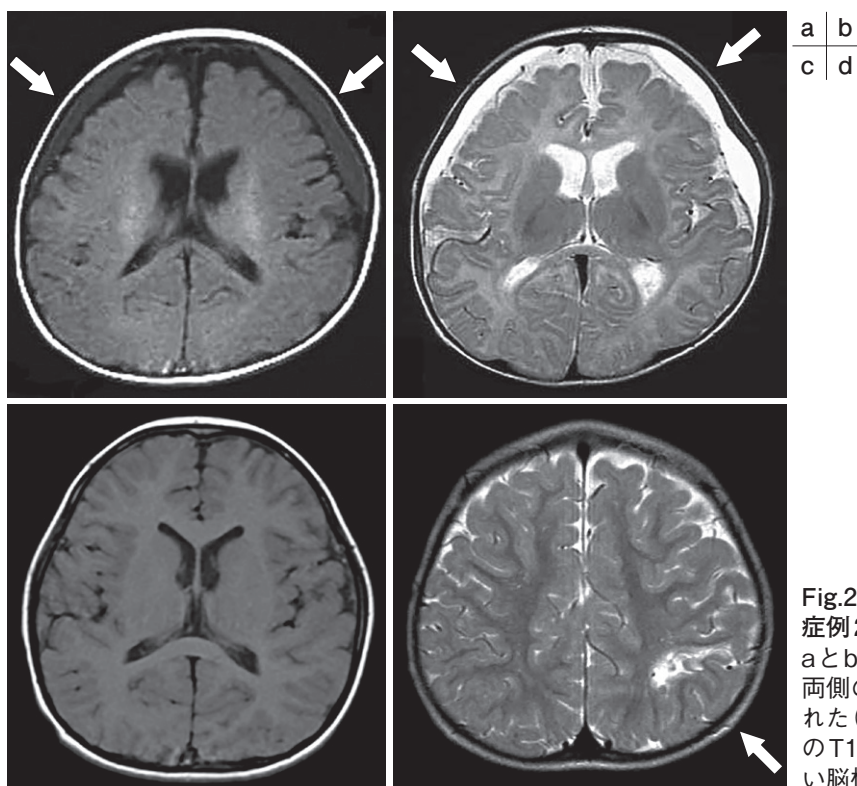


Fig.2
症例2

aとbは42病日のT1WIとT2WI. 両側の慢性硬膜下出血が認められた(矢印). cとdは発症2年後のT1WIとT2WI. 左頭頂葉に古い脳梗塞巣が認められた(矢印).

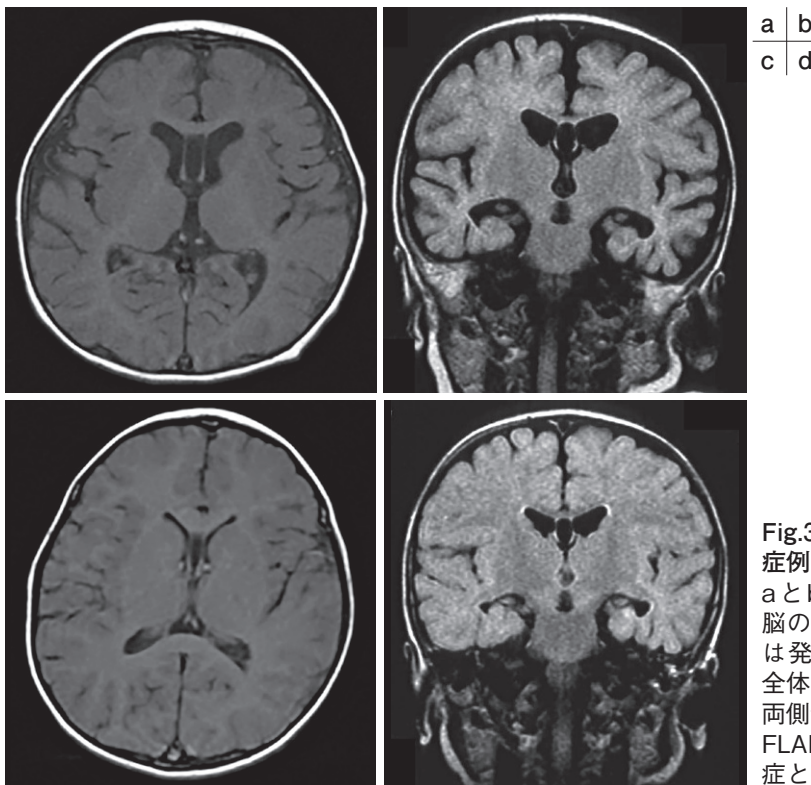


Fig.3

症例3

aとbは17病日のT1WIとFLAIR. 脳の容積減少が認められた. cとdは発症6か月後のT1WIとFLAIR. 全体的な脳の容積減少は改善したが、両側海馬に萎縮を認めた. 左海馬はFLAIRにて高信号を呈し、海馬硬化症と考えられた.

院中に発達の異常はなかった.

症例4, 1歳2か月の女児. 5病日に数秒の全身性強直間代けいれんを認めた. 60病日の頭部MRに異常所見は認められなかった.

症例5, 1歳4か月の男児. 2病日に5分間の強直間代けいれんを認めた. 18病日の頭部MRおよびarterial spin labeling (ASL) に異常所見は認められなかった.

症例6, 4歳8か月の女児. 6病日の血清Na値は126mEq/lであった. 7病日に意識障害 (JCS: II-10, 意味不明な言動があり, 呼びかけに反応が無く, 痛み刺激で顔をしかめる程度の傾眠傾向) を認めた. 7病日の頭部MRでDWIでは脳梁膨大部に高信号領域を認め, T2WI, FLAIR画像では膨大部の腫大と軽度の高信号を認めた (Fig.4). 24病日の頭部MRでは異常所見は認められなかった.

考 察

本論文で検討した中枢神経症状を伴う川崎病患者6例の中では, 小児の単純型熱性けいれんの

所見に合致する症例4と症例5の2例では頭部MR上に異常は認められなかった.

症例2では免疫グロブリン投与後 (42病日) のMRで梗塞の所見はなく, 発症24か月後に古い梗塞巣が認められた. 梗塞の原因として146病日に再発した川崎病を疑っている. 残念ながら再発した時に頭部画像検査を行っていないため, 明らかではないが, 川崎病に脳梗塞が合併するとの報告がある^{6,7)}. 川崎病に合併する脳梗塞としては病変による梗塞と, 免疫グロブリンによる梗塞の報告がある^{6,7)}. 再発時は5病日で解熱したため, 免疫グロブリンは投与しておらず, 他に梗塞の原因となる合併症も認められなかったため免疫グロブリン投与による梗塞ではなく, 川崎病による梗塞を疑っている.

川崎病で海馬萎縮, 硬化症が認められたという報告はない. 症例3は77分と長時間のけいれん重積を起こしており, けいれん重積により海馬が障害されたと考えている¹¹⁾.

我々は過去に, 川崎病患者の脳血流をSingle

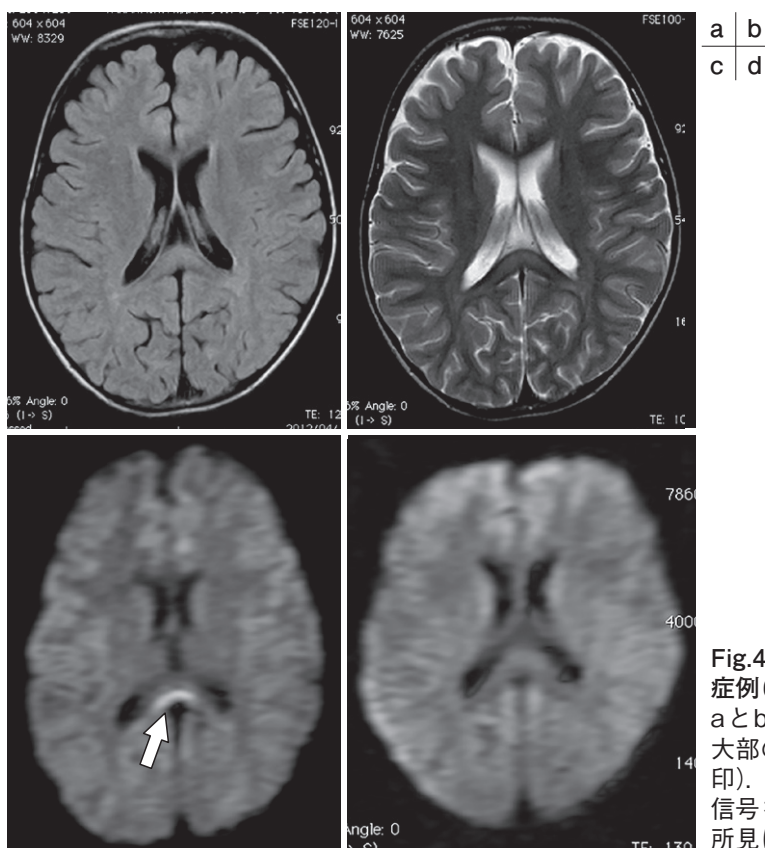


Fig.4
症例6

aとbは7病日のFLAIRとT2WI。脳梁膨大部の腫大と軽度の高信号を認めた(矢印)。cは7病日のDWI, 脳梁膨大部の高信号を認めた。dは24病日のDWI, 異常所見は検出されなかった。

photon emission computed tomography (SPECT)で検討し報告した^{12,13)}。その検討中のSPECT上で脳血流に異常の認められた神経症状を伴わない川崎病患者の4名の頭部MRに異常は認められなかった¹³⁾。本論文で検討した6例の脳血流に関して症例1～4は異常があり過去の報告で画像を発表した^{12,13)}。症例5の脳血流はASLで検討したが異常は無く、症例6はSPECTで異常は認められなかった。近年, mild encephalitis/encephalopathy with a reversible splenial lesion (MERS) という新しい疾患群が報告され¹⁴⁾、川崎病にも合併するとの報告がある^{8~10)}。Satoらは川崎病に関連するMERSの4病日のSPECTで広範な脳血流低下を認め、MERSは血管炎ないしは脳血管の脱水による可能性を指摘している¹⁰⁾。川崎病は全身の血管炎であり^{15,16)}、SPECTで観察された川崎病の局所脳血流低下も血管周囲の浮腫性変化ないしは血管炎による可能性がある¹²⁾。川崎病の約半数程度で低

ナトリウム血症が認められる¹⁷⁾。MERSでは低ナトリウム血症が認められることが多いとされている¹¹⁾。本論文で検討した6例のうち3例(症例1, 4, 6)で低ナトリウム血症が認められた。川崎病の病態は血管炎で、MERSの一部も血管炎を伴う疾患で認められていて、低ナトリウム血症という点が共通しており病態に関連していると思われる。症例1と症例6はMERSと考えているが症例1は7病日のSPECTで局所脳血流低下が認められ、症例6では8病日のSPECTで異常所見は認められなかった。症例4は低ナトリウム血症を認め、SPECTで局所脳血流低下を認めたが、MRで異常所見は認められなかった。この所見の違いが生じる理由として、重症度、ないしは撮像時期による可能性を考えている。症例5ではASLを施行し異常所見は認められなかった。しかし、今後はASLを使用した脳血流の検討も課題と考えている。

まとめ

川崎病で中枢神経症状のある症例では頭部MR上に6例中4例に異常所見が見られた。MRは川崎病における中枢神経病変の描出に優れていると考えられた。

本論文の内容の要旨を第48回日本小児放射線学会学術集会で発表した。

●文献

- 1) Kawasaki T : Acute febrile mucocutaneous syndrome with lymphoid involvement with specific desquamation of the fingers and toes in children (in Japanese). *Arerugi* 1967 ; 16 : 178-222.
- 2) Kawasaki T, Kosaki F, Okawa S, et al : A new infantile acute febrile mucocutaneous lymph node syndrome (MLNS) prevailing in Japan. *Pediatrics* 1974 ; 54 : 271-276.
- 3) Terasawa K, Ichinose E, Matsuishi T, et al : Neurological complications in Kawasaki disease. *Brain Dev* 1983 ; 5 : 371-374.
- 4) Ohtsuka C, Watanabe K, Honda T : Complications of the central nervous system in Kawasaki disease. *Acta Paediatrica Japonica, Overseas Edition* 1983 ; 25 : 176-179.
- 5) Hattori T, Tokugawa K, Fukushige J, et al : Facial palsy in Kawasaki disease. Report of two cases and a review. *Eur J Pediatr* 1987 ; 146 : 601-602.
- 6) Wada Y, Kamei A, Fujii Y, et al : Cerebral infarction after high-dose intravenous immunoglobulin therapy for Kawasaki disease. *J Pediatr* 2006 ; 148 : 399-400.
- 7) Fujiwara S, Yamano T, Hattori M, et al : Asymptomatic cerebral infarction in Kawasaki disease. *Pediatr Neurol* 1992 ; 8 : 235-236.
- 8) Itamura S, Kamada M, Nakagawa N : Kawasaki disease complicated with reversible splenic lesion and acute myocarditis. *Pediatr Cardiol* 2011 ; 32 : 696-699.
- 9) Takanashi J, Shirai K, Sugawara Y, et al : Kawasaki disease complicated by mild encephalopathy with a reversible splenic lesion (MERS). *J Neurol Sci* 2012 ; 315 : 167-169.
- 10) Sato T, Ushiroda Y, Oyama T, et al : Kawasaki disease-associated MERS : pathological insights from SPECT findings. *Brain Dev* 2012 ; 34 : 605-608.
- 11) Parmar H, Lim SH, Tan NC, et al : Acute symptomatic seizures and hippocampus damage : DWI and MRS findings. *Neurology* 2006 ; 66 : 1732-1735.
- 12) 疋田敏之, 脇田 傑, 神長達郎, 他 : 脳血流SPECT (99mTc-HMPAO) による川崎病の脳血流異常についての検討. *日本小児放射線学会雑誌* 2008 ; 24 : 67-72.
- 13) Hikita T, Kaminaga T, Wakita S, et al : Regional cerebral blood flow abnormalities in patients with kawasaki disease. *Clin Nucl Med* 2011 ; 36 : 643-649.
- 14) Takanashi J, Tada H, Maeda M, et al : Encephalopathy with a reversible splenic lesion is associated with hyponatremia. *Brain Dev* 2009 ; 31 : 217-220.
- 15) 濱島義博 : 川崎病. *日病理誌* 1977 ; 66 : 59-92.
- 16) Fujiwara H, Hamashima Y : Pathology of the heart in Kawasaki disease. *Pediatrics* 1978 ; 61 : 100-107.
- 17) 中林佳信, 清水次子 : 川崎病に合併する低ナトリウム血症. *日本小児腎臓病学会雑誌* 2002 ; 15 : 83-87.

症 例 報 告

生後1か月で発見されたintrathoracic ribの1例

藤原倫昌, 宇野浩史, 喜多村哲朗

日本鋼管福山病院 小児科

A case of an intrathoracic rib in 1-month-old infant

Michimasa Fujiwara, Hiroshi Uno, Tetsurou Kitamura

Department of pediatrics, Nippon Kokan Fukuyama Hospital

Abstract An intrathoracic rib is an extremely rare congenital malformation. This malformation is usually detected incidentally and does not require any treatment. The recognition of this malformation itself can prevent unnecessary investigation and invasive treatment. We report a case of an intrathoracic rib in a 1-month-old infant requiring helical CT scan with 3-D reconstruction for definite diagnosis.

Keywords Intrathoracic rib, Helical CT scan, 3-D reconstruction

緒 言

Intrathoracic ribは非常に稀な肋骨奇形である。この奇形は偶然発見されることが多く、特に治療を必要としない。この疾患の存在を認識していれば、不要な検査や侵襲的な治療を阻止できる。われわれは、ヘリカルCTスキャンによる3D再構成により確定診断を行った、生後1か月乳児のintrathoracic ribを経験したので報告する。

症 例

生後1か月、女児

主訴：咳嗽、喘鳴、哺乳不良

既往歴：在胎38週5日、3,582g、アプガースコア9点(1分)で出生。周産期に特記すべき異常なく、

1か月健診にて体重増加は40g/日と良好であった。

現病歴：2日前からの咳嗽及び前日からの発熱・哺乳不良を主訴に前医を受診した。顔色不良で喘鳴を認めたため、喘息性気管支炎の診断で、当院に紹介入院となった。

現症：体重5.2kg。体温38.3度、血圧82/40mmHg、心拍数180回/分、呼吸数60回/分、酸素飽和度90% (room air)。顔色はやや蒼白。胸部聴診上両肺野に喘鳴を聴取し、呼吸音は左右ともに減弱しており、陥没呼吸を認めた。奔馬調律や心雑音は聴取せず。咽頭発赤は軽度のみ。毛細血管再充満時間は1秒。大泉門は平坦。

入院時検査所見：血液検査ではWBC 7,530/ μ l (Stab 16%, Seg 53%, Lymph 22%), CRP 0.56mg/dlであった。静脈血血液ガス分析ではpH 7.321, PCO₂

原稿受付日：2014年2月7日、最終受付日：2014年6月9日

別刷請求先：〒721-0926 福山市大門町津之下1844番地 日本鋼管福山病院 小児科

58.6mmHg, BE 2.0mmol/l, HCO_3^- 29.6mmol/lと呼吸性アシドーシスを認めていた。鼻腔ぬぐい液RSウイルス抗原検査・インフルエンザ抗原検査A・Bはいずれも陰性。血液・尿・髄液培養は全て陰性。

入院時画像検査：胸部単純X線写真にて、両側肺門部に気管支周囲陰影の増強を認め、左中肺野の透過性はやや低下していた。また左第4肋骨は変形しており、胸腔内へ食い込んでいるように見えた(Fig.1)。

入院後経過：入院後、酸素投与・ β_2 刺激薬吸入・ヒドロコルチゾン注射・抗菌薬セフトキシム等で加療を開始。入院翌日には解熱し、活気・哺乳力は徐々に改善した。呼吸状態も徐々に改善し、入院5日目に酸素・ヒドロコルチゾンを中止し、入院10日目に退院した。

入院6日目に、左第4肋骨の精査目的に胸部CT検査を施行した。骨条件では胸部単純X線写真と同様に、左第4肋骨は短く変形し、胸腔内へ陥入しており、一部濃度がスリガラス状を呈していた

(Fig.2a)。肺野条件では、変形した第4肋骨による圧排で軽度の肺虚脱を認め、その周囲にはスリガラス状陰影も認めていた。また右肺 S^6 には線状

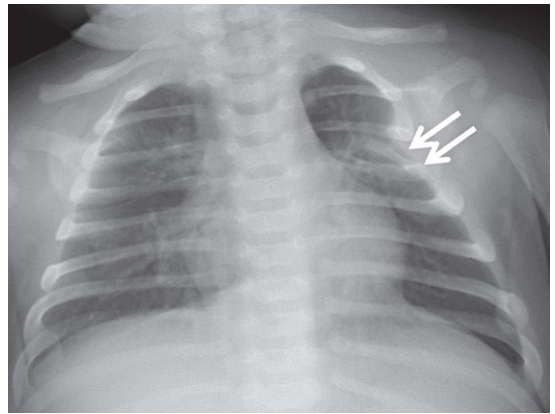


Fig.1 胸部単純X線写真

両側肺門部に気管支周囲陰影の増強を認め、左中肺野の透過性はやや低下している。また左第4肋骨は変形しており、胸腔内へ陥入しているように見える(矢印)。

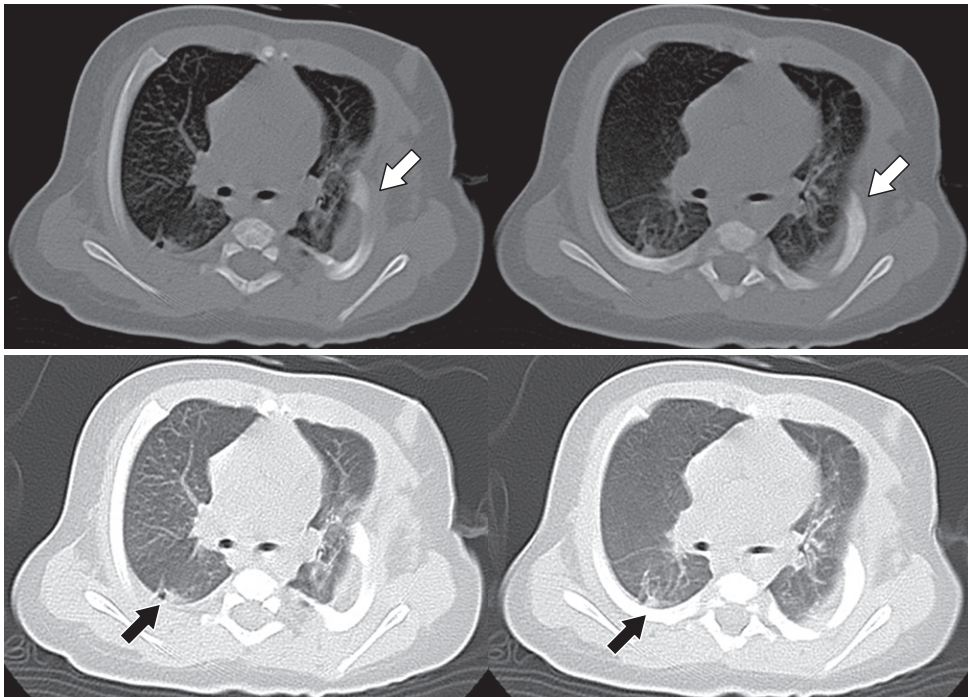


Fig.2 胸部単純CT軸位断面 骨条件(a), 肺野条件(b)

a: 左第4肋骨は短く変形し、胸腔内へ陥入している(矢印)。

b: 変形した第4肋骨による圧排で軽度の肺虚脱あり、周囲にスリガラス状陰影を認める。また右肺 S^6 に線状影を認める(矢印)。

a
b

影も認められた (Fig.2b). ヘリカルCTスキャンによる3D再構成では, 左第4肋骨は短く, 側方から肺実質に食い込む強いカーブ状の形態を呈していた (Fig.3). 形態から腫瘍性病変は否定的であり, intrathoracic ribと診断した.

考 察

肋骨奇形は全人口の2%の頻度で起こる¹⁾が, intrathoracic ribはその中でも最も稀な奇形の一つである. Lutzは1947年に25歳女性のintrathoracic ribを初めて報告し²⁾, 今までに40~50例が文献的に報告されている. 一般的には無症候性で男女差は無く, 右側に多いとされている³⁾. 小児・成人例ともに偶発的に発見されることが多く, 試験的手術が行われた報告⁴⁾もあるが, 通常は治療を要さない無害の先天奇形である. 本症例では, 肋骨奇形の存在しない右肺野でも喘鳴を聴取しており, 気道感染との因果関係は無く, 治療適応も無いと考えられた.

肋骨は発生上3つの区画から構成されている⁵⁾. 神経管の底板や脊索に依存して発生する近位肋骨と, 表皮外胚葉に依存して発生する遠位肋骨の2区画に分けられ, 遠位肋骨はさらに壁側板に侵入する部分 (遠位肋骨胸骨部) と侵入しない部分 (遠位肋骨椎骨部) の2区画に分けられる. これら近位

肋骨と遠位肋骨2区画の計3区画の発達はそれぞれ異なる遺伝子により制御されており, 発生に必要な組織間相互作用が異なる. この発生学的見解を基に, 2006年にKamanoらがIntrathoracic ribを以下のように分類した⁶⁾. Type Ia・Ibはそれぞれ椎体・肋骨由来の過剰肋骨, Type IIは遠位肋骨由来の二裂性肋骨で, Type IIIは胸腔内へ肋骨が陥入しているもの, Type IVはType II + IIIの複合型である. 本症例はこれらのうち, Type IIIと考えられた. Type IIIの成因としては, 胎生期における胸壁への何らかの外的な圧迫や, 肋骨発生に関連した遺伝子発現の変化や組織間相互作用などが考えられている.

典型例では胸部X線写真単独での診断が可能とされているが, 確定診断にヘリカルCTスキャンを要した症例が散見される^{7~10)}. 3D再構成を行うことにより, intrathoracic ribの形態を正確に把握することができる. 我々の症例においても, ヘリカルCTスキャンを用いた3D再構成を行い, 診断に有用であった. ただ, Kamanoらの分類⁶⁾に該当する症例で, 胸部単純X線写真単独での診断が可能である場合は, CTスキャンによる精査は必須では無い.

Intrathoracic ribは非常に稀な肋骨奇形であるが, 無症状のことが多く, 臨床的に問題にならな

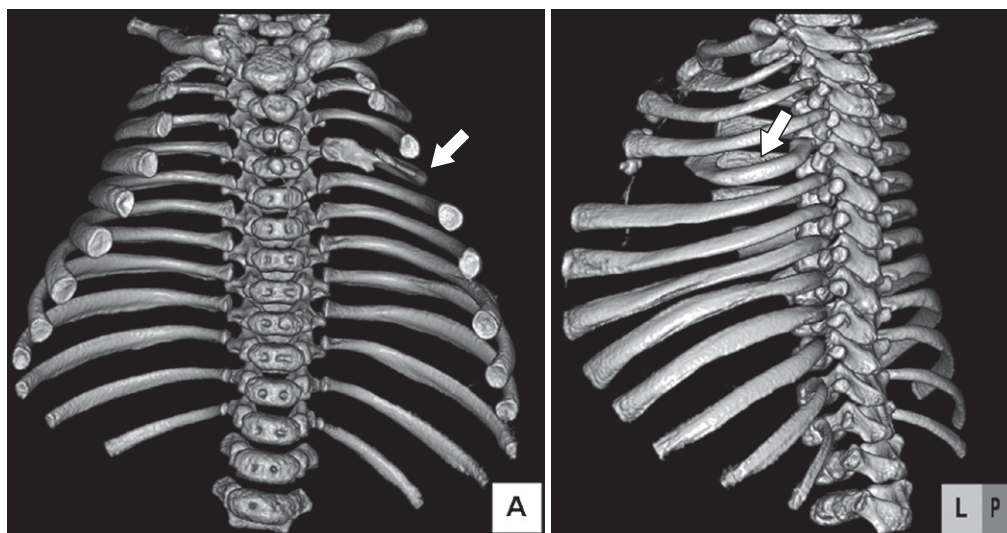


Fig.3 ヘリカルCTスキャンによる3D再構成
左第4肋骨は短く, 側方から肺実質に食い込む強いカーブ状の形態をとる (矢印).

ければ特に治療は要さない。この疾患の存在を認識していれば、不要な検査や試験的な手術を含む侵襲的な治療を阻止できる。

●文献

- 1) Kelleher J, O'Connell DJ, Macmahon H : Intrathoracic rib: radiographic features of two cases. *Br J Radiol* 1979 ; 52 : 181-183.
- 2) Lutz P : Über eine ungewöhnliche Rippenanomalie zugleich ein Beitrag zur distalen Rippengabelung. *Wien Klin Wochenschr* 1947 ; 59 : 846-849. (in German)
- 3) Aoyama H, Mizutani-koseki S, Koseki H, et al : Three developmental compartments involved in rib formation. *Int J Dev Biol* 2005 ; 49 : 325-333.
- 4) Barreiro T, Trawick D : A rare thoracic finding : the intrathoracic rib. *Clin pulm med* 2003 ; 10 : 302-303.
- 5) von RÖNNEN J, de JONGH R : Description of 2 cases of intrathoracic rib (review of the literature and discussion). *Ann Radiol* 1962 ; 5 : 639-648. (in French)
- 6) Kamano H, Ishihama T, Ishihama H, et al : Bifid intrathoracic rib : a case report and classification of intrathoracic ribs. *Internal Med* 2006 ; 45 : 627-630.
- 7) Argyriou P, Pousios D, Tsocanas D, et al : Demonstration of an intrathoracic rib with computed tomography and three-dimensional reconstruction. *Ann Thorac Surg* 2007 ; 84 : 2117.
- 8) Watkins TW, Wilkinson AG, Greer ML, et al : Atypical intrathoracic rib in a pediatric patient requiring helical CT scan with 3-D reconstruction for diagnosis. *Pediatr Radiol* 2008 ; 38 : 1003-1005.
- 9) Basarslan F, Bayarogullari H, Tutanc M, et al : Intrathoracic rib associated with pulmonary collapse in a pediatric patient. *Iran J Radiol* 2012 ; 9 : 220-222.
- 10) Carvalho FHG, Lopes GP : Intrathoracic rib : a case report. *Radiol Bras* 2012 ; 45 : 121-122.

症 例 報 告

先天性門脈体循環短絡症に対して コイル塞栓術を施行し得た3歳女児例

佐藤信一¹⁾, 木村正人¹⁾, 川野研悟¹⁾, 和田 基²⁾, 高瀬 圭³⁾, 坂本 修¹⁾, 呉 繁夫¹⁾
東北大学医学部 小児科¹⁾, 同 小児外科²⁾, 同 放射線診断科³⁾

Successful transcatheter closure of a congenital portsystemic shunt with interlocking detachable coils in a 3-year-old girl

Shinichi Sato¹⁾, Masato Kimura¹⁾, Kengo Kawano¹⁾, Motoshi Wada²⁾
Kei Takase³⁾, Osamu Sakamoto¹⁾, Shigeo Kure¹⁾

Department of Pediatrics¹⁾ and Pediatric Surgery²⁾ and Diagnostic Radiology³⁾, Tohoku University School of Medicine

Abstract Congenital portsystemic shunts (CPSS) are rare vascular anomalies in which the portal vein drains into a systemic vein, bypassing the liver through a partial or complete shunt. The clinical expression of CPSS ranges from asymptomatic to the development of many complications such as hepatic encephalopathy, mental retardation, hepatopulmonary syndrome, pulmonary hypertension, and hepatic tumor. For symptomatic CPSS, surgical ligation or transcatheter embolization should be undertaken with caution for portal hypertension.

We report a 3-year-old girl who presented hypergalactosemia in mass newborn screening. Contrast enhanced abdominal CT scan showed an extrahepatic portsystemic shunt, which connected to the portal vein via the inferior vena cava. Elevated plasma concentration of total bile acids (TBA) continued for three years and she developed dysarthria. She was successfully treated by transcatheter embolization with interlocking detachable coils. After embolization, plasma TBA fell to normal and the high signal on T1-weighted image in globus pallidus on brain MRI disappeared. Transcatheter embolization is effective for the treatment of extrahepatic portsystemic shunt. Early detection and appropriate management are important to achieve a good outcome.

Keywords Congenital portsystemic shunts, Transcatheter embolization, Hypergalactosemia, Mass newborn screening

症 例

3歳9か月女児

主訴：高ガラクトース血症

出生歴：在胎32週5日，切迫早産のため2絨毛膜2羊膜双胎Ⅰ児として1,450gで帝王切開にて出生した。前医NICUにて出生後，呼吸障害や黄疸のためそれぞれ酸素投与や光線療法で加療され，日

原稿受付日：2013年12月10日，最終受付日：2014年6月2日

別刷請求先：〒980-8574 仙台市青葉区星陵町1-1 東北大学医学部小児科 木村正人

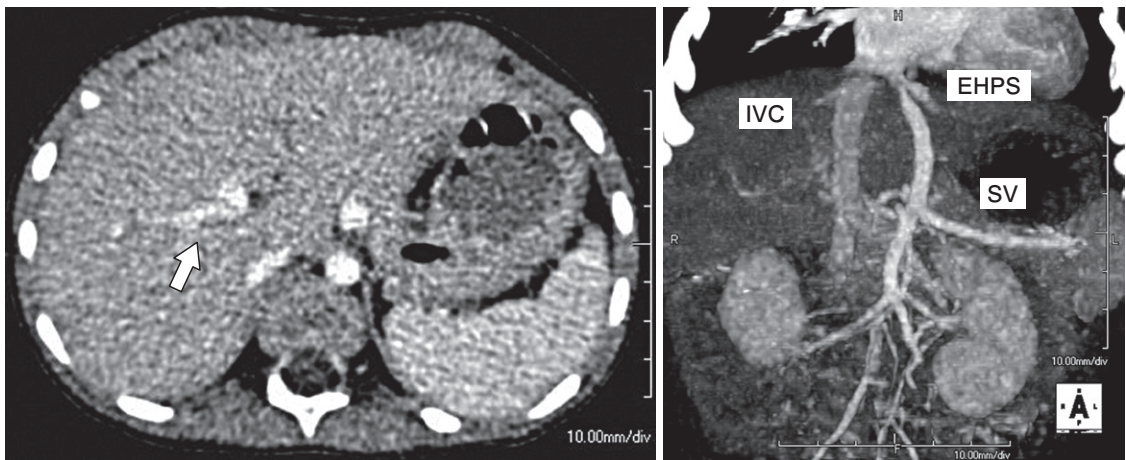


Fig.1 腹部造影CT像

a: 腹部造影CT横断像にて肝内門脈の描出を認める。

b: 造影CT冠状断MPR (multi-planar reformation) 像において肝外門脈体循環短絡 (EHPS) は下大静脈-右房接合部直近に合流しており合流部は狭窄している。また、正常の門脈は描出されていないが、肝内に低形成な門脈様構造を認める。
IVC : inferior vena cava, EHPS : extrahepatic portosystemic shunt
SV : splenic vein.

a | b

齢57に2,270gで退院した。

現病歴：日齢7に施行した初回の新生児マススクリーニング検査において、ガラクトースは4mg/dl、ボイトラー法で蛍光有りと正常であった。体重2,000g以上での再検(日齢48)でガラクトース16mg/dlと高値であり、さらに再々検査(日齢60, 67)においても16mg/dlと高値が持続していた。同院で施行された腹部超音波検査では静脈管の開存は指摘されなかった。生後3か月(修正44週)で精査目的に当科紹介となった。当科初診時および再診時(生後4か月)におけるガラクトースはそれぞれ2.3, 3.6mg/dlと基準値内であったが、生後5か月時での血液検査で20.8mg/dlと再び上昇を認めた。総胆汁酸は218.8 μ mol/lと高値であり、先天性門脈体循環短絡症が疑われた。腹部超音波検査では静脈管開存症などの異常血管は検出されなかったが、生後6か月に施行した腹部CT (Fig.1)では門脈から分岐し下大静脈に流入する短絡血管を認め先天性肝外門脈体循環短絡症と診断した。ガラクトース制限食を導入し血中ガラクトースは正常化したが、総胆汁酸は100~150 μ mol/lと高値で持続した。1歳7か月時に施行した¹²³I-IMP経直腸門脈血流シンチグラフィ (Fig.2)では門脈

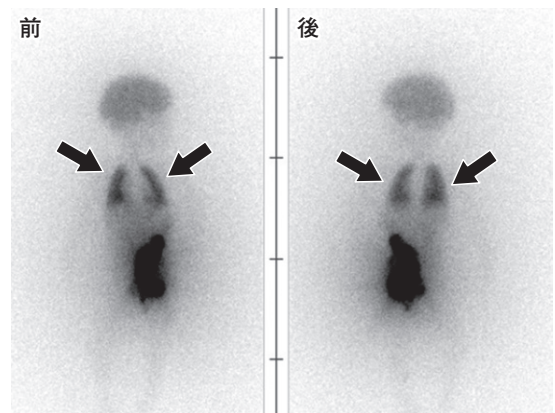


Fig.2 ¹²³I-IMP経直腸門脈血流シンチグラフィ
肝臓への集積は全体的に低く、両肺への集積が目立つ(矢印)。投与65分後の像において門脈体循環短絡率(肺の集積/肝臓の集積+肺の集積)は76%と算出された。

から体循環へのシャント率は76%であり、頭部MRI (Fig.3a)ではT1強調像で淡蒼球に高信号が認められ、マンガンの沈着を疑った。外科的処置につき当院小児外科にコンサルトしたところ、体格が小さいこと(体重7kg)、双胎同胞に比して明らかな発達遅滞や神経症状が見られないことから

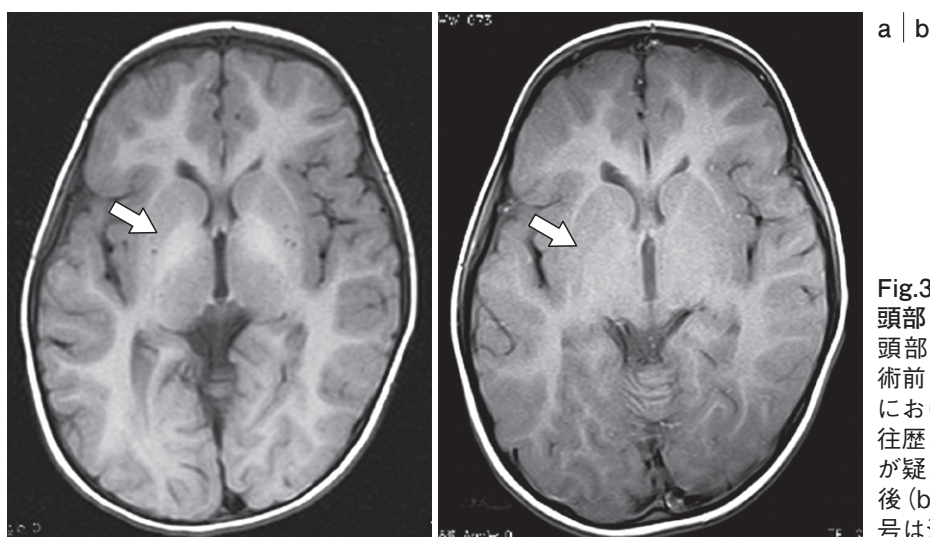


Fig.3
頭部MR T1強調像
頭部MR T1強調像にて術前(a)は淡蒼球(矢印)における高信号を認め既往歴よりマンガンの沈着が疑われたが、閉鎖1年後(b)には同部位の高信号は消失していた。

Table 1 入院時検査所見

WBC	9,300 / μ l	TB	1.0 mg/dl	TP	6.2 g/dl
RBC	422 $\times 10^4$ /ml	DB	0.1 mg/dl	Alb	3.7 g/dl
Hb	12.0 g/dl	AST	29 IU/l	BUN	8.0 mg/dl
Plt	17.6 $\times 10^4$ /ml	ALT	14 IU/l	Cre	0.26 mg/dl
MCV	85.6 fl	ALP	849 IU/l	NH3	72 μ g/dl
MCH	28.5 pg	GTP	14 IU/l	TBA	83.7 μ mol/l
MCHC	33.4%	ChE	288 IU/l		

TBA：総胆汁酸

内科治療を継続することとなった。3歳を過ぎた頃から双胎同胞に比べ明らかに発語の不明瞭さが目立つようになってきたため、基底核へのマンガンの沈着による構音障害の進行を考慮し、精査およびカテーテルによる閉鎖目的に入院となった。

入院時現症：身長89 cm (−1.8SD)、体重11 kg (−1.5SD)。発達異常はなかったが、双子の妹と比較し構音障害を認めた。呼吸音は清明、胸骨左縁第二肋間に大動脈弁狭窄症に由来する Levine II /VI の収縮期雑音を聴取した。腹部に異常は認めなかった。

入院時検査所見

血液検査 (Table 1) では、アンモニア 72 μ g/dl、総胆汁酸 83.7 μ mol/l と上昇を認めたが、その他検査値の異常は認めなかった。

腹部超音波検査では下大静脈と平行に走行し、

その後下大静脈に合流する異常血管を認めた。肝臓内では門脈主幹部の同定が困難であったが、肝腫瘍や血管腫等の器質的異常は認められなかった。

入院後経過

右内頸静脈アプローチによりコブラ型 MOIYAN バルーンカテーテル (5Fr, 80 cm, 最大バルーン径 11 mm, 東海メディカルプロダクツ, 名古屋) を用いて、肝静脈圧及び肝静脈楔入圧、次に下大静脈近位部から門脈への短絡血管へ挿入し、上腸間膜静脈、脾静脈、また短絡血管閉塞時の門脈圧を測定した。閉塞試験では閉塞前の平均門脈圧は 17 mmHg であったが閉塞後 7 分間の観察で平均門脈圧は 20 mmHg までの上昇にとどまった。腹部 CT 上も肝内門脈を認め、血管撮影でも低形成ではあったが門脈構造を認めた。さらに、短絡血管が下大静脈に合流する部分で狭窄しており、脾静脈までの

距離があることからコイル塞栓の適応と判断した。塞栓後のコイルが低形成の門脈起始部、脾静脈にかからないように IDCTM Interlocking Detachable Coil (φ14 mm, 20 cm, Boston Scientific, Natick, MA) をアンカーとして留置後、その内部に IDCTM Interlocking Detachable Coil (φ9 mm, 20 cm, Boston Scientific, Natick, MA) に加え InterlockTM Fibered IDCTM Occlusion System (φ6 mm, 10 cm, φ5 mm, 15 cm 各1本, Boston Scientific, Natick, MA) の計

4本のコイルで完全閉塞を得た。コイル塞栓後には上腸間膜動脈、腹腔動脈、脾動脈造影を行い、短絡血管の血流が消失し上腸間膜静脈および脾静脈から門脈への血流は良好に保たれているのを確認した (Fig.4)。コイル塞栓術の翌日に施行した腹部超音波検査では腹水などの門脈圧亢進症の症状は認めず、短絡血管の血流の閉塞を確認した。血液検査では、総胆汁酸が術前 $83.7 \mu\text{mol}/\ell$ から術後 $5.8 \mu\text{mol}/\ell$ に低下しシャント血流が消失した

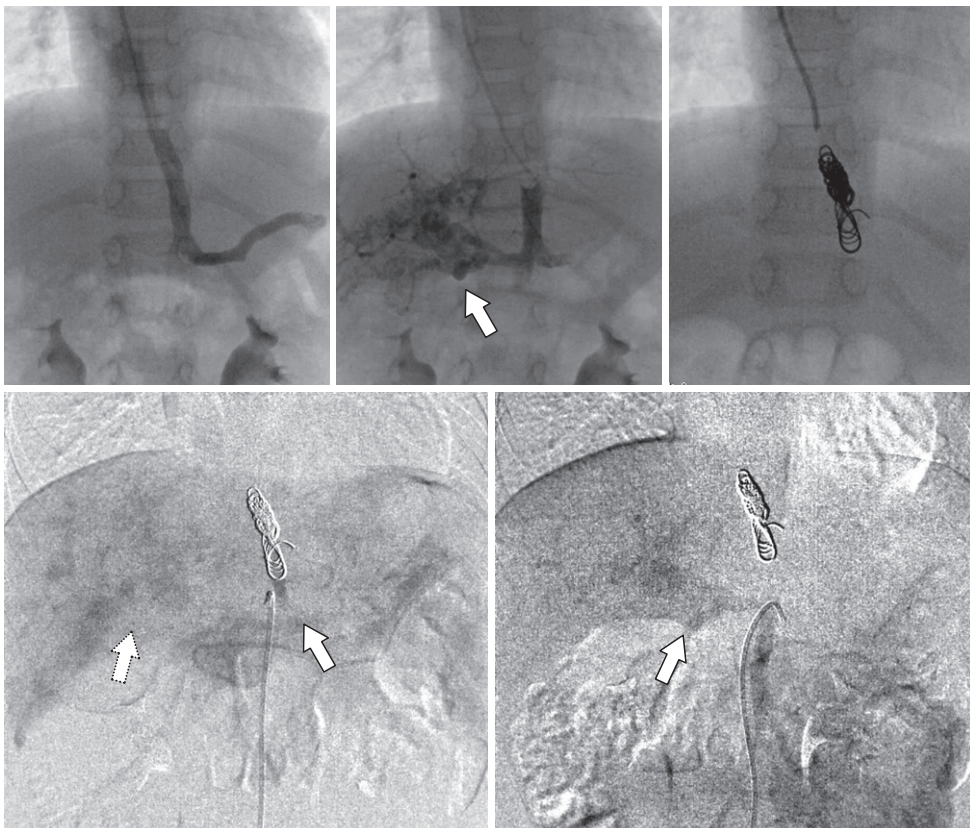


Fig.4 カテーテルによる短絡血管閉鎖術

- a: 門脈体循環短絡の造影により短絡血管は下大静脈の右房接合部付近に合流すること及び短絡血管が下大静脈合流部で狭窄していることが確認された。
 b: バルーン閉塞下での門脈造影で門脈海綿状変形 (cavernous transformation) と低形成の門脈様構造を認めた。
 c: IDCTM Interlocking Detachable Coil と InterlockTM Fibered IDCTM Occlusion System の計4本のコイルで完全閉塞を得た。
 d: コイル塞栓後に施行した腹腔動脈造影の後期相で短絡血管の完全閉塞 (d, 実線矢印) と肝内門脈 (d, 点線矢印) の描出を確認した。
 e: 上腸間膜動脈造影の後期相において門脈を確認した (d, e はデジタル・サブトラクション血管造影法による画像)。

a	b	c
d	e	

と考えられた。コイル塞栓術1年後においても構音障害に明らかな改善は認めなかったが、血中総胆汁酸値は正常化しており、頭部MRIではT1強調画像における淡蒼球の高信号はほぼ消失していた (Fig.3b)。

考 察

先天性門脈体循環短絡症は肝内門脈の有無により2つのタイプに分類され、肝内門脈を認めないType I (先天性門脈欠損症)と肝内門脈を有するType IIに分類される¹⁾。両者とも消化管由来の門脈血の一部または全てが肝臓を迂回して直接体循環に流入することが病態の主因となる。診断のきっかけは肝機能異常や肝腫瘍の精査によることもあるが、多くの場合には無症状であり、特に小児においては本症例のように新生児マススクリーニングで高ガラクトース血症を呈することが診断のきっかけになることが多い。先天性門脈体循環短絡症自体はまれな疾患であり、大阪市における10年間に施行された約24万件のスクリーニング検体のうち81件が高ガラクトース血症の要精査となり、そのうちの6件が門脈体循環短絡症として診断されている²⁾。

先天性門脈体循環短絡症のうちType Iの多くは肝移植の適応であるが、Type IIでは外科的またはカテーテルによる閉鎖術の適応となる。Type IIのうち静脈管は遅くとも生後3～6か月までに自然閉鎖すると言われており、1～2歳までに自然閉鎖が見られない場合には何らかの閉鎖術の適応を検討すべきであると考えられる³⁾。また短絡率60%以上の症例や短絡の存在期間が長期になるほど肝性脳症の発症頻度が高くなる⁴⁾ことから、年齢や短絡率を基に閉鎖術を行う時期を決定するのが望ましいと考えられる。本症例においては、頭部MRIにてマンガンの沈着を認めていること、不明瞭な発語が目立つことから短絡血管閉鎖術の方針となった。

閉鎖術の治療としては、軽症例に対する食餌療法などの保存的治療の他、根治的な短絡血管離断や結紮などの手術治療が行われてきたが、最近ではカテーテルによる血管内塞栓術による治療報告が増加してきている⁵⁾。手術治療や血管内塞栓術のいずれの方法においても術前に肝内門脈の発達

評価を行い、門脈の閉塞試験を行うことで短絡血管閉塞後の合併症(門脈圧亢進症)の予測を行う必要がある。この点に関して、Kamimatsuseらは閉塞試験において門脈圧が22mmHg以上に上昇すれば一期的閉鎖を断念すべき⁶⁾との報告をしている。一方、Franchiらは32mmHg以下の場合には一期的閉鎖が可能であると述べている⁷⁾。カテーテルによる血管内治療については手術よりも侵襲性が少なく、短絡血管を直接閉塞して門脈圧を測定しながら十分な門脈血流が確保できることを確認して治療を進めることができる利点がある。Shwartzら⁸⁾が1999年に静脈管開存症に対して、Kimら⁹⁾は2000年に先天性門脈体循環短絡症に対してコイルによる閉鎖術の有効性を報告している。さらに近年ではAmplatzer Vascular Plugにより有効な塞栓が得られたとする報告もなされている^{10,11)}。本症例においては閉塞試験において平均門脈圧は20mmHgの上昇にとどまったこと、腹部CTや血管撮影でも門脈構造が認められ、短絡血管自体の形態や太さからコイルによる塞栓術を選択した。

我々が検索した範囲では、今回のように先天性門脈体循環短絡症に対して、血管内コイル塞栓術により治療できた小児例の報告は少ない。まれな疾患ではあるが、治療のタイミングや治療方法を放射線科や小児外科など他科との綿密な検討を重ね慎重に門脈血流の評価を行うことで、合併症なく安全に閉塞が可能であると考えられた。

●文献

- 1) Morgan BG, Superina R : Congenital absence of the portal vein : Two cases and a proposed classification system for portosystemic vascular anomalies. *J Pediatr Surg* 1994 ; 29 : 1239-1241.
- 2) 井上勝昭, 酒本和也, 大竹治美, 他 : 大阪市における10年間のガラクトース血症要精密検査検体の診断結果について. *日本マス・スクリーニング学会誌* 2012 ; 22 : 23-28.
- 3) Kim MJ, Ko JS, Seo JK, et al : Clinical features of congenital portosystemic shunt in children. *Eur J Pediatr* 2012 ; 171 : 395-400.
- 4) Uchino T, Matsuda I, Endo F : The long-term prognosis of congenital portosystemic venous shunt. *J Pediatr* 1999 ; 135 : 254-256.

- 5) Alonso-Gamarra E, Parron M, Perez A, et al : Clinical radiologic manifestations of congenital extrahepatic portosystemic shunts : A comprehensive review. *Radio Graphics* 2011 ; 31 : 707-722.
 - 6) Kamimatsuse A, Onitake Y, Kamei N, et al : Surgical intervention for ductus venosus. *Pediatr Surg Int* 2010 ; 26 : 1025-1030.
 - 7) Franchi-Abella S, Branchereau S, Lambert V, et al : Complications of congenital portosystemic shunts in children: therapeutic options and outcomes. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2010 ; 51 : 322-330.
 - 8) Schwartz YM, Berkowitz D, Lorber A, et al : Transvenous coil embolization of a patient ductus venosus in a 2-month-old child. *Pediatrics* 1999 ; 103 : 1045-1047.
 - 9) Kim IO, Cheon JE, Kim WS, et al : Congenital intrahepatic portohepatic venous shunt : Treatment with coil embolization. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 336-338.
 - 10) Pattynama P, Wils A, Linden E, et al : Embolization with the Amplatzer Vascular Plug in TIPS Patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007 ; 30 : 1218-1221.
 - 11) Passalacqua M, Lie KT, Yarmohammadi H : Congenital extrahepatic portosystemic shunt (Abernethy malformation) treated endovascularly with vascular plug shunt closure. *Pediatr Surg Int* 2012 ; 28 : 79-83.
-

症 例 報 告

自己凝血塊による塞栓術を施行した 外傷性 (High-flow type) 持続勃起症の小児例

近藤睦子, 河野達夫, 藤田和俊, 松井善一¹⁾, 佐藤裕之¹⁾, 西村 玄
東京都立小児総合医療センター 放射線科, 同 泌尿器科¹⁾

A case of pediatric post-traumatic (high-flow type) priapism treated with autologous blood embolization

Mutsuko Kondo, Tatsuo Kono, Kazutoshi Fujita
Zen-ichi Matsui¹⁾, Hiroyuki Sato¹⁾, Gen Nishimura

Department of Radiology and Urology¹⁾, Tokyo Metropolitan Children's Medical Center

Abstract Priapism is classified as either low-flow type or high-flow type. High-flow priapism (HFP) usually results from penile trauma injuring the wall of the cavernosal arteries with subsequent increased blood flow into the cavernous bodies. Low-flow priapism (LFP) is ischemic in nature, results from venous obstruction and is an emergency. Current data show that the incidence of priapism in the general population is low (0.5-0.9 cases per 100,000 person-years). LFP is the most common form of priapism, accounting for more than 85% of all priapism episodes. HFP is a rare condition in childhood. We present a case of a post-traumatic HFP in a 4-year-old boy treated with autologous blood clot embolization.

Keywords high-flow priapism, color doppler ultrasonography, embolization, autologous blood clot

はじめに

持続勃起症は、血行動態により high-flow type 持続勃起症 (high-flow priapism: 以下 HFP) と low-flow type 持続勃起症 (low-flow priapism: 以下 LFP) の2種に分類される¹⁻²⁰⁾。HFPは主に外傷により生じ、陰茎深動脈などが損傷を受け動静脈瘻(動脈-海綿体洞瘻)が生じ、陰茎への動脈血が流入過剰となる¹⁻²⁰⁾。LFPは血液疾患などに続発し、静脈灌流が障害され虚血となるため緊急性が高い病態である^{1, 2, 4-15)}。本症は、10万人あたり0.5～

0.9人と稀な疾患で¹⁾、約85%がLFPといわれ¹⁻³⁾、小児のHFPは稀な疾患である^{1, 2, 4-5)}。

今回われわれは、自己凝血塊による動脈塞栓術を施行した外傷後HFPの小児例を経験したので報告する。

症 例

症例: 4歳男児

現病歴: 母親が陰茎の腫脹に気づき、近医を受診。翌日になっても症状が改善しないため、精査

原稿受付日: 2014年2月3日, 最終受付日: 2014年5月8日

別刷請求先: 〒183-8561 東京都府中市武蔵台2-8-29 東京都立小児医療センター

加療目的で当院へ紹介受診となった。受診の一週間ほど前に50 cmほどの高さから落下し尻もちをついた外傷歴があった。

初診時現症：陰茎は緊満のない勃起を呈し、疼痛はなかった。陰嚢部に擦過傷、陰茎基部に約1 cm大の紫斑を認めた。陰茎全体の発赤は認めなかった。

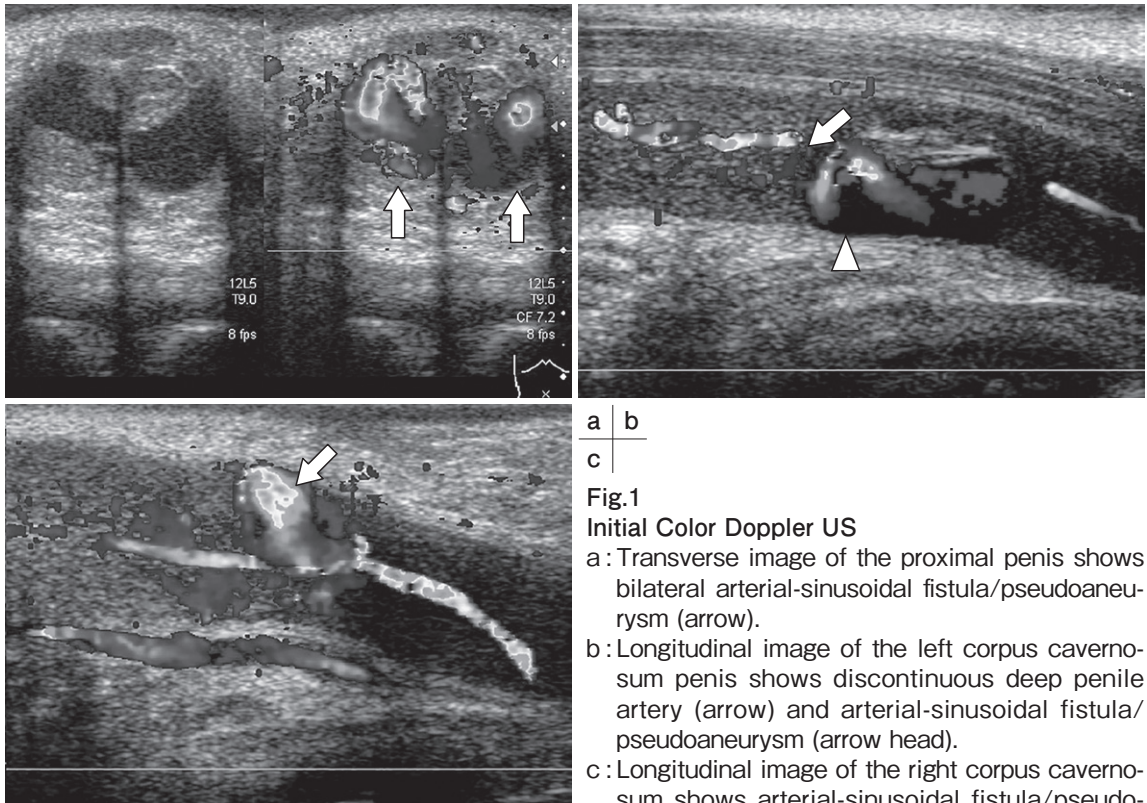
血液生化学的検査所見：特記すべき異常所見なし。
画像所見：初診時USにて、右側優位で陰茎海綿体に拍動性の血流増加を認めた。短軸像にて、両側陰茎根部に拍動性血流を伴う無エコー域を認めた (Fig.1a)。同長軸像にて、左陰茎深動脈は途絶し (Fig.1b矢印)、この途絶部に同様の無エコー域を認めた (Fig.1b矢頭)。右陰茎深動脈の連続性は保たれていたが (Fig.1c)、血管外に突出する同様の無エコー域を認めた (Fig.1c)、両側陰茎深動脈損傷に伴う動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤と診断した。

以上より外傷性HFPと診断した。

塞栓術が考慮され、翌日、血管造影の前に治療対象となる血管を絞り込むため可能な限り低線量で造影CTを施行した。矢状断像再構成画像にて、陰茎は勃起状態であることが確認できる (Fig.2a)。陰茎右根部に類円形濃染域を認め (Fig.2a矢印)、この病変周囲主体で右陰茎海綿体は淡い濃染を呈していた (Fig.2a, b矢印)。左根部にも類円形濃染像を認めた (Fig.2b矢頭)。動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤と診断した。CT angiography 3D再構成画像では、陰茎根部に動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤を認め (Fig.2c矢頭)、左内陰部動脈と連続性が疑われた (Fig.2c矢印)。

まずは圧迫治療が施行されたが、症状の改善を認めなかったため当院初診から約1か月後に、全身麻酔下で血管撮影および自己凝血塊による動脈塞栓術を施行した。

血管造影：CT所見より、左内陰部動脈分枝の関与が強く疑われたため、右鼠径部からアプローチし、左内腸骨動脈造影、選択的左内陰部動脈造影



a	b
c	

Fig.1

Initial Color Doppler US

- a: Transverse image of the proximal penis shows bilateral arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm (arrow).
- b: Longitudinal image of the left corpus cavernosum penis shows discontinuous deep penile artery (arrow) and arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm (arrow head).
- c: Longitudinal image of the right corpus cavernosum shows arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm (arrow).

を施行した。左陰茎深動脈は口径不整で狭窄性変化を呈し (Fig.3a 矢印)、同部から造影剤の血管外漏出像を認め楕円形貯留を呈した (Fig.3a 矢頭)。これと連続して左陰茎深動脈の遠位部が描出され、直後に右側にも類円形の異常濃染を認めた (Fig.3a 曲矢印)。連続して逆行性に描出された右陰茎深動脈は口径不整であった。両側陰茎深動脈損傷、動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤と診断した。

自己凝血塊を用い、左陰茎深動脈の塞栓術を施行した。塞栓後の造影にて異常濃染像が消失したことを確認し (Fig.3b)、手技を終了した。

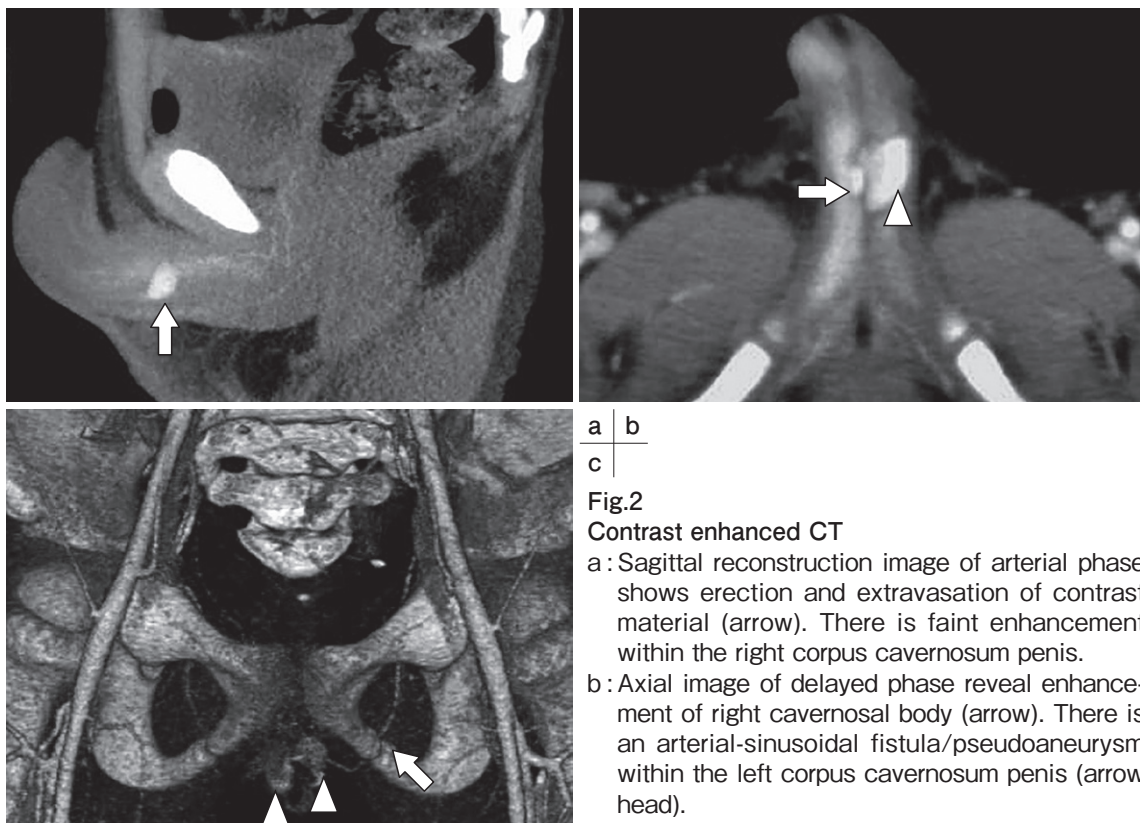
塞栓術後経過：塞栓術翌日のUSでは、陰茎海綿体の動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤所見は縮小傾向を呈したものの残存していたが、塞栓術1か月後のUSでは (Fig.4a)、陰茎左根部病変はほぼ消失していた。右根部病変は縮小し不明瞭化していた。

塞栓術2か月後のUSにて、再度陰茎左根部に

動脈-海綿体瘻/仮性動脈瘤を疑う所見 (Fig.4b 矢印) および右陰茎海綿体の血流増加所見を認め、損傷血管の再開通を疑った。症状のわずかな再燃も認めため、追加の塞栓術を考慮し、血管造影を施行した。

右内腸骨動脈造影、右内陰部動脈造影を施行したが明らかな異常濃染像は指摘できなかったため、左内腸骨動脈造影、左内陰部動脈造影、左陰茎深動脈造影を施行した。いずれの造影でも明らかな異常濃染像は指摘できなかった。術前のUS所見にて、右陰茎海綿体の血流増加所見を認めていたことから、少量のゼラチンスポンジにて右陰茎深動脈の塞栓を施行した。

術後のUS所見にて、左陰茎根部に無エコー1域が残存していたがカラードップラーにて内部に血流は確認できなかった (Fig.4c 矢印)。血栓化しているものと思われた。



a	b
c	

Fig.2

Contrast enhanced CT

- a: Sagittal reconstruction image of arterial phase shows erection and extravasation of contrast material (arrow). There is faint enhancement within the right corpus cavernosum penis.
- b: Axial image of delayed phase reveal enhancement of right cavernosal body (arrow). There is an arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm within the left corpus cavernosum penis (arrow head).
- c: 3D-CT angiography shows bilateral arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysms fed by a left pudendal artery.

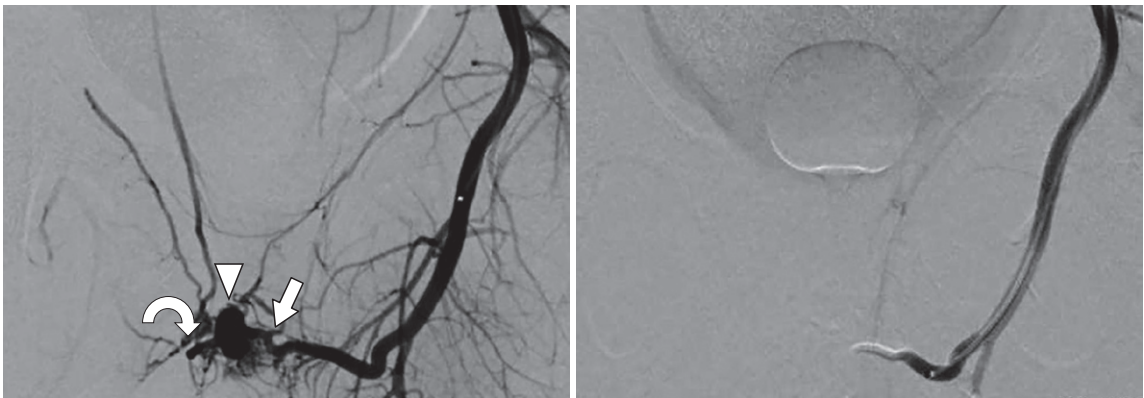
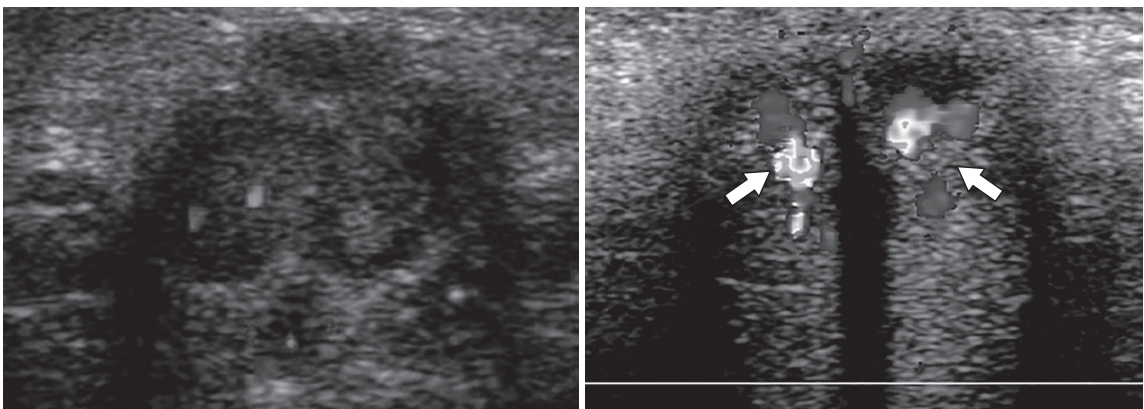


Fig.3 Angiography

a | b

- a : Selective angiogram of the internal pudendal artery reveals extravasation of contrast material (arrowhead) from the torn vessel (arrow), an appearance indicative of arterial laceration. There is another extravasation of contrast material by the left side lesion (curved arrow).
- b : After selective embolization with autologous blood clot, angiogram shows successful of occlusion of the fistula/ pseudoaneurysm.



a | b
c |

Fig.4

Transverse color doppler image of the proximal penis

- a : 1 month after the embolization :
Bilateral arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm have been diminished.
- b : 2 month after the embolization :
Recurrence of bilateral arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm is demonstrated.
- c : 3 month after the second embolization :
The right arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm have been diminished. There is thrombosed arterial-sinusoidal fistula/pseudoaneurysm within the left corpus cavernosum penis (arrow).

Table 1 Key findings in the evaluation of priapism

Findings	HF type	LF type
Physical examination	Incomplete erection, partially rigid the corpora cavernosa (soft and compressive)	Complete erection, tender, edema
Penile pain	Seldom present	Usually present
Past history	Penile trauma	Blood abnormality, hematologic malignancy
Cavernous blood gases	Arterial blood pattern	Acidosis, $PCO_2 > 60$ mmHg, $PO_2 < 30$ mmHg, $pH < 7.25$
Color doppler US	High arterial-type blood flow, elevated flow velocities, turbulent flow, focal blush of pulsatile, aneurysm/arterial-sinusoidal fistula, patency of the deep dorsal and cavernous veins.	Decrease arterial flow, venous out flow obstruction
Cavernography	Shunt	Pooling of contrast materials

術後症状は改善傾向で排尿等の日常生活は問題なく、2年ほど経過している。

考 察

持続勃起症は、性活動と無関係に4～6時間以上続く勃起状態をいう¹⁻³⁾。血行動態により、①HFPと、②LFPの2種に分類される¹⁻¹⁸⁾。HFPはほとんどが外傷により発症し¹⁻¹⁸⁾、LFPのほとんどが背景疾患として鎌状赤血球症、白血病、凝固異常などに続発する^{1,2,4-15)}。10万人あたり0.5～0.9人と稀な疾患で、50歳代が最も多いとされる¹⁾。持続勃起症の約85%¹⁻³⁾、小児症例では約95%がLFPといわれ⁴⁾、小児のHFPは稀な疾患である^{1,2,4,5)}。外傷性は小児持続勃起症の約10%程度とされる⁴⁾。

HFPは外傷により陰茎深動脈などが損傷を受け動脈-海綿体洞瘻が生じ、陰茎への動脈血が流入過剰になった結果、流出系の受動的閉鎖・相対的な静脈閉塞の病態を呈する¹⁻²⁰⁾。一方LFPは、静脈灌流が障害されることにより虚血となる^{1,2,4-15)}。発症十数時間で平滑筋に変化が生じ、24時間を超えると内皮細胞や平滑筋の壊死、陰茎海綿体の線維化が生じ、勃起障害が発生する^{1,2,4-15)}。緊急性が高い病態で、診断後ただちに治療が必要であるため、両者のすみやかな鑑別は重要である。

両者の鑑別の診断方法には、1)陰茎海綿体の膨張の度合・疼痛の有無などの臨床所見、2)血液疾患の有無や外傷歴、3)陰茎海綿体の血液ガス分析、4)ドップラーUS、5)陰茎海綿体造影、6)内陰部

動脈造影などがあげられる¹⁻²⁰⁾。鑑別点はTable 1に示す。

本症の画像診断の適応について、USは非侵襲的で簡便であり被ばくがなく、はじめに施行すべき検査である。AUA (American urological association) のガイドライン²⁾でも、カラードプラーUSの重要性が示されており、USのみでも病態の把握が可能な症例も多い。カラードプラーUSでの診断能はsensitivity 73%, specificity 100%とされ^{1,2,9)}、将来的には他の検査を省くことが可能とも考えられる。

MR検査もUS同様被ばくがないが、適応については議論のあるところである。LFPに対しては、組織の線維化や平滑筋の壊死の評価に有用とされているが^{1,21)}、HFPでは末梢の陰茎内の血管の損傷や小さな動脈-海綿体瘻の描出は困難で有用性は限定的である^{1,21)}。

CT検査については、AUAおよびEAU (European Association of Urology) のガイドラインに記載はない^{1,2)}。しかし、外傷性HFPの診断は臨床所見とUSでなされても、治療に塞栓術が考慮された場合、治療対象となる血管評価のため実際には造影CT検査を施行することが多いと思われる。その際、特に小児症例では被ばくを考慮する必要があり、CT撮像条件に注意し、可能な限り低線量での撮像が望まれる。

HFPの治療方針には、一定のコンセンサスは得られていない。

AUAのガイドライン²⁾では、まずは経過観察とある。Donaldsonら⁴⁾は、無治療経過観察期間は6週間以内とし、その際2週間おき臨床所見およびUSでの評価を行うことを推奨している。小児症例では、会陰部を指で圧迫し症状の消失をみることで、HFPの診断および治療につながるとされ、piesis signと呼ばれている^{18,19)}。しかし、圧迫療法も無効例が多い^{1,2,4,5,7,10,12,13,16,17)}。

圧迫療法が奏功しない場合において、第一選択されるべき侵襲的治療は血管内治療である^{1,2,4)}。1977年にWearら²⁰⁾が自己凝血塊による内陰部動脈塞栓術が奏功した症例を報告し、以来同治療法が広く用いられるようになった。

塞栓術を選択した場合、塞栓物質には自己凝血塊やゼラチンスポンジのような一時塞栓物質と、金属コイルやNBCA (n-butyl-2-cyanoacrylate)のような永久塞栓物質がある^{1,2,4,5,7,8-13,17,18,20)}。両者の奏効率にさほど差がないが^{1,2,4,6,11,16)}、一時塞栓物質による塞栓術後の再発率は30~40%と言われ、追加塞栓術が必要な症例は少なくない^{1,2,4,5,9,10-12,16,17)}。しかし、合併症発症率はコイル塞栓術39%に対し一時塞栓物質は5%と報告されており^{2,6,11,16)}、一時塞栓物質を選択することが多い^{1,2,5,7,9,10-12,16,17)}。Cantasdemirら¹²⁾は、自己凝血塊を用いた塞栓術により治癒した外傷後HFPの小児7例を5~8年間経過観察し、勃起障害を生じた症例はなかったと報告している。EAUのガイドライン¹⁾によると塞栓術後は、臨床所見と超音波検査での経過観察により、追加塞栓の必要性を検討するのが望ましいとされる。

本症例においても、小児である点、合併症の発症リスクを考慮して自己凝血塊による塞栓術を施行し、追加塞栓が必要であったが、合併症なく経過している。

HFPは緊急性が低く、約60~70%の症例で自然軽快するとも報告されている^{1,2,6,11,12,15)}。しかし、経過観察症例の29%で勃起障害が生じていることから^{1,2,6,11,12)}、圧迫療法が奏功しない場合は、早期に比較的低侵襲でかつ合併症が少なく、効果的な動脈塞栓術を考慮すべきと思われる。

まとめ

自己凝血塊による動脈塞栓術を施行した外傷性HFPの小児例を報告した。本疾患は稀な疾患で、長期の経過観察に一定のコンセンサスは得られておらず今後の検討が望まれる。

●文献

- 1) A. Salonia, I. Eardley, F. Giuliano, et al : Guidelines on Priapism. European Association of Urology 2014.
- 2) Montague DK, Jarow J, Broderick GA, et al : Members of the erectile dysfunction guideline update panel; American Urological Association (AUA). Guideline on the management of priapism. J Urol 2003 ; 170 : 1318-1324.
- 3) Eracleous E, Kondoh M, Ariakos K, et al : Use Doppler ultrasound and 3-dimensional contrast + enhanced MR angiography in the diagnosis and follow-up of post-traumatic high-flow priapism in a child; Pediatr Radiol 2000 ; 30 : 265-267.
- 4) J,F. Donaldson, R,W. Rees, H.A. Steinbrecher : Priapism in children : a comprehensive review and clinical guideline. Journal of Pediatric Urology 2014 ; 10 : 11-25.
- 5) Towbin R, Hurh P, Baskin K, et al : Priapism in children : treatment with embolotherapy. Pediatr Radiol 2007 ; 37 : 483-487.
- 6) 多武保光宏, 太田雅也, 村田明弘日, 他 : 外傷後に発生した流入過剰型持続勃起症の1例. 泌尿会誌 2003 ; 94 : 578-581.
- 7) Srock KW, Jacob AL, Kummer M, et al : High-Flow priapism in a Child : Treatment with Superselective Embolization. AJR 1996 ; 166 : 290-292.
- 8) Bertolotto M, Quaia E, Mucelli FP, et al : Color Doppler imaging of posttraumatic priapism before and after selective embolization. Radiographics 2003 ; 23 : 495-503.
- 9) Roussel G, Robert Y, Mahe P, et al : High-Flow Priapism in Children : Immediate Treatment by Selective Embolization. Eur J Pediatr Surg 2001 ; 11 : 350-353.
- 10) Mockford K, Weston M, Subramaniam R : Management of high-flow priapism in pediatric patients : A case report and review of the literature. J Pediatr Urol 2007 ; 3 : 404-412.

- 11) Ozturk MH, Gumus M, Donmez H, et al : Material in embolotherapy of high-flow priapism : result and long-term follow-up. *Diag Interv Radiol* 2009 ; 15 : 215-220.
- 12) Cantasdemir M, Gulsen F, Solak S, et al : Posttraumatic high-flow priapism in children treated with autologous blood clot embolization : long-term results and review of the literature. *Pediatr Radiol* 2011 ; 41 : 627-632.
- 13) 岩田研司, 会田靖夫, 井川靖彦, 他 : 外傷後小児持続勃起症の1例. *泌尿紀要* 1998 ; 44 : 679-682.
- 14) 三井健司, 水本裕之, 山田芳彰, 他 : 内陰部動脈塞栓術を施行した陰茎持続勃起症の2例. *泌尿紀要* 1995 ; 41 : 305-308.
- 15) Pryor J, Akkus E, Alter G, et al : Priapism. *J Sex Med* 2004 ; 1 : 116-120.
- 16) Kuefer R, Bartsch G Jr, Herkommer K, et al : Changing diagnostic and therapeutic concepts in high-flow priapism *Int J Impot Res* 2005 ; 17 : 109-113.
- 17) Cakan M, Altug U, Aledemir M : Is the combination of superselective transcatheter autologous clot embolization and duplex sonography-guided compression therapy useful treatment option for the patients with high-flow priapism? *Int J Impot Res* 2006 ; 18 : 141-145.
- 18) 細川幸成, 岸野辰樹, 小野隆征, 他 : 外傷性持続勃起症の1例. *泌尿紀要* 2004 ; 50 : 249-251.
- 19) Hatzichristou D, Salpinggidis G, Saripoulos D, et al : Management strategy for arterial priapism : therapeutic dilemmas. *J Urol* 2002 ; 168 : 2074-2077.
- 20) Wear JB Jr., Crummy AB, Munson BO : A new approach to the treatment of priapism. *J Urol* 1977 ; 117 : 252-254.
- 21) A. P. S. Kirkham, FRCR · Rowland O. Illing, MRCS · Suks Minhas, et al : MR Imaging of Nonmalignant Penile Lesions. *RadioGraphics* 2008 ; 28 : 837-853.