

JSPR

Vol.22 No.1 2006

Journal of
Japanese Society of Pediatric Radiology

日本小児放射線学会雑誌



特集／第1回日本小児放射線学会教育セミナーより
「小児画像検査の基本手技とそのおさえるべき所見」

第41回日本小児放射線学会：
要望演題「こども達を援ける各科の連携」より

原著論文

症例報告

日小放誌
J.J.S.P.R.

日本小児放射線学会



Journal of Japanese Society of
Pediatric Radiology

JJSPR
VOL.22 NO.1
2006

Edited by

Hidekazu Masaki, M.D. Hitoshi Yoda, M.D.
Masato Hara, M.D. Osamu Miyazaki, M.D.
Tadaharu Okazaki, M.D. Teruyoshi Amagai, M.D.

CONTENTS

Special Articles

1. Contrast Study of the Gastrointestinal Tract Shunsuke Nosaka3
2. Imaging of the Urinary Tract in Children Hiroko Hara15
3. Ultrasonographic Diagnosis of Acute Appendicitis : Do not Make it a Lost Art
..... Eiji Oguma26
4. Pediatric CT Practice : Many Aspects and Useful Information for Ideal CT Examination
..... Osamu Miyazaki, et al.33
5. Pediatric MRI Hiromi Hisazumi, et al.44

From 41th Japanese Society of Pediatric Radiology

- Impressions after Experiences of both Departments of Pediatrics and Radiology
..... Tatsuo Kono50

State of the Art

- Diagnostic Imagings of Pediatric Acute Myeloblastic Leukemia Hiroaki Sato, et al.54

Case Reports

- An Infant Case of Ruptured Intra-cranial Aneurysm Masayo Ogawa, et al.61
- Torsion of Paraovarian Cyst : A Case Report Yuko Kobashi, et al.65
- A Case of Cloacal Anomaly with Menstrual Molimina ; Suggestion of Pubertal Intrapelvic
Investigation by MRI Yuko Tazuke, et al.70
- Intestinal Duplication Cyst with Air Influx Phenomenon ; An Idea to Diagnose Intestinal
Duplication Cyst Takeshi Mouri, et al.77



目 次

特集 第1回日本小児放射線学会教育セミナー： 小児画像検査の基本手技とそのおさえるべき所見

1. 小児の消化管造影検査……………野坂俊介 ……3
2. 小児の尿路造影検査……………原 裕子 ……15
3. 小児の超音波検査……………小熊栄二 ……26
4. 小児のCT検査 ……宮崎 治, 他 ……33
5. 小児のMRI検査……………久住浩美, 他 ……44

第41回日本小児放射線学会：要望演題「こども達を援ける各科の連携」より
小児科と放射線科の双方を経験して ……河野達夫 ……50

原著論文

小児急性骨髄性白血病の画像診断 ……佐藤宏朗, 他 ……54

症例報告

- 稀な新生児脳動脈瘤破裂の1例 ……小川理世, 他 ……61
- 術前診断が困難であった傍卵巣（傍卵管）囊腫茎捻転の1例 ……小橋優子, 他 ……65
- 月経困難症を発症したCloacal anomaly症例
—思春期における骨盤腔MRI画像診断の有用性— ……田附裕子, 他 ……70
- 腫瘍への空気の流入により判明した小腸重複症の新生児の1例 ……毛利 健, 他 ……77

日本小児放射線学会 平成17年度第2回理事会 議事録	82
日本小児放射線学会規約	84
日本小児放射線学会細則	86
日本小児放射線学会名誉会員および役員	88
日本小児放射線学会雑誌投稿規定	89

第1回日本小児放射線学会教育セミナー：

特集**小児画像検査の基本手技とのおさえるべき所見****1. 小児の消化管造影検査**

野坂俊介

国立成育医療センター放射線診療部 放射線診断科

Contrast Study of the Gastrointestinal Tract

Shunsuke Nosaka, M.D.

Division of Pediatric Imaging, Department of Radiology, National Center for Child Health and Development

Abstract

This article describes the current status of contrast study of the gastrointestinal tract in children. Practical aspects of the examination, potential warning during the examination, information regarding contrast media and patient immobilization are mentioned.

Keywords : Children, Contrast Study, Gastrointestinal Tract

1. はじめに

消化管の状態を観察する画像診断検査法は、多岐にわたる。それらには、単純X線撮影、消化管造影検査、超音波検査(US)、CT、MRIおよび核医学検査がある。また、消化管出血に対しては、状況に応じて血管造影、ならびにこれに続く経カテーテル的治療が行われる場合もある。

単純X線撮影は特異的な所見に乏しいが、目的に応じた組み合わせがある。たとえば、急性腹症に対する第一選択の画像診断検査として単純X線撮影を行う場合、Hernandezらは胸部立位正面像、腹部立位および臥位正面像を推奨している¹⁾。

消化管造影検査は、過去には単純X線撮影に次ぐ検査で、消化管内腔を検索する唯一の検査であった。その後内視鏡の導入に加え、US、CTならびにMRIが広く行われるようになったことで、消化管造影検査の適応は大きく変わったといえる。山崎²⁾は、特集“小児外科医のための画像診断検査のコツとその解釈”の巻頭言で「消化管造影や血管造影は凋落した」と述べている。しかし、消化管造影は被ばくを伴うということや、被検児を検査室に搬送する必要があるものの、その簡便

性から現在でも適応となる疾患や病態は少なくない。また血管造影に関しても、腹部領域では診断のみの検査はほとんどなくなったものの、経カテーテル的治療を目的とした血管造影は、撮影装置の技術革新ならびにカテーテルをはじめとする器材の進歩で、その頻度は増えつつある。

本稿では、日常の診療で行われる可能性のある消化管造影検査について、検査の実際、検査時の注意点、造影剤ならびに患児の固定に分けて解説する。最後に、代表的な疾患あるいは病態における検査の工夫についても述べる。

2. 検査の実際

ここでは、検査の種類、検査の適応、検査の前処置、検査成功のポイント、ならびに透視装置について記載する。

a. 検査の種類

検査の種類は、大きく上部消化管造影検査と下部消化管造影検査に分けることができる。その他、稀に小腸の評価目的に上部消化管造影に続く追跡撮影(腸流し)ならびに、経鼻的に十二指腸付近までチューブを挿入して撮影する小腸造影がある。

b. 検査の適応

検査の適応は前述のごとく、他のモダリティの小児への適応拡大に伴って、大きく変わった。上部消化管造影検査は、繰り返す肺炎や嘔吐の原因精査目的に行われる。上部消化管造影検査では、嚥下機能、食道形態の評価、胃食道逆流現象、胃の出口(幽門管)の評価、十二指腸の走行(腸回転異常の有無)の評価などが含まれる。下部消化管造影検査は、便秘、腹部膨満あるいは腸重積整復目的に行われる。血便に対する精査目的の下部消化管二重造影検査は、成人同様、内視鏡検査に先行して行われることが多い。その他、炎症性腸疾患をはじめとする小腸病変の検索目的に、腸流しあるいは小腸造影(Fig.1)が行われることがある。

c. 前処置

検査実施に際しての前処置は、上部消化管造影検査の場合、乳児では3~4時間の禁食、1~2歳では6時間の禁食、2歳以上では少なくとも8時間の禁食が望ましい³⁾。下部消化管造影の場合は、便秘精査目的の場合は通常前処置の必要はない。粘膜病変の精査では、絶飲食、下剤ならびに浣腸を行うこともあるが、被検患児の全身状態や年齢を考慮して適宜変更することに問題ない。

d. 検査成功のポイント

上部消化管検査の場合は、造影剤の投与方法が検査成功のポイントとして重要である。上部消化管造影検査における造影剤の投与方法には、経口投与方法とあらかじめ挿入した胃管からの投与方法がある。経口投与方法に関しては、幼児期以降では多くの場合、経口投与方法が可能である。問題は新生児および乳児で、通常は哺乳瓶からの投与方法になる。哺乳瓶を用いる場合は、患児をできる範囲で空腹にすることが重要である。経口投与方法が上手くいかない場合や、Gross E型(いわゆるH型)気管食道瘻の評価などのように十分量の造影剤が必要な場合は、胃管を挿入して検査することになる。胃管は注意深くかつ優しく入れるよう心がけるべきである。胃管挿入に先だって、胃管内を造影剤で満たしておくことと便利で、胃管の位置を透視下に確認できる。胃管からの造影開始前に、胃内容が吸引されるか確認すべきである。また造影の際には、透視下に造影剤を投与すべきである。

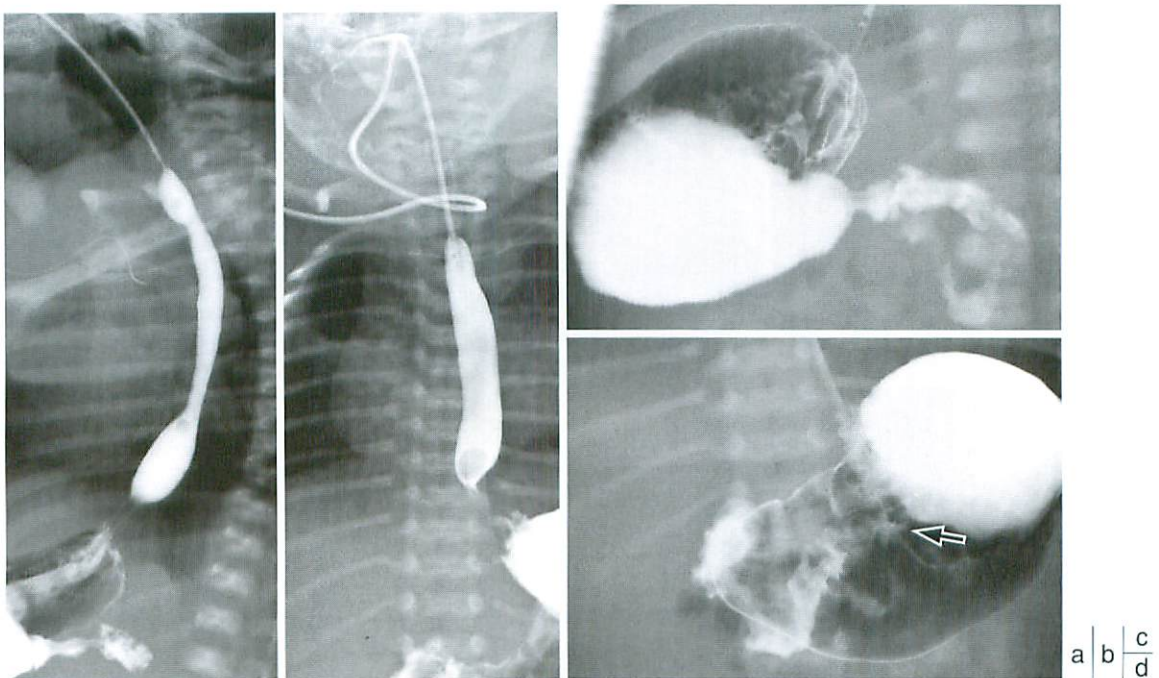
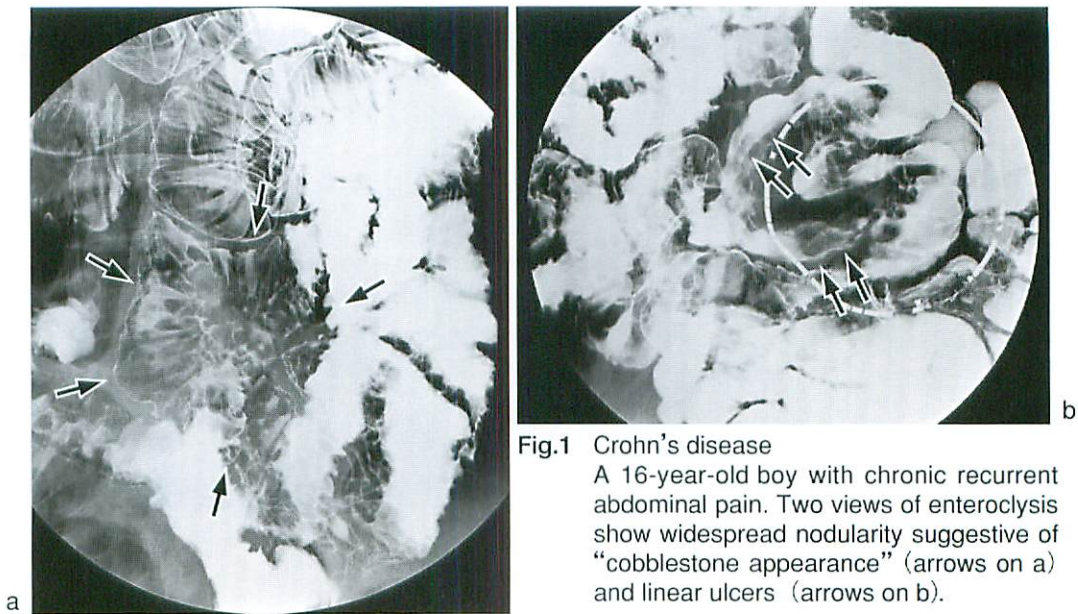
上部消化管の評価の際の、一連の検査の流れ

(Fig.2)は、食道の評価(正、側2方向)、幽門管の評価(食道の側面を右下側臥位で撮影し、そのままやや腹臥位気味として幽門部を観察すると、幽門管から十二指腸球部が評価できる)に続いて、十二指腸の走行を評価(腸回転異常の有無)、さらに胃食道逆流現象の評価を行う。

食道の評価の際には、特に病変の多い中部食道に注目する。その理由は、この部分には動脈輪(Fig.3)や前述のH型気管食道瘻がみられるからである。幽門管の評価は、被検患児を右下側臥位からやや腹臥位で観察すると良い。そうすることにより、造影剤は幽門部に集まる。この体位で観察すれば、胃食道逆流があっても安全である。適量の造影剤が十二指腸に流れたら素早く次のステップに進む。すなわち、幽門管を観察した後に再び仰臥位とし、一度左下側臥位とし(造影剤を十二指腸遠位に流し)、再び仰臥位とする。十二指腸空腸移行部を正確に評価することにより、腸回転異常の有無をチェックすることができる。ここまでの操作は必要最小限の量の造影剤を用いて行うことが重要である。胃内に造影剤が多いと、十二指腸の走行評価が困難になる。また十二指腸の走行評価の際の体位変換は迅速に行うことが重要である。

以上の評価の後には、胃食道逆流の評価を行う。通常は、1回分の哺乳量を参考に、造影剤と空気を投与する。最終的には透視下に胃の形状をみながら、投与量を適宜調整する。評価の方法は、5分間の間歇的透視で観察し、3回以上の胃食道逆流現象があった場合を有意と判断する。定量的評価は、24時間pHモニターを行う必要がある。

下部消化管造影検査成功のポイントは、チューブの使い方と造影剤の注入方法である。チューブは、腸重積整復目的の場合は径の大きいバルーン付きカテーテルを用いるのに対して、ヒルシュスプルング病を疑う場合は径の小さいカテーテルを用い、浅めに挿入しバルーンは使わない。また、造影剤の注入方法に関して、ヒルシュスプルング病疑い例では、造影剤注入開始直後の直腸形態の評価が重要なので、被検患児を側臥位としてゆっくりと注入を開始する。ポリープなど腫瘍性病変を疑った場合は、成人同様二重造影が基本となる。時に便塊と病変との鑑別が困難なこともあるが、



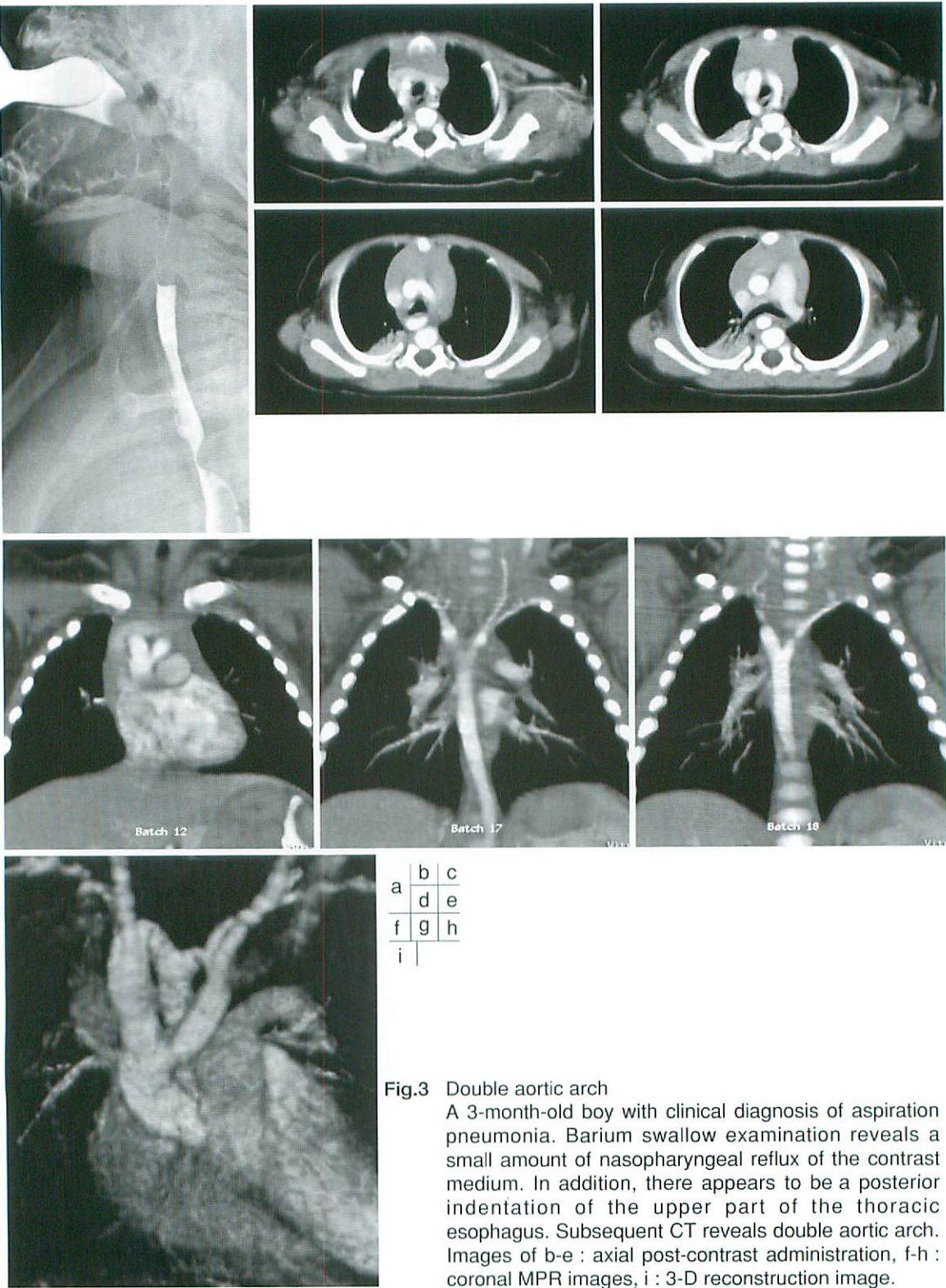


Fig.3 Double aortic arch
A 3-month-old boy with clinical diagnosis of aspiration pneumonia. Barium swallow examination reveals a small amount of nasopharyngeal reflux of the contrast medium. In addition, there appears to be a posterior indentation of the upper part of the thoracic esophagus. Subsequent CT reveals double aortic arch. Images of b-e : axial post-contrast administration, f-h : coronal MPR images, i : 3-D reconstruction image.

多くの場合、治療もかねて行われる大腸内視鏡に先立つ情報提供をすることができる。

消化管病変を疑いながら、造影検査と内視鏡検査を含め、上部消化管にも大腸(下部消化管)にも病変がない場合がある。そのようなときに、小腸病変の有無の観察が必要になる場合がある。小腸の評価は、経口投与した造影剤を追跡しながら評価する場合(いわゆる腸流し)と、経鼻的にチューブを挿入して先端を十二指腸遠位あるいは空腸近位まで進めてから造影剤を投与する小腸造影がある(Fig.1)。小腸造影はチューブを挿入するという苦痛があるものの、疑っている病変によっては、必須の検査の場合もあるので、患児によく説明して検査を行うべきである。最近、初発の小児炎症性腸疾患に対する、小腸造影とMDCTの有用性を比較検討した報告では、短時間で検査可能なMDCTは、造影剤を服用したうえに検査に時間がかかる小腸造影の代わりになりうると結論している⁴⁾。また、この報告では、MDCTを行うことにより、小腸造影では把握できない小腸外の病変ならびに大腸病変の評価が可能であることも強調している⁴⁾。

3. 検査時の注意点

検査時に注意しなければならないのは、被検患児の保温、モニター、ならびに吸引や酸素投与の準備などである。被検患児の保温は、特に新生児の検査にあたって極めて重要で、検査に先立って検査室の温度を上げておく必要がある。患児のモニターは、血液酸素飽和度および脈拍数などで行うが、経鼻胃管をはじめカテーテルを用いた造影の際のカテーテルによる刺激や、経口摂取による造影の際も造影剤誤嚥の可能性があるので重要となる。

4. 造影剤³⁾

造影剤の種類は大きく陰性造影剤と陽性造影剤がある。陰性造影剤は空気、陽性造影剤には硫酸バリウム懸濁液、非イオン性水溶性ヨード造影剤、およびイオン性高浸透圧性ヨード造影剤が含まれる。

新生児に認める上部消化管の先天性閉塞性病変では、出生前診断されていない場合、出生後の腹部単純X線撮影で空気を含んで拡張した消化管ガ

ス像から、閉塞部位を推定可能であるが、このような時、空気が陰性造影剤としての役割を果たしている。

硫酸バリウム懸濁液は、充盈像の場合は30w/v%前後を用いるが、小児はこの濃度が主体となる。二重造影の場合は、60~120w/v%前後を用いる。

非イオン性水溶性ヨード造影剤については、消化管に対する使用は保険適応外であるが、その安全性から使用することは少なくない。使用が許容されるのは、造影剤が消化管外に流出する可能性がある場合、消化管に閉塞または狭窄が疑われる場合、あるいは未熟児に対する造影検査の場合などである。造影剤の至適濃度は、160~200mgIである。

イオン性高浸透圧性ヨード造影剤は、その高浸透圧という特性ならびに粘膜毒性から、小児領域の消化管造影検査における使用は、診断目的の場合禁忌である。その理由としては、脱水を惹起する、誤嚥した場合に化学性肺炎や肺水腫を来す、さらには等張希釈でもヒスタミン遊離などの作用があることなどがあげられる。イオン性高浸透圧性ヨード造影剤の使用が適応となるのは、胎便栓症候群に対する治療を目的とした使用で、通常は原液を2~5倍に希釈して使用する。

5. 患児の固定

検査時に患児を適切に固定することにより、検査時間の短縮、検査時に必要な人員の数を少なくする、被検患児を含め検査に関わる全員の放射線被ばくを低減することが可能となる⁵⁾。弾性包帯と整形外科用サポーターをうまく組み合わせることにより有効に固定でき、検査に関わる人員を必要最小限にすることができる⁵⁾。

6. 透視装置

検査は、重症でなく成人に近い年長児以外は、検査室内での直接操作が原則で、被ばく低減にはアンダーチューブ型が原則である。また、可能な限りグリッドをはずすべきである。装置のデジタル化で被ばく低減が可能である。基本的なことであるが、装置の操作になれ、透視時間は可能な限り短くすることが必須である。また、透視の範囲は必要最小限にすることが重要であるが、条件が

自動調整される場合は、透視範囲を絞ると、条件が上がることもあるので注意が必要である。

X線透視検出器、特に高性能機種は最近の半導体技術の進歩に伴って、X線を平面上に敷き詰めた半導体によって処理する平面半導体検出器 (flat-panel detector) にすべてとって変わりつつある⁶⁾。平面半導体検出器 (flat-panel detector) により、小児領域では被ばく線量の低減 (透視画像の拡大を行う場合、従来のイメージインテンシファイヤーでは被ばく線量の増加を伴うが、平面半導体検出器ではデジタル処理で視野サイズを変更できるので被ばく線量の増加を伴わない)、画質の向上 (画素面積の小ささとダイナミックレンジの広さが大きく貢献)、デジタル信号化により画像処理の過程におけるノイズが重なる心配がない、さらにはX線検出器としての大きさが小さく、透視装置周辺に自由な空間が確保できる (このことは検査室内での手技が多い小児では大きな利点となる) など、多くの恩恵を期待できる⁶⁾。

7. 代表的な疾患あるいは病態における検査の工夫

a. 上部消化管

上部消化管における所見解釈のポイントは、日常依頼される可能性が高い項目について、確実に評価することである。それらは、誤嚥の精査、H型 (Gross E型) 気管食道瘻、胃食道逆流、肥厚性幽門狭窄症、中腸軸捻転を合併した腸回転異常などである。

誤嚥は、咽頭、食道、胃それぞれの部位の異常で起こりうる。咽頭部分では造影剤の下咽頭から気管内への流入の有無、鼻咽頭への逆流の有無を評価する。食道では、H型 (Gross E型) 気管食道瘻の有無や、外因性の食道圧排の有無を評価する。胃では、胃食道逆流の有無を評価することも重要である。

食道閉鎖を伴わないH型 (Gross E型) 気管食道瘻は極めて稀で、全体の5%である。気管食道瘻の存在部位は、高い位置である場合が多い。通常の食道造影で明確でない場合は、食道造影の方法にも工夫が必要で、経鼻的に挿入したチューブの先端を上部食道に置いて、やや右下側臥位で慎重に造影剤を注入すると良い。

胃食道逆流の検索方法には大きく3つあり、それらは、1.24時間pHモニタリング、2.核医学検査、および3.消化管造影である⁷⁾。鋭敏度および定量性は、1, 2, 3の順で、被ばくは、 $2 < 3$ で、形態異常の評価の優劣は3, 2, 1の順となる⁷⁾。また、胃食道逆流の評価に関して、核医学検査は保険適応となっていない点に注意する必要がある。胃食道逆流において、検査を依頼する側である臨床家が最も知りたいのは外科的治療の対象となる胃の出口、十二指腸での狭窄や閉塞機転の有無、あるいは食道裂孔ヘルニアの有無とその程度の評価である⁷⁾。定量性および鋭敏度のいずれも劣るはずの消化管造影検査が多く施設で広く行われているのはこのような理由によるといえる⁷⁾。

肥厚性幽門狭窄症 (Fig.4) は、非胆汁性嘔吐を主訴とする新生児期の代表的疾患である。典型例では、嘔吐は頻回で噴水状である。本疾患は、男児は女児の4~5倍の頻度で、通常は生後2~8週に症状が出現する。本疾患を疑った場合は、USが単純X線撮影に次ぐか、あるいは第一選択の画像診断検査である。USによる診断基準は、一般的に筋層が3~4 mm以上、幽門管長軸径が14 mm以上であるが、未熟児では計測値が基準以下となることがあるので要注意である。またUSの際に重要なのは、計測値にとらわれるのではなく、リアルタイムの評価で、幽門管が開かないということが重要である。肥厚性幽門狭窄症を疑った場合に上部消化管造影が適応となるのは、USが診断的でない場合や、USでの形態評価や計測値が正常であるにもかかわらず症状が持続する場合などである。肥厚性幽門狭窄症を疑った場合の上部消化管造影検査は、経鼻胃管を挿入し、必要最小限の造影剤と空気をういて行う。通常は、患児を右下からやや腹臥位気味として透視下に観察すると評価しやすい (Fig.4)。造影剤が十二指腸に流れれば、仰臥位からやや右前斜位にすると良い。造影剤を多く使うと、胃食道逆流を認めることがあり、要注意である。

腸回転異常は、胎生期での腸の回転の過程で起こる腸の回転や固定の異常を総称したものである (正常では、腸管は上腸間膜動脈を軸にして反時計方向に270°回転する)。腸回転異常の発生の仕方では諸型があるが、最も多いのは、180°しか回転

しない不完全回転型で、Ladd靱帯による十二指腸の圧排や中腸軸捻転を起こす。この中腸軸捻転 (Fig.5) は、腸回転異常でも腸間膜附着部が狭い場合に上腸間膜動脈を中心に生じる。捻転は時計方向が多く、患児は生後1ヵ月以内に胆汁性嘔吐で発症することが多い。最近では、単純X線撮影に続いてUSが行われることも多くなり、その所

見はwhirlpool signといわれる。この病態は、緊急手術の適応であるので、US検査に習熟していない場合や、USが診断的でない場合は、短時間で実施可能な上部消化管造影が推奨される画像診断検査である。上部消化管造影では、捻転にともなう狭窄像を認める (cork screw sign)。

b. 下部消化管

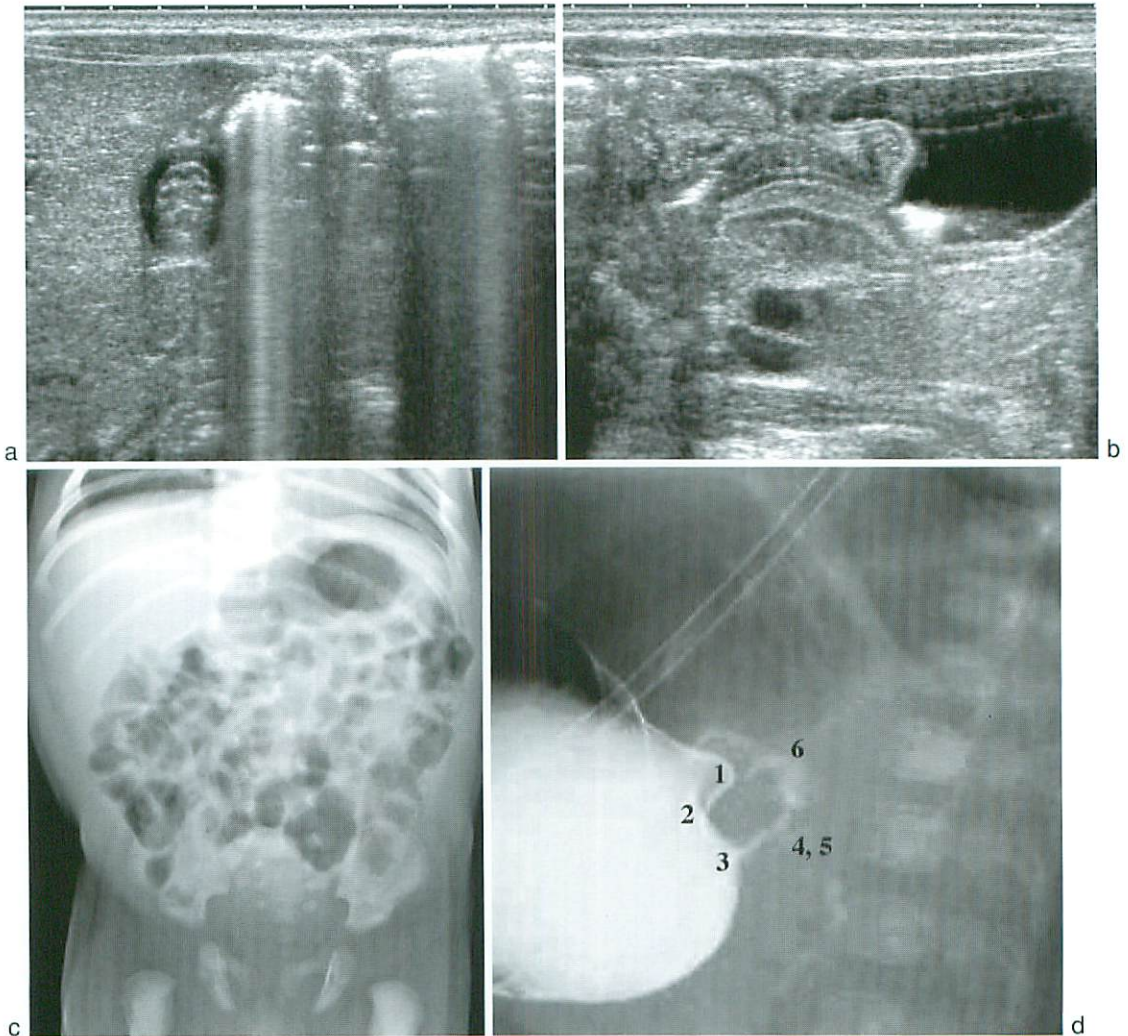


Fig.4 Hypertrophic pyloric stenosis

A 16-day-old neonate with non-bilious vomiting. Transverse (a) and longitudinal (b) images of the upper abdomen show thickened pyloric muscle. A supine abdominal radiograph (c) reveals gastric indentation suggestive of hyperperistalsis. Distal bowel gas, however, appears to be unremarkable. An upper gastrointestinal series (d) with nasogastric tube in place done for another patient with inconclusive sonographic result reveals typical appearance of hypertrophic pyloric stenosis (1 : teat sign, 2 : shoulder sign (pyloric mass), 3 : beak sign, 4 : string sign, 5 : double tract sign, 6 : mushroom sign).

下部消化管造影における所見解釈で重要な病態は、小腸閉鎖、Hirschsprung病、胎便栓症候群、腸回転異常症、ならびに腸重積症である。

小腸閉鎖は、大部分が完全閉塞で、狭窄の閉める頻度は少ない。腸管への血流障害が原因と考えられている。閉塞部位の分布は空腸と回腸で半々である。腹部単純X線撮影では、消化管の機械的

閉塞像として認められ、拡張消化管ループの数は閉塞部位に依存する。注腸造影 (Fig.6) は、出生直後に行われるが、その目的は閉塞部位の大きな推定と、腸回転異常など、大腸病変の評価である。

Hirschsprung病 (Fig.7) は、頭尾方向に広がる消化管壁内神経節細胞の分布障害で、3/4は病変が直腸遠位に限局するタイプである (short segment

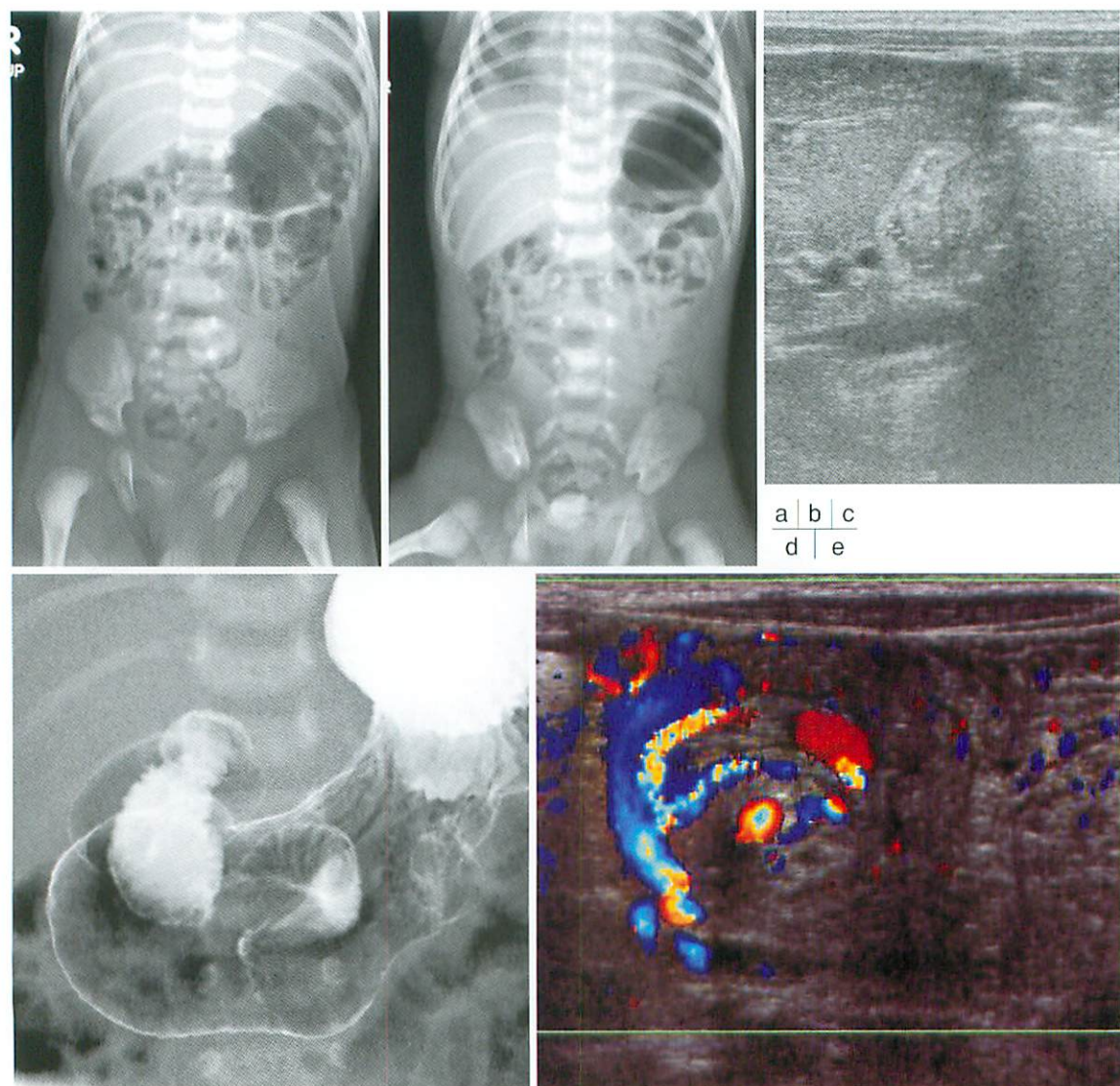


Fig.5 Malrotation with midgut volvulus

A 12-day-old boy with bilious vomiting. Initial abdominal radiographs (a, b) show nonspecific bowel gas pattern except for mild gastric distension due to air. Subsequent urgent ultrasound with longitudinal section (c) shows mild distension of the duodenal bulb. Frontal view of the upper gastrointestinal series (d) shows corkscrew sign. Repeated ultrasound (e) requested prior to surgery clearly shows clockwise whirlpool sign.

type). 満期産に多く、全結腸型以外では男女比 3～4:1である。症状は、腹部膨満、胆汁性嘔吐、排便障害である。1/3は腸炎症状を呈する(敗血症症状で発見される場合もあるので要注意)。注腸造影検査で最も重要な所見は、caliber changeである。バリウムを用いる場合は、caliber changeが明らかになったら、それ以上の造影剤の注入は行わない。しかし caliber changeは新生時期にお

いては描出が難しく、全結腸型や病変が小腸にまでおよぶ重症型では描出されないことがある。また、ultrashort segment型は注腸造影での診断は不可能である。

胎便栓症候群は、下部結腸機能の未熟性により胎便が排泄されず通過障害を呈する。通常は正期産児で、生後2～3日に腹部膨満、胎便排出障害、嘔吐で発症する。注腸造影では、結腸は正常形態

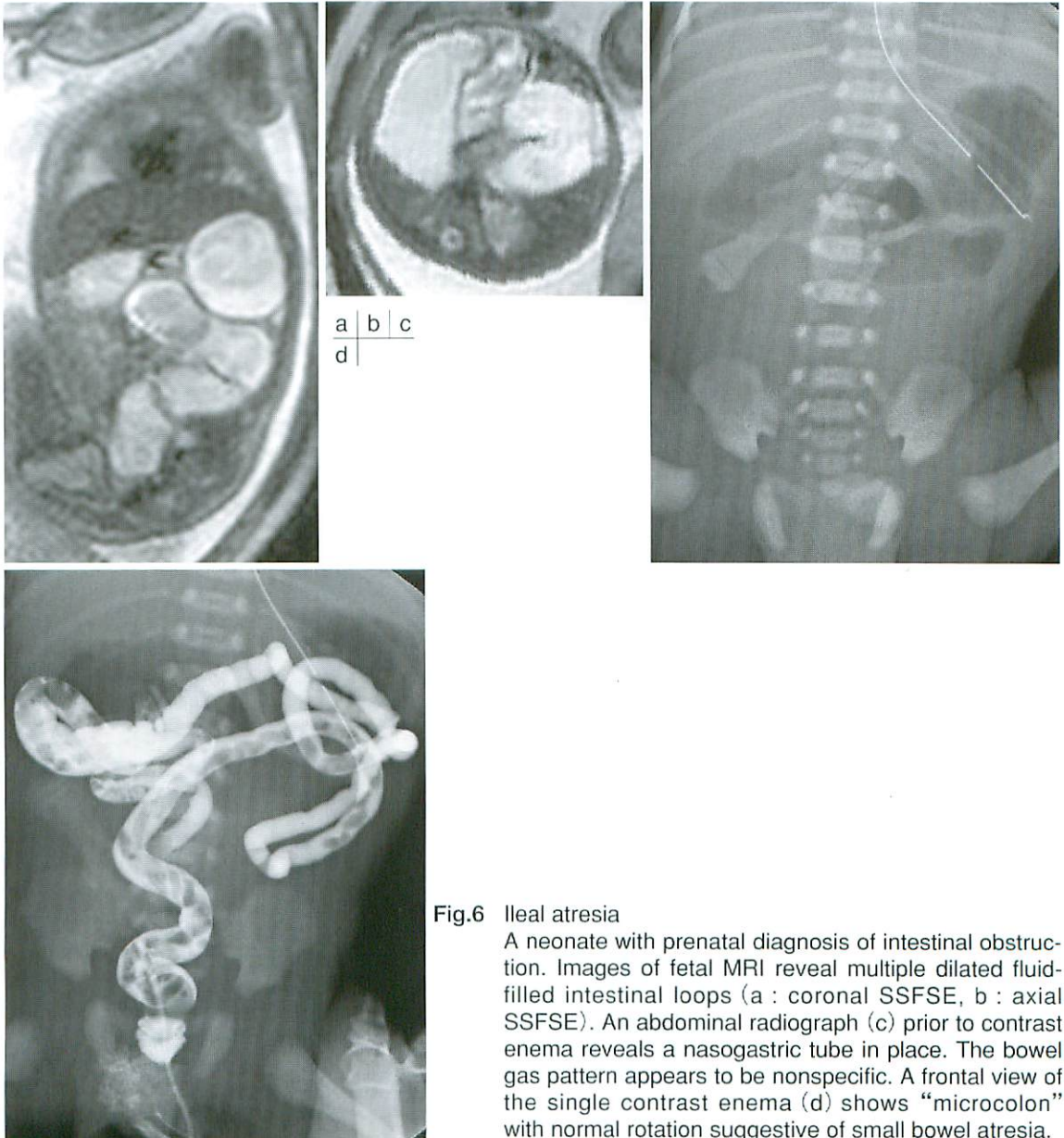


Fig.6 Ileal atresia

A neonate with prenatal diagnosis of intestinal obstruction. Images of fetal MRI reveal multiple dilated fluid-filled intestinal loops (a: coronal SSFSE, b: axial SSFSE). An abdominal radiograph (c) prior to contrast enema reveals a nasogastric tube in place. The bowel gas pattern appears to be nonspecific. A frontal view of the single contrast enema (d) shows “microcolon” with normal rotation suggestive of small bowel atresia.

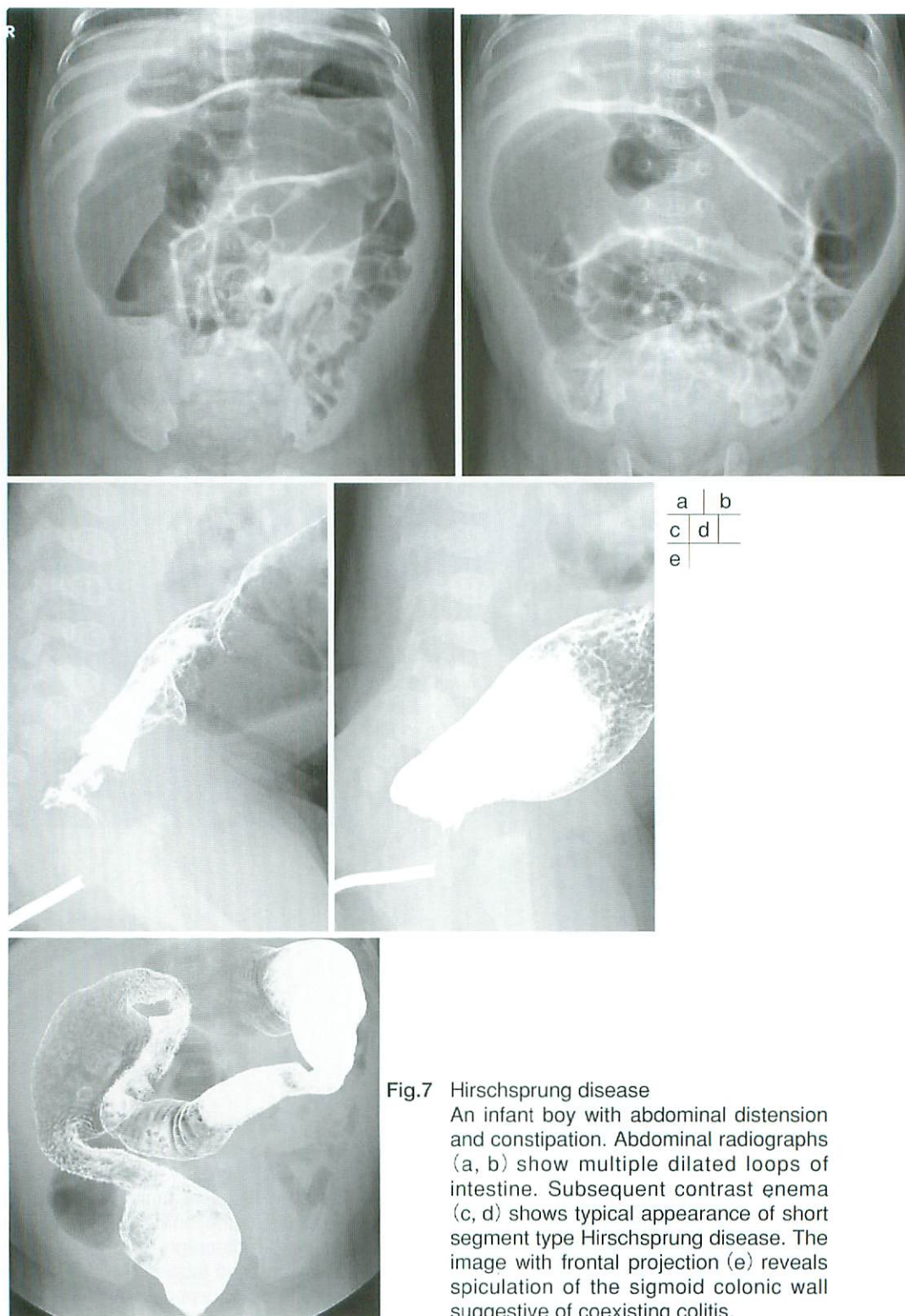


Fig.7 Hirschsprung disease

An infant boy with abdominal distension and constipation. Abdominal radiographs (a, b) show multiple dilated loops of intestine. Subsequent contrast enema (c, d) shows typical appearance of short segment type Hirschsprung disease. The image with frontal projection (e) reveals spiculation of the sigmoid colonic wall suggestive of coexisting colitis.

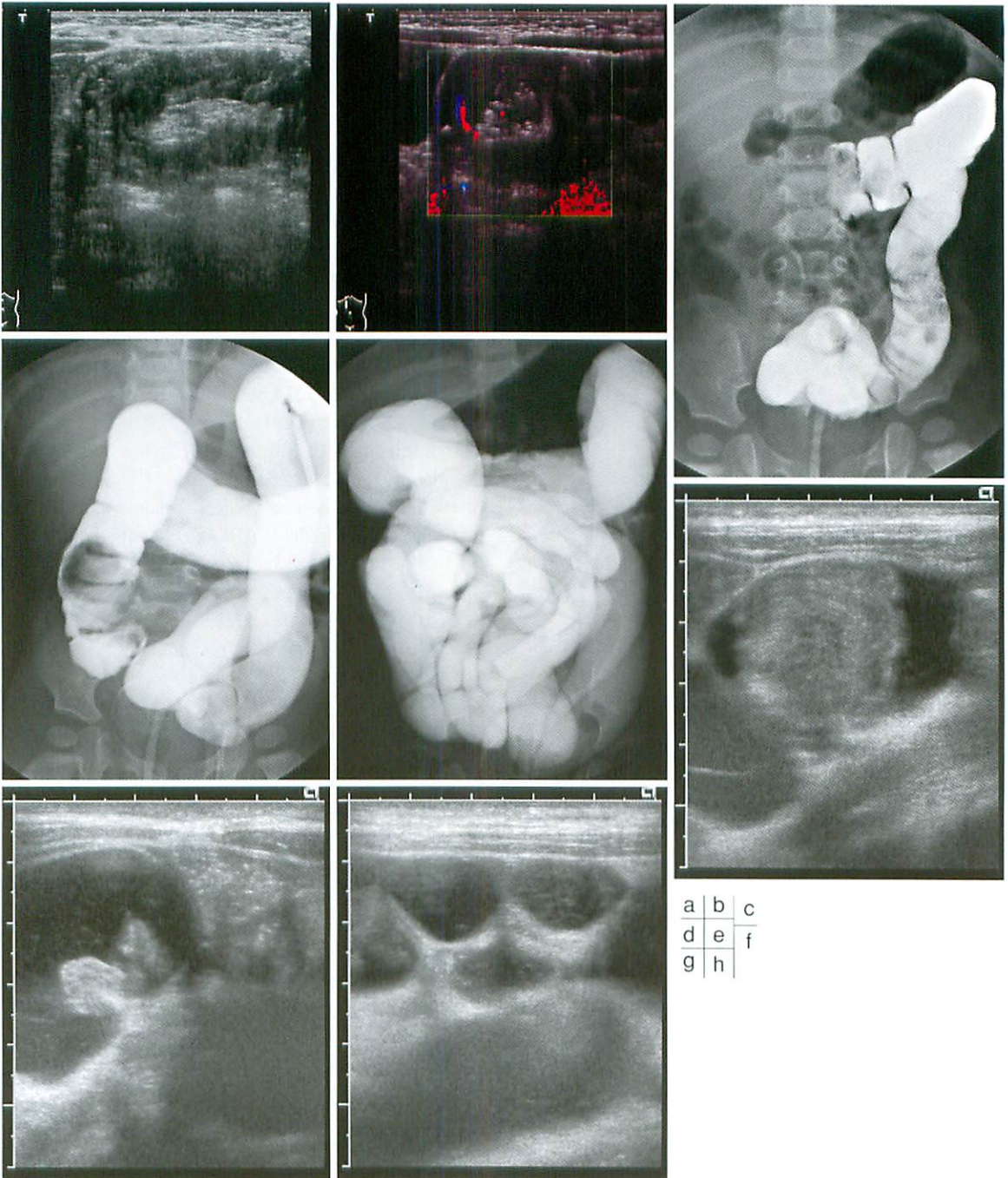


Fig.8 Intussusception

A 11-month-old girl with recurrent abdominal pain and bloody stool. Urgent abdominal ultrasound shows the “pseudokidney sign” on transverse section (a) and the “doughnut sign” on longitudinal section (b). The image (b) also shows vascularity in the central portion of the intussusception. Subsequently, enema reduction of the intussusception was attempted with combined use of fluoroscopy (c-e) and ultrasound (f-h). Contrast enema (c) shows typical filling defect at the level of the transverse colon. Finally, complete reduction was confirmed on the image (e). Image of the ileocecal region shows a thickened ileocecal valve. Post-reduction images show multiple fluid filled loops of distended intestine.

なるも、内腔に長い充盈欠損像を認める。造影により胎便の排泄を認め、症状が改善することもある。症状が改善しない場合は、Hirschsprung病が基礎にある可能性を考慮した経過観察が必要である。

腸回転異常症については、上部消化管の項でも述べた。新生児・乳児の盲腸はきわめて可動性に富み、また高位にあることから、注腸造影で診断するのは困難な場合が多い。

腸重積症 (Fig.8) とは、腸管が腸管の中に入り込むという疾患で、小児腹部領域では代表的な疾患である。本疾患は、生後5～9ヵ月に好発し、全体の75%が2歳以下である。USは本疾患の診断ならびに除外に極めて有用である。本疾患の多くは回結腸型である。好発年齢以外では、先進部病変としてメッケル憩室、消化管重複嚢胞、ポリープ、アレルギー性紫斑病に伴う消化管壁内血腫、リンパ腫などを考慮すべきである。好発年齢の場合で、整復の禁忌事項 (穿孔、腹膜炎、ショック) がない場合は、高圧注腸による整復が試みられる。

8. まとめ

以上、日常の小児科あるいは小児外科診療で行われる消化管造影検査について、検査の実際、検査時の注意点、造影剤ならびに患児の固定につい

て解説し、最後に代表的な疾患あるいは病態における検査の工夫についても解説した。

●文献

- 1) Hernandez JA, Swischuk LE, Angel CA, et al : Imaging of acute appendicitis : US as the primary imaging modality. *Pediatr Radiol* 2005 ; 35 : 392-395.
- 2) 山崎洋次 : 巻頭言 各種画像診断法の勃興と衰退. *小児外科* 2002 ; 34 : 233-235.
- 3) Stringer DA, Nadel H : Techniques for investigation of the pediatric gastrointestinal tract. *Pediatric gastrointestinal imaging and intervention* (2ed), Ed by Stringer DA and Babyn PS. Hamilton, B.C. Decker Inc. 2000, p15-74.
- 4) Jamieson DH, Shipman PJ, Israel DM, et al : Comparison of multidetector CT and barium studies of the small bowel : Inflammatory bowel disease in children. *AJR Am J Roentgenol* 2003 ; 180 : 1211-1216.
- 5) 相原敏則 : FAQ in “上部消化管の画像診断手技”. *小児外科* 2002 ; 34 : 271-281.
- 6) 甲田英一, 寺田一志, 五味達哉, 他 : X線透視検査. *小児科診療* 2005 suppl ; 65 : 14-18.
- 7) 相原敏則 : 消化管. 新生児・乳児の臨床画像診断, 仁志田博司, 河野 敦編. 東京, 医学書院, 1999, p188-231.

第1回日本小児放射線学会教育セミナー：

特集**小児画像検査の基本手技とのおさえるべき所見**

2. 小児の尿路造影検査

原 裕子

川口市立医療センター 放射線科

Imaging of the Urinary Tract in Children

Hiroko Hara

Department of Radiology, Kawaguchi Municipal Hospital

Abstract

Diagnostic imaging plays an important role in evaluating congenital anomalies of the urinary tract (UT) in childhood. A variety of diagnostic procedures are available to diagnose UT anomalies, including abdominal radiography, excretory urography (EU), ultrasonography (US), multidetector-row CT (MDCT), MRI, MR urography (MRU), and nuclear medicine. This article provides a brief review of each diagnostic procedure.

US is the most widely used initial examination of the UT in children. The development of US, MDCT and MRI have substantially diminished the role of EU and abdominal radiography in pediatric urology. The primary role of voiding cystourethrography (VCUG) is in detecting vesicoureteral reflux (VUR), anatomic details, and the pathophysiology of the bladder and urethra. Radionuclide renal studies are used to assess various renal functions and structures. The development of rapid sequence MRI, with better resolution has been increasingly useful for evaluation of UT anomalies. The advantage of MRU has facilitated the assessment of both function and morphology of UT anomalies. It is expected that MRU will become an important tool in the diagnostic work-up of UT pathologies in infants and children.

Keywords : Urinary tract, Diagnostic imaging, Children

はじめに

一般的に放射線科医が関与している検査は主にCTやMRIであるが、小児泌尿器疾患、特に先天奇形の画像検査では超音波検査 (US) と排尿時膀胱尿道造影 (voiding cystourethrography : VCUG) が主要な役割を果たしている。低侵襲でベッドサイドでも手軽に施行できるUSの普及により腹部単純X線写真の役割は少なくなり、排泄性尿路造影の頻度は低下した。小児腎尿路の先天奇形は多彩で、多発したり生殖器官の合併奇形を伴うこともあり、臨床症状とUS所見を参考に、必要に応じ

てVCUG、CT、MRIを組み合わせ診断を進めることが大切である。画像検査は形態診断が中心であるが、腎機能や排泄能などの機能評価や尿路閉塞の有無の判断には核医学検査が重要な役割を果たしている。

ここでは小児腎尿路先天奇形の画像診断で行われる検査法を解説し、知っておくべき疾患や所見についても記載する。

1. 小児泌尿器疾患で施行される検査法

a. 単純X線写真

泌尿器疾患で撮影される単純X線写真の基本は、

通常KUB (kidney ureter bladder) と呼ばれる仰臥位腹部単純X線写真で、立位腹部単純X線写真を追加することもある。KUBは病室でも撮影可能であり、腹部全体を一時に俯瞰することができるが、所見は特異性に乏しい。KUBでは腹部腫瘍、腹水、石灰化や結石、腹腔内遊離ガス、腸管ガス像の分布、骨などの異常を指摘できるが、軟部組織腫瘍や腹水の有無、実質臓器の観察についてはKUBよりUSが優れており、KUBの果たす役割は低下している。

b. 排泄性尿路造影 (excretory urography : EU)

EUは静脈内投与された造影剤が腎から排泄され尿路を描出する検査法であるが、腎機能を前提とした画像検査であり、腎機能障害や高度水腎症のある場合、腎、尿路は描出されにくい。乳児では遠位尿細管の機能が未熟であり、また腸管ガスの重なるために鮮明な画像が得られにくいことも欠点である。水腎症や水尿管の形態はUSやMR Urography (MRU) により、腎の位置、大きさ、実質や瘢痕などはUS、MRI、CTでより明瞭に描出される。このため小児ではEU単独での頻度は減少した。

c. US

KUBの所見に関わらず、小児泌尿器疾患の診断で最初に施行される検査はUSである。USの利点は被曝がなく、簡便にベッドサイドでも施行でき、多断面での観察、血流の評価もできることである。欠点は画像の客観性、再現性に乏しく、画質が術者の技量に依存することである。乳児では検査中に哺乳したり、幼児ではビデオを見せるなど検査中の安静を保つよう工夫する。

泌尿器科領域のUSでは腎の位置、大きさ、実質の厚さ、エコー輝度、嚢胞、水腎症、水尿管、後腹膜、膀胱、尿管瘤の有無、さらには膀胱が尿で充満していれば膀胱後方の病変の有無、女児では子宮や卵巣に注意して観察する。乳幼児は涕泣により排尿することがあるので、最初に膀胱を観察しておくといふ。USで異常所見が発見された場合、臨床症状から発生しうる病態を想定した部位を含めた検索が必要である。

小児のUSでは年齢、体格、検査部位と目的に

適した探触子を選択することが大切である。新生児、乳児では身体が小さくて皮下脂肪が少なく、臓器も小さいため高周波数の探触子を選択しないと良好な画質が得られない¹⁾。正常成熟新生児では腎の長径は4～5cm、腎実質のエコー輝度は肝と同程度で、1歳までの間に徐々に成人と同程度まで低下する¹⁾。正常成熟新生児では腎髓質の低エコーが目立ち、脂肪が少ないため中心部腎洞のエコー輝度が低いという特徴を示す¹⁾。

VURの検出は通常はX線によるVCUGで行うが、この場合問題となるのが生殖腺被曝である。日本では施行されている施設は非常に少ないと思われるが、膀胱尿管逆流現象 (vesicoureteral reflux : VUR) の検出をUSで行うことが可能で、ヨーロッパでは施行されている²⁻⁴⁾。患児を排尿可能な程度に鎮静し、超音波用の造影剤を膀胱内に注入し、VURを超音波で確認する。被曝がないのが利点であり、膀胱内へのカテーテル挿入など手技としてはX線によるVCUGと同じである。ただし尿道の評価はできない。技術に習熟すれば、VURの検出はX線によるVCUGと同等あるいは鋭敏であり、VURの経過観察に適した方法である²⁻⁴⁾。

d. VCUG

VCUGは尿路感染、水腎症、尿管瘤を認めた場合に、VURの有無、程度の評価に不可欠な検査である。さらに膀胱機能や膀胱頸部の観察、尿道の器質的疾患の評価にも重要な役割を果たす。VCUGの手技は以下の如くである。年長児ではまず必要な検査であることを説明し、協力が得られるようにする。乳児は非協力的なので、検査時には固定が必要である。胸部撮影で使用するファンティクサーを応用した固定具などを使用すると固定しやすい (Fig.1)。造影剤による膀胱炎を避けるために生理食塩水を加えて約20%に希釈し、人肌に加温した水溶性造影剤を準備する。尿道から挿入するカテーテルは年齢、体格、性別に応じて4～8Frのネラトンチューブや栄養チューブを使用する。男児は尿道が長く、外尿道括約筋部で抵抗を感じるので無理に挿入せず、括約筋が弛緩する吸気時にあわせて素早くカテーテルを膀胱内にすすめる。カテーテルが膀胱内に挿入されたら自然滴下で造影剤を膀胱内に注入する。生殖腺被曝

を少なくするため透視および撮影範囲は必要最小限にとどめ、間欠的透視でVURの有無を確認、撮影する (Fig.2)。排尿が自立した幼児以上の患児では我慢できなくなった時点で注入を止め、膀胱充満時として撮影する。排尿が自立していない幼児以下では標準膀胱容量 ($(\text{年齢}+2) \times 30\text{ml}$) を目安として⁵⁾、造影剤の滴下状況や涕泣などから膀胱充満時を判断する。その後女児では仰臥位のまま、男児では尿道の全長を観察するために、約30

度の斜位にする (Fig.1b)。外尿道口から排尿を認めた時点でカテーテルを抜去し、排尿時の尿道を撮影する (Fig.2b)。臥位での排尿が困難な年齢では半立位や立位で排尿を試みる。VUR確認の意味で排尿後のKUB撮影は両側腎まで含める (Fig.2c)。

男児では後部尿道弁 (Fig.3) や前部尿道弁 (Fig.4) で二次的にVURを生じ、原疾患が長期見逃された場合腎機能不全に至ることがあるため、排尿時に斜位で尿道を全長撮影することは男児の

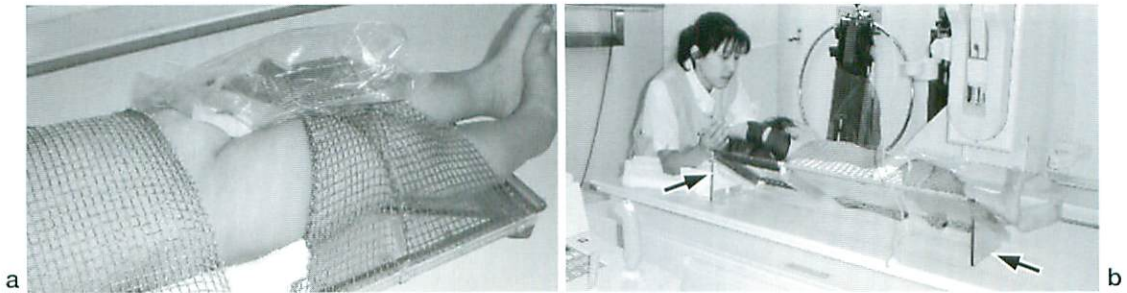


Fig.1 Original immobilization device designed for VCUG

- a : Infants or small children lie on the device in the supine position. The net covers body, thigh and knee.
b : Both arms are raised and fixed beside the head by velcro tape. Two triangular shaped plates (arrow) keep the proper oblique angle for taking a picture of a boy's urethra.

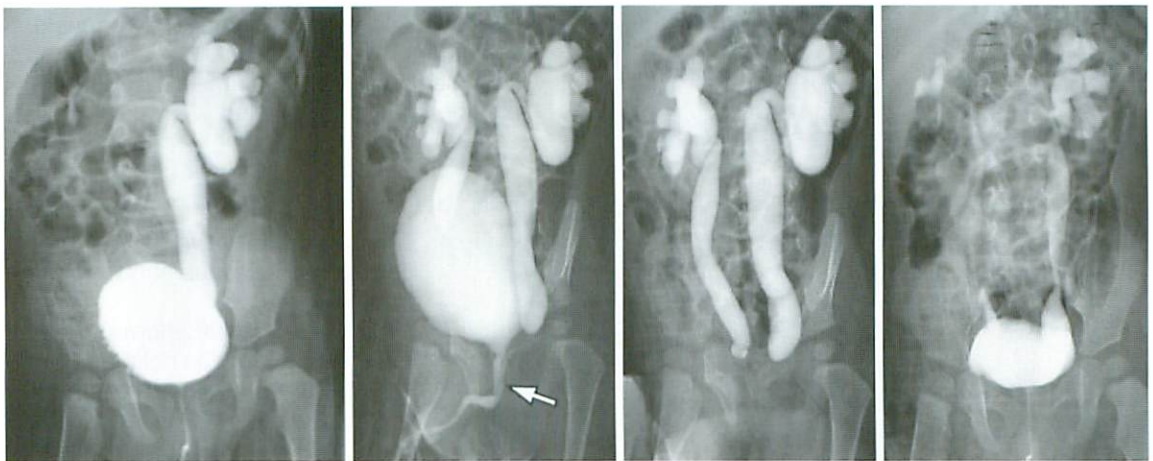


Fig.2 VUR

VCUG demonstrated VUR on both sides.

- a : During contrast filling, left VUR developed.
b : At the start of voiding, right VUR was depicted. An oblique view demonstrated no abnormality in the urethra (arrow).
c : At the end of voiding, bilateral VUR was seen, grade IV on the right, and grade IV/V on the left. No residual urine was seen.
d : Five minutes after voiding, the contrast material in the collecting system flowed back into the bladder.

a|b|c|d

初回VCUGでは必須である。

VURにより生じた腎実質障害を総称して逆流性腎症と呼ぶ。適切な治療で逆流性腎症の進行が止められない場合、不可逆的な腎機能障害や高血圧を生じる。

Gradeの低いVURは自然消失することが知られており⁶⁾、腎機能障害に関与する因子としてVURの重要性はそれほど高くなく、複合的な要素に関与すると推定され⁷⁾、その要素の一つに排尿機能異常が挙げられる。FotterはVCUGで観察すべき

はVUR以外に、下部尿路の機能異常であると強調している⁸⁾。排尿筋外尿道括約筋協調不全 (detrusor-external sphincter dyssynergia : DSD) は上部尿路障害の危険因子であり、これが腎機能障害に関与すると推定される。DSDには不安定膀胱、怠慢膀胱症候群、非神経因性神経因性膀胱が含まれる⁹⁾。神経疾患を伴わない排尿筋の無抑制収縮を不安定膀胱と呼び、排尿筋の無抑制収縮に伴いVURが見られることがある。不安定膀胱では充満時に膀胱は縦長の楕円形を呈し、膀胱三角部から頸部にかけては漏斗状に開く所見をVCUGで認める (Fig.5)。男児の不安定膀胱では器質的下部尿路通過障害が無くても後部尿道の拡張が認められることがある⁹⁾。臨床的に尿意切迫感や腹圧時尿失禁があり、DSDが疑われる場合、内視鏡や膀胱内圧検査、尿流動態検査などの適応となる。



Fig.3 Posterior urethral valve

This 4-month-old boy presented with UTI and bilateral hydronephrosis. VCUG clearly demonstrated marked dilatation of the posterior urethra, with an abrupt change of caliber at the site of the posterior urethral valve (arrow) and secondary VUR on both sides.

The diagnosis was confirmed by endoscopy, and the valve was resected.



a | b

Fig.4 Anterior urethral valve

He had two episodes of UTI before 4 months of age.

His initial VCUG (a) showed bilateral VUR ; grade V on the right, and grade IV on the left. However, subtle findings in the anterior urethra had been overlooked for two months. Note the slight dilatation and caliber change of the anterior urethra (arrow), indicating an anterior urethral valve.

Following endoscopic treatment, the anterior urethra returned to normal in appearance on VCUG (b). VUR was also improved on both sides. Only grade IV VUR remains on the right.

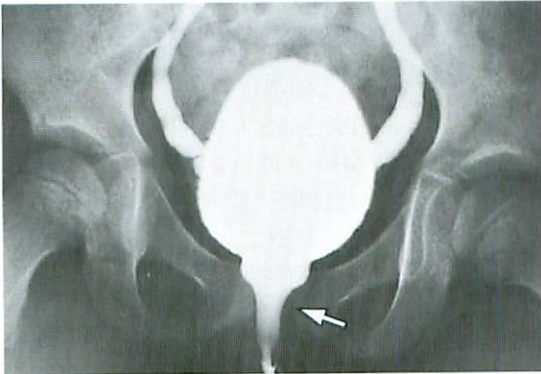


Fig.5 Unstable bladder
This 5-year-old girl had recurrent urinary tract infection and infrequent voiding. VCUG demonstrated bladder neck opening with spasm of the sphincter (arrow) during voiding. Note the elongation of the bladder and VUR on both sides.

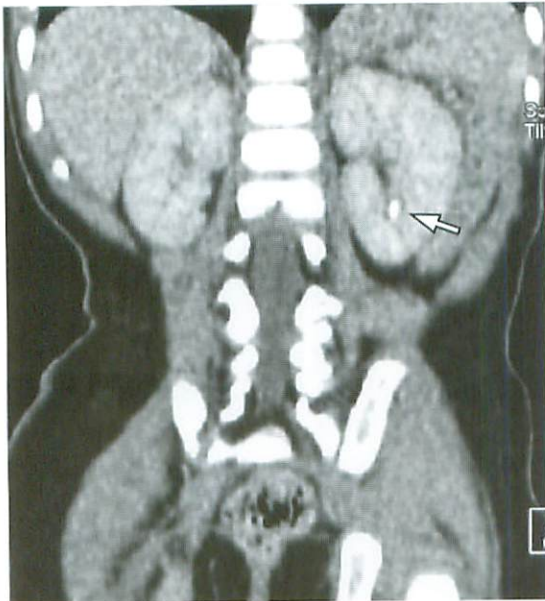


Fig.6 Renal calculus
This 14 month-old girl had a history of UTI. Ultrasonography depicted a calculus in the left kidney. Coronal MPR image with contrast enhancement clearly showed the calculus (arrow) in the lower pole of the left kidney. No hydronephrosis was observed.

e. CT

CTは多列検出器を備えたMDCT (Multidetector-row CT: MDCT) の普及により、検査時間が飛躍的に短縮した。このため乳幼児では十分固定し、患児が安静にしていれば覚醒時でも検査が可能となり、鎮静の頻度が減少した¹⁰⁾。

MDCTの利点は短い撮影時間で、広い範囲を細かく撮影できることである。Z軸方向の空間分解能の向上、等方性ボクセルの実現により、多断面再構成 (multiplanar reconstruction: MPR) 画像やひずみの少ない三次元画像が作成できるようになった。単純CTは石灰化や結石の検出に有用である (Fig.6)。腎、尿路の先天奇形や炎症性病変では造影CTを行うことにより、腎の位置や大きさ、腫瘍性病変の存在部位などについての情報が得られる (Fig.7)。

造影剤は 2 ml/kg を使用し、2/3あるいは全量静注直後にスキャンを開始する。

CTでは被ばくが問題となっており、年齢、体格により、診断に必要最低限の画質が得られるような撮影条件が工夫されるべきである¹¹⁾。

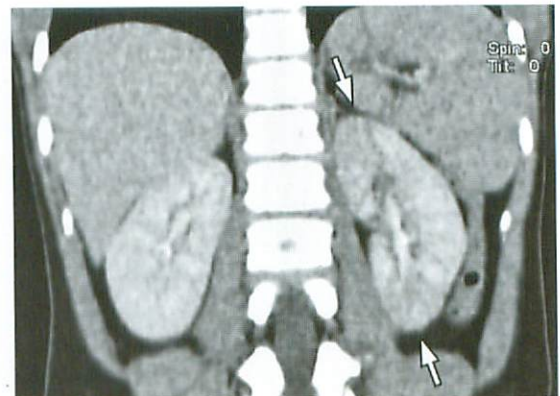


Fig.7 Acute pyelonephritis
This 7-year-old girl had a history of recurrent UTI. Following 2 weeks of antibiotic treatment and negative urine culture, enhanced CT with a coronal MPR image revealed wedge-shaped hypoattenuation of the parenchyma (arrow) involving both upper and lower pole of the left kidney, consistent with acute pyelonephritis. Kidneys appeared normal on ultrasonography done at the same time.

f. MRI

MRIはMDCTに比べ検査時間が長く、検査時の騒音という欠点があるため、乳幼児の検査では鎮静が必要である。しかしX線被曝はなく、MRUは造影剤を投与することなく上部尿路の観察が可能であり、小児腎尿路の先天奇形の描出には適した検査法である。将来はUSに次いで主流となる検査法と予測される^{12, 13)}。MRUは静止している水を画像化することで尿路の全体像を得る方法であり、EUでは描出されない拡張した閉塞性尿路疾患や、腎機能低下、尿路閉塞により造影剤排泄がない場合でも尿路の描出が可能である (Fig.8)。MRUは先天性水腎症、重複尿路 (Fig.9)、尿管異所性開口、尿管瘤などの診断に有用である。特に異所性尿管開口の診断にはMRUが最適であるとされる (Fig.10)¹⁴⁾。また合併奇形を生じやすい女児の内性器の奇形 (Fig.10) や尿管管遺残にもMRIは有用な情報を提供する。

腎尿路の観察のためのMRIの撮像法としては、T1強調像、T2強調像の横断像、冠状断像、MRU

に脂肪抑制画像を追加撮像する^{14~16)}。尿管異所性開口の部位診断にはthin slice画像を追加する。

最近ではMRIによる機能評価も報告されている^{17, 18)}。Gd-DTPAを静注し、利尿剤も併用したdynamic MRIとMRUを組み合わせることにより核医学と同様に分腎機能と排泄能を評価する方法が報告されている。MRIによる尿路閉塞の有無、閉塞部位、排泄能、分腎機能の結果は、各々核医学検査と良好な相関関係が示されている。

g. 核医学検査

泌尿器領域における核医学検査の中心となるのはTc-99m Mercaptoacetyl triglycine (MAG3) を使用した動態シンチグラムと^{99m}Tc Dimercapto-succinic acid (DMSA) 静態シンチグラムである。

MAG3は近位尿管から濾過される物質であり、利尿剤を併用した^{99m}Tc MAG3利尿レノグラム (Fig.11) は尿路閉塞の有無の評価や手術適応の判断に有用である。

DMSAは尿管管細胞に集積するため、腎の位置、

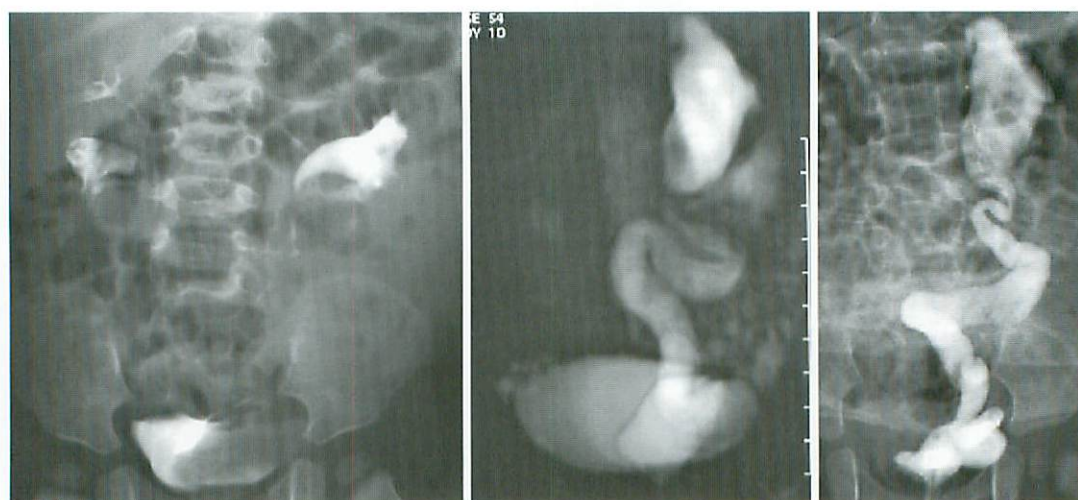


Fig.8 A 8-month-old girl with complete duplex system on both sides and an ectopic ureterocele of the upper pole ureter on the left.

a|b|c

Hydronephrosis was detected in utero. She presented with UTI. EU(a) showed a duplex system on the right. The lower pole moiety of the left kidney was displaced inferolaterally with slight dilatation (so-called drooping lily sign). A filling defect was seen over the bladder, suggesting ureterocele from the left upper pole ureter.

MRU(b) revealed a duplex system on the left. The left upper pole ureter was dilated, and terminated in an ectopic ureterocele.

Retrograde pyelography (c) confirmed ectopic ureterocele of the left upper pole ureter connecting with the bladder neck. The left upper pole ureter as seen on MRU was almost identical with the image obtained by retrograde pyelography.

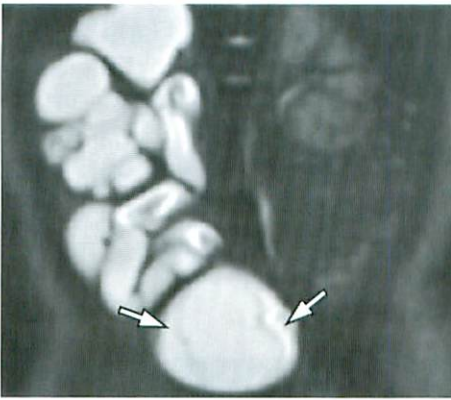


Fig.9 Complete duplex system on the right with upper pole ureterocele

A 6-month-old girl presented with UTI.

MRU clearly demonstrated a complete duplex system on the right with upper pole ureterocele (arrow) in the bladder. The normal left collecting system is also well visualised.

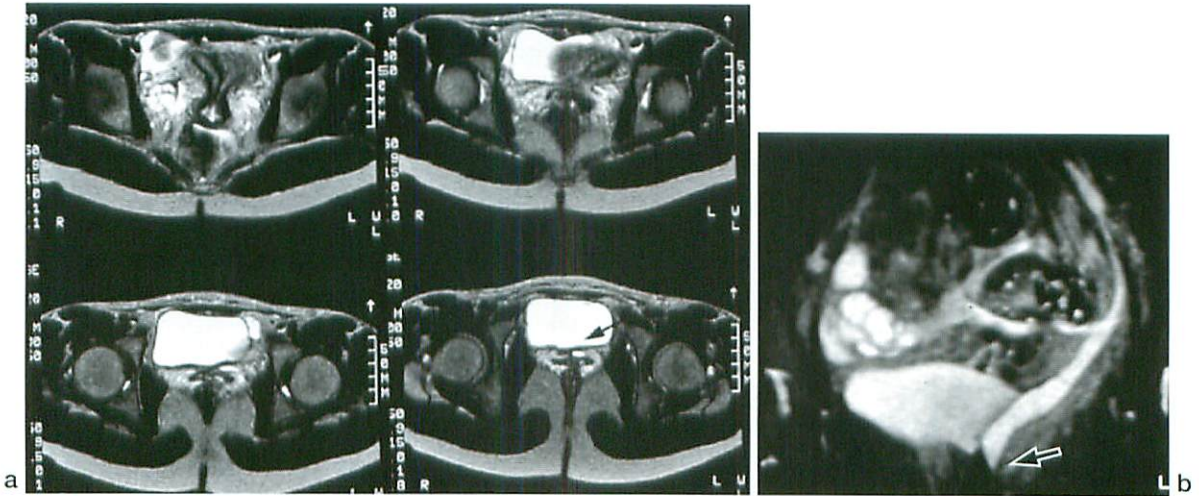


Fig.10 Left ectopic ureter associated with bicornuate uterus.

A 12-year-old girl had a long history of dribbling.

MRI (a) showed bicornuate uterus. Also a tiny cystic lesion (arrow) can be seen posterior to the bladder.

MRU (b) clearly revealed an ectopic left ureter below the bladder (arrow), presumably opening into the vagina. (Courtesy of Dr.S. Nosaka and Dr. H. Masaki, National Center for Child Health and Development)

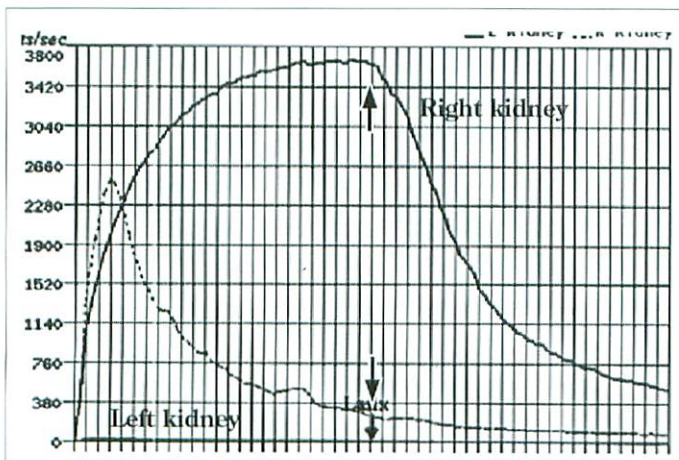


Fig.11 Diuretic renogram

^{99m}Tc-MAG3 diuretic renogram demonstrated prompt normal excretion in the left kidney. Radiotracer accumulated in the dilated right collecting system, but prompt excretion was seen following administration of Lasix, indicating no obstruction of the right kidney.

Arrows show the time of Lasix administration.

大きさ、形状の評価に使用される。 ^{99m}Tc DMSA 静態シンチ (Fig.12) は尿路感染症における腎瘢痕の評価の現時点での Gold standard であるが、MRI の脂肪抑制 T1 強調冠状断像では瘢痕検出において DMSA シンチと同等の結果が得られたと報告されており¹⁹⁾、将来は MRI に移行する可能性がある。

MRI は被ばくが無く、良好な画質が得られるため、検査時間、鎮静、専用解析ソフトウェアなどの問題が改善されれば、今後は MRI による腎機能評価が増加するものと期待される。

2. 腎、尿路の先天奇形に関する 知っておくべき疾患や所見

先天性水腎症

最近では胎児 US で水腎症や腎囊胞性疾患が発見され、出生後に精査される機会が増加している。新生時期の腹部腫瘍の原因の半数が腎由来であり、最も頻度が高いのが水腎症、次いで多囊胞性異形成腎である²⁰⁾。胎児期に発見された水腎症の程度は Society of Fetal Urology の定義に従って分類する。胎児診断された水腎症は、生直後の超音波検査では過少評価される可能性がある¹⁾ので、1 週間以降に水腎症の程度を再評価する必要がある¹⁾。胎児水腎症の程度と閉塞性尿路疾患、その後の経過観察方法が提案されているので参考にされたい²¹⁾。

先天性水腎症は腎盂尿管移行部の機能的閉塞に

起因することがほとんどである (Fig.13)。腎盂、腎杯の拡張は尿路閉塞だけでなく、VUR でも認められる。男児の両側性水腎症、水尿管、VUR では後部尿道弁などの尿道閉塞性疾患 (Fig.3,4) を見落とさないよう注意が必要である。尿路の拡張は閉塞を意味するものではなく、尿路閉塞の有無は利尿剤を併用した ^{99m}Tc -MAG3 による利尿レノグラムにより評価する。



Fig.13 UPJ stenosis on both sides
A 7-year-old boy was presented with hematuria. MRU clearly revealed marked dilatation of the renal pelvis and calyces without hydroureter on both sides, representing UPJ stenosis. He underwent operation, and fibrotic overgrowth causing UPJ stenosis was removed.

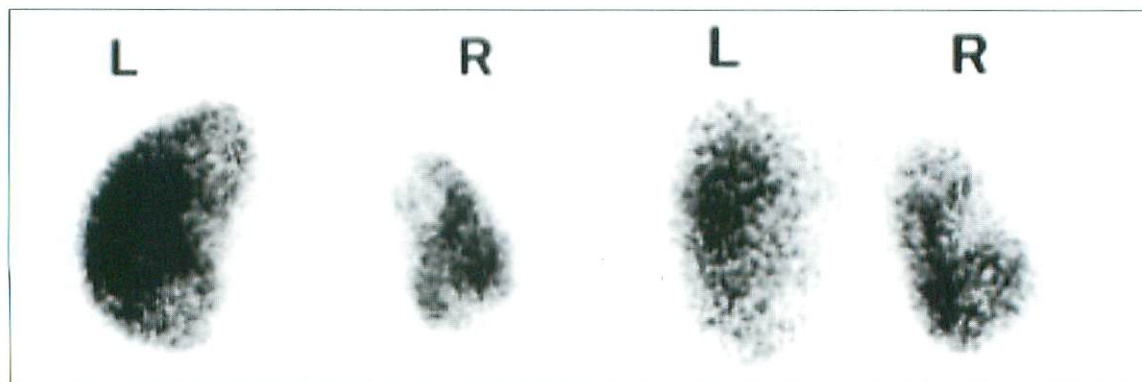


Fig.12 ^{99m}Tc DMSA scintigram
Planer image by ^{99m}Tc DMSA scintigram shows decreased uptake in the upper and lower pole of the left kidney, representing a cortical scar. The right kidney is small with inhomogeneous accumulation of the radiotracer, indicating scarred kidney and reflux nephropathy. (Courtesy of Dr.M. Fujioka, Dkkyou University, School of Medicine)

多嚢胞性異形成腎 (Multicystic dysplastic kidney : MCDK)

MCDKは新生児の腎嚢胞では最多頻度である。胎生10週以前の尿路閉塞に起因するとされ、正常なネフロン、集合管、腎盂が形成されず、典型例では大小様々な嚢胞が集合したブドウの房状を呈する。画像所見では、肉眼所見を反映し、腎は非交通性の大小様々な嚢胞で占められ (Fig.14a)、腎機能は認められない。MCDKと診断された場合、大切なことは対側腎の検索と経過観察である。対側腎には15～20%でVUR (Fig.14b)^{22, 23)}、12%に腎盂尿管移行部狭窄を認める²⁴⁾。患側腎は無機能なので、健側腎機能を温存することが重要であり、VCUGやUSによる検索が重要である。MCDKは自然退縮することが知られており²⁴⁾、腎摘出術は原則的には必要ない。画像診断による経過観察で5年間に約半数のMCDKは同定できなくなるが、嚢胞を同定できなくても完全に消失したわけではなく、ごく稀ではあるが腎芽腫や腎癌の発生例も知られており²⁵⁾、USによる経過観察が大切である。

重複尿路, 尿管異所性開口, 腎低形成

重複尿路には、腎盂のみが二分した重複腎盂の頻度が約10%、重複尿管は約0.8%である²⁶⁾。重複尿管には完全型と不完全型がある。完全型は尿管芽が2本発生して、不完全型は1本の尿管芽が途中で分岐して生じる。完全型では2本の尿管は交叉し、上半腎からの尿管は下半腎からの尿管口より下内側に開口する (Weigert-Meyerの法則)。尿

管芽の分岐する位置が正常からずれるに従って尿管は異所性開口しやすく、また後腎芽組織との接合も妨げられるため、腎の低形成、異形成が生じやすい²⁷⁾。尿管異所性開口ではVURを生じやすく、所属腎は低形成であることが多く^{26, 28)}、USでは所属腎は同定が困難な場合がある (Fig.15)。尿管異所性開口の70%は完全重複尿管症例であり、完全重複尿管では尿管異所性開口、VUR、所属腎の低形成、異形成により所見は多彩となる。これらの可能性を念頭におき、US、^{99m}Tc-DMSAシンチ、CTやMRI、MRUにより腎、尿管の検索を行う。

尿管異所性開口では尿管は膀胱頸部、尿道の他、女児では膣、膣前底部、ガードナー管 (Fig.15) など外尿道括約筋よりも尾側に異所性開口する。女児で尿管が外尿道括約筋よりも尾側に異所性開口する場合の臨床症状は昼夜の遺尿 (dribbling) である。排尿習慣自立後の女児における昼夜の遺尿では、尿管異所性開口を必ず念頭において検査をすすめることが大切である (Fig.16)。一方男児では精囊や射精管など外尿道括約筋を超えて遠位に開口することはなく、原則的には遺尿は認めない。尿管異所性開口の開口部位の診断にはMRUが有用である (Fig.10)¹⁴⁾。

3. おわりに

最近のUS、MDCT、MRIやMRUの発達により小児腎、尿路先天奇形の画像検査法も以前と変化してきている。腎、尿路の先天奇形は多彩で、臨床症状とUS所見を参考に、必要に応じてVCUG、

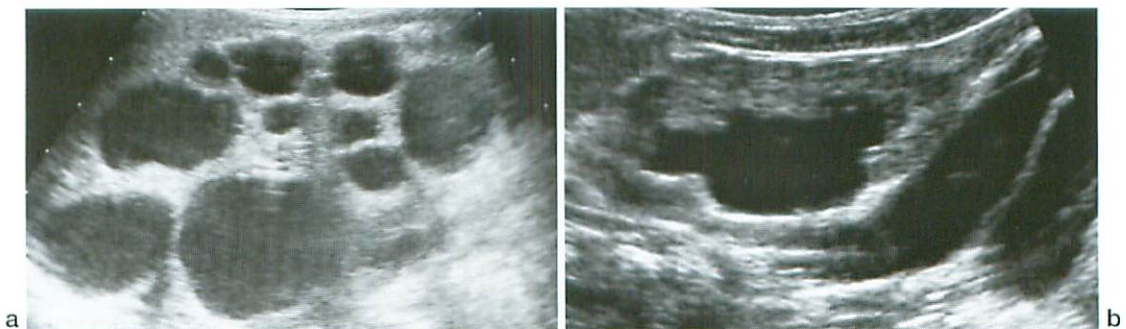


Fig.14 Multicystic dysplastic kidney (MCDK)

- a : Note multiple various sized cysts without communication occupying the region of the right kidney. The findings are typical of MCDK on US.
- b : Hydronephrosis and hydroureter were depicted on the left. VUR on the left was confirmed by VCUG (not shown).

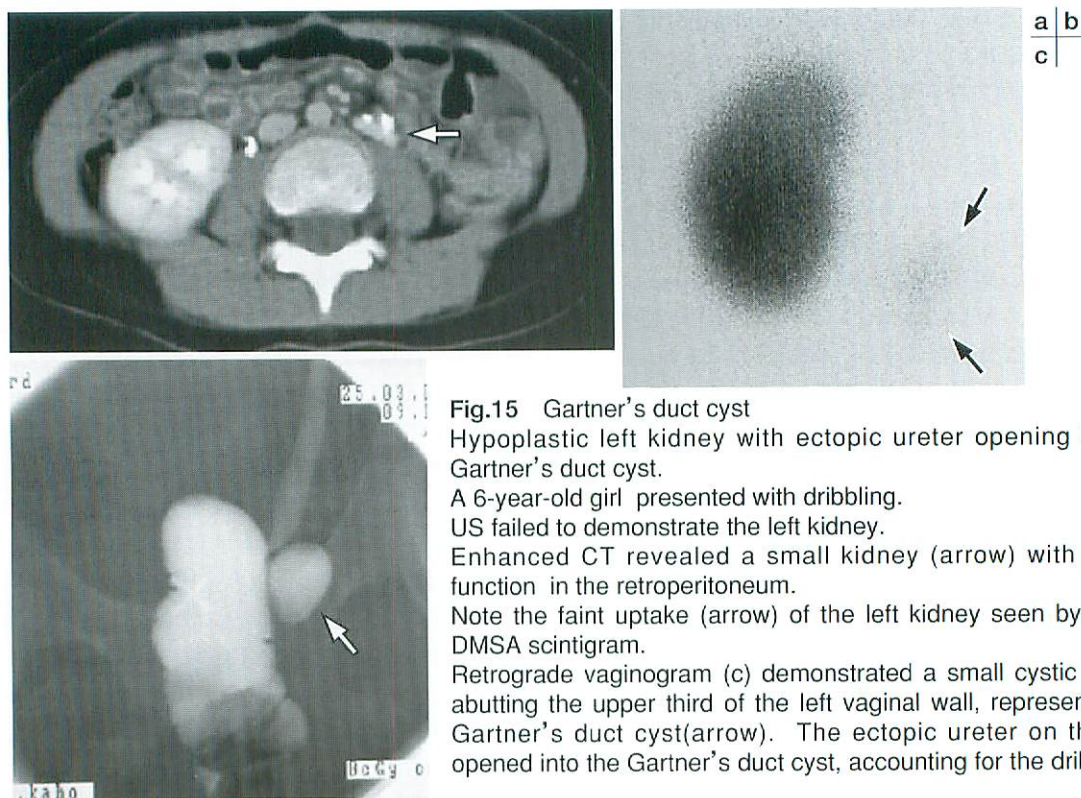


Fig.15 Gartner's duct cyst

Hypoplastic left kidney with ectopic ureter opening into a Gartner's duct cyst.

A 6-year-old girl presented with dribbling.

US failed to demonstrate the left kidney.

Enhanced CT revealed a small kidney (arrow) with some function in the retroperitoneum.

Note the faint uptake (arrow) of the left kidney seen by ^{99m}Tc DMSA scintigram.

Retrograde vaginogram (c) demonstrated a small cystic lesion abutting the upper third of the left vaginal wall, representing a Gartner's duct cyst (arrow). The ectopic ureter on the left opened into the Gartner's duct cyst, accounting for the dribbling.

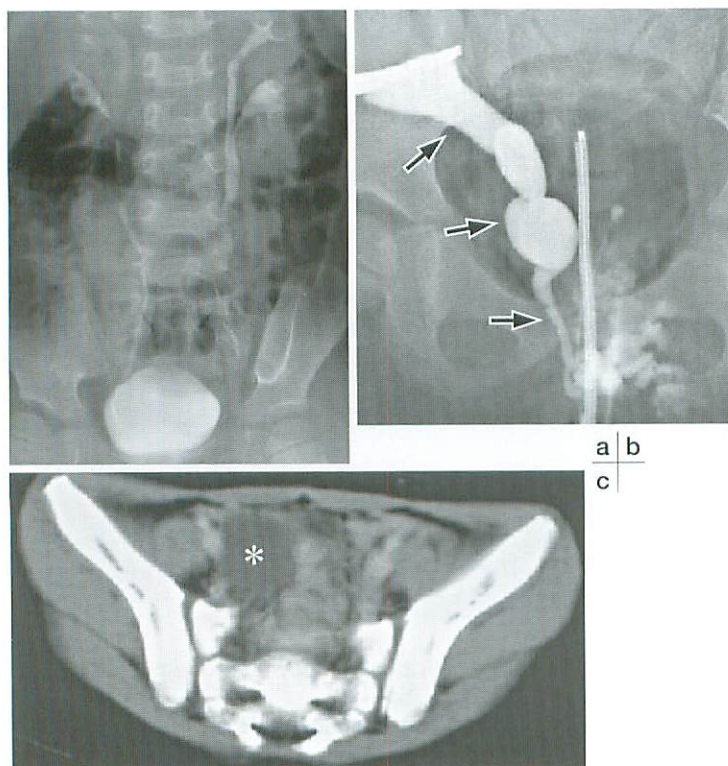


Fig.16

Left incomplete duplex system and right complete duplex system with ectopic ureter.

A 3-year-old girl presented with dribbling.

EU (a) showed a duplex system on both sides. No ureterocele could be seen over the bladder. The upper pole collecting system appeared slightly dilated on the right.

Ectopic ureter could not be observed by any imaging procedure. As she continued dribbling, she underwent operation.

During operation, a dilated left upper pole ureter (arrow) filled by contrast (b) was found to be ectopic, running into the distal vagina and causing dribbling.

A cystic pelvic mass (*) corresponding to the dilated upper pole ureter was demonstrated on enhanced CT (c) retrospectively.

CT, MRI, MRU を組み合わせて診断を進めることが大切である。

●文献

- 1) Siegel M : Urinary tract. Pediatric sonography edited by Siegel M, 3rd ed. p.385-475, 2002.
- 2) Darge K : Diagnosis of vesicoureteral reflux with ultrasonography. *Pediatr Nephrol* 2002 ; 17 : 52-60.
- 3) Darge K, Troeger J, Duetting T et al : Reflux in young patients : Comparison of voiding US of the bladder and retrovesical space with echo enhancement versus voiding cystourethrography for diagnosis. *Radiology* 1999 ; 210 : 201-207.
- 4) Darge K : Sunrise session Practical course Voiding urosonography. 27th Postgraduate course of European Society of Pediatric Radiology June 7-8, 2004, Heidelberg.
- 5) Koff SA : Estimating bladder capacity in children. *Urology* 1983 ; 21 : 248-250.
- 6) 島田憲次 : 膀胱尿管逆流症. 生駒文彦監修, 川村猛, 小柳知彦編集, 小児泌尿器科学書, 東京, 金原出版, 1998, p261-283.
- 7) Gordon I, Barkovics M, Pindoria S, et al : Primary vesicoureteral reflux as a predictor of renal damage in children hospitalized with urinary tract infection : A systematic review and meta-analysis. *J Am Soc Nephrol* 2003 ; 14 : 739-744.
- 8) Fotter R, Mohadjer D : Functional disorders of the lower urinary tract. Syllabus of 28th postgraduate course of European Society of Pediatric Radiology 2005 in Dublin, p113-117, 2005.
- 9) 小林真也, 小柳知彦 : 尿失禁. 生駒文彦監修, 川村猛, 小柳知彦編集, 小児泌尿器科学書, 東京, 金原出版, 1998, p221-229.
- 10) Pappas JN, Donnelly LF, Frush DP : Reduced frequency of sedation of young children with multi-section helical CT. *Radiology* 2000 ; 215 : 897-899.
- 11) 宮崎治 : 小児画像診断の最前線—患者管理—被曝対策. *日獨医報* 2004 ; 49 : 559-570.
- 12) 野坂俊介, 宮崎治, 宮坂実木子, 他 : 小児画像診断の最前線 泌尿生殖器領域. *日獨医報* 2004 ; 49 : 660-681.
- 13) Riccabona M, et al : Feasibility of MR urography in neonates and infants with anomalies of the upper urinary tract. *Eur Radiol* 2002 ; 12 : 1442-1450.
- 14) Avni FE, Nicaise N, Hall M, et al : The role of MR imaging for the assessment of complicated duplex kidneys in children ; Preliminary report. *Pediatr Radiol* 2001 ; 31 : 215-223.
- 15) Borthne A, Jeromw-Pierre C, Nordshus T et al : Pictorial review MR urography in children : current status and future development. *Eur Radiol* 2000 ; 10 : 503-511.
- 16) Avni FE, Bali MA, Regnault M, et al : MR urography in children. *Eur J Radiol* 2002 ; 43 : 154-166.
- 17) Rohrschneider WK, Haufe S, Wiesel W, et al : Functional and morphologic evaluation of congenital urinary tract dilatation by using combined static-dynamic MR urography : findings in kidneys with a single collectin system. *Radiology* 2002 ; 224 : 687-694.
- 18) Jones RA, Perez-Brayfield MR, Kirsch A, et al : Renal transit time using MR urography : a new classification of obstructive uropathy in children. *Radiology* 2004 ; 233 : 41-50.
- 19) Kavanagh EC, Ryan S, Awan A, et al : Can MRI replace DMSA in the detection of renal parenchymal defect in children with urinary tract infections? *Pediatr Radiol*. 2005 ; 35 : 275-281.
- 20) Buonomo C, Taylor GA, Share J, et al : Neonatal abdominal mass. In *Practical pediatric imaging* edited by Kirks DR 3rd ed. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1998, p836-837.
- 21) Riccabona M, Fotter R : Reorientation and future trends in pediatric uro-radiology. *Pediatr Radiol* 2004 ; 34 : 295-301.
- 22) Karmazyn B, Zerlin LM : Lower urinary tract abnormalities in children with multicystic dysplastic kidney. *Radiology* 1997 ; 203 : 223-226.
- 23) Selzman AA, Edler JS : Contralateral vesicoureteral reflux in children with a multicystic kidney. *J Urol* 1995 ; 153 : 1252-1254.
- 24) Atiyeh B, Husmann D, Baum H : Contralateral renal abnormalities in multicystic-dysplastic kidney disease. *J Pediatr* 1992 ; 121 : 65-67.
- 25) Wackesman J, Philipps L : Report of the multicystic kidney registry : preliminary findings. *J Urol* 1993 ; 150 : 1870-1872.
- 26) 折笠精一 : 上部尿路奇形. 生駒文彦監修, 川村猛, 小柳知彦編集, 小児泌尿器科学書, 東京, 金原出版, 1998, p230-248.
- 27) Mackie GG, Stephens FD : Duplex kidneys : a correlation of renal dysplasia with position of ureteral orifice. *J Urol* 1975 ; 114 : 274-280.
- 28) Kramer SA : Vesicoureteral reflux. In *Clinical pediatric urology*. Edited by Belman AB, King LR, and Kramer SA, 4th ed. London, Martin Dunitz, 2002, p749-810.

3. 小児の超音波検査

小熊栄二

埼玉県立小児医療センター 放射線科

Ultrasonographic Diagnosis of Acute Appendicitis :
Do not Make it a Lost Art

Eiji Oguma

Department of Radiology, Saitama Children's Medical Center

Abstract

This article provides a review of imaging features in important pediatric gastrointestinal disorders. Particular emphasis is given to acute appendicitis, because this is the most common surgical emergency in children and the diagnosis of acute appendicitis has given rise to much animated discussion. The use of CT in suspected appendicitis is increasing, but its risk of radiation exposure should not be ignored. Ultrasonography gives us a safe and inexpensive alternative means of diagnosis. Although operator dependency is a significant limitation of ultrasonography, precise understanding of sonographic features in acute appendicitis surely improves the diagnostic accuracy. This is not the time to throw away the ultrasonographic diagnosis of acute appendicitis.

Keywords : Ultrasonography, Acute appendicitis

1. はじめに

超音波検査は、腹部、循環器から、頭頸部、四肢関節にいたる広い適用範囲があり、空間分解能と時間分解能に優れた画像を低侵襲で安価に提供できる優れた診断方法である。とくに小児の腹部疾患では、鎮静を要さず直ちに施行でき、病態の変化に応じて何度でも繰り返して行えることから有用性が大きい。

超音波検査の欠点は、診断の精度が検査者の技量に大きく依存していることである。同じように腹部を観察していても、検査者が異なれば、音響窓の選択の仕方や腸管ガスの排除の仕方によって観察している範囲さえも大きく異なってしまう可能性がある。また眼前に異常所見が現れていてもそれを理解していないと診断もできず、記録にも

残せず検査後の再検討もできないことがしばしば経験される。客観性が乏しいという超音波検査の欠点を克服するためには、まず超音波検査が診断に重要な役割を果たし、頻度が高く、診断の必要性も高い疾患の画像所見について知悉する必要がある。

ここではそのような疾患として急性腹症を呈する代表的疾患である急性虫垂炎を取り上げた。急性虫垂炎は小児の急性腹症としては最も頻度が高く、毎年多大な医療資源が診断と治療のために費やされている重要な疾患であり、その診断精度を上げることは医療への重要な貢献となるはずであるというのが一つの理由である。また今日、急性虫垂炎の標準的な画像診断としてCTを推す意見が強まりつつあり、CTの診断過程での利用法を巡る議論が幅広く行われており、その中での超音

波検査の位置づけを再確認したいと考えたのがもう一つの理由である。

2. 急性虫垂炎の病態生理と臨床像

急性虫垂炎は、虫垂内腔の閉塞により内圧が上昇し、循環不全が生じて粘膜が壊死、破綻して感染が成立することにより生じる。内腔の閉塞は濃縮した便塊によることが多く、便塊が石灰化すれば虫垂石となる。腫瘍、異物、回虫など稀な原因による閉塞がまれに認められる。

虫垂壁の壊死が生じれば穿孔を来す。穿孔は虫垂の先端に起こりやすい。穿孔を来すと大網の発達が未熟な年少児の場合には腹腔内の広い範囲に波及して汎発性腹膜炎となる場合があり、膿瘍形成や消化管閉塞などの合併症の頻度が上昇するため、穿孔前の早期診断の重要性が強調される。

腹痛、嘔吐、発熱が古典的三徴である。腹痛は先行し、感染性腸炎の場合に嘔吐が先行しそれから痛痛が現れる事と対照的である。虫垂内腔の閉塞の時点では腹痛は臍周囲に現れ、局在は不明瞭である。虫垂壁の感染・壊死が進み漿膜面や周囲の大網に達すると、痛みが虫垂周囲すなわち通常は右下腹部に移動する。虫垂が盲腸の背側に位置するretrocecal appendixの場合は背部痛や腸腰筋への刺激から股関節炎と紛らわしい像を呈する場合がある。腹痛の発症前に、嘔吐、下痢、便秘、排尿障害、上気道障害や、意識障害などの症状が発現したものは、最初に急性虫垂炎が想定されず診断が遅れる場合が多い。

初期の臨床像や検査値は全く非特異的であり、臨床診断では診断に至れない。さらに腹痛、聴音、腹膜刺激症状、直腸刺激症状など、全ての臨床所見の信頼性が小児では劣っており、誤診率は年齢に逆比例して低年齢児ほど高い。

3. 急性虫垂炎の画像診断を巡る議論

a. 画像診断の目的

急性虫垂炎の1/3、特に小児患者では典型的臨床症状を呈さず、臨床的診断が困難であり、これを診断するのが画像診断の役割である。また臨床診断に基づいて虫垂切除を行った場合は30%もの割合で偽陽性例(いわゆるnegative appendectomy)が生じかねず、患者や医療資源に多大な犠牲を強

いることになる。さらに急性虫垂炎が疑われて病院を受診する患者で、本当に急性虫垂炎である場合は比較的少ない。数多くやってくる腹痛を呈する患者の中から、数の少ない真の急性虫垂炎を発見し、negative appendectomy や穿孔例の比率を低下させ、さらに類似の症状を呈する疾患の診断の契機を与えることが画像診断に要請される。

b. CTを急性虫垂炎の標準的な診断へと推す声が強まっている

現在、米国内では多くの施設でCTが急性虫垂炎の第一選択の画像診断法となっており、超音波診断が用いられる機会は減少している¹⁾。米国は日本と比較して病歴と理学的所見に基づいた急性虫垂炎の臨床診断を重視し、20~30%ものnegative appendectomyを甘受してきたが、現時点では画像診断を重視する施設が多数を占め、しかもCTを選択するものが約60%と超音波検査が選択される場合の約30%に比べて多く多数派を形成している²⁾。

CTが頻用されるようになったのは、その優れた診断力にある。CTは検査者の技量に依存する要素が少なく、感度、特異性とも一般的に超音波検査より優れ、肥満した患者でも容易に実施できる。感度は87%から100%、特異性は89%から98%と高く、膿瘍や腹膜炎などの合併症の評価にも優れている¹⁾。

またCT使用によりnegative appendectomy と穿孔例の低減が実現できるとする報告もある^{1, 3)}。

画像診断の実施コスト(診療報酬)が米国に比べて著しく低く、基本的に出来高払い制が残存し、また高性能のCTが広く行き渡っている日本では、米国以上にCTの広範な使用が促進する要因が存在しており、今後小児患者でも腹痛の原因検索にCTが頻回に利用されていく傾向が強まっていくものと思われる。

c. CTを急性虫垂炎診断の主体とする事への懸念

上記のように急性虫垂炎の診断でCT使用を奨める報告を数多く認めるが、CTと超音波検査の比較を単に診断精度からのみ行っているものが大多数で、放射線被ばくによるリスクや、検査のコスト、夜間の実施体制などは考慮に入られていない。ただし計数的比較には踏み込んでいないが、

CTによる放射線被ばくは生涯のがん罹患率の上昇をもたらすため、CTの利用は不必要な手術の省略や入院期間の短縮など、もたらされる恩恵が大きい対象に絞るべきだとの主張が当然行われている⁴⁾。また盲目的なCTの使用は、診断能の向上や穿孔例の低減に役立っているわけではない^{4, 5)}、との指摘は何度も行われている。

CTの利用は是としながらも、伝統的な思考通り臨床診断によって明確な急性虫垂炎は画像診断の対象から除外し、診断が不確かな対象に対してCTを中心に画像診断を進めていく、という仕組みのガイドラインが提唱されており⁵⁾、合理的な主張に聞こえる。

Kaiserらによる単一施設、9ヵ月間、600例について無作為振り分けで、急性虫垂炎の超音波検査単独とCT併用群の診断能を比較した著者の知る限り唯一のrandomized controlled study⁶⁾では、感度、negative predictive value、正診率では、CTが超音波検査に比較して有意に優れていたが、特異性やpositive predictive valueではCT、超音波検査ともに90%を上回り、両者に有意差は認められなかった。また超音波検査にCTを併用した場合もpositive predictive valueは超音波検査単独と比較して向上しなかった。すなわち超音波検査単独の検査では感度でCTに劣るが、超音波検査単独で急性虫垂炎との診断に至った場合には、さらにCTを併用してもその患者集団の中からは新たな急性虫垂炎患者を拾い出せない、ということである。臨床診断や超音波検査による診断により不十分な場合に限りCTを使用する、という主張^{4, 5)}を支持する結果が含まれているといえる。

d. 検査者の技量に強く依存する超音波検査の診断能

超音波検査の弱点は、超音波検査が検査者の技量に強く依存する検査であることである。急性虫垂炎に対する超音波検査の感度は、小児・成人を含めた全患者を対象とし、1986年から1994年までの報告のメタアナリシスでは、感度85%、特異性92%となっているが⁷⁾、個々の報告では44%から100%、特異性は47%から95%と幅が非常に大きい。超音波検査では眼前に異常所見が現れていてもそれを理解していないと診断もできず、記録に

も残せず、検査後の再検討もできないことがしばしば経験される。

このように検査者の習熟に依存しているため、急性虫垂炎がCTを主体に診断されるようになると、急性虫垂炎の超音波診断は急速に診断能の低下を来し、ついには急性虫垂炎の超音波診断がlost artsになってしまう可能性すら考えられる。

e. CTと戦える超音波検査の成績は

診断能においてCTに劣るという報告の多い超音波検査であるが、放射線被ばくがなく、鎮静なしに即時実行できて、低コストであるという優位性は保持されている。急性虫垂炎の診断において超音波検査とCTの経済合理性を中心に比較した報告⁸⁾では、CTは高価な検査だが、超音波検査よりも一般的には経済合理性があり、negative appendectomyや穿孔の予防に優れる、としているが超音波検査の感度が90%程度に高まれば両者は拮抗するとしている。

感度90%という数字は世界の平均的なレベル(感度80%程度)を上回る数字ではあるが、日本⁹⁾や韓国¹⁰⁾では、超音波検査単独でもほぼ100%近くが診断できるとの驚異的な成績も発表されている。東アジアで良好な成績が報告されるのは、超音波検査に有利なスリムな体型などの要因が寄与していると思われるが、いずれにせよ超音波検査の可能性が示唆されていると考えられる。超音波検査による急性虫垂炎診断の技能を絶やさないために、以下にその手法について述べておきたい。

4. 急性虫垂炎の超音波診断の具体的手法

超音波診断はgraded-compression methodにより行う。すなわち圧迫を加えながら圧痛部位、右下腹部を検索していく。正常の腸管は蠕動に伴って移動したり、圧排される。正常虫垂は細い盲管構造として描出され(Fig.1)。圧迫を加えると圧平・変形される(Fig.2)。一方、急性虫垂炎に陥った虫垂は、内腔が閉塞して拡大しており、腫大した盲管構造として認められており(Fig.3a)。圧迫を加えても圧平・変形されない(Fig.3b, c)。圧痛部位に一致した、圧迫により変形しない、最大外径が6 mm以上の管腔構造を証明したら、それを急性虫垂炎と判断する。カラードプラーでは壁の

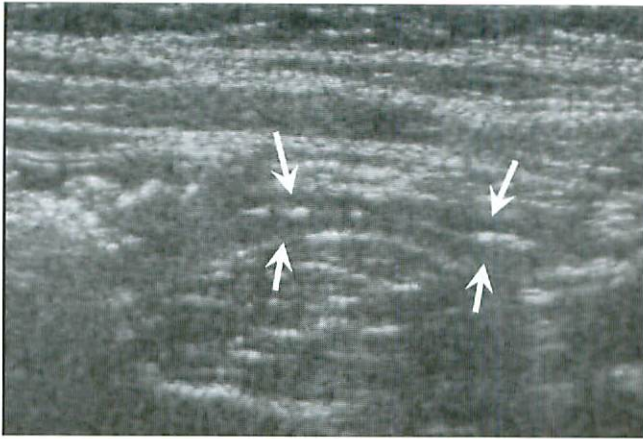


Fig.1 Normal appendix. Longitudinal scan of right lower quadrant demonstrates a normal sized tubular appendix. The thin echogenic inner layer represents mucosa and submucosa.

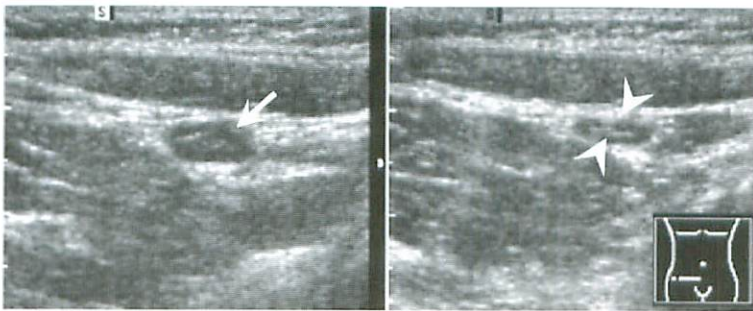


Fig.2

Normal compressible appendix
a : Transverse scan of right lower quadrant without compression demonstrates target appearance of the normal appendix (arrow).
b : Compressed with transducer, the normal appendix is easily compressed and flattened (arrowheads).

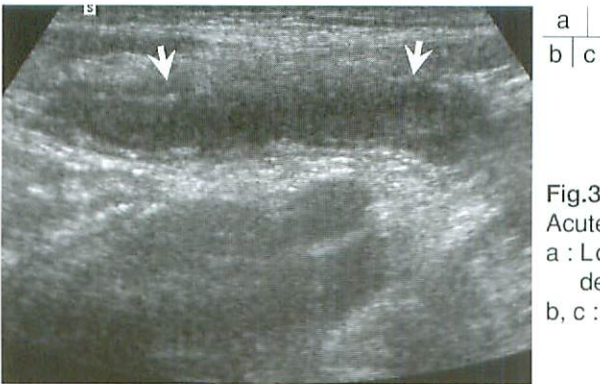
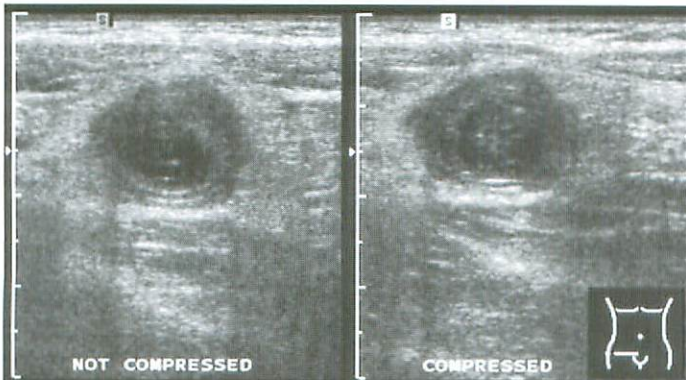


Fig.3

Acute appendicitis

a : Longitudinal scan of right lower quadrant demonstrates an enlarged appendix (arrows).
b, c : Transverse scans of enlarged appendix without (b) and with pressure (c) demonstrate no compressibility.



血流増大が認められる。

正常の虫垂の描出率はかつては5～50%と報告による差違が著しかったが、現在の進歩した超音波検査の機器では80%以上の高率に同定できる¹¹⁾。正常虫垂は盲腸下端から内下方の骨盤方向に認められるものが多く、またretrocecal appendixは5%に見られるという。

Puylaertが提唱したgraded-compression methodの原法では5 MHzの探触子が用いられているが、虫垂を明瞭に描出するためには超音波が到達する範囲内で、なるべく高周波の高分解能プローブを用いるべきである。

検査方法は、患者さんに疼痛部位を示してもらいそこから始める場合と、それに係わらず系統的に行う場合がある。漿膜面に炎症の及んだ疼痛の局在が明瞭な場合には、その部位を指1本の指先で示してもらい、その周辺を走査する。その部位に圧平されない腫大した虫垂を描出できれば、急性虫垂炎と診断できる。古典的なMcBurney点に多い。

局在が不明瞭か、あるいは表現が不十分な乳幼児の場合にはスクリーニング的、系統的に走査する。まず右側腹部を走査し、横操作で上行結腸を認識する。そのまま下方に移動し、特徴的な形態から回盲弁を同定し、盲腸を認識する。盲腸下端から虫垂を連続的に追求する。右腎、盲腸の後面を側面から走査してretrocecal appendixのチェックを行う。盲腸の下端から連続的に虫垂を同定できなかった場合は、回腸末端の周囲を調べ、鼠径管の内側縁に沿って下方に向かい骨盤内を検索する。

腫大した虫垂が発見できない場合：骨盤内に炎症性腫瘍を疑わせる不整なエコー、腹水はないだろうか、回腸末端の腸管はよく蠕動しているだろうか、麻痺性イレウスがないだろうか、腸管ガスはよく動き圧迫により排除しやすいだろうか、右下腹部の腸間膜は腫大して腸管周囲のエコー輝度の高い組織の増生が見られないだろうか、等の点を確認する。

超音波検査では急性虫垂炎を否定できない、と言われる。正常と見なせる虫垂の一部を描出し得たとしても虫垂全体を確認したと確信できない、したがって急性虫垂炎ではないという除外診断にはならない、という理由が挙げられている。しか

し報告されている超音波検査の診断成績では、いずれも90%以上の高い特異性を報告しているものが多い⁶⁾。超音波検査で腫大した虫垂を描出できない場合は、実際に急性虫垂炎でない確率がかなり高いということである。

5. 急性虫垂炎の超音波診断の周辺知識

a. 穿孔の診断

急性虫垂炎の穿孔は腹腔内膿瘍形成、卵管閉塞による不妊など合併症の危険性を増大するが、超音波診断による穿孔の診断はあまり精度が高くない。粘膜下層を示す壁の高エコー輝度の層(echogenic submucosa)の消失、炎症が虫垂周囲に波及したことを示す虫垂周囲のエコー輝度の上昇(periappendiceal echogenicity)の上昇や虫垂周囲の液体貯留(periappendiceal fluid collection)が穿孔と相関する所見とされる(Fig.4)が、穿孔患者の50～70%に認められるにすぎない。

b. 超音波診断の限界

圧痛部位に一致する腫大した虫垂を超音波で証明するという組み立ての診断である。したがって圧痛に一致した管腔構造が認められても右下腹部からかけ離れた部位にある場合は確信をもった診断が困難である。鼠径管内に迷入した場合や虫垂が非常に長く腫大部が腹部の左にある場合などがこれにあたる。

また穿孔により虫垂が虚脱した場合、管腔構造としては同定できなくなり、急性虫垂炎との診断が不可能となる。また穿孔して膿瘍やいわゆる炎症性腫瘍を形成していると虚脱した虫垂がその中に埋没して同定困難となる(Fig.5a, b)。ただしこの様な例では臨床的には明らかな急性虫垂炎例となる。また周囲の腸管が麻痺性イレウスに陥り、そのガスにより観察可能範囲が制限されるため診断が困難となる。

一方、偽陽性となるのはクローン病や他の腸炎が虫垂に波及していたものを急性虫垂炎と誤認する場合や、原理的に急性虫垂炎との鑑別が困難なメッケル憩室炎や卵管炎など下腹部の管状構造の炎症と区別がつかない場合とともに、保存的治療で軽快する初期の急性虫垂炎が含まれていると考えられる。

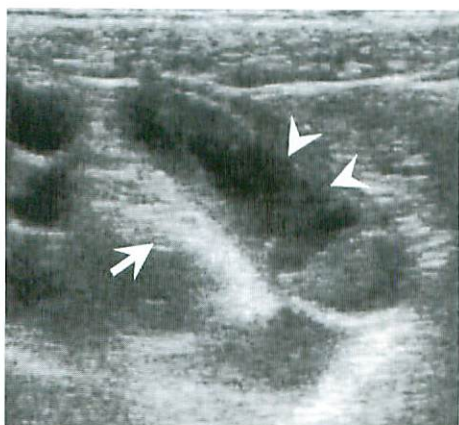


Fig.4 Perforated appendix. Longitudinal view in the right lower quadrant demonstrates an enlarged, non-compressible appendix. Note the indistinct echogenic submucosa (arrowheads) and the increased peri-appendiceal echogenicity (arrow). These sonographic findings suggest the presence of perforation.



a
b



Fig.5 Periappendiceal abscess formation and peritonitis.

- a : Transverse scan of the right lower quadrant shows a complex heterogeneous mass representing periappendiceal abscess(A). The appendix can be demonstrated.
- b : CT in same patient demonstrates the inflamed appendix (arrows) with appendicolith (arrowhead).

超音波検査で急性虫垂炎の診断がなお不明確な場合は、腹部CTを実施すべきである。CTは正常虫垂の描出において超音波検査より優れており、急性虫垂炎ではない、という除外診断に特に有用性があると考えられる¹²⁾。

c. 腸炎や腸間膜リンパ節炎との鑑別

急性虫垂炎と鑑別を要する疾患の中で腸炎やい

わゆる腸間膜リンパ節炎との鑑別について述べておきたい。様々な感染性腸炎が虫垂炎と類似した臨床像を呈するが、Y.pseudotuberculosisの腸管感染症は、下痢を伴わず、回腸末端の著明な壁肥厚、回盲部の腸間膜リンパ節腫大を示す、という特徴的な臨床像のため腸間膜リンパ節炎と称される。Y.pseudotuberculosisの検出には腸間膜リンパ節が最善の試料であり、便から検出されること

はほとんどない¹³⁾。

発熱と右下腹部に局限する腹痛で発症することが多く、臨床的には急性虫垂炎と区別がつかない。超音波検査で回腸末端の腫大と腸間膜リンパ節の腫大が認められる。リンパ節には壊死傾向があることもある。虫垂は正常からわずかに腫大を示す程度。他部位の腸炎、結腸炎の合併頻度は低い¹³⁾。他に *Yersinia enterocolitica*、サルモネラ、キャンピロバクター、クロストリジウム、赤痢、病原性大腸菌等の腸管感染症でも腹痛は呈しうるが、局在が明瞭でなく臍周囲痛にとどまり、下痢を伴うなど一般的な腸管感染症の症状を呈する。

これらの腸管感染症の変化が虫垂に及べば当然虫垂も壁の腫大を来すが、内腔閉塞に続発して感染が成立する急性虫垂炎とは異なり、内腔拡大した虫垂の像は呈さず圧迫により径は変化し compressibility は保たれる。

6. おわりに

急性虫垂炎を疑った場合に、まずCTが行われる場面が今後増大していくと思われる。超音波検査には習熟が必要で、検査中も所見を探し出すためには意識の集中が不可欠であり、施行する側にとっては実は簡便な検査とはいえないのである。CTは安定した品質の画像が得られ、死角があるのではないかと疑心暗鬼から解放され、さらに保険点数面でも優遇されている。

ただし被ばく、鎮静、造影剤のリスクを勘案すると、超音波検査による急性虫垂炎の診断を捨て去るのは早計である。純粋に診断能だけ比較しても超音波検査で診断に至った場合はCTを追加しても有用性に乏しく、また極東からの報告では超音波検査単独でも非常に高い診断能が報告されている。

低侵襲で、鎮静を要さず、迅速に、繰り返して実施できる、という超音波検査の優位性は失われておらず、これらの要素を加味し、実施者が忌避しなければ急性虫垂炎の診断においても最前線に踏みとどまり続けるだろう。

●文献

1) Sivit CJ : Imaging the child with right lower

quadrant pain and suspected appendicitis : current concepts. *Pediatr Radiol* 2004 ; 34 : 447-453.

- 2) Muehlstedt SG, Pham TQ, Schmeling DJ : The management of pediatric appendicitis : A survey of North American Pediatric Surgeon. *J Pediatr Surg* 2004 ; 39 : 875-879.
- 3) Hagendorf BA, Clarke JR, Burd RS : The optimal initial management of child with suspected appendicitis : Decision analysis. *J Pediatr Surg* 2004 ; 39 : 880-885.
- 4) Perez J, Barone JE, Wilbanks TO, et al : Liberal use of computed tomography scanning dose not improve diagnostic accuracy in appendicitis. *Am J Surg* 2003 ; 185 : 194-197.
- 5) Garcia Pena BM, Cook EF, Mandl KD : Selective Imaging Strategies for the Diagnosis of Appendicitis in Children. *Pediatrics* 2004 ; 113 : 24-28.
- 6) Kaiser S, Frenckner B, Jorulf HK : Suspected appendicitis in children : US and CT-a prospective randomized study. *Radiology* 2002 ; 223 : 633-638.
- 7) Orr RK, Poster D, Hartman D : Ultrasonography to evaluate adults for appendicitis : decision making based on meta-analysis and probabilistic reasoning. *Acad Emerg Med* 1995 ; 2 : 644-650.
- 8) Hagendorf BA, Clarke JR, Burd RS : The optimal initial management of child with suspected appendicitis : Decision analysis. *J Pediatr Surg* 2004 ; 39 : 880-885.
- 9) Kaneko K, Tsuda M : Ultrasound-based decision making in the treatment of acute appendicitis in child. *J Pediatr Surg* 2004 ; 39 : 1316-1320.
- 10) Lee JH, Jeong YK, Park KB, et al : Operator-dependent techniques for graded compression sonography to detect the appendix and diagnose acute appendix. *AJR Am J Roentgenol* 2005 ; 184 : 91-97.
- 11) Wiersma F, Sramek A, Holscher HC : US features of the normal appendix and surrounding area in children. *Radiology* 2005 ; 235 : 1018-1022.
- 12) Barbara M : Ultrasonography and Limited Computed Tomography in the Diagnosis and Management of Appendicitis in Children. *JAMA* 1999 ; 282 : 1041-1046.
- 13) Cleary TG : *Yersinia pseudotuberculosis*. In Behrman RE (ed) ; *Nelson Textbook of Pediatrics*. 16th ed. p 859, 2000.

第1回日本小児放射線学会教育セミナー：
特集 小児画像検査の基本手技とのおさえるべき所見

4. 小児のCT検査

宮崎 治, 堀内哲也¹⁾

国立成育医療センター 放射線診療部, GE横河メディカルシステム株式会社¹⁾

Pediatric CT Practice : Many Aspects and Useful Information for Ideal CT Examination

Osamu Miyazaki, Tetsuya Horiuchi¹⁾

Department of Radiology, National Center for Child Health and Development

CT Engineering, GE Yokokawa Medical Systems, Ltd¹⁾

Abstract

This review article introduces many aspects of current pediatric CT scan technique.

The volume coverage speed may be substantially improved by using multidetector CT (MDCT), which also reduces the need for sedation. The CT unit in the National Center for Child Health and Development (NCCHD) uses a TV monitor system during the CT scanning for comfortable examination. The volume and injection rate of intravenous contrast material is important for adequate image quality. The FDA has reported potential for serious patient injury when vascular access devices not designed to tolerate high pressures are used for power injection of CT or MRI contrast media, and recommends steps to avoid these injuries.

Newer CT units may automatically adjust the tube current for the patient's size with an automatic exposure controller (AEC). This is a most easy and excellent way to reduce the radiation dose. Many institutions was a fixed setting of kilovoltage at 120kV. Now the CT unit in NCCHD is trying to reduce it to 80 kV in 3DCT angiography for diagnosis of congenital heart disease.

CT dose index (CTDI) has commonly been used as the most specific dose quantity guide for CT examination because it includes all particular scan parameters such as kV, tube current, slice thickness, helical pitch, and more. Otherwise, there are only two standard CT dosimetry phantoms for representative measurement of CTDI in the adult head and trunk. In recent years, diagnostic reference level (DRL) has been recognized for managing the patient dose in CT. ICRP publication 87 is available and is recommended. This article also includes recent CT cases in NCCHD, which have suggested some ideas and described technical errors in pediatric cranial, cardiac, and chest CT examinations.

Keywords : Child, CT, Radiation dose, Parameter

1. はじめに

Multidetector CT (以下 MDCT) は64列の時代

に突入し、その高性能化は今後さらに拍車がかかると思われる。小児のCT被ばく低減に関してはもはや“いかにスキャンしないか?”という現場

での努力が必要となっている。これは高性能レーシングカーを所有しながらも、分別を持って一般道を制限速度以下で走らなくてはならない状況と似ている¹⁾。

本稿は小児のCT全般という広範なテーマがあたえられているが、2004年2月に行ったセミナー当日では小児のCT被ばくを中心に解説した。小児CT被ばくの総論については著者の執筆した本誌第18巻第38回日本小児放射線学会シンポジウムの総説「小児のMDCT；被ばく低減の可能性」²⁾、および本誌21巻第40回日本小児放射線学会シンポジウムの総説「小児CT被ばくの現状と推奨条件」³⁾など⁴⁾に記載した。それらの総説と内容の重複を避けるために本稿ではCT被ばくの現状についての総論は割愛し、セミナーでの中～後半部分のCT検査方法、小児CT撮影の著者らの施設での工夫や自験例につき解説する。

1. 小児CT検査：スキヤンの前に

a. 鎮静の現状

MDCTの普及によりCT検査時の鎮静の頻度は減ったといわれている。6歳以下の患児で鎮静を必要とする頻度は、ヘリカルCT以前のコンベンショナルCTでは18%と報告されているのに対し、4列のMDCTではその頻度は3.3%に減らせたというデータが報告されている⁵⁾。本邦の小児画像検査における鎮静は神奈川県医療センター放

射線科、相田らの調査によると、画像診断医(外来患者の約8.15%)や麻酔科医(2.1%)が施行している施設は少なく、主治医や当番小児科医によって大部分が行われているのが現状である⁶⁾。通常の経口、座薬鎮静剤に加え、特に経静脈性の鎮静薬物を使用する機会も稀ならずあり、鎮静中の監視や救急設備などにつき十分な安全確保が必要と思われる。

b. 鎮静剤を使用しないCT撮影の工夫

成育医療センターでは、主治医の判断で1歳以下、時に2歳児などでも、“お昼寝”の習慣のある子供であれば、眠剤を使用しない自然睡眠でのCTも積極的に行っている。その際、保護者に協力してもらい前夜の睡眠を意識的に減らしたり、当日早朝に起こし寝不足の状態で来院させたりする。またCT、MRI室に近接して入眠室を設けており、入眠後スムーズに検査が行えるよう対応している(Fig.1)。

筆者の施設では小型液晶TVモニターを使用し、患児がCTのテーブルに乗ってから実際のスキヤンまで、落ち着いて検査できるように子供向けの



Fig.1 Sedation room of National Center for Child Health and Development (NCCHD) next to CT and MRI units.

Note that beds and quiet environment are available next to CT and MRI exam rooms.



Fig.2 TV monitor system in CT unit of NCCHD

a : Lateral view of TV monitor.

b : Total appearance of system. Note DVD player, which is attached at the bottom of the vertical bar.

c : View from head (looking through CT gantry)

アニメーションなどのビデオを見せながらスキャンしている (Fig.2)。この方法は、時に鎮静剤に匹敵する効力を発揮するが、導入にあたり安全対策は重要である。液晶TVモニターをささえる支柱が頑丈なもの (筆者の施設ではウインテクノ社製 液晶モニター DVD システム <http://www.wintech.co.jp/LCDARM/TFTDVD.html>) を使用している。

c. 造影剤

小児の造影CTを成人と比較した場合の相違点として、造影剤使用量が少ない、静脈確保されているゲージ数が細い、あるいは足などに静脈が確保されている、用手的注入が多く、注入スピードが不明あるいは一定ではないといった違いがある。造影剤の投与量は検査部位や目的によっても異なるが、腹部の場合は 2 ml/kg 、胸部は 1.5 ml/kg が標準的と思われる⁷⁾。筆者らの施設では胸部も 2 ml/kg を使用している。

新生児とくにNICUに入院中の未熟児では、造影剤を使用する場合、体重が 2.5 kg から 3 kg 程度しかなく、造影剤はわずか $5\sim 6\text{ ml}$ である。このような場合、筆者らの施設では投与造影剤量の20%相当の生理食塩水で希釈して注入している。これは用手的注入の抵抗感をなくし、注入スピードが速くなる分、早期に造影剤の血中濃度が上昇し造影増強効果が良好となる。

小児における造影剤自動注入機 (以下インジェクター) の使用は過去に比し普及しつつある。Frushらによれば小児造影CTにおけるインジェクターの使用について絶対禁忌項目はないが、相対的禁忌項目として24ゲージで末梢に確保されたルートで血液の逆流が不良な場合、または生理食塩水を注入した場合に抵抗を感じる場合を挙げている⁸⁾。

文献的には24ゲージでも $1\sim 1.5\text{ ml/秒}$ の注入は可能で、22ゲージなら $1.5\sim 2\text{ ml/秒}$ 、20ゲージなら $2\sim 3\text{ ml/秒}$ は注入可能と記載されている⁷⁾。この際穿刺部の注射針と延長チューブの連結部分を付属のロックを使用し確実に固定することが理想である。末梢ラインが確保できない場合に中心静脈栄養カテーテル (以下CVライン) から造影剤を投与するが、インジェクターによるCVラインからのパワーインジェクションは一般的ではない。

過去の文献では中心静脈も末梢ルートも合併症の頻度に差がないとの報告⁹⁾もあるが、本年2005年9月号の北米放射線学会会報RSNA Newsで、米国の食品衛生局 (FDA) よりインジェクター使用によるCVラインの破損に関する注意勧告がなされた。FDAの報告によれば2004年7月7日の日付で、過去数年に250件以上のインジェクターによる中心静脈カテーテル破損が報告され、各施設での使用カテーテルの規格を確認するよう注意を呼びかけている¹⁰⁾。

筆者の施設でも、末梢ルートが確保できない場合など、中心静脈カテーテルから用手的注入にて造影CT検査を行っている。この場合もカテーテルの活栓やピンチ式のロック解除に注意し、カテーテルの破損を来さないよう細心の注意が必要である。

2. 小児CTの実際：パラメーター設定など

a. 管電流時間積 (milli-ampere second ; 以下 mAs)

子供の体格に見合うようmAsを調節することが、もっとも簡便な被ばく対策である。

これは2001年以降米国を中心に興った被ばく低減の世界的な潮流の根源をなす考えである。

筆者らの調査結果では被ばく低減目的にmAsを変更している施設は頭部CTで93%、腹部CTで94%と本邦でも高率であった¹³⁾。

読者の施設のCTがどのような世代の、どのようなタイプのCTかにより、mAsの調節は異なる。ここ数年発売されているMDCTの機種であれば管電流自動調節が行えるソフトウェア (Automatic Exposure control : 以下AEC) が搭載されている。AECがないタイプのMDCTか、またはsingle helical scannerか、それ以前のCTかを知っておく必要がある。わからない場合は担当技師やメーカーに問い合わせ確認されることが望まれる。

東芝社製またはGE社製の現行のMDCTであれば、AEC使用時に画質の指定が必要となり、CT値の関心領域の標準偏差 (以下SD) を決定しなければならない。筆者の施設では頭部CTではSDを3~3.5に、腹部CTは8に設定している (頭部、腹部とも5mmスライス厚)。SDは低いほど均一で画質がよく、高いほど不鮮明な画質となる。AECを

併用して被ばくを減らしているつもりでも、SD設定が低いと画質は良好だが被ばく量は増えることを認識する必要がある。特に頭部CTは画質維持と線量低下のせめぎあいの状態であるが、腹部で不必要な高画質SD設定をしていないかの確認が望まれる。

一方線量不足の条件下での腹部CTも、時に診断が困難と感じる (Fig.3) ため、十分注意が必要である。小児科、小児外科、放射線科の各科における画質と被ばくに対する考えを日ごろのカンファレンスなどで検討されたい。

もし、AEC搭載でないCTを使用している場合は、手で体重に見合うmAsを設定しなければならない。この際文献的報告が役に立つ。簡便な指標としては本学会と日本医学放射線学会、日本放射線技術学会が連盟で提唱している“小児CTガイドライン”¹¹⁾は簡便である。またDonnellyらの提唱したsingle helical CT¹²⁾、MDCT⁷⁾の推奨条件は詳細な設定を提示している。

b. 管電圧 (Kilovoltage: 以下kV)

上記のごとく体格にあわせてmAsを低下させる手法は近年普及した感があるが、kVは2002年に提唱された米国小児放射線学会ALARA (as low as reasonably achievable) executive summaryでも

“今後更なる研究が必要である”といった扱いであった¹⁴⁾。筆者らの調査でも頭部は新生児・乳児で約1.5～2割の施設が、120kV以外のkVを使用しているのみである。また腹部でも全体の9割以上の施設が120kV固定であった¹³⁾。一方海外の文献ではDonnellyらは患児の体重が40lb (ポンド、18kg) 以下の場合の胸腹部CTは100～120kVを推奨し⁷⁾、Frushらの最近の論文では心大血管領域のCTでは40lb以下で80～100kV、19lb (ポンド、8.6kg) 以下では80kVを推奨している¹⁵⁾。

80kVに管電圧を低下させるメリットは被ばく低減のみならず、むしろその造影増強効果に真の価値があると筆者らは考えている。共著者の堀内の検討では同濃度のイオン性造影剤のCT値は120kVでの撮影に比べ80kVの場合はCT値 (HU) が約1.6倍相当になる (Fig.4)。特に少量の造影剤しか使用できない新生児の心奇形の3DCT Angiographyでは非常に有用な手法である。

最近著者の施設でも心大血管の3DCT angiographyが必要な症例に対し80kVでの撮影を試み、画質の向上、画質の安定 (Fig.5) を得ている。これにより後述のSmart Prepはほぼ不要になったと実感している。現在はkVの低減にあわせたmAsの低下、造影剤濃度の低下、各種パラメー

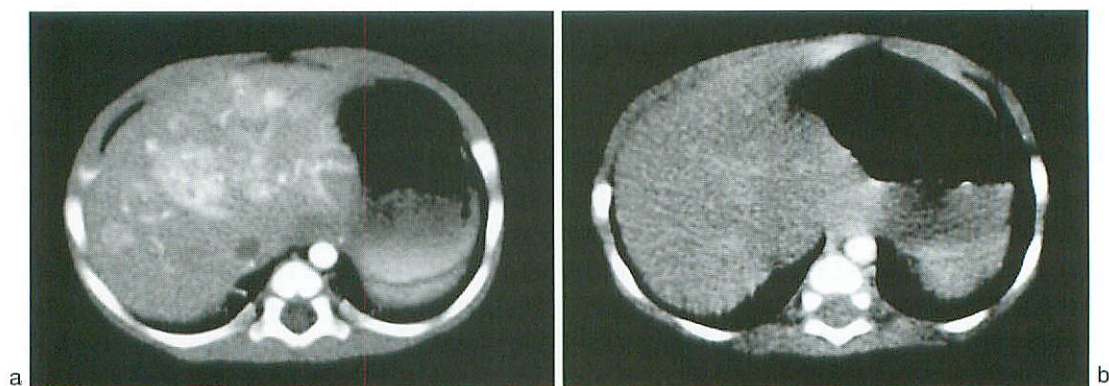


Fig.3 Example of adequate and excess low dose abdominal CT. 2-year-old female with hemangioendothelioma.

a : This scan was performed at 120kV, 30mAs as body weight based routine abdominal contrast enhanced CT. Note multiple round areas of enhancement suggesting a hemangioendothelioma.

b : 1.5 month after (a), follow-up CT was performed, continued as contrast enhanced chest CT. The set-up was adjusted for chest CT (120kV, 15mAs), which was thought to be a small dose for abdominal scan. Vascular lesions in the liver were not demonstrated clearly.

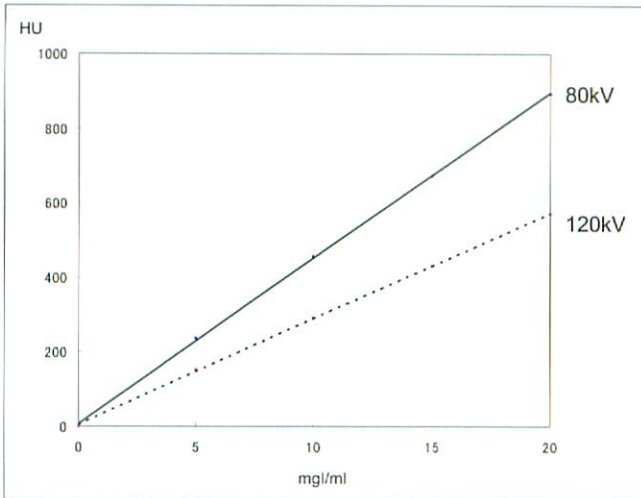


Fig.4 Comparison of CT number (HU) between 80kV and 120 kV

This graph depicts the difference in CT number of the contrast medium (iopamidol), scanned at 80kV and 120kV.

It is suggested that the density of contrast material needed for scanning at 80kV is approximately 1.6 times higher than at 120kV setting. This result is thought to show the excellent advantage of the use of 80kV scanning.

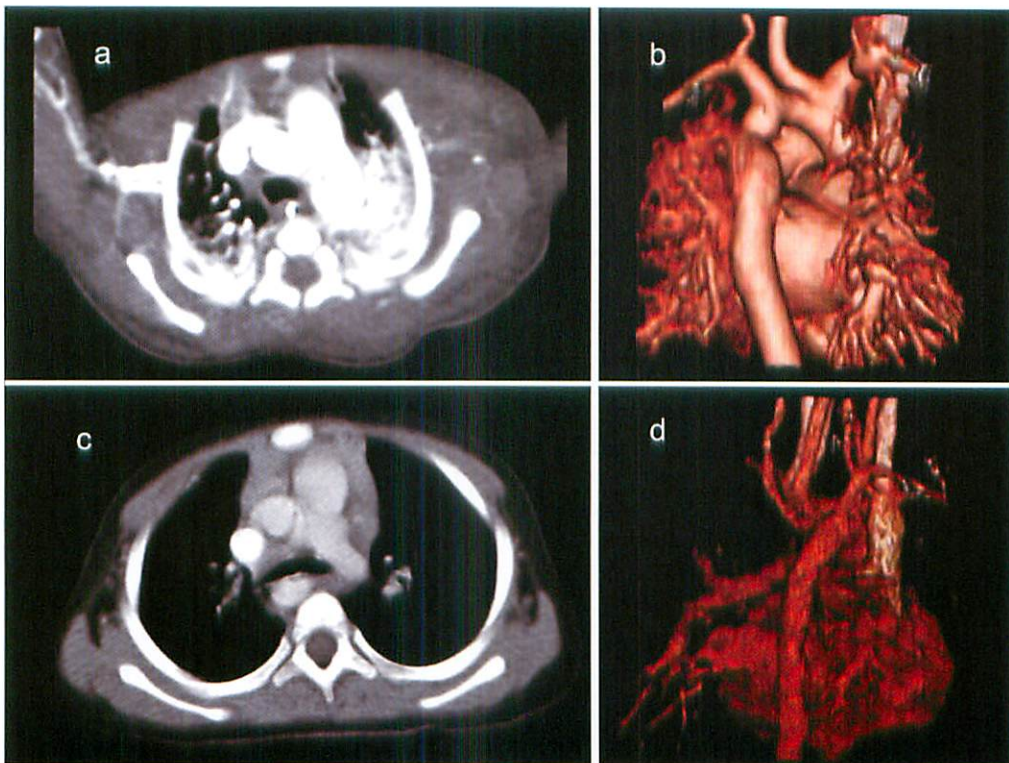


Fig.5 Difference of image quality of 80kV scanning as compared to 120kV scanning in pediatric cardiac 3DCT angiography.

a, b : 80kV CT scan was obtained for a seven-day-old male with simple coarctation of the aorta. Contrast material was manually injected from a peripheral venous access line. The scan was started from the end of injection without bolus tracking system. Note the vividness of vascular structure.

c, d : 120kV CT scan was obtained for the right aortic arch. The parameter setting and injection of contrast medium were similar to (a) except for kilovoltage. Also, this scan was performed with a bolus tracking system. However, visualization of vessels was not as clear as in (a).

ターの適正化を検討中である。120kVにおける心大血管3DCT Angiographyの撮影テクニックは後述する。

c. CT被ばくの目安について

上述のmAsや、kVの違いのほかにメーカーによるAECの手法の違い、多列検出器数の違い(1個から64個まで)、ヘリカルピッチ、フィルターの種類など被ばくを左右するパラメーターは多彩かつ複雑である。これらを一括してCT被ばくを表現する方法にCT線量指数(CT dose index; 以下CTDI)とDose length product(以下DLP)がある。端的にはCTDIは1回転分の局所での被ばくの目安、DLPはCTDIに距離をかけて表記した1回のスキャン全体の合計被ばく量の目安である。最近欧米の工業規格ではコンソールへのCTDI、DLPの表示を義務付けている。もはやmAsの増減のみで被ばくの多少を比較することは意味を成さず、CTDI、DLPでの表現のみが世界標準となりつつ

ある。またコンソールに表示がされないタイプのCTの場合は、やはりCTメーカーに問い合わせ機種と条件からCTDIを調べる必要がある。メーカーに頼らず、自分でさまざまなCTの撮影条件を知りたい場合は、英国のCT機器性能評価グループであるImPACT (Imaging Performance Assessment of CT scanners)が公表している線量計算ソフトウェアctdosimetry.xlsはImPACTのホームページよりエクセルファイルとして無料でダウンロードできる(Fig6)。これを使用すれば世界のCTメーカーのほとんどの機種につき、撮影条件を入力するとCTDIやDLPが自動的に計算できる(<http://www.impactscan.org/ctdosimetry.html>)。

CTDIの単位はCTのみに特定したCTの“方言”のようなもの⁴⁾であり、他のモダリティと比較できない。この場合は実効線量(Effective Dose, E)に換算して比較する必要がある。文献的にはDLPに対する実効線量変換係数がいくつか知られており簡易的には計算でき便利である。筆者もCT室のコンソールの壁にメモ書きを貼り付けている。しかしながらここには2つの問題がある。ひとつはこれらの変換係数は欧米の成人に対する変換係数で、小児に対しこのまま用いるには問題がある¹⁶⁾。もう1点は、実効線量は局所被ばくが強いCTの特性を全身被ばくに換算するため、局所の被ばくが低く見積もられる傾向にある。

CTDIのもうひとつの問題は、計算に使用しているファントムが2種類のみであり、本来可変的に移行する被写体のサイズが加味されていない。またファントムのモデルは成人の頭部と腹部を模しているため、小児では低く見積もられている。

d. Diagnostic reference levelについて

前述のごとくCT被ばくの目安は現時点ではCTDIとDLPによる。したがって各施設のルーチン小児CTのCTDI、DLPがわかれば、それを他施設や地域、国の平均的なCTDIと比較すればよい。その際比較となる参考レベルがDiagnostic reference level(以下DRL)である。

DRLは広域調査データに基づき国や地域、あるいは臨床目的より設定される¹⁷⁾が、医療被ばくが問題となる小児CTに対する本邦のDRLはいまだ報告されていない。世界的にはICRP(国際放射線防護委員会)のPublication 87に小児CTのDRL

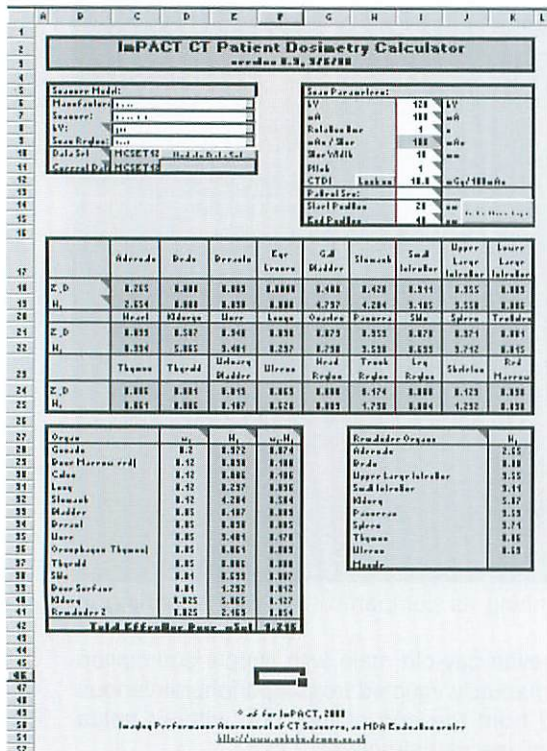


Fig.6 ImPACT CT patient dosimetry calculator. Note free software made by ImPACT group. The manipulation of the software seems to be easy to understand.

Table 1 Diagnostic reference level (DRL) for pediatric CT scan
It was introduced in ICRP publication 87 modified in Japanese¹⁷⁾

検査内容	患者年齢	CTDIw (mGy)	D L P (mGycm)
頭部 C T	<1歳	40	300
	5歳	60	600
	10歳	70	750
胸部通常 C T	<1歳	20	200
	5歳	30	400
	10歳	30	600
胸部高分解能 C T	<1歳	30	50
	5歳	40	75
	10歳	50	100
上腹部 C T	<1歳	20	330
	5歳	25	360
	10歳	30	800
下腹部・骨盤 C T	<1歳	20	170
	5歳	25	250
	10歳	30	500

が紹介されている (Table 1)。これはShrimptonとWallが2000年に報告したものを採用しているが、彼らも初期の報告であることを強調している。現時点での各施設のDRLをICRP勧告と比較されたい。

e. 自験例に学ぶCT撮影テクニックと画像再構成 (1) 頭部CT

頭部CTはヘリカルスキャンとコンベンショナルスキャンの選択が可能である。それぞれ一長一短があり、使用方法のルーチンは各施設により異なると思われる。Fig.7は髄膜炎が疑われ夜間当直帯に来院された11ヵ月の男児である。頭頂部の大脳鎌左側に沿った硬膜下膿瘍は初回単純CTコンベンショナルスキャンで指摘困難であった (Fig.7 a, b)。3日後に行った造影CTはヘリカルスキャン後に、矢状断、冠状断のmulti-planar reconstruction (以下MPR) が作成された。もちろん水平断造影CTでも硬膜下膿瘍は描出されている (Fig.7 c, d) が、MPRは診断が容易である (Fig.7 e, f)。初回のスキャンがもしヘリカルで行われておりMPRが作成されていたら診断可能であったかもしれない。

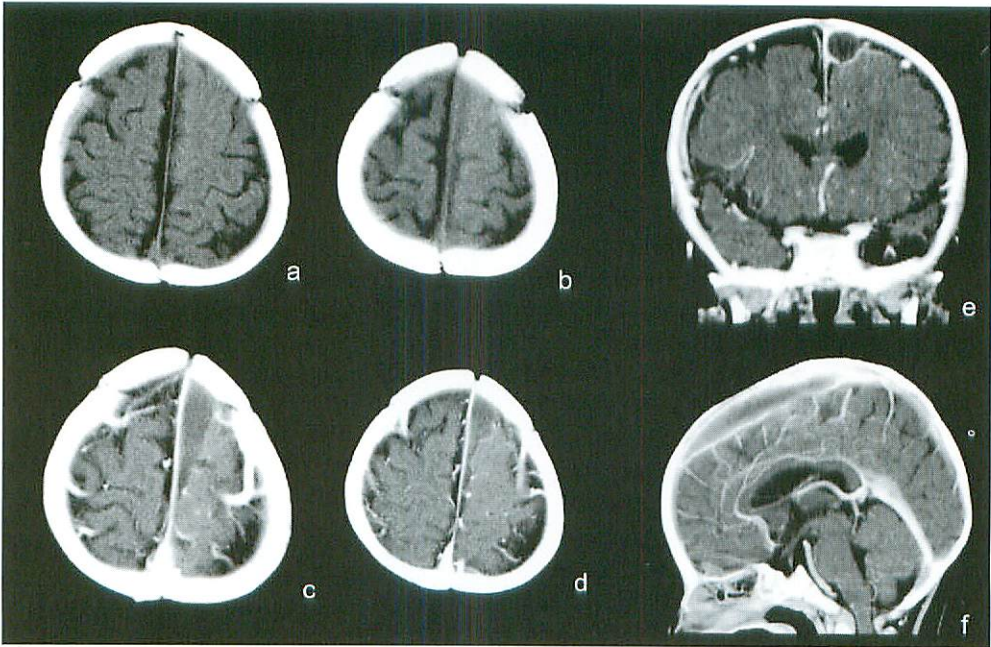


Fig.7 11-month-old female with suspicion of meningitis. The initial CT (a, b) was scanned at 120kv, 157mAs, conventional technique. It was difficult to detect any abscess on the left side of the falx. Follow-up CT (c, d) was carried out 3 days after initial CT at 120kv, 148 mAs, helical technique. Note focal fluid collection at left side of falx. A round shaped subdural empyema was clearly demonstrated on reconstructed MPR images (e, f)

Fig.8は急性リンパ球性白血病で化学療法中であった2歳男児である。意識レベルの変動の精査のため行った頭部ヘリカルスキャン (Fig.8 a, b) では右大脳半球に類円形のSOLを疑うも淡い円形の低吸収を認めた。翌日約18時間後に経過観察のCTをコンベンショナルスキャンで行った。前日と同じ病変はヘリカルスキャンに対し、コンベンショナルでは明瞭な病変として描出されている (Fig.8 c, d)。また皮髄境界の描出の違いも明瞭である。CT上脳膿瘍と診断した。もっともFigの解説に記載したように撮影条件は若干異なる。何がこの違いに寄与したのかは不明であるが、コンベンショナルスキャンのほうが画像が鮮明である印象がある。以上、提示例のようにコンベンショナルスキャンはヘリカルに対し低コントラスト分解能が良いが、画像再構成ができない。逆にヘリカルの画質はコンベンショナルに若干劣るが、再構成画像を作れる強みがある。

(2) 心大血管CT

小児胸部造影CTのうち、より厳密な新大血管の評価や3D CT angiographyの作成が必要な場合は、

bolus-tracking technologyを利用する場合がある。これは本番の造影CTに先立ち、少量の造影剤を注入し目的とする部位 (右心室、肺動脈、左心室、大動脈など) の経時的な濃度 (CT値) 上昇をtime-density curveとしてグラフに描出するリハーサル機能である。ピークを事前に検出した上で撮影開始時間を決定するメリットとして、新生児、乳児の心大血管CTでは使用造影剤量がわずかであり、複雑な心奇形やその術後で循環動態が正常と異なる場合もある。このような特殊な場合でも良好な造影のタイミングを逃さずに撮影可能となる (Fig.9)。特に著者らの施設では、造影剤の量は2 ml/kgであるが、前述のように新生児の場合にはこれを生理食塩水で20%程度希釈し、総注入量を増量して行っている。上記のbolus-trackingにはこの希釈した造影剤を1/4~1/3程度使用している (Fig.1)。

しかし前述のごとく80kVでの撮影のパラメーターが決定し普及した場合、より簡単に、より鮮明に、低被ばくで画像が得られるため、bolus-tracking technologyは不要となる可能性がある。

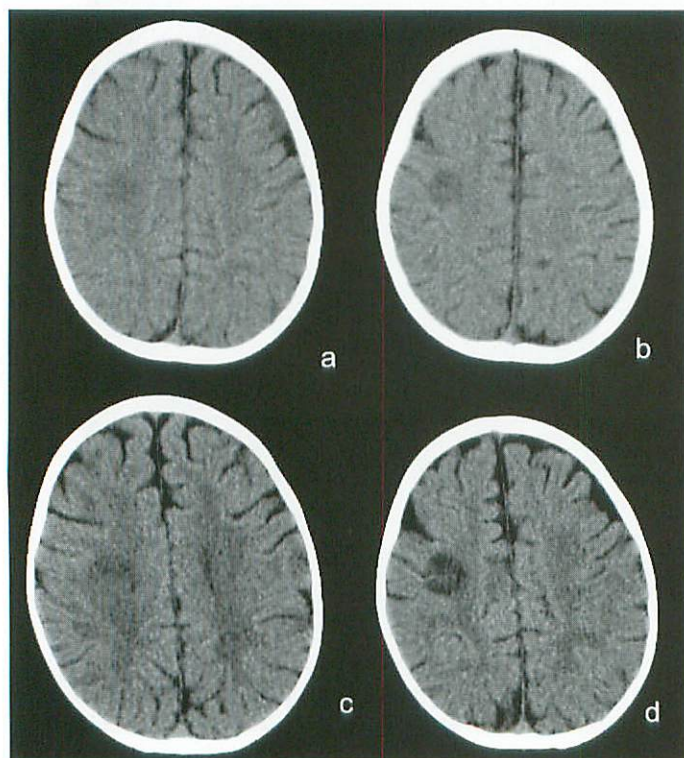


Fig.8

2-year-old male with suspicion of meningitis.

Initial CT scan was performed at 120kv, 138mAs with helical technique (a, b). The images were on 100window wide, 40window level. A Focal round SOL was seen in the right temporal lobe.

Follow-up CT (c, d) was obtained 12 hours later at 120kv, 212mAs with conventional technique (c, d).

It was demonstrated on window wide 80, window level 40. The brain abscess is more clearly identified than in (a, b). The reason for such a difference is unknown, but we trust the conventional scan much more than the helical.

今後の成人領域、小児領域、心大血管領域の各方面での研究や展開が期待される。

(3) 胸部CT

肺分画症、先天性嚢胞状腺腫様形成異常CCAM (congenital cystic adenomatoid malformation), bronchogenic cyst, Lobar emphysemaなどの疾患は、最近では胎児超音波や胎児MRIで出生前に分画症が診断されている場合もある。肺野の評価は通常の水平断のスキャンに加え、肺野条件の

冠状断、矢状断像を作成し気管の分岐異常、葉間胸膜の分葉異常などの確認に役立つ。

また肺分画症の診断には大動脈から直接分岐する異所性流入血管 (aberrant artery) や左心房に向かう流出血管の有無などを確認する必要がある。Aberrant arteryは大動脈から直接、あるいは腹腔動脈起始部周辺から分岐する場合が多いので、スキャン計画の段階で腹腔動脈が十分入る上腹部まで設定する必要がある。また造影早期相の撮影で

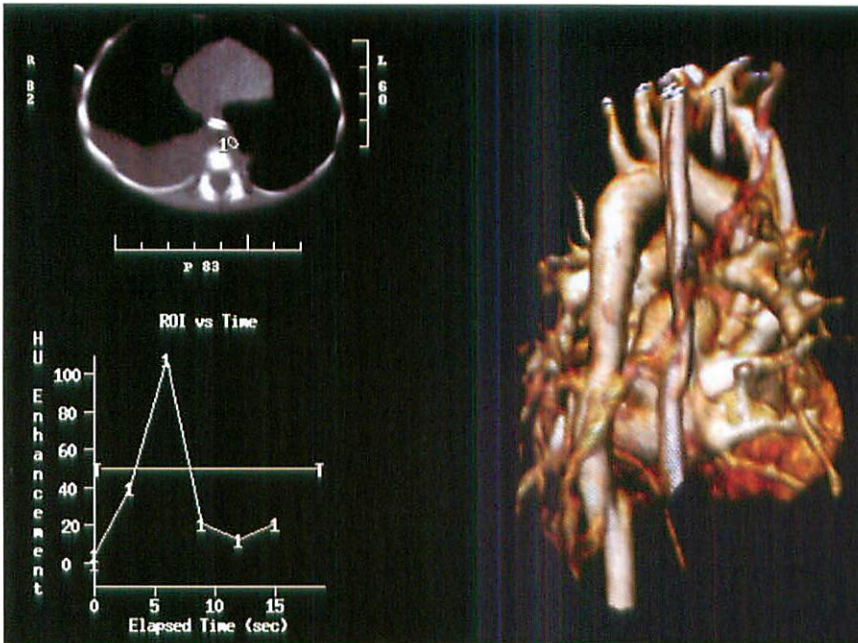


Fig.9

Demonstration of bolus tracking system for ideal timing of scanning. One-month-old male, with suspicion of pulmonary sequestration. Bolus tracking system suggested a peak in the enhancement of the descending aorta 6 seconds after administration.

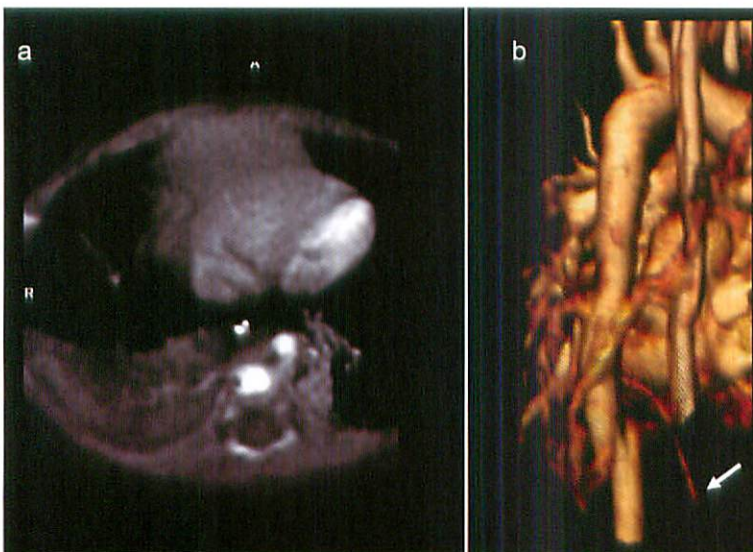


Fig.10

One-month-old male with suspicion of pulmonary sequestration. On the axial view, there is a tortuous enhanced vessel in the area of atelectasis (a). 3DCT angiography demonstrated an anomalous vessel, which directly branched from the thoracic aorta (b, arrow).

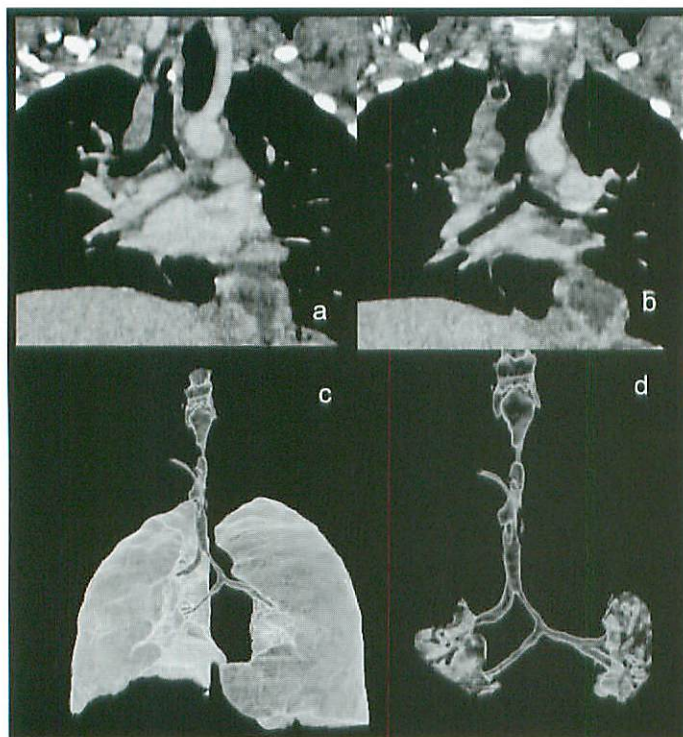


Fig.11

Various types of 3D reconstructed images : Coronal images of MPR (a, b), surface rendering of trachea and lung (c, d).

8-year-old boy with tracheal stenosis. Note bridging bronchus, which was obviously identified by surface rendering technique (c, d).

得られたボリュームデータを使用し、3DCT(CT-Angiography)を作成しaberrant arteryの走行が確認できれば、術前マッピングの血管撮影は省略できる(Fig.9, 10)。大動脈から異常な肺組織に向かう太い栄養血管の存在は肺分画症を強く疑うが、細い異常血管の場合、CCAMや繰り返す肺炎でも随伴しうる。

気管、気管支の先天異常には狭窄、軟化症、分岐異常の3つの可能性が考えられる。

分岐異常には気管の欠損、閉鎖、過剰、位置異常、不規則分岐、不規則分岐、左右同型などが考えられる。いずれも肺野条件のCTの水平断に加えMPRによる再構成冠状断、水平断像が診断に有用である(Fig.11)。また気管壁表面を描出するsurface renderingの3DCTも診断的価値が高い。代表的な気管分岐異常にtracheal bronchusがある。これは上葉枝が主気管支の分岐より上部で直接気管より分岐する奇形であり右側の頻度が高い。また知っておきたい気管の奇形にbridging bronchusがある。これは右中葉と下葉の気管支が左主気管支の内側から分岐し、縦隔を通り越し

て右肺へ向かう奇形である。Pulmonary slingの80%に合併するといわれている。

まとめ

小児画像検査の基本手技とその抑えるべき所見につき、鎮静、造影剤の量、インジェクション方法、管電流、管電圧、CTDI、DLP、DRLにつき最近の知見を解説した。また筆者の施設で経験した症例につき画質や再構成方法についてなど考察した。表題にある抑えるべき所見については、紙面の都合上記載が少なく他書を参照にされたい。

●文献

- 1) Jack Valentin : 論説 “ペダルを踏みすぎるな”. ICRP Publication87 CTにおける患者線量の管理, 社団法人日本アイソトープ協会編, 東京, 丸善株式会社, 2004, iii-iv.
- 2) 宮崎 治, 近藤睦子, 中島康雄, 他 : 特集 第38回日本小児放射線学会シンポジウムより Pediatric CT Update 2002・小児のMDCT 2・小児のMDCT; 被曝低減の可能性. 日小放誌 2002; 18: 154-159.

- 3) 宮崎 治：第40回日本小児放射線学会シンポジウムより 小児における医療被ばく－特に小児のCTについて 3・小児のCT被ばくの現状と推奨条件. 日小放誌 2005 ; 21 : 14-20.
- 4) 宮崎 治：小児画像診断の最前線－患者管理－被ばく対策. 日獨医報 2004 ; 49 : 559-570.
- 5) Pappas JN, Donnelly LF, Frush DP : Reduced frequency of sedation of young children with multisection helical CT. Radiology 2000 ; 215 : 897-899.
- 6) 相田典子, 藤井佑太, 藤田和俊：小児画像診断の最前線 小児画像診断における沈黙：本邦での現状と問題点. 日獨医報 2004 ; 49 : 551-558.
- 7) Donnelly LF, Frush DP : Pediatric multidetector body CT. Radiol Clin N Am 2003 ; 41 : 637-655.
- 8) Frush DP, Donnelly LF : Helical CT in children : Technical considerations and body applications. Radiology 1998 ; 209 : 37-48.
- 9) Kaste SC, Young CW : Safe use of power injectors with central and peripheral venous access devices for pediatric CT. Pediatr Radiol 1996 ; 26 : 499-501.
- 10) Reminders from FDA Regarding Ruptured Vascular Access Devices from Power Injection ; <http://www.fda.gov/cdrh/patientsafety/reminder-rvad.html>
- 11) 提言 小児CTガイドライン－被ばく低減のため－. 日医放誌 2005 ; 65 : 139-141.
- 12) Donnelly LF, Emery KH, Brody AS. et al : Minimizing radiation dose for pediatric body applications of single-detector helical CT : Strategies at a large children's hospital. AJR AmJ Roentgenol 2001 ; 176 : 303-306.
- 13) 宮崎 治, 北村正幸, 正木英一, 他；アンケートによる小児MDCT検査の実態調査. 日医放誌 2005 ; 65 : 216-223.
- 14) Slovis TL, Hall ET, Huda W, et al : ALARA CONFERENCE Executive Summary. Pediatr Radiol 2002 ; 32 : 221.
- 15) Frush DP, Herlong JR : Pediatric thoracic CT angiography. Pediatr Radiol 2005 ; 35 : 11-25.
- 16) 堀内哲也：CT装置上の被曝線量情報の理解と被検者間による最適化. 日放技誌 2005 ; 61 : 1377-1380.
- 17) 線量はどれほど高いか？ ICRP Publication87 CTにおける患者線量の管理. 社団法人日本アイソトープ協会編. 東京, 丸善株式会社, 2004, p7-13.

5. 小児のMRI検査

久住浩美, 新本 弘, 栗林幸夫, 藤田 功¹⁾

慶應義塾大学医学部 放射線診断科, さいたま市立病院 放射線科¹⁾

Pediatric MRI

Hiromi Hisazumi, Hiroshi Shinmoto, Sachio Kuribayashi, Isao Fujita¹⁾

Department of Diagnostic Radiology, School of Medicine, Keio University

Department of Radiology, Saitama Municipal Hospital¹⁾

Abstract

MRI is a useful diagnostic imaging modality which enables tissue diagnosis. However, the evaluation technique for adult patient is not directly suitable for children. With an additional technique for young patients, MRI imaging gives more useful information. It is important that there is good communication between the clinical and radiologic sides. We show the speciality of pediatric imaging procedure which can be applied to the pediatric patients.

Keywords : MRI, Tissue diagnosis, Sedation

1. 小児に対するMRI検査の特殊性

まず小児に対してのMRI検査を施行する上での特殊性を考慮する必要がある。一般的なMRIの利点として、CTに比べて被ばくがなく、濃度分解能が高く、様々な断面の画像が得られる。その上にMRA, MRCP, MRUなど非侵襲的に検査が可能である。これは成人においても小児においても、利点であるが、小児においてはより有用と考えられる。しかし、小児であるための困難があり、欠点となる。それは新生児、乳児、年少児では絶対的に鎮静が必要であること、息止めを必要とする検査が困難であること、心拍数が多く心電同期が困難なこと、血管、胆管、膵管等が細いので画質が低下することがあげられる。このためスクリーニング検査は向かず、必要な部位や、必要な撮像法に絞って検査するべきである。

a. 鎮静

乳児や年少児に対して検査を施行するには鎮静

が絶対必要となる。MDCTが登場して秒単位の検査が可能となったが、MRIでは、高速撮像法を用いても検査時間は長い。また高速撮像法になればなるほど、一般に検査時の音は大きい。画質的にもぼんの少し動いただけで画質の低下が生じて、診断価値のない画像となってしまう。このためある程度しっかりとした鎮静が必要である。もちろん鎮静剤は使用するが、よりスムーズに患児を寝かせるために工夫した方がいい。たとえば、検査の予約は患児の昼寝の時間に合わせ、検査日は朝早く起こして、寝かせない。また当然であるが、検査1時間前まで来院してもらい、造影が必要なら先に静脈確保しておき、それから鎮静させる。患児が寝るのを長時間待つことは、検査をするだけでも負担であるのに、患児の家族により負担を背負わせることも理解するべきである。

具体的な方法として、通常はトリクロロール内服(トリフロホスナトリウム)で検査施行を試みる。患者の年齢及び状態を考慮して50~70mg/kg投与する。しかし30~60分かけても鎮静が得られない

ときはドルミカム(ミタゾラム)やケタラールなどを投与するが施設や医師によって選択は異なる。しかしケタラールは脳腫瘍、水頭症、脳圧亢進時は禁忌である。またトリクロールだけでは検査前2時間の禁飲食でかまわないが、それ以上の鎮静が必要と考えられるときは6時間禁飲食が必要である。しかし空腹感が強くなると、それだけでトリクロールでは患児は眠れなくなるので、タイミングが重要となる。したがって、撮影側と臨床側の連携が不足すると、患児およびその家族の負担となることを理解するべきである。また患児家族の十分な理解も必要となり、鎮静なくては検査できないが、鎮静薬投与にも危険性があることを知ってもらう。鎮静下では呼吸停止、心停止のような重大な危険性を知らせるだけでなく、鎮静後、完全に覚醒するまで飲食不可であることは十分知ってもらうべきである¹⁾。

b. 安全な検査のために

鎮静下での患児の状態を把握することは、安全な検査を施行するのに重要である。検査中、患児はMRI内部に位置するため、目視は困難である。このためパルスオキシメーターによる監視が必須と考えられる。しかし磁場に対応できるものが必要である。加えて呼吸器を必要とする患児の検査を可能とするには磁場に対応できる呼吸器も必要である。また年少児では体が小さいことから、通常成人に用いる検査台では大きく不安定なので、当院では乳児に対して使用できる小児用のクレイドルを作成して、より安全に的確な検査が可能であるように工夫している (Fig.1)。

MRIはCTと異なり被ばくはないが、磁場への暴露にはちがいない。また電磁波であるので人体に対しては発熱というエネルギーを与える結果となる。MRIの臨床使用における安全基準にはSAR (specific absorption rate: 比吸収率) がある。これは成人をモデルとして計算されている¹⁾ したがって、このまま小児に対応するとは限らない。火傷の危険性も可能性としてあるが、症状としてあらわれないので見過ごしがちなのが、発熱に対して発汗がひきおこす脱水である。とくに年少児には注意しなくてはならない。



Fig.1 MRI Cradle for newborn baby and infant. This MRI cradle has been made in our hospital. The examination could thus done with safety.

c. 造影剤

造影剤はガドリニウム系造影剤と超常磁性酸化鉄コロイド製剤があるが、これは成人と同様である。

ガドリニウム系造影剤 (マグネビスト、オムニスキャン) はT1を強く短縮する、すなわちT1強調画像で造影された部分は高信号となる。気管支喘息には絶対禁忌である。また重篤な腎障害や肝障害でも禁忌である。造影剤を用いないT1強調画像に造影効果が加わるので、造影前にT1強調画像が必要であるのはいうまでもない。勿論T2強調画像等、診断に必要な撮像法を造影前に撮像しなくてはならない。しかしあくまでも経験上であるが、造影剤を注射すると、鎮静状態からさめてしまい、造影後の撮像が十分できないことがある。それは造影前の画像を撮像するのに時間をかけすぎる場合もある。また点滴等により、静脈を確保していても造影剤注射に多少の違和感があるのかもしれない。造影をする場合、撮像時間がどのくらいの長さになるか、事前に放射線側と話しあう必要がある。

超常磁性酸化鉄コロイド製剤SPIO (superpara-

magnetic iron oxide) (フェリデックス, リゾピスト) は肝の診断に使用する. 肝類洞にある Kupffer細胞の貪食作用により細網内皮系にとりこまれるので, Kupffer細胞のある非腫瘍部肝実質部分で信号が低下する. しかし鉄製剤であるのでヘモクロマトーシスには禁忌である. また鉄, 鉄多糖製剤にアレルギーがある患者にも投与すべきではない. 診断的には肝転移の有無を評価するには非常に有用である. とくに小児では肝芽腫の再発の検出には有用と考えられる. Kupffer細胞が肝芽腫にはないので腫瘍部分だけ信号が低下しないので, 相対的に高信号の結節として認められる (Fig.2). またFNH (focal nodular hyperplasia) の症例でも有用である. FNHではKupffer細胞が腫瘍に存在するので腫瘍部分は一般にT2強調画像で信号低下するが, T2*強調画像ではあまり低下しない²⁾.

2. 小児にも応用できる撮像法

基本的な撮像法はT1, T2強調画像である. これに対しては多数出版されているMRIの教科書を参照していただきたい. 一方, 現在高速で撮影可能となったため, 病態にそくして特殊な撮像法を選択できるようになった. これらの撮像法には小児や胎児でも利用可能なものがあり, より詳細な情報が得られるようになった. とくに胎児MRIや,

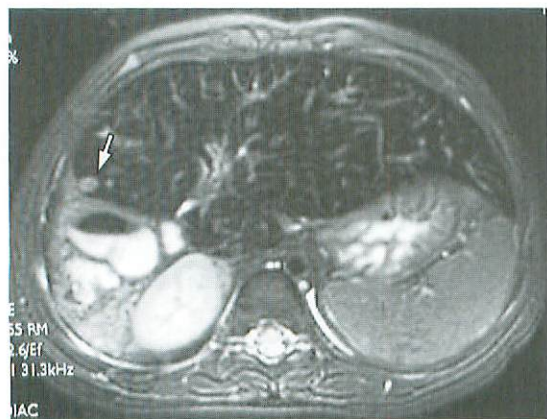


Fig.2 MR imaging (T2WI) with SPIO
The nodule (arrow) is distinct with SPIO because the intensity of normal liver parenchyma becomes low. This nodule was diagnosed as recurrent hepatoblastoma.

MRCP, MRUなどの管腔構造の描出や, 組織診断が可能となった.

a. 胎児MRI

胎児の動きの影響をほとんどうけない超高速画像法 (Single Shot法) を利用する. T2強調画像を通常は用いるので羊水は高信号となる³⁾. 胎児MRIは超音波でのスクリーニング・精査にて重症であると判断された胎児により多くの情報付加が望まれた場合, または超音波検査では診断にいたらなかった胎児に施行される. しかし胎児に対しての安全性は確立されておらず, 器官形成期である12週までは禁忌である. また18週までも, 胎児が小さく, 発生段階からも診断困難となることがあり, 避けるべきと考えられる⁴⁾ (Fig.3).

b. MR hydrography

SSFSE法やHASTE法ではTRは一般的に無限大なので, T2強調画像を撮像するとT2の長い自由水のみが高信号になる画像が得られる. 造影剤は不必要である. この方法を用いて, MRCP (MR



Fig.3 Fetal MRI

Ultra fast MR imaging technique made it possible to visualize the fetus. In this an image intraabdominal organ (black arrowhead) protruded from the abdominal wall. This was diagnosed as omphalocele. (white arrowhead) umbilical cord.

cholecystography) とMRU (MR urography) が可能となった。MRCPでは息止めを必要とする2D法と息止めを必要としない3D法があるが、小児においてはある程度年長の子供にのみ息止め下の撮



Fig.4 MRCP

Dilated common bile duct is visualized on MRCP. Gallbladder (arrow) is small compared with common bile duct.



Fig.5 MRU

Dilated renal pelvis and ureter was visualized without any contrast medium.

像が可能である。小児症例では臍胆管合流異常症例で有用であるが、径が細いので期待したほどの画像が得られないこともある。一方胆道拡張症は容易に描出される (Fig.4)。MRUは後腹膜に尿路系が位置しているので、年少の乳幼児でも比較的容易に撮像できる。従来のIVPでは閉塞のために画像を得られない拡張した腎盂・腎杯・尿管をできるので非常に有用と考えられる (Fig.5)。

c. MRA

頭部MRAは成人ではルーチン化している。小児でも鎮静下であれば撮像は容易である。TOF法 (time of flight法) やPC法 (phase contrast法) で造影剤を使用せず、短時間で撮影できる。成人では脳血管障害や動脈瘤の検出に有用であるが、小児ではもやもや病やAVM (arteriovenous malformation) の診断に有用である。このとき2点に注意する。はじめに、撮影範囲は成人に用いる通常のMRAの撮影範囲よりも広く、頭全体をカバーできるようにする (Fig.6)。つぎに外頸動脈の情報を得るために、皮下脂肪組織の信号が低下するように脂肪抑制を用いる。このとき通常の脂肪抑制法を使用すると、撮像時間が長くなり、周囲の信号が高くなり、本来得ようとした動脈の信号が低くなってし

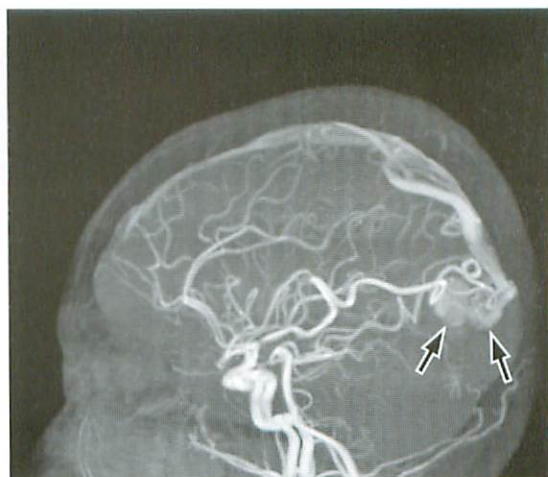


Fig.6 MRA

Scan area of this image was enlarged for visualization of nidus of AVM (arteriovenous malformation) (arrows) situated in the posterior lobe.

まう、そこで、水選択励起法を使用して、短い時間で得られる脂肪抑制状態下でのMRAを得る⁵⁾、とくにもやもや病での術後、外頸動脈からの血流を確認したいときにこの方法が有用である。

心・大血管や腹部ではシネMRIで心・大血管の血流動態を描出することが可能である。一方、造影剤を使用する3D造影MRAでは心・大血管が比較的短い時間で撮影できる。しかし被ばくはあるが、MDCTによっても同様の画像が得られるようになった。

d. より詳細な組織診断へ

MRIでは組織によって信号が異なるので、超音波画像や、CT像よりも詳細な組織診断が可能である。しかし石灰化に関してはCTに比べてはるかに劣るので、従来から石灰化の検出には不向きである。

a) 脂肪の診断

水と脂肪では共鳴周波数がわずかに異なる。この間に化学シフトがある。水と脂肪は1.5Tでは2.2msecごとに位相がずれる。そのずれを利用して、ベクトルの位相が水と脂肪が同じになるTEを設定すると水と脂肪は同じ信号が得られる (in phase)。一方その中間にTEを設定すると位相が異なるため、水と脂肪の信号が異なる (out of phase)。したがってボクセル内に水と脂肪成分が混在しているときに信号は低下することになる。しかし脂肪組織そのものでは混在がないので信号は低下しない。これを利用して、目的となる部位に脂肪成分が含まれるか判断可能である^{1, 6)} (Fig.7)。勿論比較的ルーチンで行われている脂肪抑制画像でも脂肪を低信号化するので、ともにT1強調画像で高信号である出血と脂肪の鑑別が可能である。

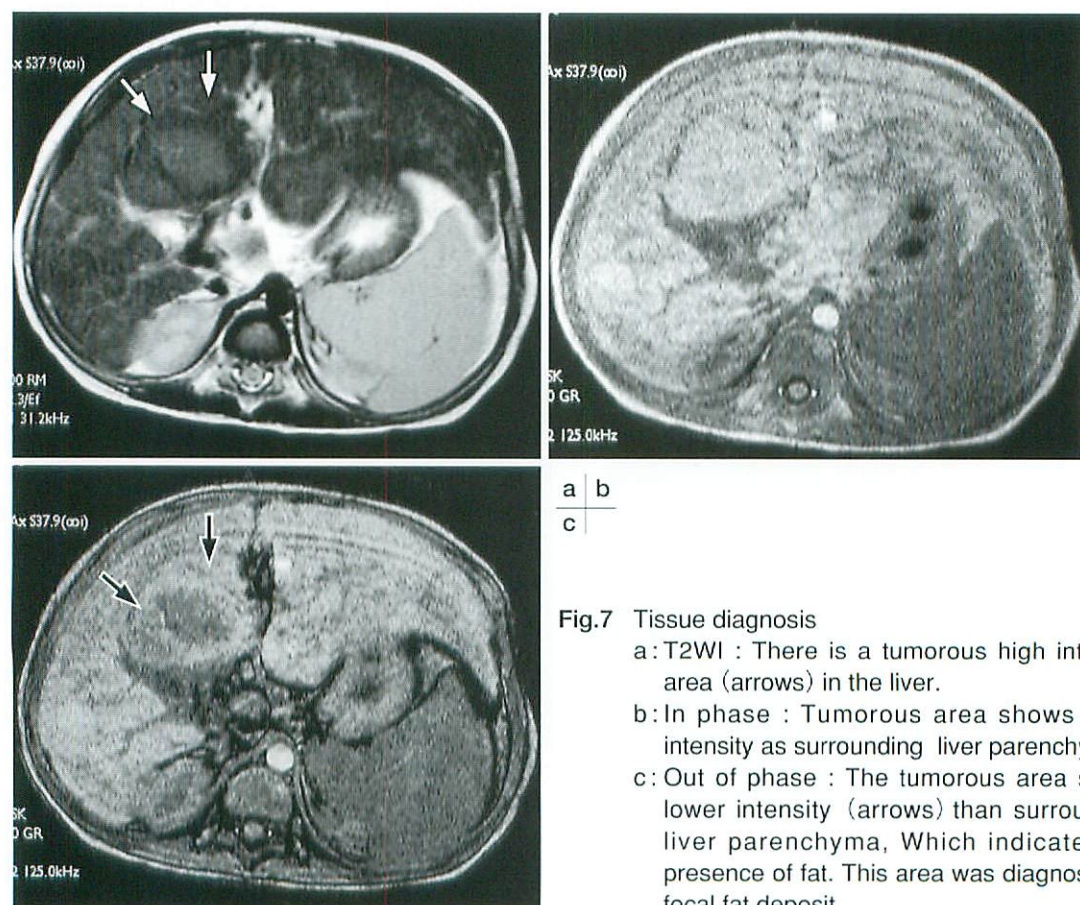


Fig.7 Tissue diagnosis

- a: T2WI : There is a tumorous high intensity area (arrows) in the liver.
- b: In phase : Tumorous area shows same intensity as surrounding liver parenchyma.
- c: Out of phase : The tumorous area shows lower intensity (arrows) than surrounding liver parenchyma, Which indicates the presence of fat. This area was diagnosed as focal fat deposit.

b) 拡散強調画像 (diffusion weighted image ; DWI)

水分子のブラウン運動である拡散を画像化する。拡散が低下した部分は高信号化するので、成人では早期の脳梗塞を判断するのに使用されることが多い。しかし小児では髄鞘化されていない部位の水分が多いことを利用しての髄鞘化の評価にも応用される^{7, 8)}。低出生体重児の虚血性病変にも応用されている。加えて最近では体部の撮影にも拡散強調画像が使用されている。腫瘍の評価に用いられるが、小児にも応用可能な技術と考えられる。

まとめ

冒頭で述べたように、小児の検査はさまざまな点で特殊性をもつ。検査をするだけで子供や家族には十分負担がかかるので、依頼する側も検査する側もこの検査でどんな情報を得たいのか、得られるのかを互いにした上で検査することが、手法以前に重要なことを強調したい。

●文献

- 1) Glester AD, 荒木 力：MRI「超」講義，第2版，東京，メディカル・サイエンス・インターナショナル，2003，p313-314，p243-250，p327-334.
- 2) Poeckler-Schoeniger C, Koepke J, Gueckel F, et al : MRI with superparamagnetic iron oxide : efficacy in the detection and characterization of focal hepatic lesions. Magn Reson Imaging 1999 ; 17: 383-392.
- 3) 桑島 成子：小児画像診断の最前線，胎児MRI. 日獨医報 2004 ; 4 : 571-582.
- 4) 鹿島 恭子：症状・所見からみた小児画像診断の進め方，胎児MRIで指摘された異常への対応. 小児科診療 2005 ; 68増刊号 : 54-55.
- 5) Ozsariak O, Van Goethem JW, Parizel PM : 3D time-of-flight MR angiography of the intracranial vessels : optimization of the technique with water excitation, parallel acquisition, eight-channel phased-channel phased-array head coil and low-dose contrast administration. Eur Radiol 2004 ; 14 : 2067-2071.
- 6) 荒木 力：臨床MRI入門，MRIの基礎，MRIにおける信号強度，東京，秀潤社，1989 ; p9-20.
- 7) 森 聖，小松 秀平，他：成長に伴う脳・頭蓋の画像所見の変化，臨床指南，小児神経放射線診断，東京，メディカルビュー，2004，p38-51.
- 8) Barkovich JA : Pediatric neuroimaging, 3rd ed. USA, LIPPINCOTT WW, 2000, p59-65.

第41回日本小児放射線学会：要望演題「こども達を援ける各科の連携」より

小児科と放射線科の双方を経験して

河野達夫

埼玉県立小児医療センター 放射線科（現 獨協医科大学 放射線科）

Impressions after Experiences of both Departments of Pediatrics and Radiology

Tatsuo Kono

Department of Radiology, Saitama Children's Medical Center

Abstract Good reciprocity between pediatricians and radiologists is very important to help sick children. From the standpoint of a physician who has experienced clinical fields of both pediatrics and radiology, I submit some pieces of advice on how to join hands. To pediatricians, please provide necessary and sufficient information of the patient to the radiologists: please tell them what you want to know from the imaging modalities: please pull them in the caring team: please feel free to contact them anytime, anywhere, and in any clinical setting: and please utilize them as your useful tool. To radiologists, regard yourself as a server in the clinical situation: keep in mind that you are at the risk of losing the opportunity to receive feedback from pediatricians: notice that pediatricians are almost always busier, more distressed, and have a harder time than radiologists: and you have to know that you are requested to have something special in addition to the clinical knowledge and skills as a matter of course. Keywords are understanding and reciprocity between pediatricians and radiologists. Spare no pains to build up a relationship with respect and understanding between us.

Keywords Understanding, Team play, Reciprocity

はじめに

我が国の小児医療の水準は、他の先進国と比較しても遜色のない高レベルのものであると評価されている。しかし日頃小児医療を担っている我々が、日常的にそのような自負を持ってない理由は何であろうか。医療を提供する側である我々が十分に納得のいく医療を提供できていないと感じているとすれば、医療を受ける側の子供たちや親たちの満足を得るにはほど遠いであろう。その原因はおそらく多岐にわたっており、解決するどころか、問題点を整理することすら難しいのが現状であろう。

この度、風光明媚な高松の地で第41回日本小児放射線学会が開催されるにあたり、「こども達を援ける各科の連携」をテーマとして、小児科・小

児外科・放射線科を中心に各科の医師達が活発な議論を交わす機会を与えていただいたことは、非常に有意義なことである。現在の我が国の小児医療における問題点の一つとして、小児画像診断を取り上げ、その問題点を整理した上で、解決の糸口にできれば幸いである。病に苦しむこども達を援けるための小児に関わる臨床各科と放射線科との連携について、自らの経験を踏まえながら私見を述べたいと思う。

小児科と放射線科の双方を経験して

本稿を進めるにあたり、筆者自身の略歴を概説しなければ、小児科と放射線科の双方の「本音」を語っているという理解はされないであろう。筆

者は筑波大学医学専門学群（現医学専門学群医学類）を卒業し、筑波大学の小児研修プログラム（6年間レジデントコース）を修了した。その間、新生児医療や救急病院での研修なども終え、小児科専門医（当時は認定医）を取得した。その後獨協医科大学に移り、放射線科に転向した。獨協医科大学で成人を含めた画像診断のトレーニングを受け、放射線科専門医を取得した後、現在は埼玉県立小児医療センターで放射線科医として勤務している。公立病院勤務となる直前まで、週1日は小児科医として臨床の場に立ち続けてきた。PALS providerの資格も持つ。

このような経験から、小児科医と放射線科医の双方の立場を誰よりもよく理解していると自負している。小児科と放射線科の双方を自ら経験した立場から、各々の科が相手に対してどのような感情や利害関係を持っているのか、今後どのように連携を組んでいくべきかなどについて私見を述べたい。また以下に述べる内容は私見ではあるが、自らの思いを述べるというよりは、同僚や友人などとの交流を通じて、なるべく一般的な小児科医、放射線科医が思っているであろう内容を述べるように留意した。

小児科と放射線科との関係

他の臨床各科と同様、小児科の日常診療は画像診断なしでは考えられない。そのため、放射線科が正常に機能している施設では、小児科と放射線科とは密接な連携をとらざるを得ない。小児科から放射線科への働きかけとしては、主として以下のような事柄が中心と思われる。すなわち、(1) 画像診断の選択や適応に関する相談、(2) 各種画像検査施行の依頼、(3) 画像所見の読影・解説、(4) IVRの依頼などである。それに対して、放射線科から小児科への働きかけは、読影業務に関わる臨床状況提供の依頼などを除けば、その大部分が小児科からの要望に対して適切に対処するということにつく。この「適切に」という意味は、医学的内容の適切性のみならず、社会的な適切性や人間関係としての適切性も含まれるべきである。重要な点は、日常業務では小児科が依頼する立場、放射線科が依頼される立場であることが大部分であるということである。

事例

さて、次のような事例を考えてみたい。作り話ではあるが、実際にあった事柄を多少脚色したものである。場所は都内の某病院の救急外来、当直をしているのは卒後3年目の小児科医である。時は12月31日の夜、紅白歌合戦も終わろうという時間帯である。外来にやってきたのは1歳の男児。今日の午後からゼイゼイしているという主訴で来院した。理学的所見では吸気・呼気ともに喘鳴を聴取した。撮影された胸部単純写真がFig.1aに示すものである。

先日の報道で、イレウスを見逃した小児科医が告発され、病院を追われたことが報道されていたこの単純写真を見た小児科医の頭を不安がかすめた。この縦隔陰影は胸腺でいいのかな？まさか縦隔腫瘍があって、そのためにゼイゼイしているのではないだろうな？どうしよう、そうだ！CTを撮っておこう。このような状況で撮影されたCTがFig.1bに示すものである。このCTを見ておそらく正常胸腺であろうと判断した小児科医は、吸入と気管支拡張薬の点滴を施行したのち、年明けの外来受診を指示して帰宅させた。

さて年明けにこの患者が受診した際、読影室に放射線科医を訪ね、単純写真とCTを見せて意見を聞いた。放射線科医の返事は以下のようなものであった。「単純写真のみで明らかな胸腺ですね。CTの適応はありませんでしたね。気管も押されていないし、こんな腫瘍ってありますか？側面は撮っていないのですか？側面写真も撮らずにCTを撮ったのですか？しかも単純CTでは血管病変などもわかりにくいですね。撮影条件を見ると160mAsもかけたのですか？被ばく量は数十倍ですよ。最近CT被ばくと悪性腫瘍の関連が問題になってますから、適応は厳密にした方が良いですよ。」

小児科医はなるほどと思う一方で、心の中でこのように言っていた。「年末の深夜の一人当直だったし、不安だったのさ。こんなことでオーペンを呼んだら怒られそうだし、自分がこなせる範囲内で、ある程度の診断をつけないといけなのが臨床の厳しさなのさ。そうしないと母親も不安な時間を過ごすことになるし、CTの条件は技師が決めたんだよ。文句は技師に言ってくれ。」

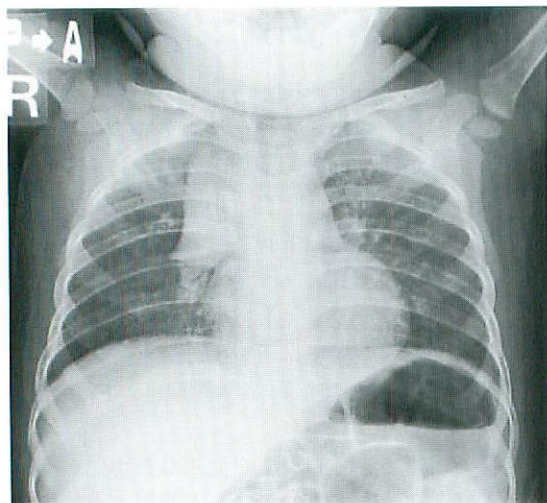


Fig.1a A one-year old boy with inspiratory stridor. Chest X-ray showed a mass-like soft tissue density shadow in or adjacent to the mediastinum.

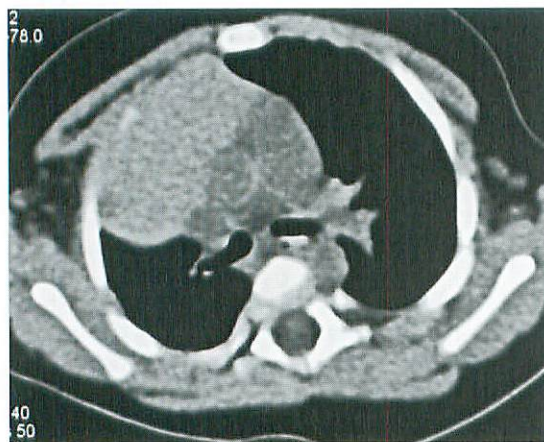


Fig.1b Chest CT revealed a well-defined soft tissue structure with homogeneous attenuation in the anterior mediastinum. Normal thymus.

小児科から放射線科に対する不満

前述の事例では、放射線科医の言っている内容をもっともであり、小児科医の未熟さによって不必要な被ばくや医療費負担を受けた患者は不幸であろう。しかし、小児科医と放射線科医がこのような人間関係を築いていると、よりよい医療をめざす連携は難しいものとなる。また「すべての画像診断は放射線科医の手で」という我々放射線科

医の願いも、ますますその目標へのハードルを高くしてしまう。

筆者自身の経験を踏まえ、小児科が放射線科に対してどのような感情・不満を持っているかを率直に述べたい。小児科医は放射線科医の持つ画像に対する判断の正確さ、知識の豊富さには敬意を払っている。しかし多くの不満も持っており、大別すると以下ようになる。

(1) 検査依頼時の不満

時間外など緊急時に対応してもらえない。たとえ対応したとしても、不機嫌で不平を言われる。前述の事例にあてはめると、以下ようになる。小児科医は交代性で年末年始の当直を苦勞してやりくりしている。放射線科医も当直をし、胸部単純写真をその場で読影してくれていればいいだろう。年末年始をずっと休んでいたくせに、文句を言わないで欲しい。

(2) 読影内容に対する不満

小児医療は時間が勝負であるにもかかわらず、必要とする時に時機を得た助言を得られない。大部分の成人を専門とする放射線科医は小児特有の疾患に対する理解が不足している。報告書の記述があいまいである（否定はできません、臨床的に必要性があれば、画像のみからは判断しかねます等）。判断の根拠を提示しない。

(3) 小児科医への対応に対する不満

画像所見の相談に行っても、説教が長い。小児科医は画像所見を聞きたいのに、検査適応や被ばく、撮影条件などに関する話が長い。場合によっては説教の方が長いことすらある。

(4) その他

漠然とした、小児科医の苦勞をわかってくれないという不満を持っている。

放射線科に転身して感じたこと

さて筆者は小児科医時代に前述のような感情・不満を放射線科医に対して持っていたが、その後放射線科医に転向して、これらの感情に変化はあったであろうか。

放射線科医に転向して感じたことは、以下のようであった。(1) 外部から見ていて予想していたよりも、放射線科医は忙しかった。もっと暇なのかと思っていた。(2) 検査枠は余裕なくスケ

ジュールが詰まっている。緊急検査を依頼しても、枠がなく施行できないこともあり得るのだな。(3) 全臨床科との対応を迫られるのは大変だ。(4) 要求される知識が膨大である。全臨床科、全身、全臓器、全年齢を対象とするので、あまりに広範囲すぎる。(5) 小児画像診断は、放射線科の中ではマイナーな分野で志望する者も少ない。小児の専門家はほんの一握りしかいない。(6) 画像診断の依頼に際して、臨床各科からの臨床情報の提供が少ない。そのために消化不良の読影を余儀なくされている。

前項で挙げた小児科医として持っていた数々の不満は、放射線科医に転向後はどのように感じただろうか。放射線科医として考えても正当な意見であると感じる点と、自分の持っていた不満は間違った認識に基づくものであると感じる点がある。それらは言葉では言い表せないことが多く、またその場の状況によっても異なるので、本稿の中ではそれらの区別については論じないこととする。

放射線科から小児科に対する不満

その後放射線科医として小児科医と付き合うようになり、今後は小児科医に対する不満を持つに至った。以下のようなものである。(1)「緊急で検査して欲しい」と気軽に言うが、枠はいっぱいである。物理的に無理なことを言わないで欲しい。(2) 適応の乏しい検査は後回しにしたい。もっと急ぐべき検査もあり、優先順位をつけて検査をこなしたい。(3) いろいろとやった後で相談するのではなく、検査計画の時点から相談してほしい。そうすれば、もう少し系統だった診断ができるのに。(4) 他人の施行した超音波や造影検査の読影は困難である。聞かれても困る。(5) 依頼票1枚の臨床情報で満足のいく読影はできない。臨床情報が少ないと、読影も不自由だしやる気も削がれる。(6) もっと上手に鎮静して欲しい。

連携強化のためには

自ら小児科と放射線科とを経験し、各々の内情を知った上で不満を吐露してきた。より良い小児医療のためには、これらの現状を理解しつつ、溝を埋めながらお互いに手を取り合う必要がある。

その目標により近づけるよう、稿を終えるにあたり小児科医と放射線科医に対して提言をしたい。これは他者に対してというよりは、自分自身が常に肝に銘じておくために、敢えて文面に残し、初心に返るための道標にするためのものである。

こども達を援けるより良い小児医療のためには、小児科と放射線科とが連携を強める必要がある。そのためにはお互いの立場や考えを理解し、意志疎通することが必要である。互いを理解し尊重する人間関係構築のための努力を惜しむべきでない。

小児科医に対して以下のように提言する。放射線科医の言い分や読影内容に納得できないこともあるだろうが、相手の言い分にも一理あることは多い。失格の烙印を押す前に、相手の意図することを深く聞いてからでも遅くはない。画像診断に際しては、検査施行時も読影依頼時も臨床側の考えを十分に伝えることが重要である。放射線科医をチーム医療の中に引き込むつもりで、時には強く要求し、時にはおだてながら、放射線科医を上手に利用してほしい。

放射線科医に対して以下のように提言する。放射線科は臨床の場面ではサービス業であるので、チーム医療の一員として何をすれば喜ばれるかを考えながら行動すべきである。放射線科は臨床各科から依頼されることが主体であるという特殊性があり、すべての要求に応じることは困難であると同時に、慢心に陥りやすいという落とし穴があることを認識すべきである。このような利害関係からFeedbackがかかりにくいことを念頭に置く必要がある。放射線科医と比較して、ほとんど常に小児科医の方が忙しく、悩み、苦勞している。相手を思いやり、自分から出向いていく覚悟でないと信頼は得られない。専門知識や技術は持っていて当然であり、プラスαが要求されている。

結 語

こども達を援ける連携のためのkeywordは相互理解と意志疎通にある。医学的知識や判断の正確性はあって当然であり、それにプラスαが求められる。互いを理解し尊重する人間関係構築のための努力を惜しむべきでない。

原 著 論 文

小児急性骨髄性白血病の画像診断

佐藤宏朗^{1,3)}, 野坂俊介¹⁾, 宮崎 治¹⁾, 宮坂実木子¹⁾, 岡田良行¹⁾, 北村正幸¹⁾,
堤 義之¹⁾, 鹿島恭子¹⁾, 正木英一¹⁾, 熊谷昌明²⁾, 高橋康二³⁾, 油野民雄³⁾

国立成育医療センター 放射線診療部¹⁾, 国立成育医療センター 特殊診療部小児腫瘍科²⁾,
旭川医科大学 放射線科³⁾

Diagnostic Imagings of Pediatric Acute Myeloblastic Leukemia

Hiroaki Sato^{1,3)}, Shunsuke Nosaka¹⁾, Osamu Miyazaki¹⁾, Mikiko Miyasaka¹⁾,
Yoshiyuki Okada¹⁾, Masayuki Kitamura¹⁾, Yoshiyuki Tsutsumi¹⁾, Kyoko Kashima¹⁾,
Hidekazu Masaki¹⁾, Masaaki Kumagai²⁾, Koji Takahashi³⁾, Tamio Aburano³⁾

Department of Radiology, National Center for Child Health and Development¹⁾

Department of Pediatric Oncology, National Center for Child Health and Development²⁾

Department of Radiology, Asahikawa Medical College³⁾

Abstract We described the imaging features of four cases with acute myeloblastic leukemia (AML). In our cases, common findings were organomegaly, periportal infiltration and lymphadenopathy. Predominant findings individual each case were soft tissue tumors in the orbit and the facial subcutaneous region in case 1, multiple osteolytic lesions in case 2, organomegaly in the abdomen in case 3, and cerebral vascular lesions in case 4. We conclude that CT is useful for whole body screening, and MRI is effective in demonstrating musculoskeletal and central nervous system lesions for deciding a biopsy site or therapeutic strategy.

Keywords Acute myeloblastic leukemia, CT, MRI, Children

はじめに

多彩な画像所見を呈し、興味深い臨床経過を辿った急性骨髄性白血病(以下AML)4例を経験した。AMLにおける画像所見の要点および画像検査の有用性について、文献的考察を加えて報告する。

対象と方法

当センター開院以来3年間(2002年3月から2005年2月)に、確定診断されている年齢15歳以下の急性骨髄性白血病4例を対象とした。これら

の症例において病歴記録、画像所見を後方視的に検討した。なお4例中にDown症患児は含まれていない。

結 果

症例1:1歳男児。

現病歴:眼瞼腫脹、咳嗽、呼吸困難にて前医に入院。全身皮下腫瘍も出現し、ランゲルハンス細胞組織球症(以下LCH)が疑われ、当センターICU入院。

原稿受付日:2005年11月12日, 最終受付日:2005年12月9日

別刷請求先:〒078-8510 旭川市緑ヶ丘東2-1-1 旭川医科大学 放射線科 佐藤宏朗

血液生化学検査：WBC $5700/\mu\text{l}$ ，RBC $291 \times 10^4/\mu\text{l}$ ，Hb 7.8g/dl ，Ht 23.3%，Plt $37.8 \times 10^4/\mu\text{l}$ ，LDH 690 IU/l ，CRP 0.2mg/dl 以下。

画像検査：胸腹部単純X線写真 (Fig.1a) で肺門周囲気管支血管陰影の増強を認めるが，非特異的所見であった。骨格系には，両側上腕骨近位骨幹

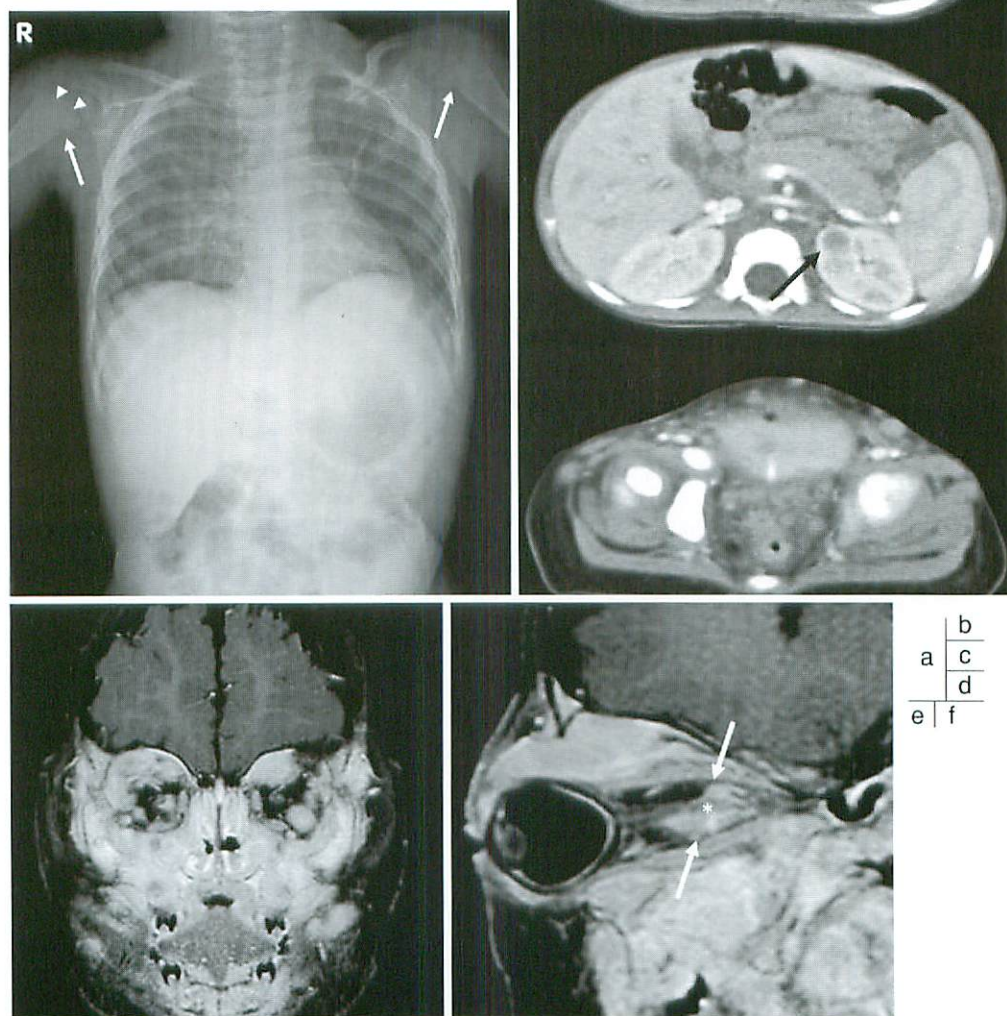


Fig.1 Case 1 One-year-old boy with dyspnea

- a : Plain radiograph shows bilateral perihilar shadows. Lucent bands (arrowheads) and medial bone erosions (arrows) are identified in the bilateral humeral metaphyses.
- b-d : Enhanced CT scans of the abdomen show hepatosplenomegaly, periportal low density (arrowheads), a left renal tumor (arrow), perirectal and bilateral inguinal lymphadenopathies, and subcutaneous nodules.
- e,f : Coronal image (e) and oblique sagittal image (f) of gadolinium-enhanced T1-weighted MR images with fat-suppression. Coronal image of the face shows multiple orbital and subcutaneous masses. Oblique sagittal image of the right orbit shows an intraorbital tumor (arrows) surrounding right optic nerve (*).

端に帯状の透亮像, また骨幹端内側には侵食像を認め, 白血病による所見と思われた。造影CTにて, 頭頸部では眼窩内腫瘍, 顔面皮下結節, 声門下気道狭窄, 腹部 (Fig.1b-d) で肝脾腫, 門脈周囲低吸収域, 両腎の腫大と腫瘍, 直腸周囲および鼠径部リンパ節腫大を認めた。視神経評価のため, 緊急MRIを施行し, 冠状断像で顔面皮下, 眼窩内の腫瘍が明瞭に描出された (Fig.1e), 右眼窩斜矢状断像で, 腫瘍による右視神経圧排を確認し (Fig.1f), 2 Gy, 1回の緊急照射を施行した。臨床経過: 末梢血液検査, 骨髓穿刺では診断に至らず, 皮下結節生検の結果, 急性単球性白血病 (AMoL) と診断, 化学療法後, 骨髓移植が施行され, 2年6ヶ月の経過で寛解維持している。

症例 2: 2 歳男児。

現病歴: 発熱, 腰痛, 歩行障害を認め, 前医で細菌性髄膜炎を疑われ, 当センター救急外来を受診。2ヶ月前に第12胸椎圧迫骨折にて入院歴あり。

血液生化学検査: WBC $16,830/\mu\text{l}$, RBC $390 \times 10^4/\mu\text{l}$, Hb 10.8g/dl , Ht 31.1% , Plt $22.8 \times 10^4/\mu\text{l}$, LDH 703IU/l , CRP 15.5mg/dl 。

画像検査: 頭部単純, 造影CTで髄膜炎の所見は認めないが, 骨条件CT (非呈示) で頭蓋冠, 斜台に多発溶骨性病変あり。胸椎圧迫骨折と併せLCHを疑い, 鑑別診断として神経芽腫骨転移を考えた。同日追加施行した体幹部CTで, 内臓悪性腫瘍は認めなかったが, 全脊椎および骨盤骨に多数の溶骨性, 破壊性病変を認めた (Fig.2a-c)。

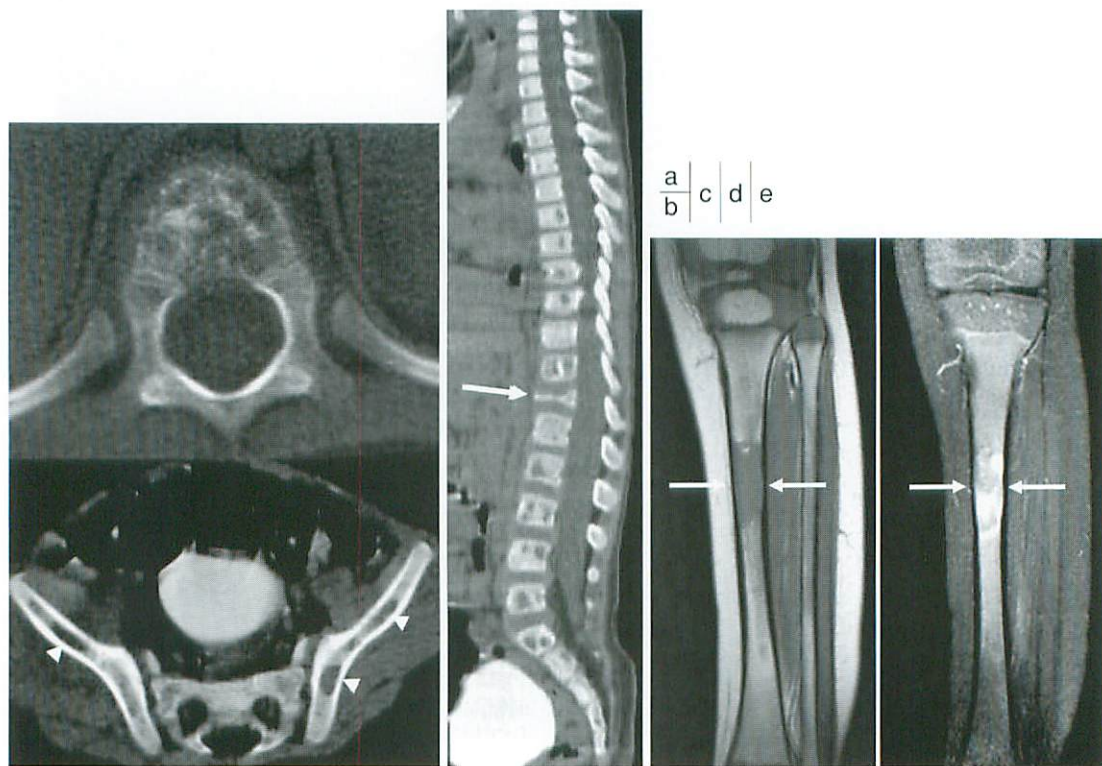


Fig.2 Case 2 Two-year-old boy with a fever and back pain

a-c: Axial CT scans of the spine and pelvis with bone algorithm, and a sagittal view of multiplanar reconstruction show multiple osteolytic and destructive lesions in the whole spine and pelvis (arrowheads). The 12th thoracic vertebral body shows compression fracture (arrow).

d, e: Coronal T1-weighted MR image of left thigh shows a hypointense lesion in the diaphysis of left tibia (arrows)(d). This lesion shows more intense enhancement compared with the normal red bone marrow on fat-suppressed gadolinium-enhanced T1-weighted MR image (arrows)(e).

骨病変精査のため施行したMRI (非呈示) で右腸骨周囲軟部腫瘍を認め、生検施行するも、炎症、壊死が強く、病理診断には至らなかった。末梢血液検査および骨髓検査でも、特異的所見は得られなかった。約4週間後に左下腿痛が出現し、MRI (Fig.2d,e) で左脛骨骨幹部病変を認め、同部位の生検により、急性巨核芽球性白血病 (AMkL) と診断された。

臨床経過：入院40日目に化学療法開始。右腸骨に放射線照射10Gy施行後、骨髓移植を行い、1年2ヶ月の経過で、寛解維持している。

症例3：3歳男児。

現病歴：皮膚点状出血、歯肉紫色、腹部膨満あり、自宅より当センターに救急搬送。1歳時発症の肝芽腫に対し、化学療法および肝右葉切除術を施行している。

血液生化学検査：WBC 386,100/ μl , RBC 370 $\times 10^4$ / μl , Hb 9.0g/dl, Ht 30.0%, Plt 0.4 $\times 10^4$ / μl , LDH 1963 IU/l, CRP 2.8mg/dl.

凝固機能：PT 31.1sec, PT% 25.3%, APTT 122.9sec, fibrinogen 53mg/dl

画像所見：腹部単純X線写真 (非呈示) では残肝が腫大し、腸管を圧排していた。腹部US (非呈示) で残肝腫大、門脈周囲高エコー域、脾腫、脾門部リンパ節腫大、腎腫大、腹水を認めた。

臨床経過：末梢血所見より白血病を疑い、白血病細胞表面マーカーからAMoLと診断された。全身状態は悪く、ICUへ入院。当日より交換輸血、化学療法が開始された。その後、肺高血圧、右心負荷が増悪し、入院3日目に死亡した。

症例4：10歳男児。

現病歴：感冒様症状、呼吸苦あり、前医救急外来を受診した。前医胸部単純X線写真 (非呈示) で心陰影拡大を認め、心嚢液貯留が示唆された。前医の頭部および胸腹部CT (Fig.3a-d) では、右前頭葉皮質下出血、胸水、心嚢液貯留、縦隔および腋窩リンパ節腫大、肝脾腫、脾梗塞を認めた。

血液生化学検査：WBC 441,500/ μl , RBC 312 $\times 10^4$ / μl , Hb 7.7g/dl, Ht 27.0%, Plt 9.1 $\times 10^4$ / μl , LDH 3350 IU/l, CRP 11.9mg/dl.

凝固機能：PT 21.5sec, PT% 41.2%, APTT 42.2sec, fibrinogen 56mg/dl, FDP 75.1 $\mu\text{g}/\text{ml}$,

ATIII 50%, D dimer 49.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$.

臨床経過：当センターに救急搬送。救急外来でUS (非呈示) を施行し、心嚢液を認めたが、経皮的穿刺は困難と判断した。末梢血所見より白血病を疑い、白血病細胞表面マーカーからAMoLと診断された。外科的に心嚢液160mlを排液し、入院翌日より血液透析、化学療法が開始された。その後、脳出血、梗塞が多発、拡大し (Fig.3e,f)、緊急減圧開頭術が施行されるも、入院5日目に死亡した。

考 察

小児白血病の頻度は10万人に対し4～5人といわれ、小児悪性腫瘍の約半数を占める¹⁾。成人例と異なり、小児白血病では急性白血病が95%以上を占め¹⁾、うち急性リンパ球性白血病が8割と多くを占め、AMLは残りの2割である¹⁾。

AMLの画像所見としては、6割に腹部臓器腫大を認め、肝、脾、腎に多いとされている²⁾。肝では白血病細胞がグリソン鞘に沿って浸潤するため、CTでは門脈周囲低吸収域として描出されることがある²⁾ (Fig.1b,3d)。脾腫は肝腫大よりも頻度が高く、まれではあるが症例4 (Fig.3d) のように脾梗塞を起こすと、CTで楔形の低吸収域として描出される²⁾。腎は白血病浸潤の好発臓器の1つであり、初発時よりも再発時に頻度が高い²⁾。腎、精巣、中枢神経系は骨髓寛解時期であっても再発を起こすことがあり、“sanctuary sites (聖域)” とも呼ばれ²⁾、放射線科医も留意すべきである。小児白血病における骨病変の頻度は、単純X線写真での検討で50%以上と報告されており、溶骨性、硬化性変化いずれも起こり、混在して見られることもある^{2,3)}。その他に、びまん性骨塩減少、骨膜反応、骨幹端の帯状透亮像も知られている^{2,3)}。生検部位決定のための画像検査としては、全身骨撮影およびCT、MRIいずれも有用である。ただし髄内病変の描出においては、MRIが優れており、T1強調画像、脂肪抑制T2強調画像、また脂肪抑制造影後T1強調画像が適している²⁾。その他に、白血病では腸管浸潤や肺浸潤も起こるが、今回の4例中、画像所見として捉えられた例はなかった。

AML画像の特徴の一つに、顆粒球性肉腫があ

る。白血病細胞が皮下腫瘤を形成、あるいは骨膜下から骨外へ進展するといった髄外での腫瘤形成であり、腫瘤形成性白血病あるいはchloroma(緑色腫)ともいわれる。白血病の中ではAMLで最も頻度が高く、2.5～8%に発生し、小児例は成人例に比べて頻度が高い⁴⁻⁶⁾。画像所見は非特異的な腫瘤であるが、筋、脳実質とCTで等吸収値、MRIで等信号を呈し、均一な造影効果を示す⁶⁾。発生部位としては眼窩、皮下組織に最も多く^{6, 7)}、症例1は典型的な画像所見を呈した。鑑別診断として、LCH、悪性リンパ腫もしくは神経芽腫やEwing肉腫の転移が挙がる⁶⁾。末梢血液検査や骨

髄所見で診断が確定せず、このような腫瘤が生検される場合もある⁶⁾。その際には、白血病の合併症としての血腫や炎症性変化および膿瘍との鑑別を行い、不必要な生検は避けなければならないが、時に鑑別が困難なこともある⁸⁻¹⁰⁾。

小児AMLの予後不良因子として、7モノソミー等の遺伝子異常、白血球数が $20,000/\mu\text{l}$ 以上、中枢神経浸潤、2次性AMLが報告されている¹⁾。また白血球数が著明に増加し(hyperleukocytosis)、とくに $200,000/\mu\text{l}$ を超えると血管内塞栓を起こし、低酸素血症、出血、梗塞がみられる。白血球塞栓とよばれ、交換輸血等の緊急治療を必要とす

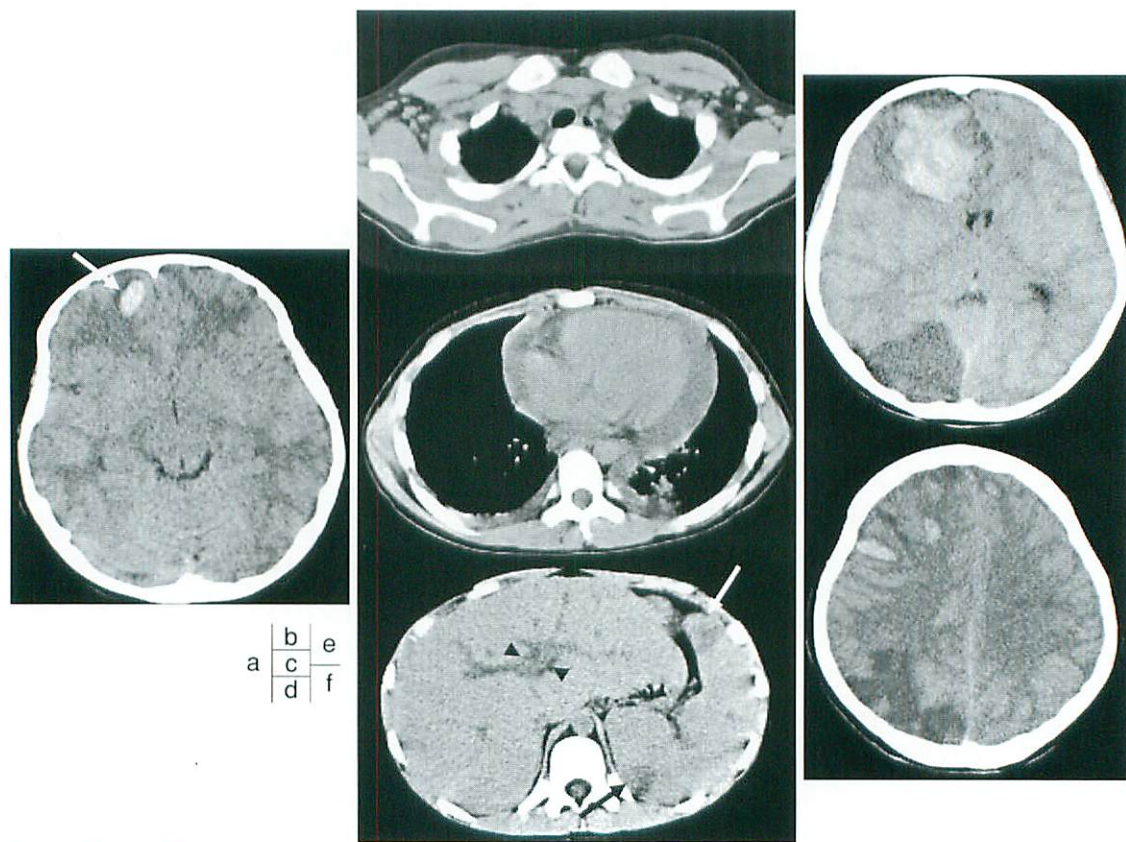


Fig.3 Case 4 Ten-year-old boy with dyspnea

- a : Brain CT shows subcortical hematoma in right frontal lobe (arrow).
 b, c : Chest CTs reveal bilateral axillary lymphadenopathies, pericardial effusion, and bilateral pleural effusions.
 d : Abdominal CT shows hepatosplenomegaly, periportal infiltration (arrowheads), and multiple splenic infarcts (arrows).
 e, f : Two days later, subcortical hematoma in the right frontal lobe has enlarged. Several subcortical hematomas have appeared in the right frontal lobe. Multiple cortical infarcts have also appeared in the bilateral cerebral hemispheres.

Table 1 Imaging findings of four cases with acute myeloblastic leukemia

Case1	Case2	Case3	Case4
soft tissue tumor	compression fracture	hepatomegaly	cerebral breeding
hepatomegaly	osteolytic lesion	periportal infiltration	cerebral infarction
periportal infiltration	soft tissue tumor	splenomegaly	pericardial effusion
splenomegaly		renal swelling	pleural effusion
renal swelling		lymphadenopathy	hepatomegaly
renal tumor		ascites	splenomegaly
lymphadenopathy			periportal infiltration
tracheal narrowing			splenic infarction
submetaphyseal lucent band			lymphadenopathy
			ascites

る病態であり、AMLに比較的多く発症する¹⁾。今回の4例に関しては、症例3, 4は入院後1週間以内に死亡しているが、白血球数はそれぞれ386,100/ μl 、441,500/ μl と異常高値を示し、症例3は皮膚点状出血を、症例4は脳出血、梗塞および脾梗塞を認めた。一方、緩解を維持している症例1, 2は白血球数20,000/ μl 以下で、理学所見および画像所見にて出血を認めなかった。症例数が少なく確定的ではないが、臓器出血や梗塞は予後不良因子といえるかもしれない。

4症例の画像所見をTable.1に列挙した。各症例の特徴は、症例1は全身性に多発する軟部腫瘍が主体で、特に顔面、眼窩に顕著であった。症例2は骨病変が主体で、圧迫骨折で初発し、躯幹骨に溶骨性病変が多発した。症例3はUSにて腹部臓器腫大、門脈周囲浸潤などの腹部所見が確認された。症例4は脳出血、脳梗塞、脾梗塞といった血管障害が特徴的で、心嚢液、胸水、腹水といった腔水症も認めた。4例中頻度の高い所見として、3例に、腹部臓器腫大、門脈周囲浸潤および腫大リンパ節を認めた。いずれも非特異的な所見であるが、これらを同一患者に認めた場合にはLCH、悪性リンパ腫とともにAMLも考慮すべきと思われる。

今回AML4例において臓器浸潤、骨軟部病変、血管障害、腔水症、腫大リンパ節と多彩な病変を認めた。これらを画像評価するには、短時間で施行でき、かつ臓器特異性の低いCTが有用であり、一度に全身検索を行うことができる。一方、骨軟部病変は診断確定のための生検部位として重要で

あり、神経系病変は機能温存のため、詳細な画像評価および治療計画が必要である。これらの目的には、濃度分解能の高いMRIが有効である。小児白血病の画像検査においては、小児科医と放射線科医とが、また生検予定であれば小児外科医も含め、検査目的および撮像部位を十分検討し、その上で被検患児にとって最適と思われるモダリティを選択することが望ましい。

まとめ

AML4例の画像診断について報告した。CTは臓器特異性が低く、全身検索に有用であった。MRIは骨軟部、神経系病変の評価に優れ、生検部位決定や治療方針決定に有効であった。画像所見は多彩かつ非特異的であるが、腹部臓器腫大、門脈周囲浸潤、腫大リンパ節の頻度が高く、これらを同時に認めた場合にはAMLも考慮すべきと思われる。

本論文の要旨は、第41回日本医学小児放射線学会(2005年、高松)で発表した。

●文献

- 1) 小泉昌一：急性白血病。小児内科 2003；35（増刊），1190-1197。
- 2) Tanaka N, Matsumoto T, Furukawa M, et al : Leukemia. Radiological imaging in hematological malignancies. Ed by Guermazi A, Springer, 2003, p351-366.
- 3) Kushner DC, Weinstein HJ, Kirkpatrick JA : The

- radiologic diagnosis of leukemia and lymphoma in children. *Semin Roentgenol* 1980 ; 15 : 316-334.
- 4) Liu PI, Ishimaru T, McGregor DH, et al : Autopsy study of granulocytic sarcoma (chloroma) in patients with myelogenous leukemia, Hiroshima-Nagasaki 1949-1969. *Cancer* 1973 ; 31 : 948-955.
- 5) Muss HB, Moloney WC : Chloroma and other myeloblastic tumors. *Blood*. 1973 ; 42 : 721-728.
- 6) Pui MH, Fletcher BD, Langston JW : Granulocytic sarcoma in childhood leukemia: imaging features. *Radiology* 1994 ; 190 : 698-702.
- 7) Uyesugi WY, Watabe J, Petermann G : Orbital and facial granulocytic sarcoma (chloroma) : a case report. *Pediatr Radiol* 2000 ; 30 : 276-278.
- 8) Ooi GC, Guermazi A : Granulocytic sarcoma. Radiological imaging in hematological malignancies. Ed by Guermazi A, Springer, 2003, p367-388.
- 9) Ooi GC, Chim CS, Khong PL, et al : Radiologic manifestations of granulocytic sarcoma in adult leukemia. *Am J Roentgenol* 2001 ; 176 : 1427-1431.
- 10) Heiberg E, Wolverson MK, Sundaram M, et al : CT findings in leukemia. *Am J Roentgenol* 1984 ; 143 : 1317-1323.

症 例 報 告

稀な新生児脳動脈瘤破裂の 1 例

小川理世, 安藤久美子, 長見ゆき, Ajaya R Pande, 石藏礼一, 中尾宣夫,
前川講平¹⁾, 谷澤隆邦¹⁾, 池本秀康²⁾, 有田憲生²⁾
兵庫医科大学 放射線科学, 同 小児科学¹⁾, 同 脳神経外科学²⁾

An Infant Case of Ruptured Intra-cranial Aneurysm

Masayo Ogawa, Kumiko Ando, Yuki Nagami, Ajaya R Pande, Reiichi Ishikura,
Norio Nakao, Kohei Maekawa¹⁾, Takakuni Tanizawa¹⁾, Hideyasu Ikemoto²⁾, Norio Arita²⁾

Department of Radiology, Department of Pediatrics¹⁾, Department of Neurosurgery²⁾, Hyogo College of Medicine

Abstract Subarachnoid hemorrhage due to ruptured aneurysm accounts for 2% of non-traumatic intracranial hemorrhage in infants.

We herein report an infant case of ruptured intracranial aneurysm in MCA. In addition to MRA, a low attenuation area on pre-contrast CT images and a signal void on T2-weighted images of MRI were useful for depicting the aneurysm within the subarachnoid hemorrhage.

Keywords Ruptured intra-cranial aneurysm, Infant, CT, MRI

はじめに

動脈瘤破裂からのくも膜下出血は新生児では 0.5～4%と稀である²⁾。単純CT, MRIが術前診断に有用であった新生児破裂動脈瘤の 1 例を報告する。

症 例

患者：生後 2 週間, 男児

主訴：全身性強直性痙攣, 左眼開眼不能

現病歴：在胎40週4日, 体重3620g, Apgar 9/9, 自然経陰分娩, 外傷の既往無し, 生後14日目, 自宅にて母親が左眼の開眼不能, 痙攣様動作に気づき当院眼科受診, 診察中に痙攣を認めたため, 小児科に入院となった。

入院時所見：大泉門の膨隆, 左眼瞼浮腫, 瞳孔

の左右差が認められ, 両側の対向反射は消失していた。皮膚に出血斑等見られなかった。入院時血液生化学検査にて, Hb 6.9 g/dlと低下し貧血であった。その他凝固系等に異常認めなかった。

画像所見：来院直後行われた頭部単純CTにて左シルビウス裂中心に高吸収域を認め, 一部は硬膜下にまで及んでいた。くも膜下出血, およびその硬膜下穿破と考えられた。左シルビウス裂の高吸収域内側に 8 mm 大の低吸収域を認めた。右方への mid-line shift がみられ, 右側側脳室は拡大していた。左 MCA 領域はやや低吸収域を呈していた。同日行われた頭部 MRI では T1 強調画像にて左シルビウス裂中心にくも膜下腔に高信号域が認められ, 硬膜下腔にまで広がっていた。T2 強調画像にて左シルビウス裂の血腫は脳実質よりやや低信号を示しており, 比較的新しい出血と思われた。

原稿受付日：2005年6月30日, 最終受付日：2005年10月3日

別刷請求先：〒663-8501 西宮市武庫川町 1-1 兵庫医科大学 放射線科 小川理世



Fig.1 On CT image, hyper-attenuation subarachnoid hemorrhage in the left sylvian cistern is visualized. There is a hypodense area of 8mm diameter within the hemorrhage. A hematoma in the left subdural space is also observed. The left frontal lobe is shifted across the midline by the mass effect, and the right lateral ventricle is dilated by compression of the foramen of Monro.



Fig.2 On T1-weighted image of MRI, the subarachnoid hemorrhage shows high signal intensity.



Fig.3 The subarachnoid hemorrhage was hypointense on T2-weighted image. There is a round signal void within the hemorrhage, corresponding to the hypodense mass on CT, suggesting a ruptured aneurysm.

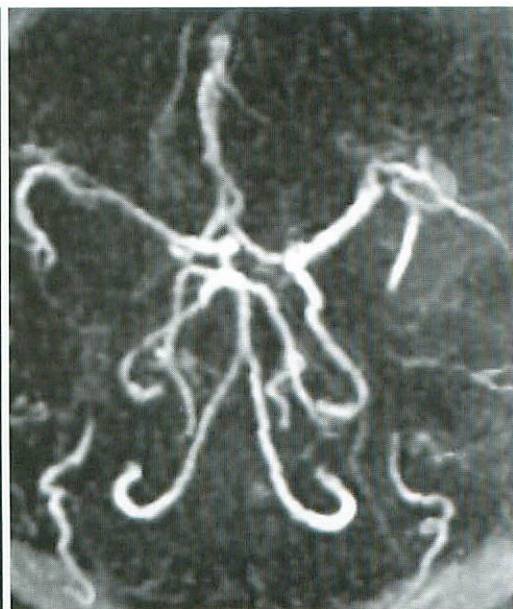


Fig.4 On MRA, an aneurysm of 1cm diameter is depicted at the M3 portion of the left MCA.

その内側にはflow voidが見られ、これはCTの左MCA領域での低吸収域と一致していた。動脈瘤を疑いMRAを施行した。MRAにて中大脳動脈弁蓋部(M3)に直径1 cm弱の淡いmass lesionを認め、動脈瘤を疑った。以上より左中大脳動脈瘤破裂によるくも膜下出血と考えられた。

翌日動脈瘤開頭neck clipping術が行われた。まず左前頭頭頂開頭を行い、中大脳動脈の水平部(M1)を末梢へ剥離した。動脈瘤は島部で分岐する中大脳動脈島部の後方枝posterior trunkの少し末梢に認められた。これは、術前に行った単純CT、MRA所見と一致した。

1ヵ月後施行したMRIにて左基底核、視床をのぞく左大脳半球は広範囲で囊胞変性をきたしていた。現在は精神発達遅延、右片麻痺を認めている。

考 察

新生児の頭蓋内出血の出血部位としては、未熟児では頭蓋内出血、くも膜下出血、小脳出血が多い¹⁾。成熟児では硬膜下出血、脳実質内出血が多くみられる。原因としては分娩時外傷を含め外傷性が70%、非外傷性として脳室内出血が60%、脳動静脈奇形が10%である。以下血管腫、凝固異常が続く。非外傷性として動脈瘤は全体の0.5~4%と稀である²⁻⁴⁾。

動脈瘤の発生部位は大人では椎骨脳底動脈頂部、後交通動脈分岐部、前交通動脈に多いが、小児は内頸動脈分岐部、中大脳動脈末梢に多いのが特徴である。本例もM3に見られた。また小児では巨大動脈瘤(25mm以上)が多いことを特徴とする。脳血管異常を伴う血管走行異常など認められる場合があるので、治療前の脳血管評価、動脈瘤および周囲血管のイメージングが大切である⁵⁾。

新生児の脳血管障害の画像診断法として超音波、CT、MRIが考えられる。超音波であるが、新生児は骨に覆われていない大泉門があり、非侵襲性でありベッドサイドで繰り返し行うことができるという点では第一選択である。またドプラー法にて血管の描出も可能である。しかし出血、梗塞とも高エコーである事、視野が限られる事、また超音波自体のアーチファクトによりくも膜下腔はもともと高エコーでわかりにくいことが欠点として挙げられる。

一般にCTは被ばくがある事、血管描出に造影剤が必要であることが欠点として挙げられる。一方でMRIに比べて、検査時間が短くすむことから鎮静が必要でなく、さらに医療機器を持ち込める事より患児の状態に左右されことなく救急対応も可能となる。さらに、出血は急性期から高吸収を示し、くも膜下、硬膜下出血、脳内の診断に有用である⁶⁾。

MRIは超急性期の出血の判断が困難な場合がある。しかし出血巣のヘモグロビンの磁気的変化を利用して、出血時期が推測可能である。またMRAにて非造影で血管描出可能である。脳動脈瘤ならば直径が3 mmあれば95%以上診断可能と言われている⁷⁾。しかし大きい動脈瘤は内部の乱流で診断困難な場合がある。本例の動脈瘤もMRAでやや淡く描出された。この場合むしろT2強調画像のflow voidの所見が有用である。その他撮影時間が長くなる点、またモニター・輸液ポンプ等が使用出来ないため、状態が安定していないと施行できない点が欠点として挙げられる⁷⁾。

本症例の場合、術前の単純CTにおいてくも膜下腔に出血部位と考えられる高吸収域が見られ、その内部に低吸収域が見られた。これは頭部MRI T2強調画像でのflow voidとMRAでの動脈瘤の所見と一致した。単純CTでのくも膜下腔内の低吸収域はくも膜下出血が貯留している中の動脈瘤自体の結節状の相対的低吸収を見ているものと考えられる。以上の事より単純CTでの低吸収域とMRI T2強調画像でのflow voidは比較的サイズの大きいものを含め動脈瘤を診断する上で重要な所見であると考え⁴⁾。

小児脳動脈瘤の予後は成人に比べよいことが知られており、死亡率は10%以下、神経学的予後も95%以上で良好とされている⁴⁾。本自験例では、右片マヒを残し、リハビリ施設に転院となった。

結 語

新生児において動脈瘤によりくも膜下出血を来すことは稀であるが、鑑別診断として挙げるべきであると考え。比較的大きな動脈瘤では、MRAに加え、単純CTでのくも膜下腔内の低吸収域とMRI T2強調画像でのflow voidも非造影での検査法として有用と思われる。

●文献

- 1) 高橋義男：小児非外傷性頭蓋内出血，小児内科 2003；35：679-685.
- 2) 藤村正哲：新生児期の頭蓋内出血，小児科診療 1999；11：1761-1767.
- 3) 松井潔：頭蓋内出血，産婦人科治療 1999；78：422-422.
- 4) Putty TK, Luerssen TG, Campbell RL, et al : Magnetic Resonance Imaging Diagnosis of a Cerebral Aneurysm in an Infant. Pediatr Neurosurg 1990-91；16：48-51.
- 5) Volpe JJ : Aneurysms with Presentation in first 3months of Life. Neurology of the newborn 2001；4：418-419.
- 6) 井田正博，増本智彦：脳動脈瘤，よくわかる脳MRI. 青木茂樹編著. 東京，秀潤社，1998，p188-195.
- 7) 小川敏英，奥寺利男：脳内出血，脳脊髄のMRI. 山口昂一編著. 東京，メディカルサイエンスインターナショナル，1999，p177-189.

症 例 報 告

術前診断が困難であった傍卵巣(傍卵管)嚢腫茎捻転の
1例

小橋優子, 今西好正, 上條 謙, 境野晋二郎, 吉松美佐子, 中島康雄,
濱野志穂¹⁾, 佐藤百合子¹⁾, 脇坂宗親¹⁾, 小田中美恵子²⁾

聖マリアンナ医科大学 放射線科, 同 小児外科¹⁾, 同 診断病理¹⁾

Torsion of Paraovarian Cyst : A Case Report

Yuko Kobashi, Yoshimasa Imanishi, Ken Kamijo, Shinjiro Sakaino, Misako Yoshimatsu,
Yasuo Nakajima, Shiho Hamano¹⁾, Yuriko Sato¹⁾, Munechika Wakisaka¹⁾,
Mieko Odanaka²⁾

Department of Radiology, Pediatric surgery¹⁾, and Pathology²⁾, St.Marianna University School of Medicine

Abstract In children, torsion of a paraovarian cyst is rare and very difficult to diagnose before surgery, because almost all patients with a paraovarian cyst have no symptoms until there is torsion, hemorrhage or rupture. In this paper, we report the case of a 12-year-old girl who had torsion of one of several paraovarian cysts.

She had had right lower abdominal pain for 3 days. Abdominal ultrasonography and CT showed multiple cystic lesions in her pelvic cavity at the left dorsal aspect of the uterus, which had thickened walls and different contents. We diagnosed torsion of an ovarian tumor with intracystic hemorrhage. However at operation, several cysts were seen along the left fallopian tube, the largest one of which had been twisted 720 degrees around the fimbriae of the tube. The twisted cyst showed hemorrhage and necrosis and the fimbriae congestion. Paraovarian cyst is pathologically classified into mesothelial, mesonephric, and paramesonephric types. The cysts in our case belonged to the mesothelial type. As mesothelial type cysts are sensitive to gonadal hormones, they show a tendency to become larger and have more complications in children than the others. Thus, a radiologist should remember paraovarian cysts in the differential diagnosis of ovarian cysts in a girl at puberty.

Keywords Torsion, Paraovarian cyst, Wolffian duct, CT, Ultrasound

はじめに

傍卵巣(傍卵管)嚢腫は、胎生期の中腎管(Wolff管)の遺残が嚢胞化したもので^{1,2,3)}、全子宮付属

器の腫瘍性病変の約10~33%^{1,3)}を占める比較的頻度の高い腫瘍であるが、無症状であるため報告される症例の年齢は30~40歳代に多く、他の婦人科疾患や消化器疾患で開腹した時に偶然見つかる

原稿受付日: 2005年9月12日, 最終受付日: 2005年10月26日

別刷請求先: 〒216-8511 神奈川県川崎市宮前区菅生2-16-1 聖マリアンナ医科大学放射線科 小橋優子

ものが多い^{1,3,4)}。こうしたことから小児での傍卵巣(傍卵管)嚢腫の報告は稀である^{1,2)}。

今回我々は右下腹部痛を主訴に来院したが、痛みの部位と腹部超音波検査やCT検査で異常所見の部位が異なっていたため術前診断に苦慮した傍卵巣(傍卵管)嚢腫茎捻転の症例を経験したので、若干の文献的考察を加えて報告する。

症 例

症例：12歳女児

既往歴：特記すべきことなし。

現病歴：3日前より夜間になると消失する臍中心の腹痛を自覚した。その翌日朝より右下腹部痛となり、38度台の発熱も認めるようになった。食欲低下も見られたため近医を受診し、虫垂炎が疑われたため当院救命センターへ紹介となった。

来院時は、右下腹部痛と発熱は認められたが、嘔吐や下痢は見られなかった。初潮は半年前にあったが、それ以降月経は見られていなかった。

入院時現症：

身長 142.3cm、体重 39.8kg、体温 38.5度、血圧 110/70mmHg、脈拍 118/分、McBurney点より2

横指上方を最強点として下腹部全体にBlumberg徴候を認めた。腸管蠕動音の減弱も腹部全体に認めた。また、直腸診では直腸から2時方向に圧痛を認めた。

血液および血液生化学検査所見：

WBC 20100/ μl (正常値：4000～8000/ μl)、CRP 9.23mg/dl (正常値：0.3mg/dl以下)で、その他の血液検査は正常範囲内であった。

画像所見：

腹部単純X線写真臥位像では、腸管ガスの拡張はなく、明らかな異常は指摘出来なかった。次に、虫垂炎検索のために右下腹部超音波検査(Fig.1a)を行ったが、右下腹部に盲腸に連続して正常の虫垂が確認された。骨盤腔超音波検査(Fig.1b)では、子宮体部の左背側に数珠状に連続する低輝度病変を認めた。病変の境界は明瞭、低く均一な内部エコーを伴っており、嚢胞性病変であることが示唆された。左卵巣は同定出来なかった。

腹部造影CT(Fig. 2)では、腹部超音波検査と同様に、子宮体部左背側に集簇した嚢胞が多数見られ多発性嚢胞性病変あるいは多胞性嚢腫と考えられた。嚢胞壁は中等度の造影効果を示しており、大

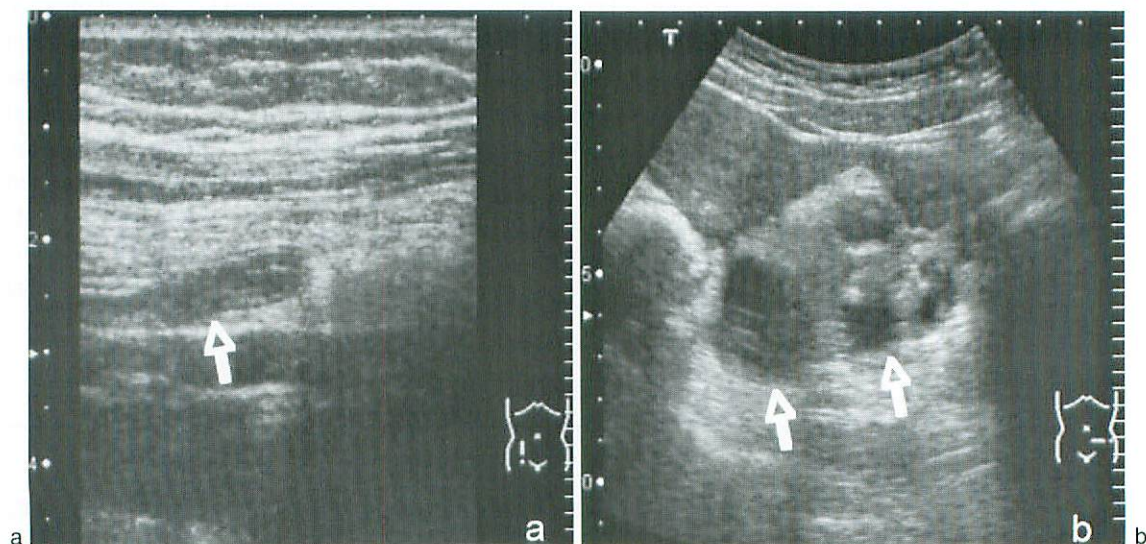


Fig.1 Transabdominal ultrasonography

a : Sagittal view of the right lower quadrant of the abdomen for evaluation of the appendix. The appendicitis is normally identified (arrow). There is no evidence of acute appendicitis.

b : Horizontal view of the left lower quadrant of the abdomen for evaluation of the uterus and adnexa.

Multiple cystic lesions with thick walls are depicted at the dorsal aspect of the uterus. These show a pearl necklace appearance.

きさは最大の嚢胞で直径約4 cmであった。一部の嚢胞では、他の嚢胞の内部よりその内部の濃度がやや高く嚢胞内出血の可能性を示唆していた。また左卵巣静脈の怒張と同時に、卵管および子宮内腔の拡張が認められた。腹膜の肥厚および骨盤腔内脂肪濃度の上昇があり腹膜炎の合併が疑われた。

診断と経過：

腹部超音波検査所見と腹部造影CT所見で、子宮と左卵管が同定されており、左卵巣が同定できなかったことから、卵巣腫瘍茎捻転が最も考えられたが、卵管拡張や嚢胞壁が造影されていることから卵管膿瘍、嚢胞に一部出血を伴ったものがある

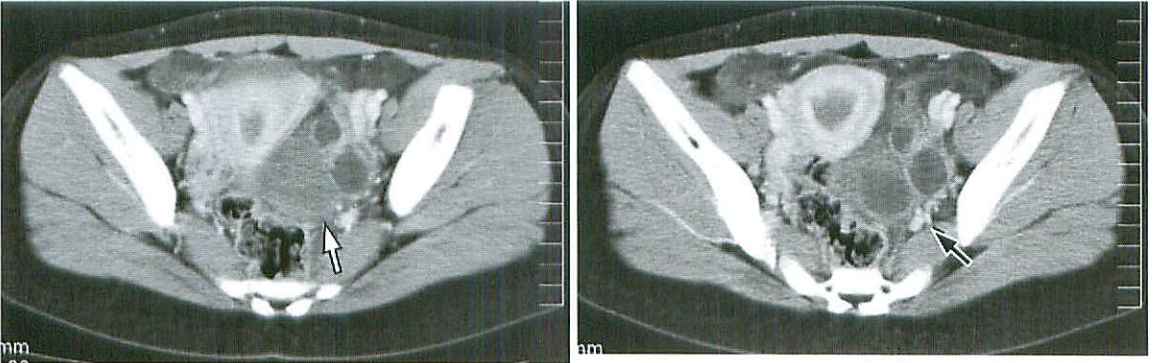


Fig.2 Pelvic images of abdominal CT

Multiple cystic lesions can be identified in the pelvic cavity at the left dorsal aspect of the uterus. The cystic walls of the lesions are moderately enhanced. Ovarian veins are dilated (black arrow), which indicates the possibility of venous congestion or inflammation. In addition, one of the cystic lesions has a slightly higher density of cystic content than the others (white arrow), which indicates the possibility of intracystic hemorrhage. Fat tissue in the pelvic cavity shows a dirty fat appearance, which indicates the possibility of peritonitis.

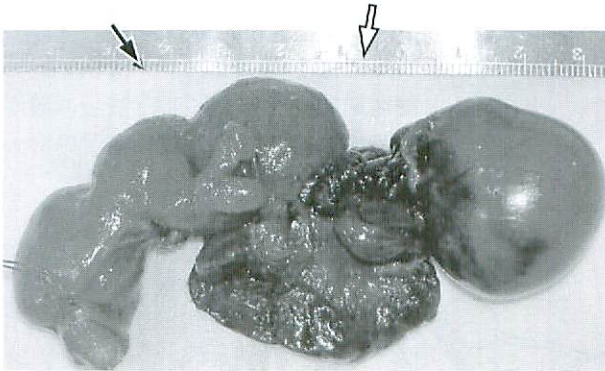


Fig.3

Extirpated left fallopian tube and cystic masses. Multiple cystic masses are present along the left fallopian tube (black arrow). The fallopian tube shows edematous change. The largest cyst is twisted clockwise through several complete turns around the fimbriae of the tube (white arrow). The twisted mass and fimbriae of the tube include hemorrhagic and necrotic areas.

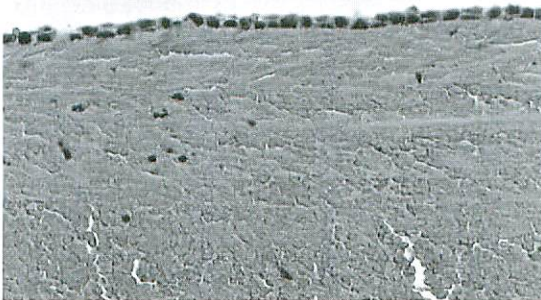


Fig.4 Histological section (H-E)

Cystic mass includes a single layer of cuboidal epithelium. Submucosal area shows necrotic change with hemorrhage.

ことよりチョコレート嚢胞が鑑別に挙げた。患者の年齢、卵巣静脈の怒張所見より卵巣腫瘍を捻転と診断し緊急開腹を施行した。開腹所見では、左卵管は著明な浮腫性変化を認めた。左卵管に沿って数個の嚢胞が認められ、そのうちの卵管系近傍に存在しているひとつの嚢胞が卵管系を巻き込むように720度時計回りに捻転し出血壊死していた。左卵巣は正常であった。病理肉眼所見でも嚢胞性病変は卵管に沿って存在していた (Fig. 3)。捻転していた嚢胞の病理組織所見では、壁は一層のやや扁平な立方上皮で形成されており、粘膜下組織は出血と壊死で占められていた (Fig. 4)。最終診断は傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫を捻転であった。

考 察

胎生期に生殖管として中腎管と中腎傍管 (Müller管) の2つが存在している。中腎管と中腎傍管は胎生第5～6週では生殖管としては未分化な形で存在するが、中腎管は胎生第4週の後期には胎生期の暫定的腎臓として発生する中腎の尿管として機能する。中腎傍管は、中腎の中皮の陥入によって中腎の外側に発生する生殖管で、中腎管と平行に走行して骨盤領域に達する。胎生第5週目から後腎が発生しはじめ、男児では、第8週からテストステロンが胎児の精巣から分泌されると、中腎管は尿管としての役割から、生殖管への分化を始め、精巣上体、精管、射精管を形成する。これに

対して女児では、女性生殖器の発生として中腎傍管が分化し、子宮および卵管を形成する。中腎管はホルモン依存性があるため、女児では通常退行変性していく。このときの退行変性がうまく行われずこの中腎管が遺残してしまうと、さまざまな名称で呼ばれる痕跡器官となる。具体的には、子宮外側壁に沿って子宮広韧带の間に管腔構造物として遺残すれば、ガルトナー管、嚢腫化すればガルトナー管嚢腫、中腎管の頭方端が残存すれば胞状垂、卵巣と卵管との間に残存する少数の盲状細管を卵巣上体、などが挙げられる⁵⁾ (Fig. 5)。傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫はおそらくこれらの痕跡器官を総称したもので、狭義には卵巣上体を指している^{1-4, 6)}。これらはすべて存在部位が異なるだけでいずれも中腎管の遺残であり、中腎管はもともと管状構造物であるため多数の嚢胞が存在する場合は数珠状に連なる傾向がある。本症例では、多数の嚢胞が卵管に沿って存在しており、中腎管の遺残を裏付ける所見であった。

傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫の上皮組織は、病理組織学的に mesothelial type, paramesonephric type, mesonephric type の3種類に分類される^{1-4, 6)}。頻度的には、mesothelial type もしくは mesonephric type の傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫の報告が多い³⁾。特に mesothelial type は性ホルモン感受性があるので^{3, 6)}、未産婦より経産婦に傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫の頻度が高く、妊娠初期に傍卵巣 (傍卵管) 嚢腫の増大

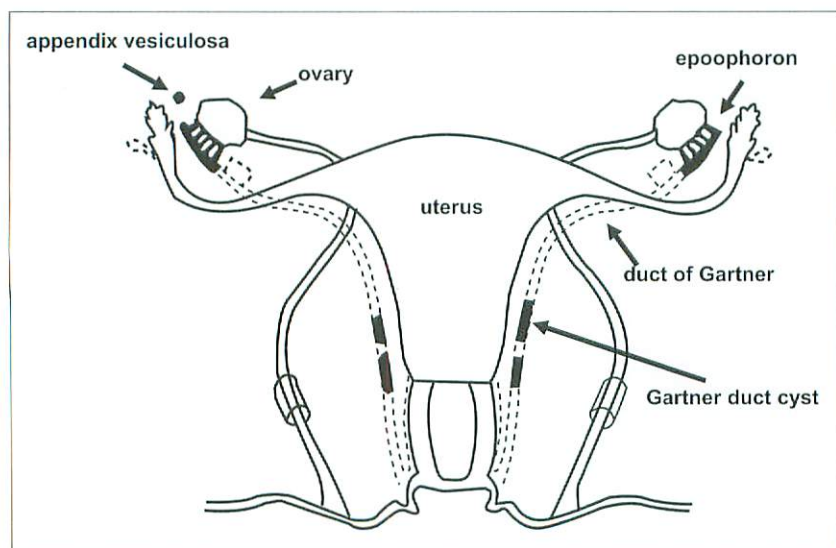


Fig.5 Paraovarian cyst
Paraovarian cysts remain Wolffian duct elements. The Wolffian duct is present along the Mullerian duct. Thus, paraovarian cysts arise alongside the uterus and ovary.

し捻転を起こす頻度が高いと考えられている^{6,7)}。またPepe F⁶⁾らは59例の傍卵巣(傍卵管)腫瘍の検討で11~15歳は3例(5.08%)、41~45歳では13例(22.03%)と報告している。Genadry R⁷⁾らの132例の傍卵巣(傍卵管)嚢腫の検討でも、10~19歳での頻度は5例(3.7%)と報告している。これらの報告を考慮しても、本症例は12歳であるため、稀であることがわかる。

小児の傍卵巣(傍卵管)嚢腫は、報告されているのは患児の年齢が二次性徴期前後で、大きさも直径5 cm以上のものが多く、捻転の頻度も高い。病理組織学的にはmesothelial typeのことが多い^{4,7)}。これらは恐らく性ホルモンの影響と考えられる。傍卵巣(傍卵管)嚢腫はもともと管状の構造が嚢腫化しているため、卵管に沿って数珠状に嚢胞が存在することが特徴で、それを腹部超音波検査やCTで捕らえることが重要と思われる。捻転が生じる場合、腹部造影CTで卵管の浮腫・不均一な造影効果と共に卵巣静脈の怒張や嚢胞内出血が認められる。

小児の腹痛の原因は多岐にわたる。しかしながら小児は訴えがあいまいなことが多く、理学所見が取りづらいことも少なくない。特に年長女児の場合、二次性徴によって体型のみならず生殖器も大きく変わり、幼児や成人では見られないこの時期特有の性ホルモンの影響を受ける疾患があることも忘れてはならない。

おわりに

小児では稀な傍卵巣(傍卵管)嚢腫茎捻転の1例を報告した。卵管に添うような形で数珠状に嚢胞性病変を認めた場合、傍卵巣(傍卵管)嚢腫を疑う必要があり、特に小児では二次性徴に伴って増大することが多く捻転で発見されることが多いので注意を要する。

●文献

- 1) Okada T, Yoshida H, Matsunaga T, et al : Paraovarian cyst with torsion in children. J Pediatr Surg 2002 ; 37 : 937-940.
- 2) Lurie S, Golan A, Glezerman M, et al : Adnexal torsion with a paraovarian cyst in a teenage girl. The Journal of the American Association of Gynecologic Laparoscopies 2001 ; 8 : 597-599.
- 3) Varras M, Akrivis Ch, Polyzons D, et al : A voluminous twisted paraovarian cyst in a 74-year-old patients : case report and review of the literature. Clin Exp Obst & Gyn 2003 ; 4 : 253-256.
- 4) Kishimoto K, Awaya H, Matsunaga N, et al : Paraovarian cyst : MR imaging features. Abdom Imaging 2002 ; 27 : 685-689.
- 5) Moore P : ムーア人体発生学(第6版). 東京, 医歯薬出版, 2003, p319-366.
- 6) Pepe F, Panella M, Pepe G, et al : Paraovarian tumors. Eur J Gynaec Oncol 1986 ; 3 : 159-161.
- 7) Genadry R, Parmley T, Woodruff JD : The origin and clinical behavior of the paraovarian tumor. AM J Obstet Gynecol 1977 ; 129 : 873-881.

症 例 報 告

月経困難症を発症した Cloacal anomaly 症例 —思春期における骨盤腔 MRI 画像診断の有用性—

田附裕子, 窪田昭男, 川原央好, 奥山宏臣, 大植孝治, 井原欣幸, 島田賢次¹⁾,
西川正則²⁾

大阪府立母子保健総合医療センター 小児外科, 同 泌尿器科¹⁾, 同 放射線科²⁾

A Case of Cloacal Anomaly with Menstrual Molimina ; Suggestion of Pubertal Intrapelvic Investigation by MRI

Yuko Tazuke, Akio Kubota, Hisayoshi Kawahara, Hiroomi Okuyama,
Takaharu Oue, Yoshiyuki Ihara, Kenji Shimada¹⁾, Masanori Nishikawa²⁾

Department of Pediatric Surgery, Urology¹⁾ and Radiology²⁾,
Osaka Medical Center and Research Institute for Maternal and Child Health

Abstract We report a case of molimina after operation for cloacal anomaly. A 13-year-old girl had a hematometrocolpos secondary to undiscovered colpatresia, which was finally suggested by magnetic resonance imaging (MRI). She had undergone a posterior sagittal anorecto-urethra-vaginoplasty and intestinal vaginoplasty using a colon segment after Hendren's method for cloacal anomaly at 2 years old. At the age of 13 years, she had abdominal pain synchronized with the menstrual cycle. Ultrasound examination (US) showed duplicate vagina and duplicate uterus and a cystic mass to the right of the neo-vagina. MRI was performed to investigate the details of her pelvic anastomosis. MRI and US showed right colpatresia associated with hematocolpos as a cystic mass. Anastomotic stenosis between the neo-vagina and the left colpos was also detected by MRI and US. To create an adequate drainage route an anastomosis between the right colpos and the neo-vagina was performed, and the left anastomotic stenosis was relieved. Cloacal anomaly includes many variations of müllerian duct anomaly, and may show complicated features after surgery. MRI can provide fairly accurate information about complicated anatomy, and facilitate adequate surgery for cloacal anomaly, especially with a view to corrective surgery. Thus, preoperative MRI survey of cloacal anomaly in an adolescent helps to restore the drainage route and eventually improve fertility.

Keywords Cloacal Anomaly, Molimina, Hematocolpos, Pubertal, MRI

はじめに

直腸肛門奇形, 特に cloacal anomaly を伴う病型

においては高率に Müller 管の発生異常が合併することが知られている^{1~3)}. この Müller 管の発生異常により実に多様な膣あるいは子宮の形態異常を

原稿受付日: 2004年11月25日, 最終受付日: 2005年10月31日

別刷請求先: 〒565-0871 吹田市山田丘2-2 大阪大学医学部小児外科 田附裕子

呈する¹⁾。これらの形態異常による症状は、一般には、思春期に婦人科領域で無月経として発症し、はじめて診断されることも多い。また、一部の奇形は Rokitansky-Küster-Hauser 症候群と称されることがある^{4,5)}。

我々は、胎児診断を含め新生児期に診断された cloacal anomaly 症例において、腔形成を必要とする場合には、一期的に直腸肛門形成と同時に腔形成術を施行している。しかし、初期の症例では腔あるいは子宮の複雑な variation に対する十分な認識がなく、思春期を迎え月経血のドレナージが不十分な症例が存在している。

今回我々は、月経困難症を来した cloacal anomaly 症例を経験した。本来、複雑な形態異常を呈している上に、多期の手術による高度な癒着により、解剖学的な把握が困難となる。しかし、術前の MRI 検査はこれらの複雑な解剖学的関係を明らかにするのに非常に有用であったので、画像を中心に報告する。

症 例

症例：cloacal anomaly 術後の13歳の女児。

現病歴：出生直後に子宮腔水腫 (hydrometocolpos) を合併した cloacal anomaly と診断され、生後 1

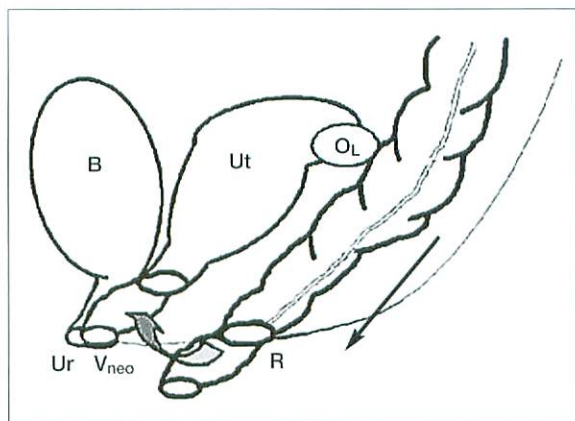


Fig.1 Schema of posterior sagittal anorecto-urethro-vaginoplasty. The posterior sagittal anorecto-urethro-vaginoplasty and intestinal vaginoplasty using a colon segment after Hendrenn's method was performed on a 2-year-old girl with cloacal anomaly. (B : bladder, OL : left ovary, R : rectum, Ur : urethra, Ut : uterus, Vneo : neo-vagina)

日目に人工肛門の造設と膀胱瘻を造設した。開腹時の肉眼所見では、膀胱後面に腫大した子宮と左側卵巣が確認されたが、右側卵巣は同定されなかった。

2歳時にHendrenn法⁶⁾に準じてposterior sagittal anorecto-urethro-vaginoplasty (PSARUVP) が行われた。総排泄腔を形成して尿道とし、下部直腸を用いて腔形成および直腸肛門形成が行われた (Fig.1)。

12歳の月経開始後、激しい腹痛を伴った月経困難症を発症した。この際の腹部超音波検査 (US) にて重複子宮・腔と診断された。また、造設腔の右側壁に接して 3 cm 大の血腫 (H) を認めた (Fig.2)。当初、この血腫は、根治術後の吻合部 (本来の腔と下部直腸を用いて造設した腔；以下、造設腔；Vneo) の狭窄や術後癒着による器質的狭窄などにより生じた腔溜血腫 (hematocolpos) と考えられた。内視鏡下、経造設腔的に血腫穿刺ドレナージを施行した。穿刺ドレナージ後、疼痛は改善したが、月経周期にあわせて月経困難症は再燃した。

造設腔からの造影検査で、造設腔は造影されたが、左右の子宮・腔内腔は造影されなかった。そのため、腔溜血腫との交通は不明であった (Fig.3)。

先天性形態異常に手術後の変化を伴う複雑な内性器の解剖を正確に把握するため骨盤MRI検査 (FSE, TR : 3000, TE : 82.9/EF) を施行した (Fig.4a, b, c, Fig.5)。MRI 水平断画像にて造設腔



Fig.2 Ultrasound examination. Duplicate vagina, and uterus, and hematocolpos as a cystic mass located on the right of the neo-vagina. (H : hematocolpos, Vneo : neo-vagina)

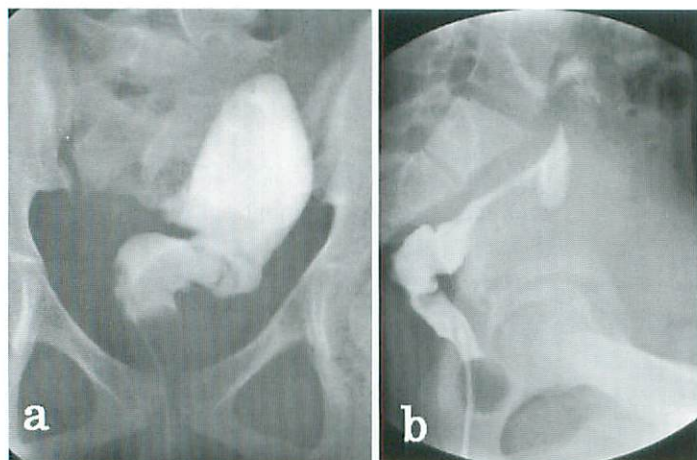


Fig.3

Colpo-vagino-gram (a : frontal image, b : lateral image). Contrast medium showed only the neo-vagina, in which there was no communication with the hematocolpos.

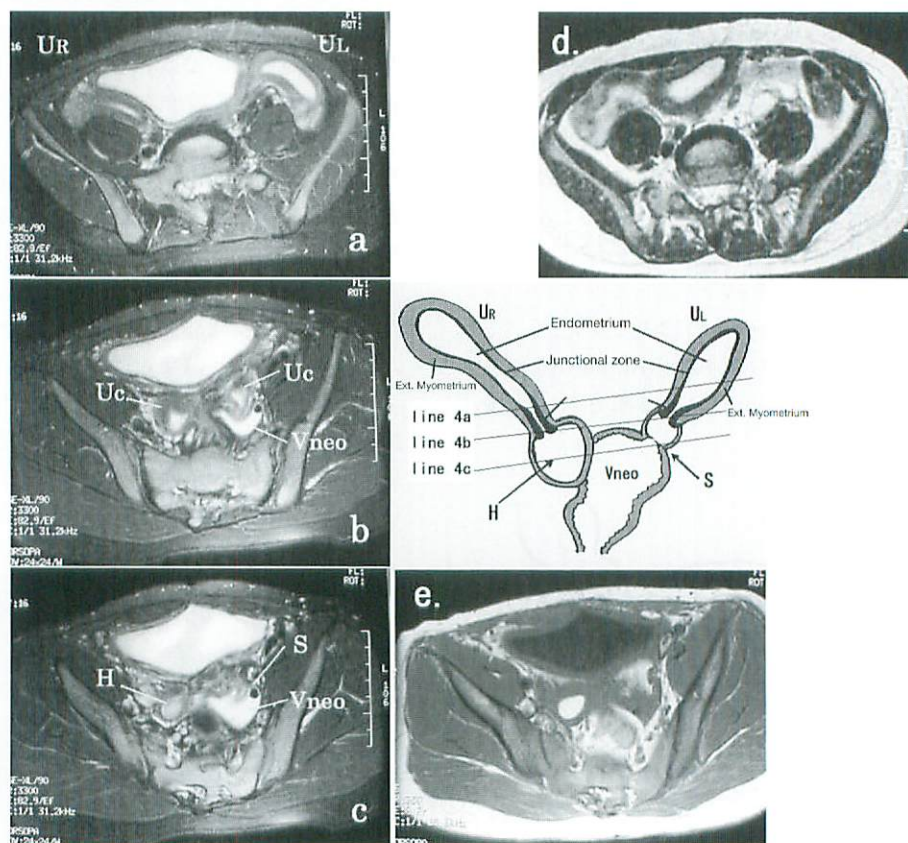


Fig.4 Magnetic resonance imaging (MRI) at 13 years old (horizontal sections).

Each image of Figs.4a, 4b and 4c was matched with each section sliced by the lines 4a, 4b and 4c on the right schema, respectively. The duplicate vagina and uterus are shown on Figs.4a and 4b. The hematocolpos is seen on the right of the neo-vagina in Figs.4c and 4e. MRI findings clearly show that there was no communication between the hematocolpos in the right vagina and the neo-vagina.

(UL : left uterus, UR : right uterus, Uc : cervical uterus, H : hematocolpos, S : stenosis between the neo-vagina and the left vagina, Vneo : neo-vagina)

MRI image at 11 years old is shown on Fig.4d. Compare with the findings of the MRI at 13 years old (Fig.4a), where the pelvic gynecological anatomy is less clear.

(Vneo) の右側に認める腫瘍は、T2強調画像 (Fig.4c) およびT1強調画像 (Fig.4e) の両方で高信号を呈し、血腫であると確認された。MRI水平断T2強調画像；Fig.4a (Fig.4略図上line 4aで得られる断面)において、重複子宮(U_R, U_L)の内膜は高信号に、子宮内膜直下筋層(junctional zone)は低信号に、その周囲の外側筋層は比較的高信号に描出された。また、Fig.4b (Fig.4略図上line 4bで得られる断面)においてはjunctional zoneに連続する間質がやや厚みを持って描出され子宮頸部(Uc)付近と考えられた。この3層構造の読影^{7,8)}により子宮の位置が明瞭に理解できたため、Fig.4cにて描出される血腫(H)は腔内に存在することが理解された。一方、Fig.4bからFig.4c (Fig.4略図上line 4cで得られる断面)にお

いて体幹のやや左側に描出される造設腔(Vneo)は、T2強調画像にて高信号に描出される内膜の連続性から左腔と吻合されていたことがわかった。また、同部における狭窄(S)が示唆された。右腔と造設腔との連続性は描出できなかった。MRI冠状断(T2強調画像、Fig.5)でも、Fig.5aにおいて、左側子宮が高信号を示す内膜、明瞭な低信号を示すjunctional zone、およびその周囲の比較的高信号な厚みのある筋層より同定された。Fig.5bにおいて左腔から造設腔への内膜の連続性は確認できたが、水平断における診断と同様に同部の狭窄が示唆された。右側子宮から子宮頸部(Uc)付近も描出された。しかし、血腫(H)を有する右腔と造設腔との内腔の交通は冠状断においても同定できなかった。

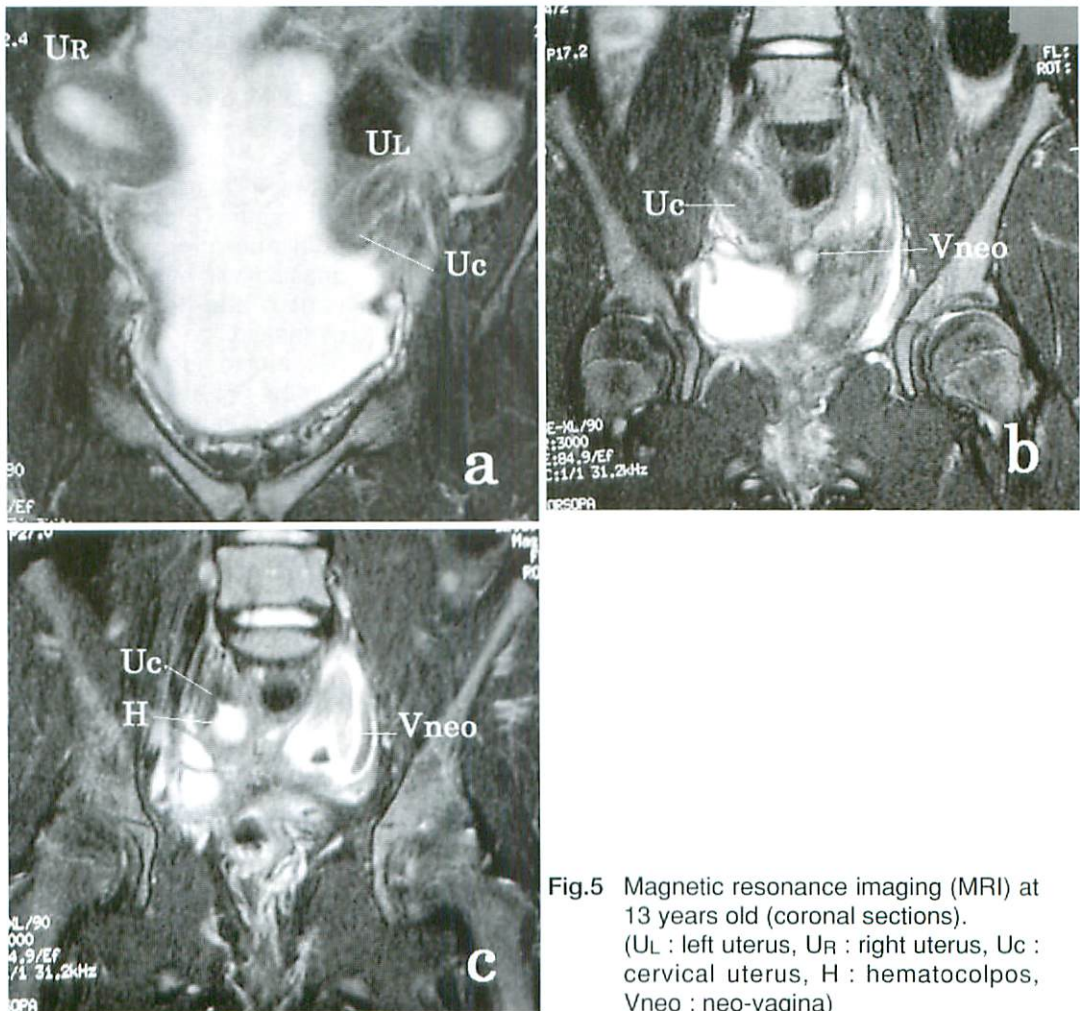


Fig.5 Magnetic resonance imaging (MRI) at 13 years old (coronal sections).
(UL : left uterus, UR : right uterus, Uc : cervical uterus, H : hematocolpos, Vneo : neo-vagina)

以上、MRI所見から、月経困難症の原因は、造設腔と左側腔との吻合部狭窄、および右側腔閉鎖による腔溜血腫と診断された。術前に画像診断にて我々が予測した患児の内性器のシェーマをFig.6aに示す。

なお、月経開始前の11歳時のMRI検査の画像をFig.4dに示す。月経開始前(Fig.4d)には明瞭にとらえることが困難であった内性器が、月経開始後(Fig.4a)はより鮮明に描出されている。

治療は、内服薬(プラノバル)による月経コントロールの後、右腔内血腫のドレナージ術および左腔狭窄解除術を施行した。

開腹後、両側の子宮・卵管采・卵巣を確認した。当初、右側の腔子宮溜血腫のドレナージ手術が困

難な際には、血腫を含めた右腔・子宮の摘出術も考慮に入れていた。しかし、左卵管采の閉鎖(arrow)を認めたため(Fig.7b)、卵管采の閉鎖を伴わない右付属器および子宮・腔(Fig.7a)の温存が、生殖機能維持のために必要であると判断した。骨盤底に深く位置した右腔端を可及的に下端まで剥離し(Fig.8a)、切断後、造設腔と吻合した(Fig.8b)。左側腔と造設腔との吻合部狭窄に対しては、経腔的に挿入した内視鏡を開腹下で狭窄部まで安全に誘導しバルーン拡張術を行った。術後の患児の内性器のシェーマをFig.6bに示す。術後18ヵ月の現在、月経困難症の再発はなく月経周期も定期的である。現在も婦人科的なfollowを行っている。

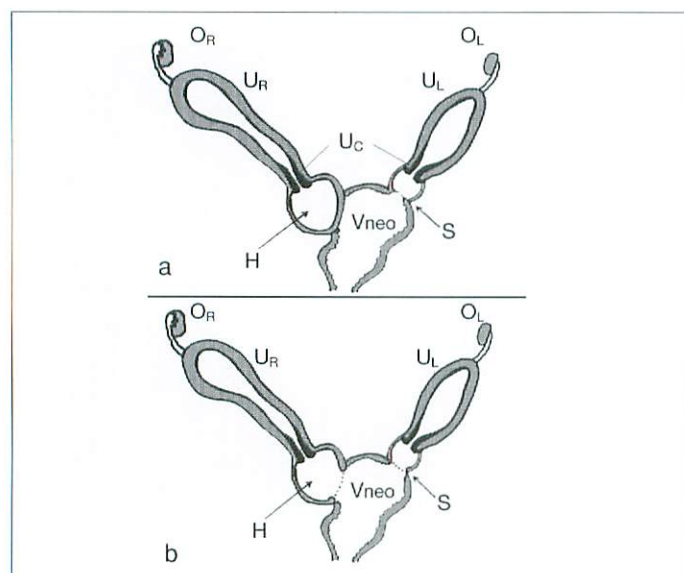


Fig.6 The schema of Fig.6a shows the final image findings before operation. Right colpatresia was associated with hematocolpos as a cystic mass.

The anastomotic stenosis was between the neo-vagina and the left vagina. Fig.6b shows the post-operative schema. An anastomosis between the right vagina and neo-vagina was performed.

(a : anastomosis, H : hematocolpos, S : stenosis between the neo-vagina and the left vagina, O_L : left ovary, O_R : right ovary, U_t : uterus, Vneo : neo-vagina)

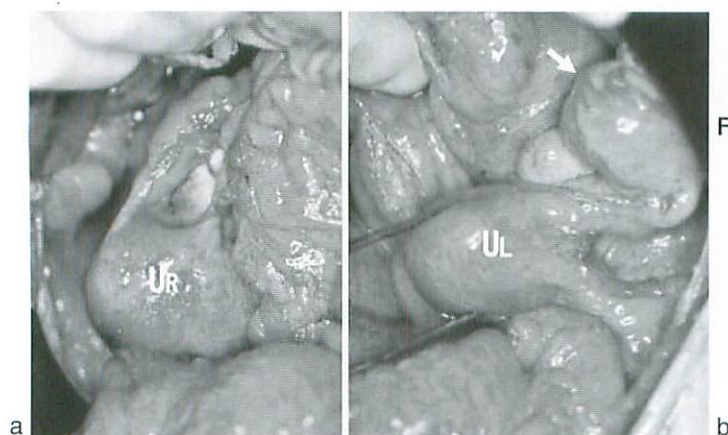


Fig.7 Operation findings of bilateral uterus. Fig.7a : the right uterus and the adnexum. Fig.7b : the left uterus and the adnexum. The closed left uterine tube (arrow) was detected on the fimbrial side.

(U_R : right uterus, U_L : left uterus)

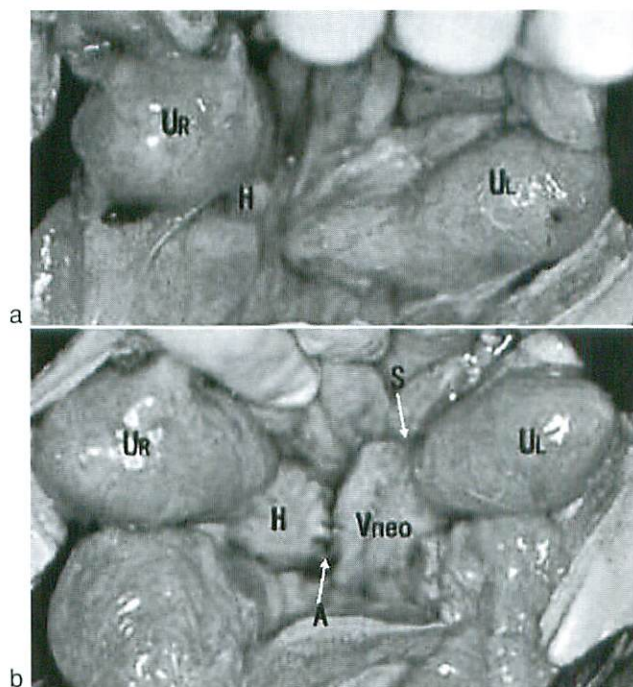


Fig.8 Anastomosis between the right vagina and neo-vagina (a : before anastomosis, b : after anastomosis). To create an adequate drainage route from the cyst, an anastomosis between the right vagina and neo-vagina was performed. (UR : right uterus, UL : left uterus, Vneo : neo-vagina, H : hematocolpos, A : anastomosis between the right vagina and the neo-vagina, S : stenosis between the neo-vagina and the left vagina)

考 察

cloacal anomalyは女兒における最も重症な直腸肛門奇形であり、女兒の直腸肛門奇形の約10%で認められる⁹⁾。本症の71%に子宮の形態的異常があり¹⁾、36%は子宮血腫を合併し、25%に無月経を認めるとの報告がある。cloacal anomalyの41%に腔閉鎖を合併すると報告も見られる³⁾。これらの異常の多くは月経開始時期まで無症状である³⁾。

cloacal anomalyに対する近年の治療方針としては、合併する直腸肛門形成術と同時に泌尿器系および内・外性器奇形に対する手術を幼少期に一期的に施行するのが理想的である。しかし、複雑な解剖学的異常を伴った本症を幼少時に明確に把握できないこともある。また、幼少期に外科的治療が施された症例においても、本症例のように、思春期までに月経血のドレーナージュルートが狭窄あるいは再閉鎖する可能性もある。そのため、形態・機能が変化する2次性徴を迎えてから再度、症例ごとに詳細に検討する必要がある^{6, 9, 12-15)}。

その診断には超音波検査が簡易であるが、より詳細な画像所見が必要な場合には子宮・腔の粘膜の連続性や内性器の成熟度が明瞭に描出できるMRIが最も有用な診断方法と考えられる^{2, 3, 10, 11)}。

一般に、生殖可能年齢の女性の子宮は、MRIのT2強調画像にて3層構造として描出される^{7, 8)}。つまり子宮内膜は高信号に、内膜直下筋層(junctional zone)は低信号に、外側筋層はやや高信号に描出される^{7, 8)}。そのため、本症例のようなcloacal anomaly術後の症例においても、これらのMRI画像により示される信号の違いから、現在の子宮・腔・造設腔が区分でき、その連続性・非連続性が描出された。結果、MRI画像診断により月経困難症の原因は、右腔閉鎖とそれに伴う腔内血腫、造設腔と左腔の吻合部狭窄と術前に確定診断できた。このようにMRIは複雑な内性器奇形の解剖学的診断にも大変有用であると思われる。

一方、本症例において月経開始前のMRI所見(Fig.4d)と月経開始後のMRI所見(Fig.4a-c)を比較すると、内性器の成熟度にも有意な違いが見られた。月経開始後に改めてMRI検査で内性器の異常の有無を再検討する意義は大きいと思われる。

一方、幼少期以降に発見されたcloacal anomalyの腔閉鎖合併症例に対する治療としては、Levittらは、10歳代に腹部の嚢胞性腫瘍で発見された全例に、付属器を含めた嚢腫の切除を試行されている³⁾。Warneらは、子宮血腫の全症例において同様の外科的処置を施行している²⁾。しかし、一方

で、我々の経験した症例と同様に、可能な限り子宮・膣の形成による機能温存も推奨している^{2,16)}。我々の経験のように、薬物療法による血腫のコントロールを行った後、可能な限り子宮・膣を解剖学的・機能的に温存することは大切であると思われる。なお、かかる奇形においては異所性妊娠の報告も散見され、温存した付属器を含めた生殖機能の問題¹⁷⁻¹⁹⁾に関しては、今後ともfollowが必要である。

以上、cloacal anomalyにおける思春期のMRI検査は、明瞭に複雑な骨盤内臓器の構造が評価でき、その治療方針の決定に大変有用であった。MRI検査は、思春期を向えるcloacal anomaly症例の全例においてルーチンに推奨されるべき検査と思われた。

結 語

今回、思春期を迎えて月経困難症を呈したcloacal anomaly症例を経験した。複雑な腹腔内の解剖学的異常に対して、術前のMRI検査が子宮・膣奇形の再評価には非常に有用であった。

本論文の要旨は第39回日本小児放射線学会(2003年6月、東京)で発表した。

●文献

- 1) Warne SA, Wilcox DT, Ransley PG : Long-term urological outcome of patients presenting with persistent cloaca. J Urol 2002 ; 168 : 1859-1862.
- 2) Warne SA, Wilcox DT, Creighton S, et al : Long-term gynecological outcome of patients with persistent cloaca. J Urol 2003 ; 170 : 1493-1496.
- 3) Levitt MA, Stein DM, Pena A, et al : Gynecologic concerns in the treatment of teenagers with cloaca. J Pediatr Surg 1998 ; 33 : 188-193.
- 4) Del Rossi C, Attanasio A, Del Curto S, et al : Treatment of vaginal atresia at a missionary hospital in Bangladesh : results and followup of 20 cases. J Urol 2003 ; 170 : 864-866.
- 5) Del Rossi C, Attanasio A, Domenichelli V, et al : Treatment of the Mayer-Rokitansky-Kuster-Hauser syndrome in Bangladesh : results of 10 total vaginal replacements with sigmoid colon at a missionary hospital. J Urol 1999 ; 162 : 1138-1140.
- 6) Hendren WH, Atala A, Alexander F, et al : Use of bowel for vaginal reconstruction. The use of isolated caecal bowel segment in complicated vaginal reconstruction. J Urol 1994 ; 152 : 752-757.
- 7) 富樫かおり : 婦人科MRIの読み方, 東京, 医学書院, 1997, p4-9.
- 8) 杉村和朗 : 骨盤臓器のMRI診断, 東京, 医学書院, 1993, p45-55.
- 9) Pena A : The surgical management of persistent cloaca: results in 54 patients treated with a posterior sagittal approach. J Pediatr Surg 1989 ; 24 : 590-598.
- 10) Minto CL, Hollings N, Hall-Craggs M, et al : Magnetic resonance imaging in the assessment of complex Mullerian anomalies. Bjog 2001 ; 108 : 791-797.
- 11) Hendren WH : Cloacal malformations: experience with 105 cases. J Pediatr Surg 1992 ; 27 : 890-901.
- 12) Hendren WH : Cloaca, the most severe degree of imperforate anus : experience with 195 cases. Ann Surg 1998 ; 228 : 331-346.
- 13) Hendren WH : Construction of a female urethra using the vaginal wall and a buttock flap : experience with 40 cases. J Pediatr Surg 1998 ; 33 : 180-187.
- 14) Hendren WH, Oesch IL, Tschaeppeler H, et al : Repair of cloacal malformation using combined posterior sagittal and abdominal perineal approaches. Z Kinderchir 1987 ; 42 : 115-119.
- 15) Hendren WH : Management of cloacal malformations. Semin Pediatr Surg 1997 ; 6 : 217-227.
- 16) Foglia RP, Kim SH, Cleveland RH, et al : Complications of vaginal atresia in association with a duplicated mullerian duct. J Pediatr Surg 1987 ; 22 : 653-656.
- 17) Sato Y, Murakami T, Kadowaki M, et al : A remnant tubal pregnancy after cloacal malformation repair. Fertil Steril 2001 ; 75 : 440-441.
- 18) Greenberg JA, Hendren WH : Vaginal delivery after cloacal malformation repair. Obstet Gynecol 1997 ; 90 : 666-667.
- 19) Waters EG : Cloacal dysgenesis : related anomalies and pregnancies. Obstet Gynecol 1982 ; 59 : 398-402.

症 例 報 告

腫瘍への空気の流入により判明した小腸重複症の
新生児の1例

毛利 健, 雨海照祥, 川上 肇, 室伏雅之

茨城県立こども病院 外科

Intestinal Duplication Cyst with Air Influx Phenomenon ;
An Idea to Diagnose Intestinal Duplication Cyst

Takeshi Mouri, Teruyoshi Amagai, Hajime Kawakami, Masayuki Murofushi

Department of Pediatric Surgery, Ibaraki Children's Hospital

Abstract A girl with body weight 3080g was delivered vaginally. At 25 weeks gestational age, unilocular cystic lesion of right lower abdomen had been detected by fetal ultrasonography (US). Her right abdomen bulged on the second day of life, and she started to vomit on the fifth day. She was diagnosed with ovarian cyst tentatively by plain abdominal X-ray, US and CT scan. On the tenth day, air influx and air-fluid level, which was shown inside of the cyst by plain abdominal X-ray and CT scan, led to a diagnosis of duplication of the small intestine. A laparotomy was undertaken on the 11th day of her life and revealed that she had a duplication cyst of the ileum with a communication noted between the cyst and ileum.

It was conceivable that mucus had pooled in the duplication cyst during her embryonal period, after which the liquid was replaced by air from the ileum through the conduit after birth.

Keywords Duplication of alimentary tract, Fetal ultrasound, Newborn, Air-fluid level

はじめに

消化管重複症は、単純X線撮影、超音波検査、CT、消化管透視などで診断され、さらに胎児超音波検査によっても描出され得るが、特異的な症状はなく、術前確定診断は困難とされる¹⁾。

われわれは、腹部嚢胞の出生前診断を受けた新生児において、出生後、腫瘍内への空気の流入が生じたことにより小腸重複症と診断可能であった症例を経験した。嚢腫状消化管重複症においては

正常腸管との交通があることはまれであるが^{2,3)}、自験例はそれが診断の手がかりになった貴重な症例であり報告する。

症 例

症例は、生後5日の女児。体外受精胚移植妊娠。在胎25週、胎児エコーで右腹腔内に嚢胞を認めた。自然分娩にて、40週4日、3080gで出生した。生後2日目に右腹部膨隆を認め、5日目嘔吐のため当科に転院した。身体所見上、右腹部に可動性の

原稿受付日：2005年10月20日、最終受付日：2005年11月28日

別刷請求先：〒311-4145 茨城県水戸市双葉台3-3-1 茨城県立こども病院 外科 毛利 健

ある腫瘍を触知した。

検査所見では、白血球 $11400/\mu\text{l}$ 、ヘモグロビン 18.0g/dl 、CRP 0.5mg/dl 、アルファフェトプロテイン 381ng/ml と、新生児としては正常範囲だった。生後5日の仰臥位腹部単純写真では、右腹部に腸管を正中を越えて圧排する腫瘍像を認めた (Fig.1)。腫瘍の下端は骨盤腔に達していた。同日の腹部超音波では、肝下面に接する単胞性の嚢胞状病変を認めた。壁は薄く、層構造は明らかでなかった (Fig.2)。腹部CTも同様に、右腹部に嚢

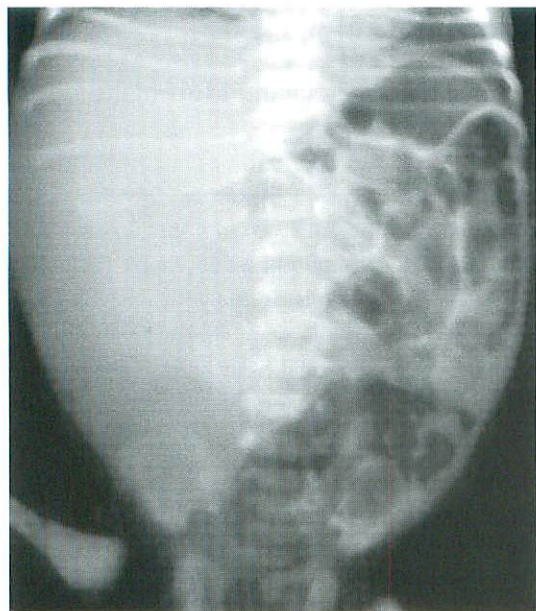
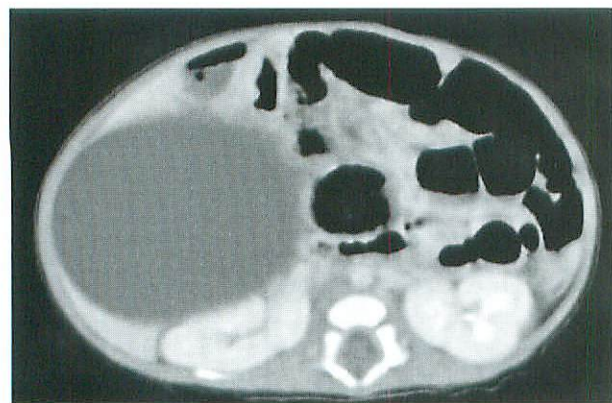


Fig.1 Abdominal X-ray on the fifth day of life shows large mass effect in the right abdomen and deviation of intestinal gas to left side.



胞状病変を認めた。石灰化はなく、大きさは $6.5 \times 5.4\text{cm}$ であった。腸管との付着については明らかでなかった (Fig.3)。

可動性のある嚢胞であり、肝や腎の由来は考えにくく、右卵巢嚢腫疑いの診断で手術が予定された。患児は経口摂取可能であり待機手術とした。待機中、触診で腫瘍の縮小を認めたため、生後10日目、腹部単純写真を撮影した。右腹部に長径

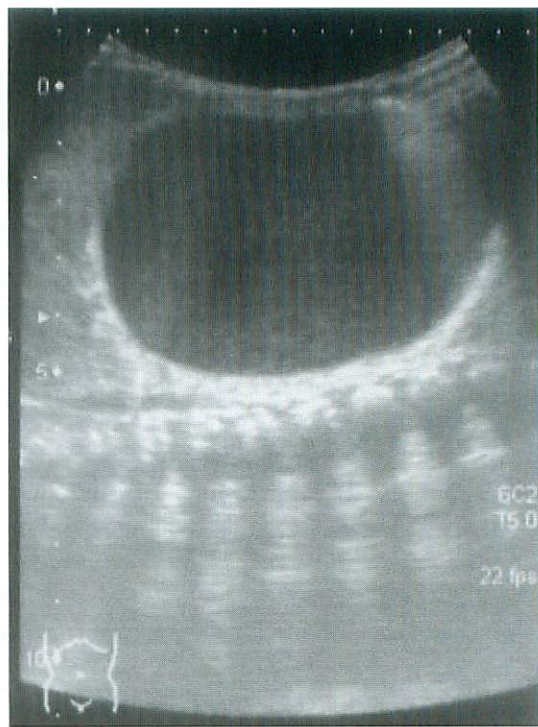


Fig.2 Abdominal echogram on the fifth day of life shows unilocular cystic lesion of the right abdomen. The two layer structure of the wall cannot be recognized.

Fig.3 Abdominal CT scan on the fifth day shows bulky cyst in right abdomen. No septal wall or calcified lesion are identified in the cyst.

3.8cmの円形のガス像を認めた。立位単純写真で同部位にガス像を認め、内部にair-fluid levelを認めた(Fig.4)。同日の腹部CTで腫瘍のサイズは4.0×3.2cmに縮小しており、内腔にやはりair-fluid levelを認めた(Fig.5)。

腫瘍内の空気の由来は、腸管以外には考え難いため、診断を小腸重複症とし、翌日手術を施行した。回盲弁から16cmの部位で回腸腸間膜側に腫瘍を認め、術中診断を回腸重複症とした。回腸とともに重複腸管を切除し、端々吻合を行った。腫瘍の大きさは4.0×4.3×3.2cmであった。

病理では、嚢胞の内面は小腸粘膜と同一で部分的に重層扁平上皮になっていた。嚢胞は、粘膜筋板、粘膜下層、固有筋層、漿膜を有し、正常小腸と同様の構造を呈し、回腸と外縦筋を共有してい

た(Fig.6)。回腸重複症と診断された。さらに直径2mmの瘻孔による嚢胞と隣接回腸の交通を認めた(Fig.7)。交通部は嚢胞粘膜の重層扁平上皮と回腸粘膜が連続して移行しており、先天性の瘻孔と考えられた。

考 察

小腸重複症の診断には通常、単純X線撮影、超音波検査、CT、消化管透視、 ^{99m}Tc -pertechnetateによるシンチグラムが用いられる¹⁾。

近年、嚢胞を胎児診断される小腸重複症(以下、本症)の報告が散見される^{2,4,5)}。本症の超音波所見については、単房性嚢胞性腫瘍であること、壁は腸管粘膜に相当する高エコーの内層と筋層に相当する低エコーの外層の2層からなることが典型

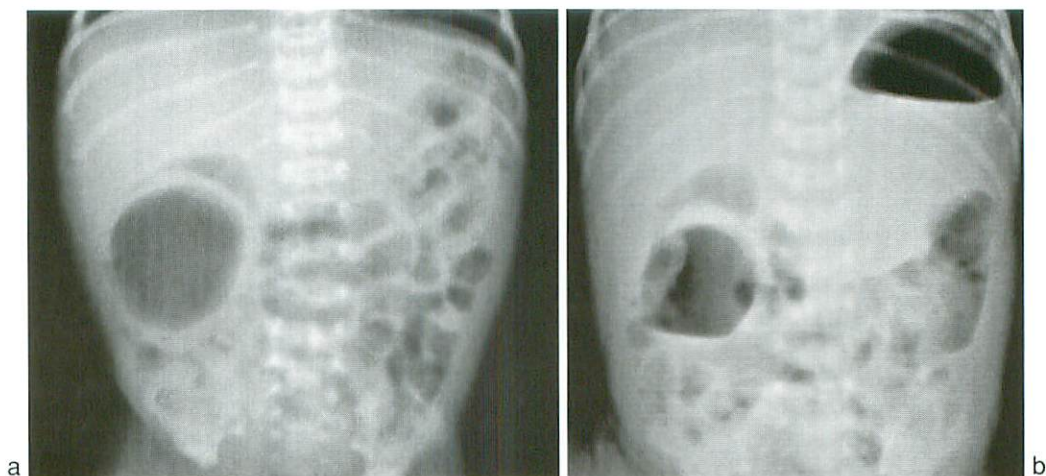


Fig.4 Abdominal X-ray on tenth day of life : a (supine position) shows oval-shaped air in right abdomen and b (up right position) demonstrates air-fluid level appearance in the same region.



Fig.5 Abdominal CT scan on the tenth day shows air-fluid level in the cyst. The tumor size is reduced compared with previous study.

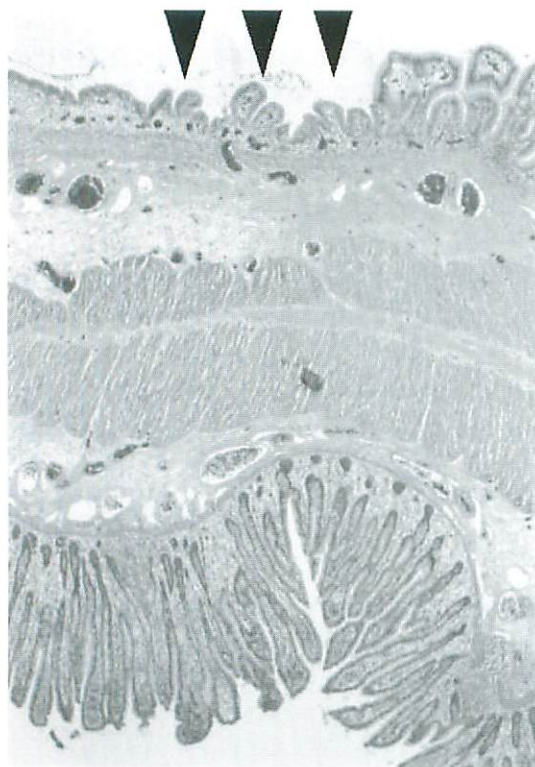


Fig.6 Pathological findings : Arrowheads point to the lumen of the duplication cyst.

像とされる⁶⁾。自験例では入院時に後者の所見が得られず、女兒において頻度の高い疾患である卵巣嚢腫と診断した。

手術待機中に腫瘤に一致してガス像が出現し、立位X線写真、CTにおいてair-fluid levelを認めたが、感染症状や腸閉塞症状はなく、出現したガスは嫌気性菌由来、腸閉塞によるものとは考えにくかった。腫瘤は小腸重複症であり、腸管との交通から重複腸管に空気が流入したと推測した。切除標本では、腫瘤は平滑筋層を有し、内面に消化管粘膜を認め、消化管の一部に密着し筋層を共有す

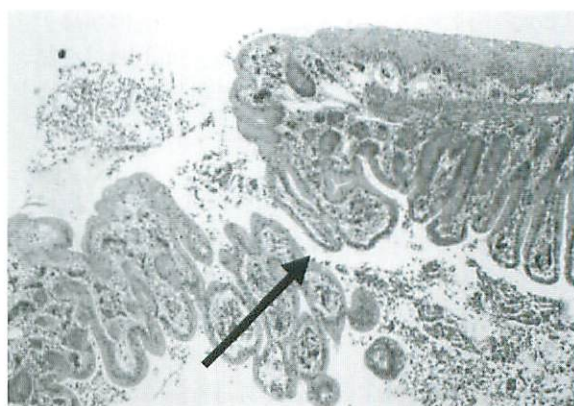


Fig.7 Pathological findings : Arrow shows the communication between cyst and ileum.

ることから、消化管重複症の定義を満たし⁷⁾、回腸重複症と診断した。すなわち自験例では、胎生期から嚢胞内に粘液が貯留し、出生後、交通部分を通じて液体と空気が置換したと考えられた。

本症は形態的に嚢腫状・管状型に分類され、頻度は嚢腫状が多いとされる^{2, 3, 8)}。山田らは、正常腸管と重複腸管の交通について、本邦の新生児の嚢腫状重複腸管を集計し、113例中4例(3.3%)に認めたと報告している²⁾。他の文献でも嚢腫状の重複症で腸管と交通のあるものはまれであるとされている³⁾。

また画像検査でair-fluid levelを呈した本症の報告は、腸閉塞を除くと検索し得た範囲では自験例を含め4例のみであった(Table 1)^{9~11)}。発症年齢、部位、症状は様々であり、一定の傾向は見いだせなかった。さらにGrossらの症例は腫瘤と正常腸管との交通はなく、air-fluid levelの出現は細菌感染が原因とされている⁹⁾。

以上より、今回提示した空気が流入した嚢腫状消化管重複症の所見に遭遇することは、日常臨床

Table 1 Alimentary tract duplications with "air-fluid level" appearance

Author	Year	Age	location	symptom
Gross	1981	5y	ileum	weight loss, diarrhea
Bhat	2001	5y	thoracoabdominal	melena
Wootton-Gorges	2002	0d	esophagus	neck swelling
Present case	2005	2d	ileum	abdominal mass, vomit

ではまれであると考えられた。しかし嚢胞内の air-fluid level の存在は、本症の診断に有意義であり、腹部腫瘍の診断時には念頭に置く必要が示唆された。

●文献

- 1) 松尾吉庸：消化管重複症。系統小兒外科学（第2版）。岡田 正編。大阪、永井書店、2005、p529-531.
- 2) 山田高嗣、金廣裕道、吉村 淳、他：小腸軸捻転を併発した新生児腸管重複症の1例。日小外会誌 1996；32：926-931.
- 3) 高賢 樹、藤岡 進、加藤健司、他：腸閉塞を呈した乳児回腸重複症の1例。日臨外医会誌 1999；60：1018-1022.
- 4) 打波 大、横町 順、天谷博一、他：腸管重複症による胎便性腹膜炎の1例。日臨外医会誌 2001；62：1295-1299.
- 5) Borgnon J, Durand C, Gourlaouen D, et al : Antenatal detection of a communicating duodenal duplication. Eur J Pediatr Surg 2003；13：130-133.
- 6) 原 裕子：腹膜およびその他の腹部異常。新生児・乳児の臨床画像診断。仁志田博司、河野 敦編。東京、医学書院、1999、261-276.
- 7) 大神 浩：消化管重複症。新外科学大系30c 小兒外科Ⅲ。東京、中山書店、1991、219-227.
- 8) Karnak I, Ocal T, Senocak ME, et al : Alimentary tract duplications in children : report of 26 years' experience. Turk J Pediatr 2000；42：118-125.
- 9) Gross P, Khadouri M : Image hydro-aérique d'une duplication iléale non communicante. Chir Pédiatr 1981；22：51-54.
- 10) Bhat NA, Agarwala S, Wadhwa S, et al : Thoracoabdominal intestinal duplication with absent inferior vena cava. Pediatr Surg Int 2001；17：540-542.
- 11) Wootton-Gorges SL, Eckel GM, Poulos ND, et al : Duplication of the cervical esophagus : a case report and review of the literature. Pediatr Radiol 2002；32：533-535.