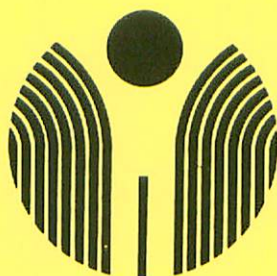


JSPR

Vol. 13, No.2, 1997

Journal of
Japanese Society of Pediatric Radiology

日本小児放射線学会雑誌



会告 第34回日本小児放射線学会演題募集のご案内

原著論文

症例報告

第33回小児放射線学会より

シンポジウム

教育講演

フィルムリーディングセッション

一般演題抄録

日小放誌

J.J.S.P.R.

日本小児放射線学会



CONTENTS

Original Article

- Linear Shadows on CT in Absence of the Pulmonary Artery
.....Hiromi Hisazumi, et al. 3

Case Report

- MRI Changes of a Case of Transverse Cervical
Myelitis and Brainstem EncephalitisRyutaro Kohira, et al.10

State of the Art

33th Annual Meeting of the Japanese Society of Pediatric Radiology

<Symposium>

- Embryogenesis of the Corpus Callosum and its Dysgenesis :
Evaluation with MRIHidetsuna Utsunomiya.....17
- MRI of Congenital Cardiovascular DiseaseJunta Harada, et al.27
- MR Urography in the Assessment of Congenital Hydronephrosis
.....Kazunari Kaneko, et al.36
- Experiences of Interventional Procedures in the Pediatric Patients
- Special focus on percutaneous non-vascular intervention -
.....Shunsuke Nosaka, et al.42
- Transcatheter Embolization of Hepatic Hemangioma in Neonates
.....Toshio Moritani, et al.52

<Educational Lecture>

- Sedation and Immobilization for Diagnostic Radiology in Infants and Children :
from the standpoint of a RadiologistHidekazu Masaki.....60

33th Annual Meeting of the Japanese Society of Pediatric Radiology

- Film Reading SessionNobuko Eguchi, et al.64
- Free Papers79



目 次

会 告 第34回日本小児放射線学会演題募集のご案内

原 著 論 文

肺動脈欠損症のCTにおける肺野線状陰影 久住 浩美, 他... 3

症 例 報 告

MRIにより経過観察しえた横断性延髄・脊髄炎の1例 小平隆太郎, 他... 10

総 説

第33回日本小児放射線学会

〈シンポジウムより〉

脳梁の発生と形成不全－MRIによる検討－ 宇都宮英綱... 17

小児におけるMRI－小児心・大血管のMRI－ 原田 潤太... 27

先天性水腎症におけるMR Urography 金子 一成, 他... 36

小児領域におけるIVRの経験 野坂 俊介, 他... 42

－特に経皮的な非血管系IVRを中心に－

肝動脈栓塞術による新生児肝血管腫の治療 森谷 聡男, 他... 52

〈教育講演より〉

小児画像診断時の患児の鎮静について：放射線科医の立場から 正木 英一... 60

■ 第33回日本小児放射線学会フィルムリーディングセッションより 江口 信子, 他... 64

■ 第33回日本小児放射線学会一般演題 79

平成8年度日本小児放射線学会総会議事録 108

日本小児放射線学会規約 111

日本小児放射線学会細則 113

日本小児放射線学会雑誌投稿規定 114

原 著 論 文

肺動脈欠損症のCTにおける肺野線状陰影

久住浩美, 甲田英一, 平松京一
慶應義塾大学医学部 放射線診断科

Linear Shadows on CT in Absence of the Pulmonary Artery

Hiromi Hisazumi, Ehiichi Kohda, Kyouichi Hiramatsu

Department of Diagnostic Radiology, School of medicine, Keio university

Abstract Unilateral absence of the pulmonary artery (UAPA) is a rare congenital cardiovascular anomaly, which has ever been diagnosed by angiography. Lung CT has been only used for the evaluation of the absent main branch of the pulmonary artery. The purpose of this paper is to assess the peripheral linear shadows on the CT.

The patients are 6-year-old female and 19-year-old male. They are absence of rt. pulmonary artery without combined congenital cardiovascular anomaly. The peripheral pulmonary arteries of the affected lung are supplied by bronchial artery and costal arteries as collateral circulation proved on the selective angiography. There are diffuse linear-reticular shadows and linear shadows continuing to the pleura on CT. These peripheral linear shadows are considered as thickening of the interlobular septum.

We speculate the causes of the thickening of the interlobular septum on the lung CT in the followings :

1) Edema 2) The increased vessels of collateral circulation

1) The pressure of the collateral circulation from the aorta is high. However the collateral vessels are connected to the peripheral pulmonary arteries via pre-capillary anastomoses. Those anastomoses make the pressure of the peripheral pulmonary arteries low. This low pressure does not cause the edema in the interlobular septum. We speculate that the edema cannot be the cause of thickening of the interlobular septum on CT.

2) The increased vessels of collateral circulation run in the interlobular septum. They can make the interlobular septum thickening physically.

Lung CT may be useful for the evaluation of the peripheral pulmonary blood flow in UAPA. This linear-reticular shadows on the lung CT may be also useful for the prediction of hemosputum which can be one symptom of UAPA.

Key word Unilateral absence of the pulmonary artery,
CT,
linear shadow

原稿受付日：1995年11月27日，最終受付日：1997年9月1日

別刷請求先：東京都新宿区信濃町35 慶應義塾大学医学部放射線診断科 久住浩美

はじめに

一側肺動脈欠損症 (Unilateral absence of the pulmonary artery) は比較的まれな先天性疾患で、心奇形を伴わないものは肺高血圧や心不全を伴わず年長児や成人になってはじめて胸部X線写真上で一側肺門陰影の狭小化として発見されることが多い¹⁾。一側肺動脈欠損症は肺動脈造影によって確定診断される。一方CTは従来欠損している肺動脈根部の評価に用いられており、肺野条件で認められる末梢の陰影に関しては注目されていない。今回我々は2例の肺動脈欠損症を経験し、そのCT上の肺野条件画像に注目した。これに胸部単純写真、血管造影をまじえ検討し、文献的考察を加えてここに報告する。

方 法

CTは肺動脈根部の精査目的で撮影された画像の肺野条件の画像を評価した。使用した装置はGE社製、9800およびPROSEEDである。撮像は吸気時に10mm slice, 10mm thicknessで施行した。肺野条件はWINDOW1500, LEVEL-500とし、症例2ではedge enhanceを用いて画像処理を加えた。それに加えて胸部単純写真、血管造影 (症例1では肺動脈造影と気管支動脈

造影、症例2では肺動脈造影と右室造影のDSA画像) を評価した。

症 例

〔症例1〕6歳 女児

主訴：胸部異常陰影

既往歴、家族歴：特記すべきことはない。

現病歴：6歳時健康診断で胸部異常陰影を指摘されたが放置、1ヵ月後流行性耳下腺炎罹患時、他院にて胸部異常陰影を再び指摘され当院小児科を紹介され精査入院した。

入院時現症：発育発達正常、聴診上右肺野呼吸音減弱、心音正常、心雑音なし、肺機能正常。

胸部単純写真では患側肺で容量の減少と縦隔の患側への偏位が認められる。肺門部肺動脈は細い。肺野末梢には細い肺動脈の陰影が認められるとともに線状影が認められる (図1)。肺動脈造影では右肺動脈は根部より認められず、右肺動脈欠損と確定診断された (図2)。気管支動脈造影では拡張した気管支動脈に連続して細かな血管影が見られ (図3a)、やや遅い相では末梢の肺動脈が描出される。肋間動脈も拡張しており胸膜側にも細かな血管影が認められる (図3b)。下葉レベルの高さの胸部CTではびまん性に細かな網状線状影が認められるとともに、胸膜側には胸膜に連続する多数のやや太い線状影が認められる (図4a, b)。

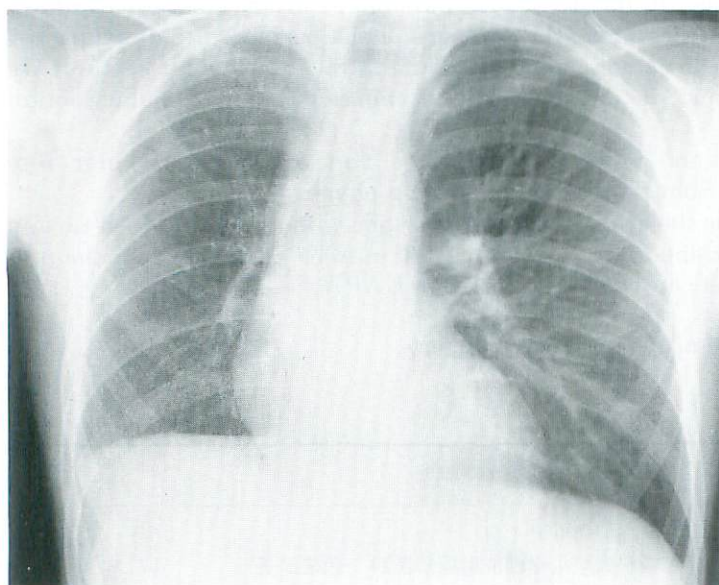


図1. 症例1の胸部単純写真正面像

右肺では肺門部は小さく肺門部肺動脈は細い。肺野末梢には細い肺動脈の陰影が認められるとともに線状影が認められる。

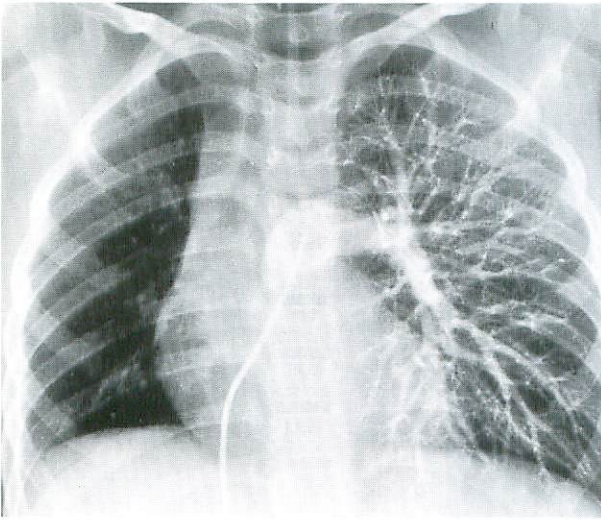


図2. 症例1の肺動脈造影
右肺動脈は根部より認められない.

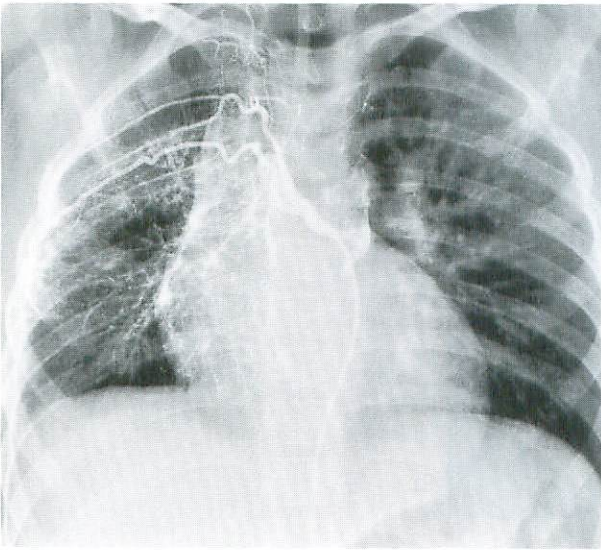
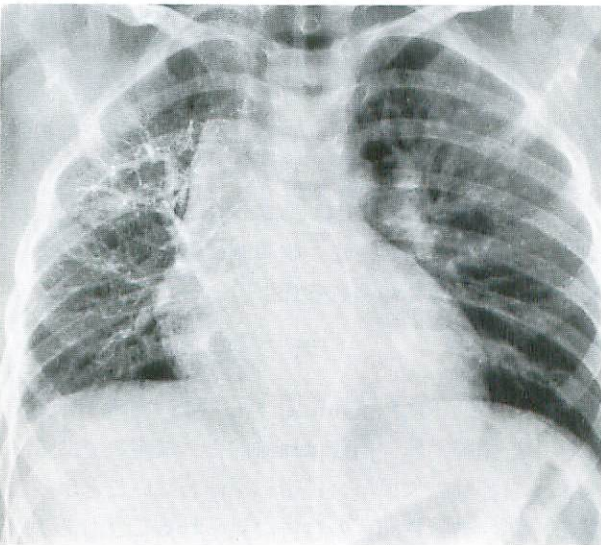


図3. 症例1の気管支動脈造影
a: 動脈相. 拡張した気管支動脈に連続して細かな血管影が認められる.



b: やや遅い相. 末梢の肺動脈が描出される.

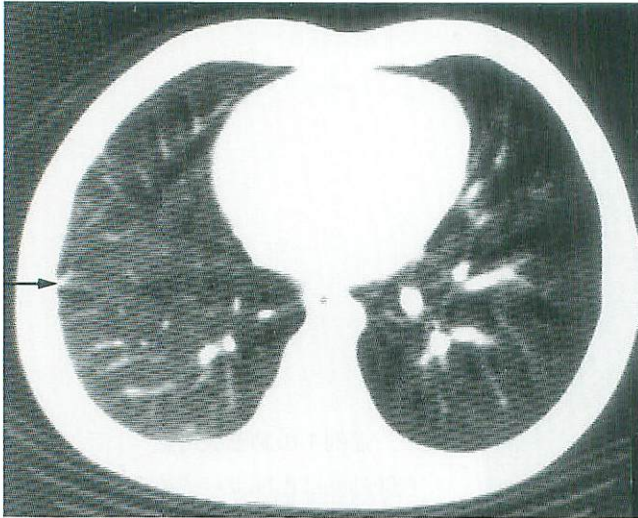
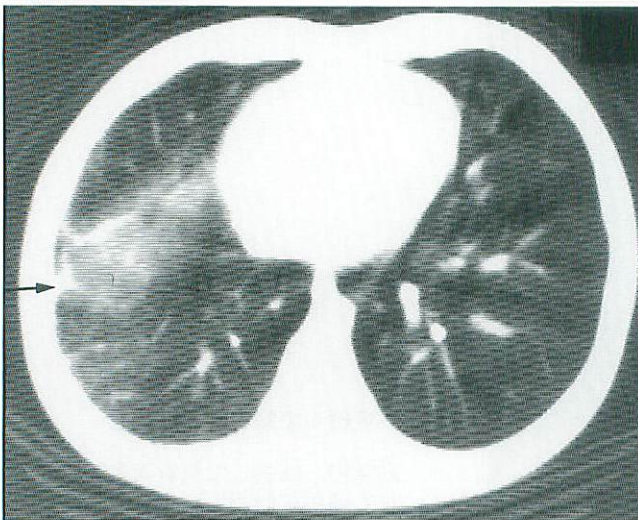


図4. 症例1の胸部CT

びまん性に細かな網状線状影が認められるとともに胸膜側には胸膜に連続する多数のやや太い線状影(→)が認められる。

a



b

〔症例2〕19歳 男性

主訴：頭痛，下痢，易疲労感

既往歴：6歳時健康診断時，胸部異常陰影を指摘された。10歳時虫垂炎時，一側肺動脈欠損症と他院で診断された。

家族歴：特記すべきことはない。

現病歴：幼少時より頭痛，下痢，易疲労感を認めていたが，約1年前より悪化したため当院神経内科を受診，胸部異常陰影を認めたため精査目的のため当院外科に入院した。

入院時現症：発育発達正常，聴診上右肺野呼吸音減弱，心音正常，心雑音なし，肺機能正常。

胸部単純写真では症例1と同様に患側肺で容積の減少を認め，右肺門部肺動脈は細い，胸膜

側に線状影が認められ，末梢を中心に網状線状影が認められる(図5)。肺動脈造影では右肺動脈は根部より認められず，右肺動脈欠損と確定診断された(図6)。右室造影の遅い相では患側肺で細かな血管影が認められる。下葉レベルの高さの胸部CTではびまん性に細かな網状線状影が認められ，また胸膜側に連続するやや太い線状影が認められる(図7)。

考 察

1868年にFanzelによりはじめて報告された²⁾一側肺動脈欠損症は比較的まれな疾患である。右肺動脈欠損は合併奇形を伴わないことが多いが，動脈管開存の合併が見られることもある。

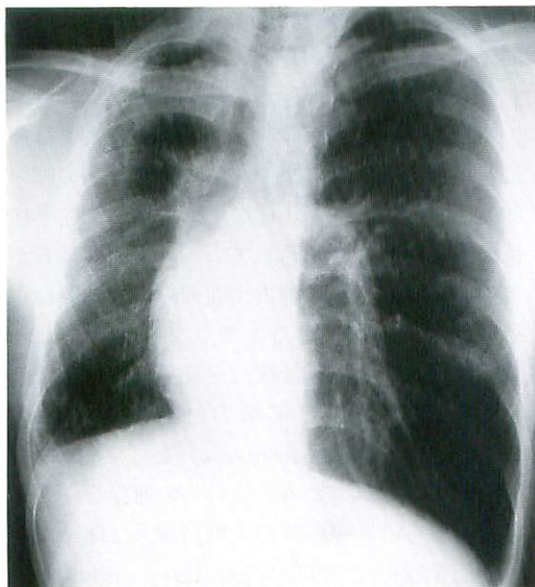


図5. 症例2の胸部単純写真正面像

症例1と同様に右肺では肺門は小さく肺門部肺動脈は細い。肺野末梢では線状影が認められる。

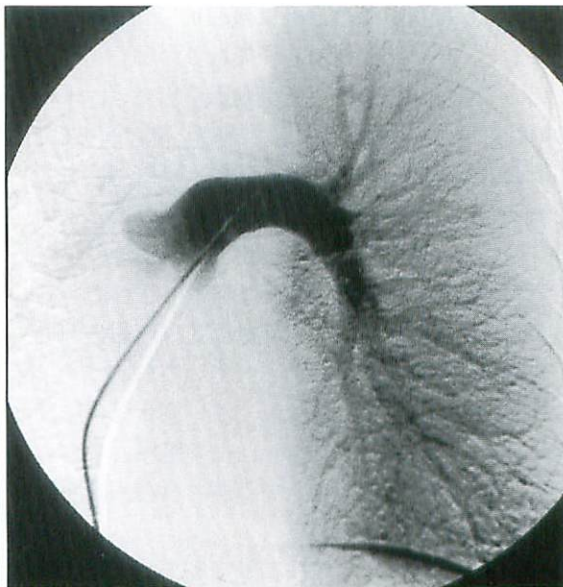


図6. 症例2の肺動脈造影

右肺動脈は根部より認められない。

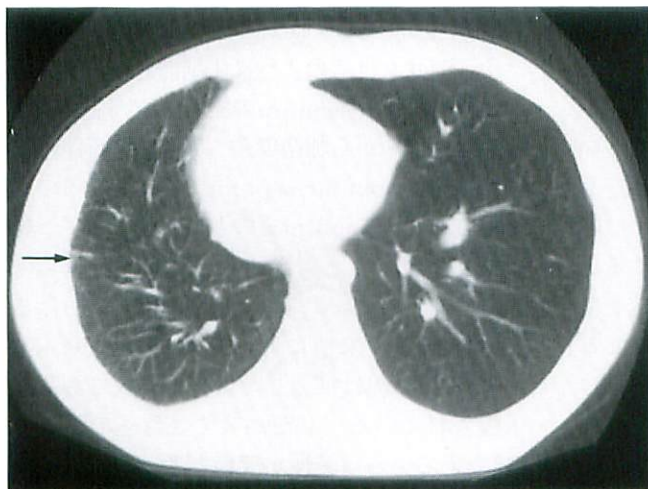


図7. 症例2胸部CT

びまん性に細かな網状線状影が認められるとともに胸膜側には胸膜に連続する線状影(→)が認められる。

一方左肺動脈欠損では心奇形を伴うことが多く特にFallot四徴症の合併が見られることが多い。他に心房中隔欠損、心室中隔欠損等も合併することがある^{3,4)}。症状は無症状のものから、呼吸困難、咳嗽、血痰、繰り返す肺炎、肺高血圧症を呈するものまでさまざまである⁵⁾。予後は肺高血圧症、咯血の程度によるが、肺高血圧症は合併心奇形があるとき高度に合併し死亡率も高くなる⁶⁾。また発見時すでに肺高血圧症を

呈している例は学童期までに発見されていることが多く、予後はきわめて不良とされる⁶⁾。

一側肺動脈欠損症の発生原因として、第VI鰓弓動脈の発生異常が考えられている。一方肺血管床は第VI鰓弓動脈とは別に形成されるため末梢の肺動脈は正常に形成される。この末梢の肺動脈は体循環系よりの血流、すなわち気管支動脈、肋間動脈、内胸動脈等より血流を受けると考えられている^{3,7)}。

我々が経験した2症例は無症状で発見され、欠損している肺動脈は右側であり合併心奇形は認められなかった。気管支動脈造影では、末梢の肺動脈への側副血行路が認められた。CTでは縦隔条件で一側の肺動脈欠損と肺野条件で2例ともに我々が注目した胸膜側の線状影と末梢を中心とした網状線状影が認められた。またCTが施行され肺野条件画像が報告されている9歳女児、32歳男性の右肺動脈欠損の報告例でも胸膜側の線状影が認められている(表2)^{6,2)}。

この胸膜に接する線状影、淡い網状線状影は一般的にInterlobular septumの肥厚と考えられ、さらにその原因として浮腫および側副血行路の小血管が考えられる。

我々の症例では気管支動脈造影上で気管支動脈、肋間動脈から肺動脈系への側副血行路が見られた。表2の報告1では血管造影では側副血行路の血管を直接同定できていないが、肺血流シンチグラムで肺動脈の欠損している右肺は左肺よりも遅れて集積しており体循環系からの側副血行が示唆されていた⁶⁾。また表2の報告2では血管造影上で右気管支動脈、右横隔膜下動脈より肺動脈系への側副血管が認められていた²⁾。末梢の肺動脈は体循環系からの血流を受けているものと考えられる。

Interlobular septumの肥厚が浮腫によると仮説すると、その原因は高圧の体循環血流を受けた肺循環系の圧が高くなるため浮腫が生じると考えられる。しかしPoolらの報告⁴⁾では、1)

体循環系のより高い圧を受ける患側の方に肺高血圧症の病理所見が見られず、画像所見が見られない健側に肺高血圧症の病理所見が見られている。2) 合併心奇形のない一側肺動脈欠損症において、肺動脈の全血流をうける健側の肺の53%において肺高血圧症の病理である肺内小血管の中膜肥厚が認められている。一方肺動脈が欠損している患側に肺内小血管の中膜肥厚は認められていない。またネズミ³⁾、イヌ⁵⁾による実験では肺動脈の結紮後、4～6ヵ月後には拡張した気管支動脈と末梢の肺動脈との間にpre-capillary anastomosisが生じて³⁾側副血行路が形成されている。これらの報告を併せて考えるならば、患側肺の末梢循環系は体循環系の高圧を直接受けずpre-capillary anastomosisが存在するため末梢の肺動脈圧は上昇しないと考えられる。したがって肺静脈圧も上昇せず浮腫は生じない。この知見からはInterlobular septumの肥厚の原因が浮腫とは考えにくい。

そこで我々は次のように側副血行路の小血管がInterlobular septumの肥厚の原因と推測する。体循環系から肺循環系への側副血行路の小血管はInterlobular septum内を走行するのでInterlobular septumそのものが肥厚して、線状網状に見えろと考えられる。Sherrickらの報告³⁾では、胸部単純X線写真正面像における患側肺門より末梢に伸展するfine lacy network状の陰影は拡張した気管支動脈であると示唆されている。したがってこれらの陰影をCTで見ている可能性が高いと考えられる。また胸膜が癒着してこの部分で側副血行路が発達することもあるので³⁾、CT上の胸膜側の線状影はこの側副血行路の小血管を見ていると推測される。ただし我々の症例では手術がなされず

表1. 先天性一側肺動脈欠損症一症例一

症例	年齢	性別	病側
1.	6	女	右側
2.	19	男	右側

表2. 先天性一側肺動脈欠損症一報告例一

報告例	年齢	性別	病側	報告者	年
1.	9	女	右側	重永ら	1988年
2.	32	男	右側	室ら	1992年

Interlobular septumの肥厚を病理組織学的に証明できていない。

我々の症例には認められなかった症状であるが、報告2のように咯血が肺動脈欠損症の主症状のこともある。Poolらの報告⁴⁾では10%以下であるが、咯血が症状として認められている。その原因として末梢の肺動脈圧の上昇、増生した側副血行路の血管の破綻があげられるが、気管支鏡検査でその原因血管を指摘できないこともある²⁾。CT上の線状網状陰影が側副血行路の末梢血流変化を示しており、この陰影の変化をCTによって捕えられるならばCTで咯血を予知できる可能性があると考えられる。

以上2例の一側肺動脈欠損症のCT肺野線状陰影について報告した。

●文献

- 1) 磯貝祐貴子, 小竹原良雄, 内田耕, 他: 先天性一側肺動脈欠損の1例. 日胸疾会誌 25: 1116-1120, 1987.
- 2) 室 恒太郎, 青木 稔, 和田洋巳, 他: 先天性右肺動脈欠損症の1例. 日胸疾会誌 30: 1728-1731, 1992.
- 3) Sherrick DW, DuShane JW: Agenesis of a main branch of the pulmonary artery. AJR 87: 917-928, 1962.
- 4) Pool PE, Vogel JHK, Blount SG Jr.: Congenital unilateral absence of a pulmonary artery. Am J Cardiol 10: 706-731, 1962.
- 5) Tomy KO, Marvin G, Gatz, George R, Reisz: Congenital unilateral absence of a pulmonary artery: a report of two adults cases. Am Rev Respir Dis 141: 795-798, 1990.
- 6) 重永啓子, 水野武郎, 柴田和男, 他: 先天性右肺動脈欠損の1例. 胸部外科 41: 820-824, 1988.
- 7) Cucci CE, Doyle EF, Lewis EW JR: Absence of a primary division of the pulmonary trunk. An onogenetic theory. Circulation 29: 124-131, 1964.
- 8) Ellis FH Jr, Grindlay JH, Edwards JE: Bronchial arteries. III. Structural changes after division of rat's left pulmonary artery. Am J Path 28: 89-103, 1952.
- 9) Liebow AA, Hales MR, Blomer WE, et al: Studies on lung after ligation of pulmonary artery. II. Anatomical changes, Am J Path 26: 177-195, 1950.

症 例 報 告

MRIにより経過観察しえた 横断性延髄・脊髄炎の1例

小平隆太郎, 山森裕之, 藤田ひろ子, 野口幸男,
淵上達夫, 大久保修, 原田研介

日本大学医学部 小児科

MRI Changes of a Case of Transverse Cervical Myelitis and Brainstem Encephalitis

Ryutaro Kohira, Hiroyuki Yamamori, Hiroko Fujita,
Tatsuo Fuchigami, Osami Ookubo, Kensuke Harada

Department of Pediatrics, Nihon University School of Medicine

Abstract A 13-year-old boy suffering from acute transverse cervical myelitis and brainstem encephalitis had serial MRI studies. He was admitted to our hospital due to quadriparesis and urinary retention, treated with steroids followed by hypertensive crises, respiratory arrest and convulsions. High dose immune globulin therapy and anti-hypertensive therapy were added under mechanical ventilation. He fully recovered without any motor impairment or incontinence. Sagittal MR images examined at acute stage exhibited prominent expansions of the diameters at the midpontine, ponto-medullary and medullo-spinal junction levels by 13, 16 and 21% comparing to those of adjacent levels 70 days later. The importance of spinal edema management is discussed.

Key Words Transverse myelitis, Brainstem encephalitis, Spinal edema, Children

はじめに

急性横断性脊髄炎は、急激に発症する脊髄性運動障害、髄節レベルの明瞭な感覚障害、直腸・膀胱障害を呈し、脊髄の出血・外傷・圧迫および他の神経または全身性疾患を除外しうる病態と定義される。今回、脳幹・脊髄の変化をMRI上で経時的に観察し、血圧および脊髄浮

腫の管理が重要と思われた1例を経験したので報告する。

症例呈示

症例：13歳、男子

主訴：歩行不能、尿閉

既往歴・家族歴：過去1年以内の予防接種歴は無く、他に特記すべきことは無い。

原稿受付日：1996年8月9日、最終受付日：1997年9月19日

別刷請求先：東京都板橋区大谷口上町30-1 日本大学医学部附属板橋病院小児科 小平隆太郎

現病歴：入院18日前より、先行感染と思われる発熱を伴う上気道炎が3日間みられた。7日および4日前に下腹痛と排尿困難を訴え、前医を受診し導尿をうけた。2日前より食事の際の上肢の振戦、前日より後頸部痛、当日起床時より起座位の保持および歩行が不能となり、前医を再受診後、精査・加療目的で紹介入院した。

入院時現症：全身状態として微熱（体温37.9℃）、浅薄な頻数呼吸（呼吸数30/分）、頻脈（心拍数96/分）および拡張期主体の高血圧（血圧128/90mmHg）が認められた。胸部所見に異常は無く、緊満した膀胱を下腹部に触知した。意識は清明だが発声は弱く、起座位保持は不能で、弛緩性四肢麻痺および髄膜刺激徴候を認めた。脳神経では第XI・XII神経不全麻痺、脊髄神経では第5頸髄レベル以下の運動麻痺、右第2胸髄・左第5胸髄皮節以下の知覚脱失の他に、膀胱直腸障害を認めた。深部腱反射は入院時に上肢で亢進・下肢で消失していたが、約6時間後に下肢で著明に亢進し、錐体路徴候も出現したため、脊髄ショック直後の弛緩性四肢麻痺から痙攣性四肢麻痺へと移行する状態と考えられた。

経過：入院時、責任病巣として、下部脳幹を含む上部頸髄レベルの横断性障害が推定された。急性の四肢麻痺をきたす疾患として、脱臼などの頸椎損傷に伴う頸髄挫傷・血腫、脊髄腫瘍、動静脈奇形を含む脊髄循環障害、多発性硬化症・急性散在性脳脊髄炎および横断性脊髄炎などの炎症性疾患またはギランバレー症候群などの神経根炎が鑑別の対象と考えられた。いずれの疾患も治療に緊急性を有し、診断を明らかにするため第2病日に緊急MRIを施行した。病歴上外傷はなく、画像上、大脳・基底核・小脳の多発性・散在性の炎症像または腫瘍性病変は認められなかった。髄液検査では無菌性髄膜炎が認められ、無菌性髄膜炎を伴う脳幹・脊髄炎と診断した。メチルプレドニゾンによるパルス療法を開始した（図1）ところ、上肢の筋力と皮膚知覚レベルは改善傾向がみられたが、障害部より高位レベルの発汗過多・低位レベルの皮膚冷感、高血圧、左Horner徴候、眼振、複視および兎眼が出現した。高血圧はニフェジピン舌下投与にも関わらずコントロールが難しく、第4病日夜間、収縮期および拡張期血圧は

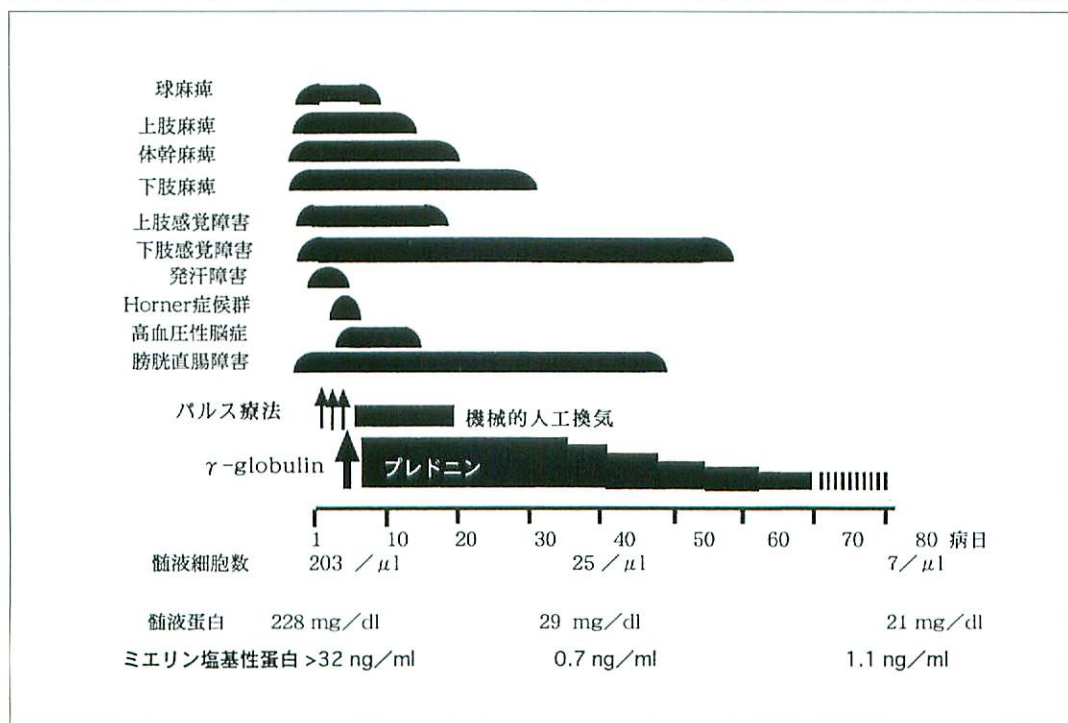


図1. 症例の経過表

194および128mmHgにまで達し、高血圧性脳症による痙攣・呼吸停止・昏睡に陥った。呼吸管理下に過換気療法・抗痙攣薬・浸透圧利尿剤およびニカルジピン持続点滴による降圧療法を開始した。また、1g/kg体重の γ グロブリン大量療法を併用した。意識レベルは翌日より改善し始め、呼吸管理下ではありながら、文字の指示による会話が可能となった。8日後に抜管し、27病日には起座位の保持可能、42病日には独歩可能となった。現在、プレドニンを中止し1年以上経過したが、後遺症も再発もみられず、中学校に通学している。

検 査

入院時血液検査(表1)上、軽度白血球増多を認めたがCRPは陰性であった。髄液検査上、単核球優位の細胞および蛋白増多・ミエリン塩基性蛋白の著増が認められたが、オリゴクローナルIgGバンドは陰性であった。細菌およびウイルスの髄液分離培養は陰性であった。血清学的にインフルエンザA (CF) およびパラインフルエザ1,3ウイルス抗体価(HI)が各々16,32および512と高値であったが、単なる同時

期の地域的な流行を反映するものか、または本症の直接的な誘因であるかは不明である。治療に γ グロブリン大量療法を併用したため、以後の抗体値の推移は評価が困難となった。また、内分泌検査上、腎交感神経系の過緊張が示唆された。

画像診断

図2にT1強調画像における頸部の正中矢状断を示す。第2病日では橋・延髄および上部頸髄がびまん性に腫大し、頸髄硬膜下腔が狭小化しているが、第72病日では改善した。図3に同部位のT2強調画像を示す。第2病日では、延髄上部から第6頸椎体レベルにかけて斑状の境界不明瞭な高信号性病変が認められたが、第72病日には改善した。図4に橋レベルのT2強調画像を示す。第2病日では橋の右腹側部および被蓋に高信号性病変が認められたが、35病日には改善した。いずれの病日においても、大脳・基底核・視床および小脳に病変は認められなかった。6ヵ月後に頭部および脊髄MRIを再検したが、多発性硬化症あるいは散在性脳脊髄炎を示唆する病変は出現していない。

表1. 入院時検査

血液一般検査	髄液一般
WBC 12300/ μ l	細胞数 203 (M : P = 190 : 13) / μ l
RBC 509/ μ l	Prot 228mg/dl
Hb 14.8g/dl	糖 84mg/dl
Ht 44.4%	Cl 120mEq/l
Pl 36.0 $\times 10^4$ / μ l	LDH15IU/l
CRP <0.3mg/dl	MBP >32ng/ml
GOT 12IU/l	オリゴクローナルIgG陰性
GPT 31IU/l	
LDH 332IU/l	内分泌検査
CK 60IU/l	アドレナリン 837pg/ml
	ノルアドレナリン 354pg/ml
	ドパミン <5pg/ml
	アルドステロン 580pg/ml
	レニン活性 13ng/ml/hr
	ウイルス抗体値
IgG 1310mg/dl	インフルエンザA (16), パラインフ
IgA 227mg/dl	ルエンザ1 (32), 3 (512) で上昇
IgM 70mg/dl	
C 3 59mg/dl	
C 4 61mg/dl	
CH50 71.6U/ml	

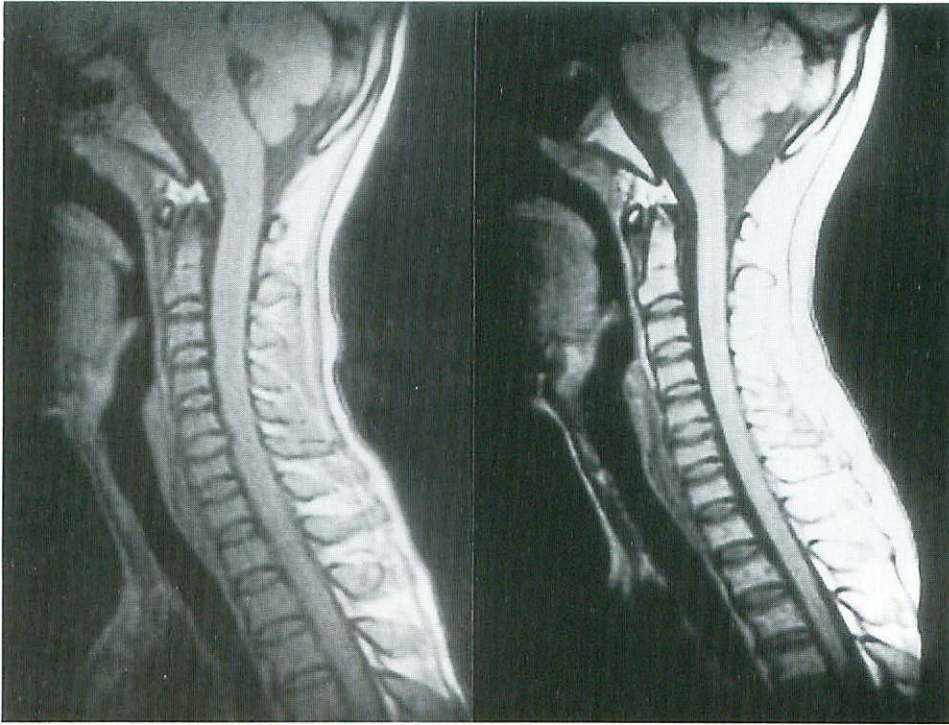


図2. 脳幹および頸髄のT1強調画像
(0.5T,TR500,TE20)

a | b

a : 第2病日において, 上部頸髄を主体に脳幹部におよびまん性の腫大が認められる.

b : 第72病日において, 頸髄および脳幹部の浮腫は軽快し, 頸髄硬膜下腔が明瞭に認められる.



図3. 脳幹および頸髄の高速スピエコー法におけるT2強調画像
(0.5T,TR4000,TE120,積算回数4, echo train1)

a | b | c

a : 第2病日において, 上部頸髄を主体に延髄から第5頸椎体のレベルにわたり連続した高信号性病変が認められる (⇒).

b : 同病日における5mm幅の隣接スライスを示す. 第2から第6頸椎体のレベルにわたり, 不規則な斑状の高信号性病変が認められる (⇒).

c : 第72病日において, これらの病変は軽快している.

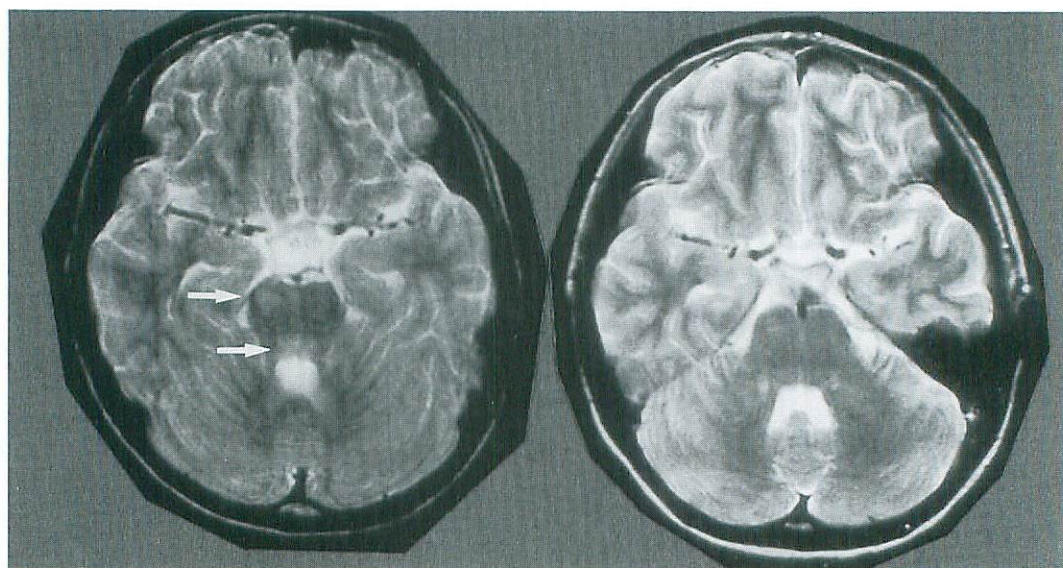


図4. 橋レベルのT2強調画像

(0.5T, TR3500, TE100, 積算回数4, echo train1)

a : 第2病日において, 右橋腹側部および第(d)脳室に接する被蓋部に高信号性病変が認められる(⇒).

b : 第35病日において, これらの病変は軽快している.

考 察

急性の脊髄性麻痺は診断・治療に緊急を要する病態である。血腫・圧迫が認められれば、緊急減圧術が必要である。横断性脊髄炎の予後も良好とはいえず、治療法は確立してはいないものの、早急な治療開始が望まれる。小児の横断性脊髄炎に関してPaineら²⁾の25例およびDunneら³⁾の21例に対する総説があるが、前者は死亡例1例を含む9例、後者は8例に日常生活に支障を伴う重篤な後遺症が遺残したとしている。予後が比較的良好とされるMumpsによる横断性脊髄炎⁴⁾でも、14例中10例は完全に回復したが、2例は死亡、他の2例に永続的な麻痺が遺残している。以下、横断性脊髄炎のMRIにおけるT1・T2強調画像、Gdによる増強効果および予後と直接関連する亜急性期の変化について文献的考察を加えた。

急性期のMRI像においては、病変部脊髄は腫大し、T1強調画像において低信号、T2強調画像において高信号を呈する^{5) 6) 7) 8)}。図5に、本症例のT1強調画像における脳幹部前後径の

変化を示した。撮影条件は5mmスライス幅であり、前後径での脳幹計測値の信頼性には、partial volume effectおよび撮影スライスの再現性などの点から疑問は残るものの、あくまで参考として示した。小亀らによる10歳から19歳・9例の、日本人における平均値および標準偏差値も並記した¹⁾。回復期である72病日を100%とすると、急性期である第2病日は、橋中央部13%、橋・延髄移行部16%、延髄・脊髓移行部21%の腫大が認められた。浮腫が脳幹から頸髄全体にび漫性におよぶ場合、初診時にT1強調画像のみから病巣範囲を同定することは容易ではなかったが、T2強調画像における高信号性病変の検出は、責任病巣を確認するうえで極めて有用であった。

急性横断性脊髄炎の場合、Gd-DTPAによる増強効果は短期間のうちに変化するようである。成人5例中1例に、Gdによる軽度の増強効果が認められたが2週間後には消失したとする報告⁹⁾、第8病日に認められた増強効果は第15病日には減弱し、第31病日には消失したとするもの¹⁰⁾などである。一方、7歳女兒に第25病

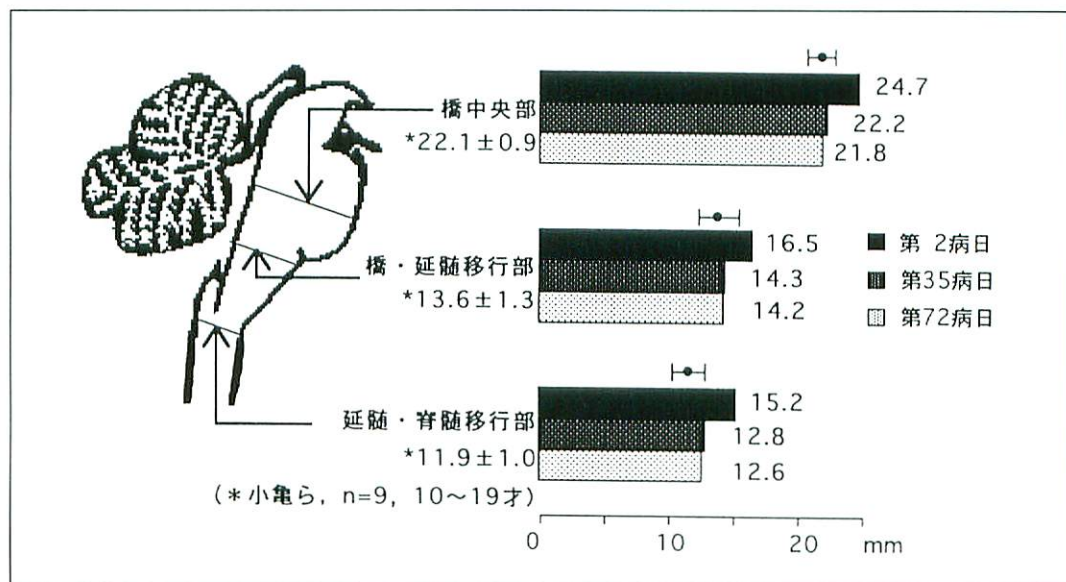


図5. 脳幹・脊髓前後径の経時的変化

本症例の第2, 35および72病日における脳幹各部位のT1強調画像上の前後径を、経時的に棒グラフで示す。ドットおよびバーは、小亀ら¹⁾の本邦10~19歳の平均値および標準偏差を示す。

日に施行したMRIでは、増強効果は得られなかったとする報告¹¹⁾もある。ウイルス感染を誘因とすることの多い本疾患のなかでは多少例外的ではあるが、15ヵ月男児のインフルエンザ菌による細菌性脊髄炎では、14病日において延髄脊髄移行部および小脳で増強効果が認められたとしている¹²⁾。本症例では、髄液中MBPが著増し脱髄が存在している第2病日において、増強効果は認められなかった。多発性硬化症では増強効果がT2強調画像上の高信号域化に先行する例¹³⁾が報告されており、病理学的にも血管周囲の高度の単核球浸潤と増強効果とは関連があるとされている¹⁴⁾。横断性脊髄炎においても、脱髄巣の造影効果に関する今後の症例の集積が望まれる。

亜急性期において、しばしば脊髄萎縮または空洞形成^{5, 15~18)}が報告されており、そのような症例では障害レベル以下の機能的予後は不良である。本症例で6ヵ月後に再検したMRI上、そのような所見は得られていない。これらの二次的病変の発生機序の解明は、横断性脊髄炎の予後を改善する上で有意義と考えられる。横断性脊髄炎の病因に、病原微生物による直接的な

脊髄侵襲、自己免疫的機序¹⁶⁾および脊髄血管障害の関与²⁰⁾などが指摘されている。本症例では、脊髄浮腫のコントロールによる脊髄循環障害の予防が重要であったと考えられる。高位脊髄損傷による四肢麻痺患者では、しばしば発作性の高血圧を認め、それが死因ともなることが知られており、その機序は、上位中枢の支配から開放された損傷部以下の脊髄交感神経系が、非特異的感覚入力に対し過剰な反射活動をとる解放現象と説明されている²¹⁾。本症例は、ステロイドによるパルス療法終了直後に高血圧性脳症を合併した。これを単なる薬剤による副作用と考えるには疑問が残る。なぜなら、ステロイド投与以前より拡張期高血圧・腎交感神経系の過緊張が認められており、高血圧性脳症の直前にHorner徴候・障害レベル以上の発汗過多・障害レベル以下の発汗減少と四肢冷感といった多彩な自律神経異常が出現した点から、血管運動神経の失調が基礎に存在したと思われる。脊髄萎縮の発生機序として、脱髄を伴う免疫学的脊髄炎が完成した直後に、開放現象としての高血圧に伴う脊髄の二次的血管原性浮腫が、狭い脊柱管内での脊髄容積の増大に拍車をかけ、脊髄

虚血をもたらしたためではないかと推察された。

以上より、本症例の病巣範囲の把握には、高速スピンエコー法によるT2強調画像がGd-DTPAによる造影法より有用であった。また、初診時に脊髄浮腫の程度を把握することは治療上重要であり、二次的な脊髄循環障害の予防が予後の改善につながると考えられた。そのためには血圧管理を慎重に行う必要があり、血圧がコントロールされない状態でのステロイドパルス療法は危険であった。この点、ガンマグロブリン大量療法²²⁾はより安全と思われた。救急医療を含め、日常診療でのMRI画像の計測処理はルーチン化されていない。今後、本邦小児における中枢神経系MRIの年齢別部位別正常値の確立が望まれる。

●文献

- 1) 小亀佐恵子, 井上佑一: 付録 計測値. 中枢神経疾患のMR診断 (初版), 313-316, 井上佑一編, 金原出版, 1990.
- 2) Paine RS, Byers RK: Transverse myelopathy in childhood. *Am J Dis Child* 85: 151-163, 1953.
- 3) Dunne K, Hopkins IJ, Shield LK: Acute transverse myelopathy in childhood. *Dev Med Child Neurol* 28: 198-204, 1986.
- 4) Nussinovitch M, Brand N, Frydman M, et al: Transverse myelitis following mumps in children. *Acta Paediatr* 81: 183-184, 1992.
- 5) Holtas S, Basibuyuk N, Fredriksson K: MRI in acute transverse myelopathy. *Neuroradiology* 35: 221-226, 1993.
- 6) Brenningstall GN, Belani KK: Acute transverse myelitis and brainstem encephalitis associated with Hepatitis A infection. *Pediatr Neurol* 12: 169-171, 1995.
- 7) Bitzan M: Rubella myelitis and encephalitis in childhood. A report of two cases with magnetic resonance imaging. *Neuropediatrics* 18: 84-87, 1987.
- 8) Merine D, Wang H, Kumar A, et al: CT myelography and MR imaging of acute transverse myelitis. *J Comput Assist Tomogr* 114: 606-608, 1987.
- 9) Barakos JA, Mark AS, Dillon WP, et al: MR imaging of acute transverse myelitis and AIDS myelopathy. *J Comput Assist Tomogr* 14: 45-50, 1990.
- 10) Sanders KA, Khandji AG, Mohr JP: Gadolinium-MRI in acute transverse myelopathy. *Neurology* 40: 1614-1616, 1990.
- 11) 宮本晶恵, 田中聡, 吉河道人, 他: MRIにて延髄, 腰髄に限局性病変を認めた脳脊髄炎の1例. *日小放誌* 18: 74-75, 1992.
- 12) Miller V: Craniocervical myelopathy associated with Haemophilus influenzae meningitis: MRI findings. *Neurology* 42: 1121-1122, 1992.
- 13) Kermode AG, Thompson AJ, Tofts P, et al: Breakdown of the blood-brain barrier precedes symptoms and other MRI signs of new lesions in multiple sclerosis: Pathogenetic and clinical implications. *Brain* 113: 1477-1489, 1990.
- 14) Katz D, Tubenberger J, Raine C, et al: Gadolinium-enhancing lesions on magnetic resonance imaging: Neuropathologic findings. *Ann Neurol* 28: 243, 1990.
- 15) Awerbuch G, Feinberg WM, Ferry P, et al: Demonstration of acute post-viral myelitis with magnetic resonance imaging. *Pediatr Neurol* 3: 367-369, 1987.
- 16) Shen WC, Lee SK, Ho YJ, et al: MRI of sequela of transverse myelitis. *Pediatr Radiol* 22: 382-383, 1992.
- 17) Shian WJ, Chi CS: Acute transverse myelitis in children: clinical analysis of seven cases. *Chin Med J (Taipei)* 54: 57-61, 1994.
- 18) 大庭幸生, 野垣宏, 福迫俊弘, 他: 遷延性弛緩性対麻痺を呈した急性横断性脊髄炎の経時的MRI所見. *神経内科* 35: 329-332, 1991.
- 19) Abramsky O, Teitelbaum D: The autoimmune features of acute transverse myelopathy. *Ann Neurol* 2: 36-40, 1977.
- 20) Arlazoroff A, Klein C, Blumen N, et al: Acute transverse myelitis, a possible vascular etiology. *Medical Hypotheses* 30: 27-30, 1989.
- 21) Naftchi NE, Demney M, Lowman EW, et al: Hypertensive crises in quadriplegic patients: changes in cardiac output, blood volume, serum dopamin-beta-hydroxylase activity, and arterial prostaglandin PGE₂. *Circulation* 57: 336-341, 1978.
- 22) 笠井肇: 免疫グロブリン大量療法が奏功した急性横断性脊髄炎の1例. *脳と発達* 28: 354-356, 1996.

総説

第33回 日本小児放射線学会シンポジウムより

脳梁の発生と形成不全 — MRIによる検討 —

宇都宮英綱

福岡大学医学部 放射線科

Embryogenesis of the Corpus Callosum and its Dysgenesis: Evaluation with MRI

Hidetsuna Utsunomiya

Department of Radiology, Fukuoka University Hospital

Abstract MRI has facilitated the study of congenital or acquired callosal abnormalities and their accompanying morphological peculiarities in vivo. Since the corpus callosum is formed contemporaneously with many other telencephalic structures, callosal dysgenesis is commonly accompanied by other telencephalic anomalies, suggesting the possibility of a causal relationship. Thus, callosal dysgenesis may be considered a malformation of the corpus callosum originating in embryogenesis of the telencephalon. Moreover, associated telencephalic anomalies may be responsible for additional features of callosal dysgenesis, such as defects in other white matter tract or reduction in the size of Probst's bundles.

We analyzed MRI studies of callosal dysgenesis to assess the embryological and developmental implications of the callosal dysgenesis and associated telencephalic anomalies, and investigated the morphological significance of the identification of Probst's bundles and the anterior commissure as regards the embryogenesis of the callosal dysgenesis.

Key words Corpus callosum, Dysgenesis, Associated anomalies, MRI

はじめに

脳梁形成不全に関する形態学的、発生学的あるいは病理学的研究は精力的になされてきたが、MRIの導入により臨床例においても詳細な検討が可能となった^{1,2)}。脳梁は大脳新皮質の発達と密接に関連しながら形成される。したがって、正常な脳梁構築がなされなかった脳梁形成不全には、しばしばその他の終脳奇形を合

併する^{8,10)}。また、このような合併奇形は脳梁のみならず他の白質線維束や、脳梁欠損症に特異的に認められるProbst束の形成にも影響を与えると考えられる。本稿では、脳梁の発生について要約すると同時に合併する終脳奇形と脳梁形成不全との関連性について述べる。また、脳梁形成不全におけるProbst束と前交連の発達の形態学的意義について考察を加える。

1. 脳梁の発生

神経管が閉鎖する胎齢4週には、終脳の吻側部即ち、正中終脳(終脳胞無対部)に原始終板(primitive lamina terminalis)と呼ばれる薄い壁が存在する。胎齢6～8週頃、原始終板の壁がその最も背側部において肥厚しだす。この肥厚はHisの再結合板(lamina reuniens of His)と呼ばれる¹³⁾。胎齢8～9週頃、両側大脳半球の腹外側部から内側に向けて神経線維束が成長し、10週にはHisの再結合板内を通過する。こうして前交連(anterior commissure)が形成される。一方、胎齢8週にはHisの再結合板の背側部は正中に折りたたまれ、正中終脳正中溝(sulcus medianus telencephali medii; SMTM)と呼ばれる溝が形成される。初期にはSMTMの堤(bank)は原始髄膜(meninx primitiva)と呼ばれる一層の間葉組織により被われているのみであるが、9週に入るとHisの再結合板からSMTMに向って神経細胞の増殖、遊走がおこり細胞塊が形成される。こうしてSMTM上方部の堤は癒合し閉鎖される。この癒合した細胞塊が所謂massa commissuralisである¹³⁾。

Massa commissuralisは、その後およそ5～7週をかけSMTMに沿って尾側方向に成長する²⁾。続いて、両側大脳半球から成長してく

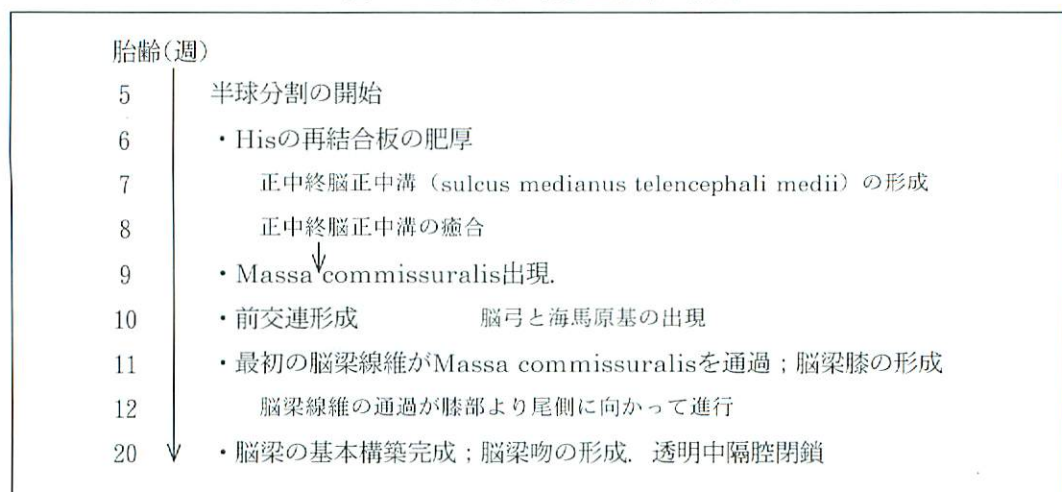
る神経線維がmassa commissuralisを通過し交連線維となる。この交連線維が脳梁である。したがって、SMTMおよびmassa commissuralisは脳梁となる交連線維の原基と言うことができる。

胎齢11～12週頃、最初の交連線維がmassa commissuralisを通過しだす。12～13週で、将来脳梁膝部(genu of the corpus callosum)となる交連線維の集合体が形成される。これが脳梁形成の始まりである。脳梁はその後、5～7週の間到大脳新皮質の急速な成長に伴い頭側から尾側に発達する。即ち、脳梁の形成は膝部に始まり体部前方から後方そして膨大部が形成され、最後に吻部が形成されと考えられている(図1)。このように基本的脳梁形態は胎齢11週～20週の間形成される^{2,13)}。以上、脳梁の発生はその原基であるSMTMとmassa commissuralisの形成および将来交連線維(脳梁)となる神経線維の発達、成長という二つの発生機序により構築される。

2. 脳梁形成不全の発生機序

脳梁形成不全を発生学的立場から考えると第一には脳梁原基であるSMTMおよびmassa commissuralisの形成障害、第二には脳梁線維となる左右大脳半球の神経線維の発達、成長の障害と言う二つの障害過程を考慮する必要がある。

図1. 正中終脳の分化と脳梁の形成



ある¹⁰⁾。前者の障害では将来神経線維が通過すべき組織が欠如しているために神経線維自体の成長に問題がなくとも正常な脳梁は形成されない。即ち、発生早期に何等かの障害が起こり脳梁原基が全く形成されなかった場合には脳梁

完全欠損(Total callosal defect)となり(図2), 障害がやや遅れ, 原基の吻側部分が形成されれば部分欠損(Partial callosal defect)となる(図3)。前述したごとく, 脳梁線維は膝部より誘導されるため, 部分欠損では膝部から

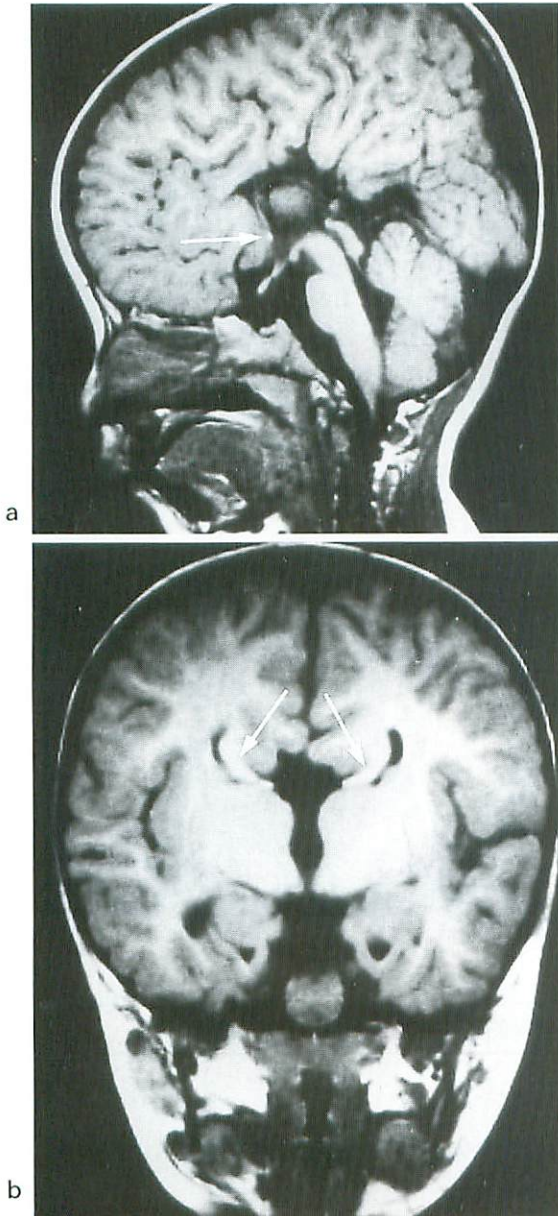


図2. 脳梁完全欠損; 2歳, 男児

- a : T1強調像, 正中矢状断: 脳梁は完全に欠損している。前交連(⇒)は低形成を示す。
b : T1強調像, 冠状断: Probst束を示すコンマ型の白質が側脳室の内側壁を構成している。(⇒)

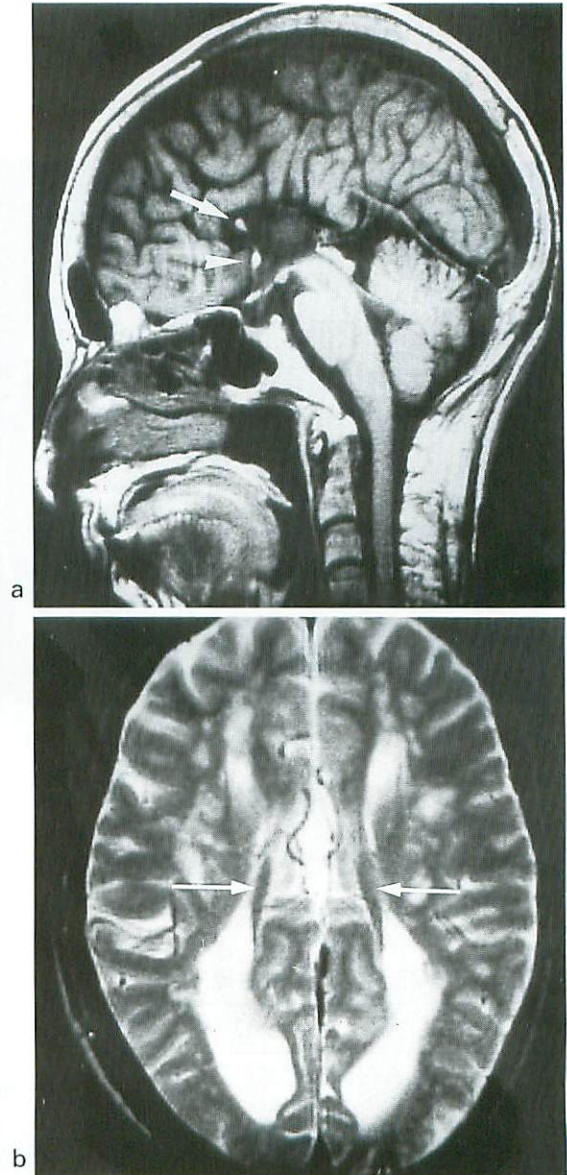


図3. 脳梁部分欠損; 66歳, 女性

- a : T1強調像, 正中矢状断: 膝部に痕跡的脳梁構築(⇒)を認める以外脳梁は欠損している。前交連(△)は過形成を示す。
b : T2強調像, 軸位断: Probst束が両側側脳室内側壁を縦走している(⇒)。

体部前方部分のみが形成される。一方、脳梁原基の形成が正常になされたとしても、神経線維の成長が何等かの原因で障害されるかもしくは神経線維の数が本来少ない場合には、脳梁の基本形態は保たれていても、volumeが小さい脳梁低形成が生じると考えられる(図4)。尚、脳梁のvolume減少は各種脱髄性疾患、代謝性疾患あるいは周産期の低酸素性、虚血性脳症などでも生じる。これらは、言わば神経線維の二

次的な破壊、変性による脳梁萎縮(callosal atrophy)と考えられる。即ち、脳梁萎縮は脳梁の基本構築が完成した胎齢20週以降に生じた障害の結果発生したものと考えられ、脳梁低形成とは区別する必要がある(表1)。

3. 脳梁形成不全と合併奇形

著者らは過去8年間にMRIで確認された脳梁形成不全23例の解析を行った。その内訳は脳

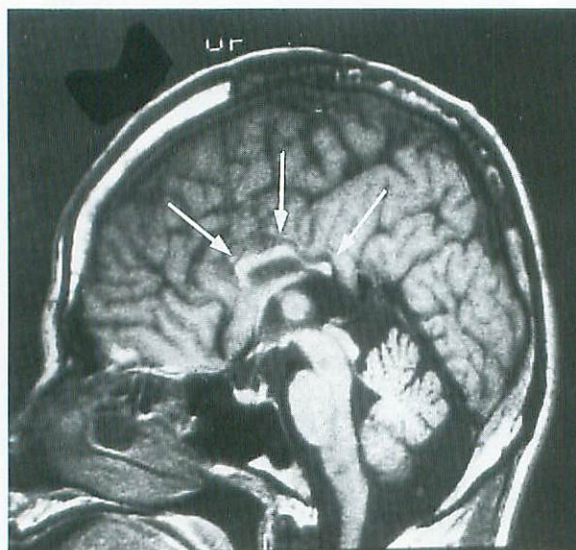


図4. 脳梁低形成; 53歳, 男性

- a : T1強調像, 正中矢状断: 脳梁形態は認められるが, 全体が小さい(⇒), 前交連は同定できない。
b : T1強調像, 冠状断: 脳室拡張を伴う小脳症を認める。

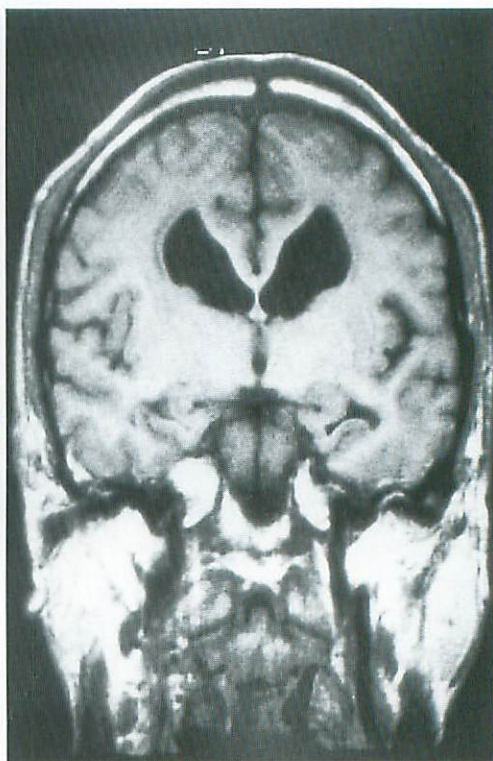


表1. 脳梁形成不全の発生機序

起源	胎齢(週)	解剖学的特徴	形態異常
Hisの再結合板の形成障害	6~8	全交連線維の欠損	脳梁完全欠損, 前交連欠損, 海馬交連欠損
全脳梁原基の形成障害	8~10	脳梁のみの完全欠損	脳梁完全欠損
脳梁原基の部分形成障害	10~15	脳梁尾側部の欠損	脳梁部分欠損
脳梁原基を通過する神経線維の形成障害	11~20	脳梁全体もしくは部分的菲薄化	脳梁低形成
脳梁内交連線維の障害	20~出生後	障害された半球に相応する脳梁菲薄化	脳梁萎縮

脳梁原基: 正中終脳正中溝, Massa commissuralis

梁完全欠損9例, 部分欠損7例, 低形成7例である。合併奇形は15例に認められ, 神経芽細胞遊走障害8例, 小脳症5例, 脳梁脂肪腫2例であった(表2)。以下, 脳梁形成異常とこれらの合併奇形との関連性について述べる。

1) 神経芽細胞遊走障害

神経芽細胞は, 胎生期に脳室周囲に存在する胚芽細胞層から脳表に向けて遊走し大脳皮質を形成する。遊走時期は胎齢8週頃から始まり16週頃までに大半が遊走し, 25週ぐらいで完了す

ると言われている²²⁾。このような神経芽細胞の遊走が何等かの原因で障害された結果生じる奇形群を神経芽細胞遊走障害と総称し, 病理組織形態の差により, 裂脳症, 無脳回/厚脳回症(滑脳症), 異所性灰白質, 多小脳回に分類される¹⁵⁾。厚脳回症と多小脳回症はMRI所見上のみならず肉眼病理学的にも識別困難な場合があり, 皮質形成不全と呼ばれることもある³⁾。

前述したように神経芽細胞の遊走と脳梁原基の形成時期は良く一致している。また, 脳梁原

表2. 脳梁形成不全(23例)に伴う合併奇形

合併奇形	完全欠損(9例)	部分欠損(7例)	低形成(7例)
神経芽細胞遊走障害			
・異所性灰白質	2		
・皮質形成不全	2*	1	
・厚脳回症		1	1
・裂脳症			1
小脳症			5
脂肪腫		2	

★ 各1例に膠上衣嚢胞と孔脳症を併発

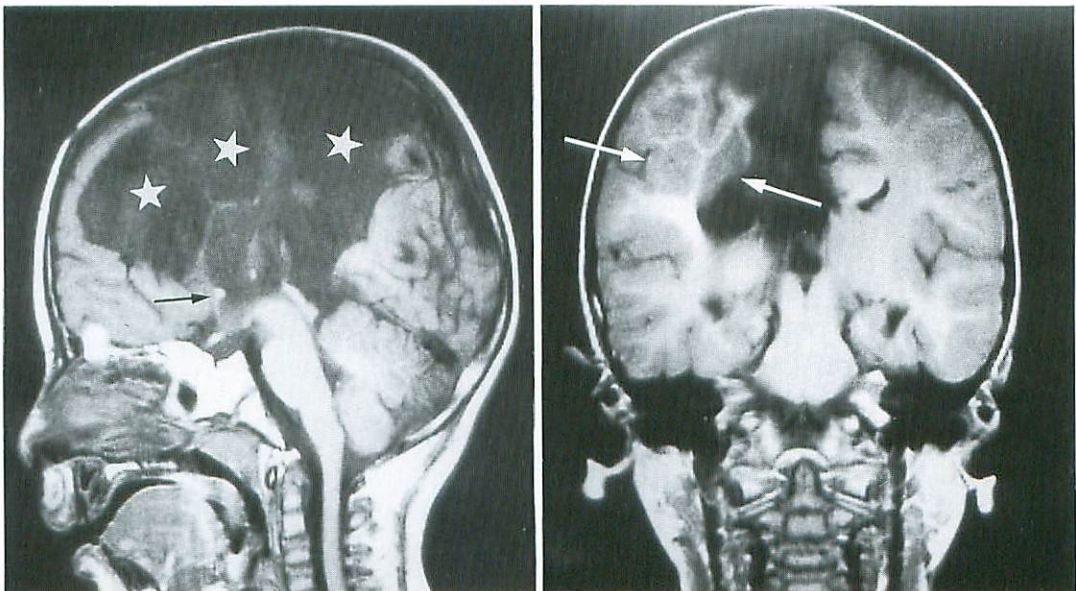


図5. 半球間裂嚢胞(膠上衣嚢胞)と皮質形成不全を伴う脳梁完全欠損; 3歳, 男児
 a: T1強調像, 正中矢状断: 脳梁は完全に欠損している。半球間裂内に嚢胞(☆)を認める。前交連は正常に形成されている(→)。
 b: T1強調像, 冠状断: 右側大脳半球に皮質形成不全が認められる(⇒)。また, 右側Probst束の形成は認められない。

基の形成には神経芽細胞の遊走が大きく関与しているため¹³⁾、両者の障害には発生学的にも密接な関係があると考えられる。自験の脳梁完全欠損の1例には右側前頭葉の皮質形成不全に合併して前部半球間裂内の膠上衣嚢胞が認められた(図5)。上衣嚢胞は本来脈絡組織になるべき細胞がくも膜下腔あるいは脳実質内に迷入した結果生じると考えられている⁶⁾。従って、これらの奇形の併発は胎生早期(胎齢8週頃)に原始終板近傍で細胞の増殖、遊走障害が生じたとすれば一元的に説明可能と思われる。また、比較的後期(胎齢13~14週頃)の障害で発生するとされる厚脳回症¹⁾は部分欠損の2例に認められた(図6)。胎齢14週では脳梁原基は尾側部が完成しておらず、両者の合併は同じ原因で生じたとしても矛盾はない。

Barkovich²⁾は、神経芽細胞の遊走に障害を与えた原因が同時に脳梁原基の形成も障害すると仮定し、両奇形の相関について検討している。

その結果、脳梁形成不全(欠損)の状態は神経芽細胞遊走の障害時期を良く反映すると述べ、脳梁欠損を分析することで合併する奇形の形成時期が想定されると言及している。しかし、神経芽細胞遊走障害の中でも最も早期に発生するとされる裂脳症¹⁵⁾には脳梁欠損の合併は少なく²⁾、脳梁原基の完成する以前(胎齢12~13週)の障害で発生する無脳回¹⁾においても必ずしも脳梁欠損は生じない。また、自験の厚脳回症の1例にも脳梁欠損は認めなかった(図7)。従って両奇形の合併機序を障害の及ぶ時期や単一の原因のみで説明するのは困難である。これらの解釈には障害部位の多様性や程度などさらに複雑な要因を考慮する必要があると思われる。

2) 小脳症

脳梁低形成を定義する上で最も重要な合併奇形は小脳症である。小脳症の成因としては、将来神経(芽)細胞あるいは膠(芽)細胞となる脳細胞の分裂、増殖障害が想定されている¹⁵⁾。

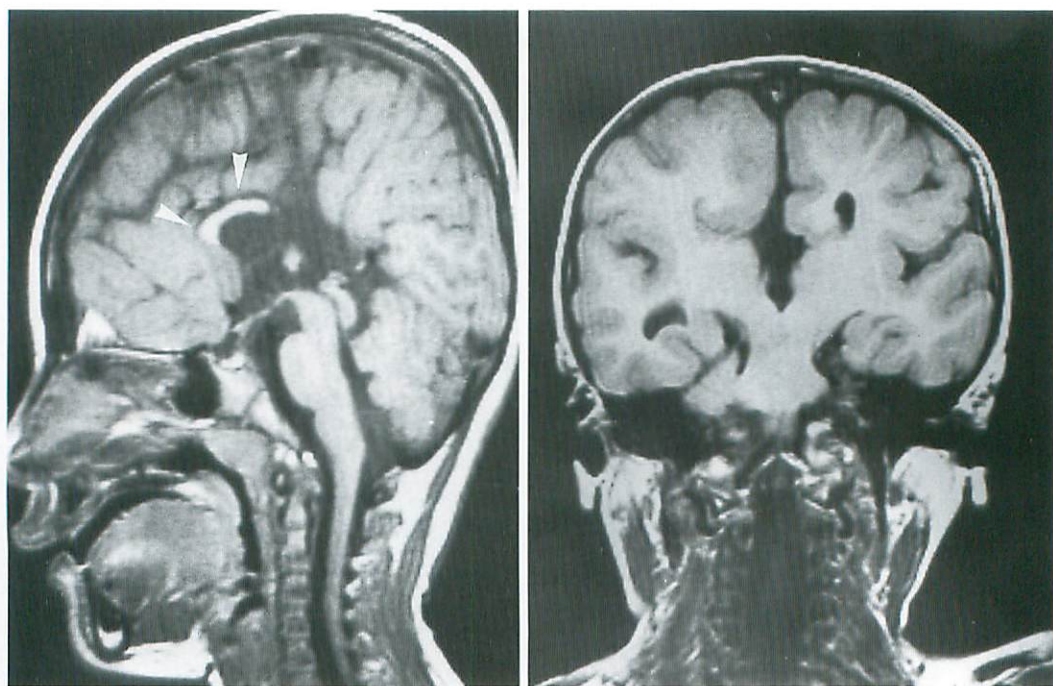


図6. 厚脳回症を伴う脳梁部分欠損；2歳、男児

- a : T1強調像，正中矢状断：脳梁の前半部分(▷)は形成されているが膨大部は欠損している。前交連は同定できない。
b : T1強調像，冠状断：両側大脳半球内側面の皮質は厚く，厚脳回症を示す。Probst束の形成は認めない。

これらの細胞の増殖,分化は2期相に分かれ,胎齢8週から主に神経細胞の増殖(neuronal proliferation)が起こり20週頃にpeakを迎える. 続いて,20週から生後1年くらいまで主に膠細胞の増殖,分化(glia multiplication)

がなされる. 前者の障害により真性小脳症(micrencephaly vera)が生じると考えられている¹⁵⁾. 即ち小脳症とは細胞の正常な増殖が何等かの原因で障害されたため,本来存在するべき神経細胞の数が減少している状態と考えられ

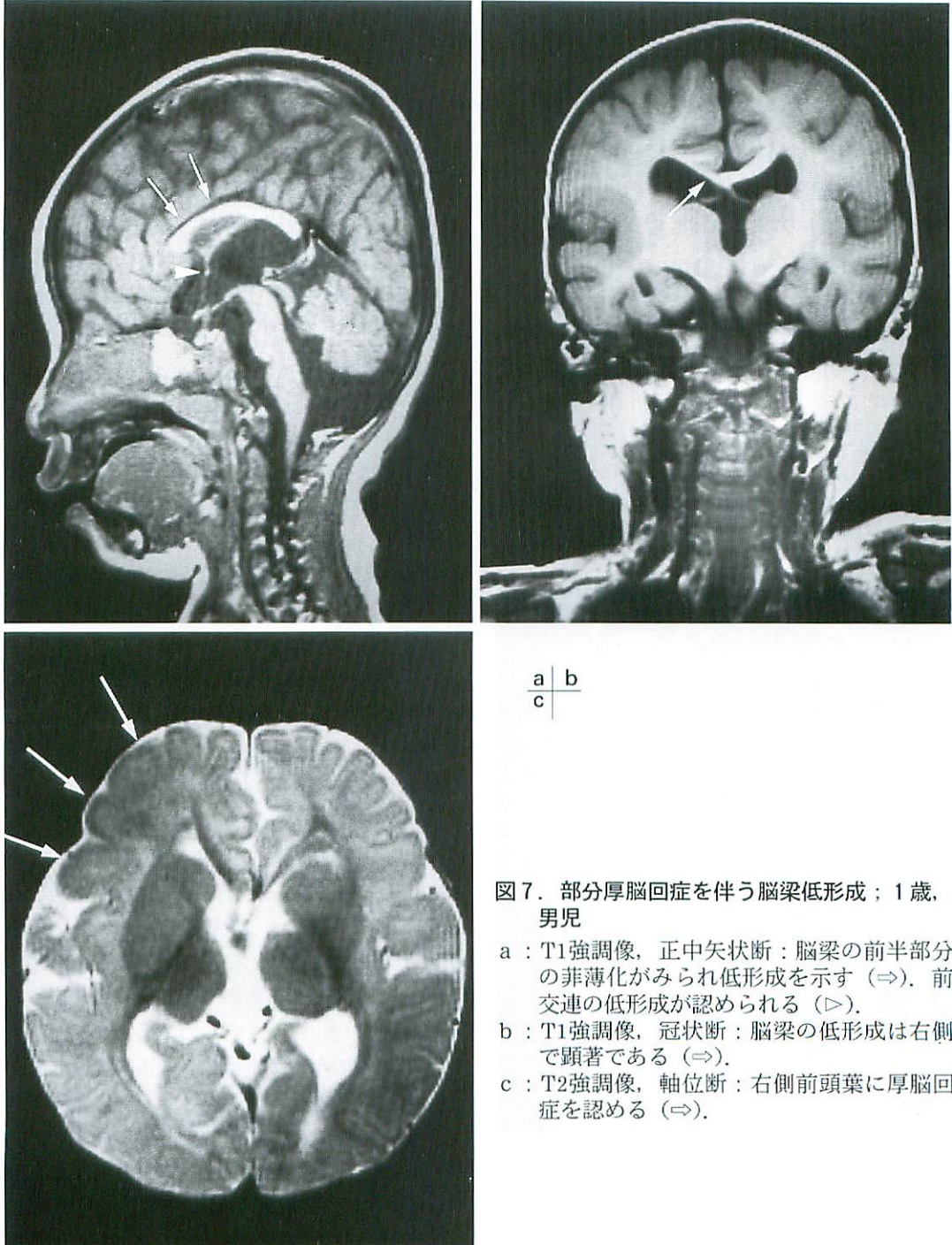


図7. 部分厚脳回症を伴う脳梁低形成; 1歳, 男児

- a : T1強調像, 正中矢状断: 脳梁の前半部分の菲薄化がみられ低形成を示す(⇒), 前交連の低形成が認められる(▷).
 b : T1強調像, 冠状断: 脳梁の低形成は右側で顕著である(⇒).
 c : T2強調像, 軸位断: 右側前頭葉に厚脳回症を認める(⇒).

る。神経細胞の数が少なければ当然神経軸索の量も少なくなり、脳梁原基を通過する神経線維の数が減少する結果脳梁低形成を来すものと考えられる(図4)。

自験の厚脳回症の1例(図7)にも脳梁低形成がみられたが、本例の厚脳回症は右側前頭葉に限局しており、同部位からの交連線維の通過部位に一致した低形成が観察された¹³⁾。この現象は、神経芽細胞遊走障害自体が神経線維の発達障害を伴うことを示唆していると思われる。

3) 脳梁脂肪腫

頭蓋内脂肪腫の成因に関しては諸説があるが、胎生期の原始髄膜(meninx primitiva)遺残からの間葉細胞の分化形成異常とする説が有力である¹⁴⁾。前述したごとく脳梁原基の発生過程において、SMTMの上縁は原始髄膜により被われており、massa commissuralisはSMTMの背側部、即ち原始髄膜の腹側より形成される。従って、massa commissuralisが形成される胎齢9～15週頃何等かの原因で原始髄膜の分化異常がおこり脂肪腫が発生すれば、

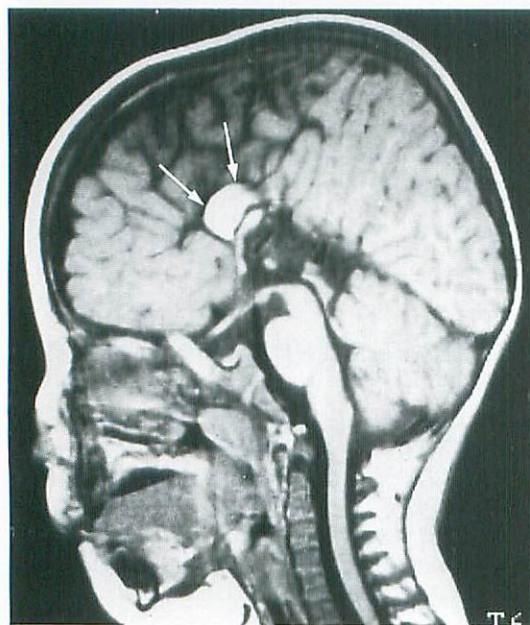


図8. 脂肪腫を伴う脳梁部分欠損; 1歳, 男児

脳梁の後半部分は欠損している。形成された脳梁の背側を取り囲むように脂肪腫を認める(⇒)。

機械的要因により massa commissuralis の背側への成長が障害され脳梁部分欠損を来すと考えられる。自験の2例では、いずれも形成された脳梁の背側を取り囲むように脂肪腫が観察された(図8)。この所見は脂肪腫が脳梁原基の形成を二次的に障害したことを示唆するものと思われる。

4. Probst束

脳梁完全あるいは部分欠損は脳梁原基を介する神経線維の対側半球への通過が障害された結果生じる。神経線維の発達、成長に障害がない場合には脳梁原基を通過できなかった神経線維は、同側大脳半球内側面を尾側に走行(成長)し白質線維束を形成する。これをProbst束と言う(図2, 3)^{11, 12)}。

従って、もし脳梁欠損に伴って神経線維の発達障害が存在すればProbst束の形成も障害されると推察される。著者らの症例では、脳梁欠損の16例中12例(完全欠損6例, 部分欠損6例)にProbst束の形成が認められた。この内、合併奇形のない孤立性脳梁欠損症8例には全例に認められたのに対して合併奇形を認めた8例では4例のみに同定することができた。残りの4例中2例には両側のProbst束が同定できず、2例では1側が同定できなかった。これらの症例では欠損側と同側の大脳半球に重篤な神経芽細胞遊走障害の合併が認められた。尚、Probst束が同定できた、4例中3例の合併奇形は脂肪腫2例、上衣下異所性灰白質(subependymal heterotopia)であり、これらの症例には明らかな大脳皮質の形成不全は認めなかった。残りの1例に皮質形成不全を認めたが右側大脳半球の極めて限局した皮質形成不全であった(表3)。これらの結果は、神経芽細胞遊走障害の存在により神経線維の発達、成長が同時に障害されることを示していると思われる。即ちProbst束は脳梁欠損症における神経線維の発達状態を表す構造物と言うことができ、Probst束の形態を観察することで、脳梁欠損症における大脳皮質もしくは白質の発達障

表 3. 脳梁欠損症 (16例) における Probst 束の形成 : 合併奇形との関連

合併奇形	Probst 束		
	両側欠損	一側欠損	両側形成
・ 両側終脳奇形	2		1 *
・ 一側終脳奇形		2 (奇形合併側と同側の欠損)	1 +
・ 脂肪腫			2
・ 合併奇形なし			8

* 皮質形成不全を伴わない上衣下異所性灰白質

+ 限局性皮質形成不全

表 4. 脳梁形成不全 (23例) における前交連の形成

前交連	脳梁形成不全		
	完全欠損 (9 例)	部分欠損 (7 例)	低形成 (7 例)
・ 欠損 (7 例)	3	2	2
・ 低形成 (9 例)	4	0	5
・ 正常 (6 例)	2	4	0
・ 過形成 (1 例)		1	0

害の程度を評価することが可能と思われる。

5. 前交連

前交連は主に側頭葉の吻側 1 / 3 の神経線維を集める構造として His の再結合板内に発生する。従って、胎生早期に His の再結合板に何等かの障害が加われば脳梁欠損と同時に前交連の欠損もしくは低形成が生じると考えられている (表 1)^{4,23)}。自験の症例では脳梁欠損 16 例中 9 例に前交連の欠損 (5 例) もしくは低形成 (4 例) が観察された。尚, 6 例では正常形態を示し, 1 例に過形成が認められた。一方, 脳梁低形成の 7 例全例に前交連の欠損 (2 例) もしくは低形成 (5 例) が観察された (表 4)。前述したごとく脳梁低形成においては, 脳梁原基の形成は障害されていないため, 前交連の形成不全は原基の形成のみならず, 側頭葉の神経線維の発達障害によっても発症するものと思われる。また, 前交

連の形成不全をきたした症例には海馬の形成不全を示唆する側頭角の鍵孔状の拡張 (key-hole dilatation of the temporal horns)²³⁾ が高頻度に認められた。即ち, 前交連の形態を観察することは側頭葉皮質もしくは白質の発達状態を評価する上で重要であると考えられる。

まとめ

脳梁形成不全は脳梁欠損と脳梁低形成に大別され, 前者は胎齢 8 ~ 15 週の間脳梁原基 (SMTM, Massa commissuralis) の形成障害で発生し, 後者は胎齢 11 ~ 20 週の脳梁線維の発達障害で発生すると考えられる。神経芽細胞の遊走は脳梁原基の形成のみならず脳梁線維の発達にも密接に関係していると思われ, 脳梁形成不全と神経芽細胞遊走障害の合併は MR 診断上留意しておく必要があると考えられる。また, Probst 束および前交連の形態を観察すること

は脳梁形成不全症における大脳皮質あるいは神経線維の発達の程度を評価する上で重要と考えられる。

●文献

- 1) Atlas SW, Zimmerman RA, Bilaniuk LT, et al : Corpus callosum and limbic system : neuroanatomic MR evaluation of developmental anomalies. *Radiology* 160 : 355-362, 1986.
- 2) Barkovich AJ, Norman D : Anomalies of the corpus callosum : correlation with further anomalies of the brain. *AJNR* 9 : 493-501, 1988.
- 3) Barkovich AJ, Kjos BO : Nonlissencephalic cortical dysplasia : Correlation of imaging findings with clinical deficits. *AJNR* 13 : 95-103, 1992
- 4) Budka H : Intracranial lipomatous hamartomas (intracranial "lipoma") : a study of 13 cases including combinations with medulloblastoma, colloid and epidermoid cysts, angiomas and other malformation. *Acta Neuropathol* 28 : 205-222, 1974.
- 5) De Lacoste MC, Kirkpatrick JB, Ross ED : Topography of the human corpus callosum. *J Neuropathol Exp Neurol* 44 : 578-591, 1985.
- 6) Friede RL, Yasargil MG : Supratentorial intracerebral epithelial (ependymal) cysts : Review, case reports, and fine structure. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 40 : 127-137, 1977.
- 7) Jellinger K, Rett A : Agyria-pachygyria (lissencephaly syndrome). *Neuro-paediatrie* 7 : 66-91, 1976.
- 8) Kendall BE : Dysgenesis of the corpus callosum. *Neuroradiology* 25 : 239-256, 1983.
- 9) Numaguchi Y, Kristt DA, Joy C, et al : Scalping deformity of the corpus callosum following ventricular shunting. *AJNR* 13 : 355-362, 1993.
- 10) Parrish ML, Roessmann U, Levinsohn MW : Agenesis of the corpus callosum : a study of the frequency of associated malformations. *Ann Neurol* 6 : 349-354, 1979.
- 11) Probst F : Congenital defect of the corpus callosum. Morphology and encephalographic appearances. *Acta Radiol [Suppl.]*(stockh) 331 : 1-152, 1973.
- 12) Rakic P : Neuronal migration and contact guidance in the primate telencephalon. *Postgrad Med J[Suppl.]* 54 : 25-37, 1973.
- 13) Rakic P, Yakovlev PI : Development of the corpus callosum and cavum septi in man. *J Comp Neurol* 132 : 45-72, 1968.
- 14) Utsunomiya H, Ogasawara T, Hayashi T, et al : Dysgenesis of the corpus callosum and associated telencephalic anomalies: MRI. *Neuroradiology* 39 : 302-310, 1997.
- 15) Volpe JJ : Human brain development : Neuronal proliferation, migration, organization and myelination, Saunders WB (ed), *Neurology of the newborn*, pp 33-68, 1987.

総説

第33回 日本小児放射線学会シンポジウムより

小児におけるMRI —小児心・大血管のMRI—

原田潤太

東京慈恵会医科大学附属柏病院 放射線科

MRI of Congenital Cardiovascular Disease

Junta Harada

Department of Radiology, The Jikei University School of Medicine, Kashiwa Hospital

Abstract MRI can perform multi-directional imaging of heart and great vessels without use of contrast material. Intracardiac anomaly, atrio-ventricular and ventricular-great vessels relationships are easily evaluated by MRI. Evaluation of great vessels and trachea by MRI is also a useful diagnostic procedure, especially for detection of tracheal stenosis.

Fast MRI is now available during breath-holding, and in the near future, MRI will become an excellent diagnostic procedure for cardiovascular disease.

Key words MRI, Anomaly, Heart, Great vessels.

はじめに

小児の心・大血管疾患の基本的な診断法は胸部単純撮影とカラードップラ法を含む超音波法であることは周知の事実である。MRIは最大の利点として、造影剤なしに心・大血管を全体像として描出でき、かつ任意の方向から心臓や大血管の複雑な病態を観察できることである。MRIの欠点としては撮像時間が長いこと、心房細動例では画像が劣化し石灰化の描出が不可能であることなどがあげられる。しかし、MRIの高い組織分解能は小児の先天性心疾患の画像診断においてその役割は大きく期待できる。

撮像パラメータと断層面の決定

基本となる撮像法は、心電図同期スピネ

コー法とグラディエントエコー法によるシネMRIである。撮像時間はおおむね1時間を限度とし、適度の鎮静が必要となる。

1. 心電図同期スピネエコー法

繰り返し時間は心電図同期のためRR間隔、あるいはその整数倍に一致する。この場合心電図のR波にトリガーし時相をずらして多段階のスピネエコー像を得るため各断層面の心時相は異なる。新生児や小児の場合は頭部コイルを用いる。スライス厚は、10mmを基本とするが、乳幼児ではできるだけ薄いスライスで撮像する。5mmスライス厚で撮像した場合、さらに2.5mmずらして撮像を追加することにより詳細な画像が得られる。スピネエコー法では心・大血管の血流は無信号となるが、停滞する血流は高信号となるため注意を要する。スライス面は横断像が

基本となるが形態診断に必要とされる載断面を随時追加して撮像することが重要である。

2. グラディエントエコー法によるシネMRI

ディフュージング効果をもつグラディエントエコー法によるシネMRIでは血流は高信号に描出される。撮像は心電図同期下に同一面で一心拍に10数フレームのマルチフェーズを得、動画像として観察できる。先天性心疾患では合併するシャントや弁膜逆流の評価に有用な方法となり、flow voidとして認めることができる。

3. 断層面の決定

基本となる横断像から疾患により必要となる撮像面を適宜追加する。図1は動脈管開存症の撮像を示している。横断像を撮像後、冠状断、矢状断さらに斜断面を追加することにより動脈管の肺動脈幹と大動脈との関係や動脈管の太さや形を正確に描出できる。このように各々の心疾患の診断においては、必要となる載断面の撮

像を適宜行うことが重要である。

異常形態の診断へのアプローチ

1. 内臓心房位

内臓位は正位、逆位、不定位に分類され、内臓位により解剖学的右房を決定する。解剖学的右房は下大静脈に連続し肝臓側にある。正位の右側構造は肝臓、下大静脈、短い主気管支(三葉)、左側構造は胃、脾、大動脈および長い主気管支(二葉)であり、逆位では正位の鏡像を示す。不定位は右側優位の無脾症と、左側優位の多脾症に分かれる。無脾症では対称肝とともに両肺三葉、下大静脈と大動脈は同側(juxtaposition)、両側肺動脈は気管支の下方を通り、複雑心奇形の合併が多い。多脾症では対称肝とともに、多数の脾、両肺二葉であり両側肺動脈は気管支上後方を通過し、下大静脈欠損の合併が多い。

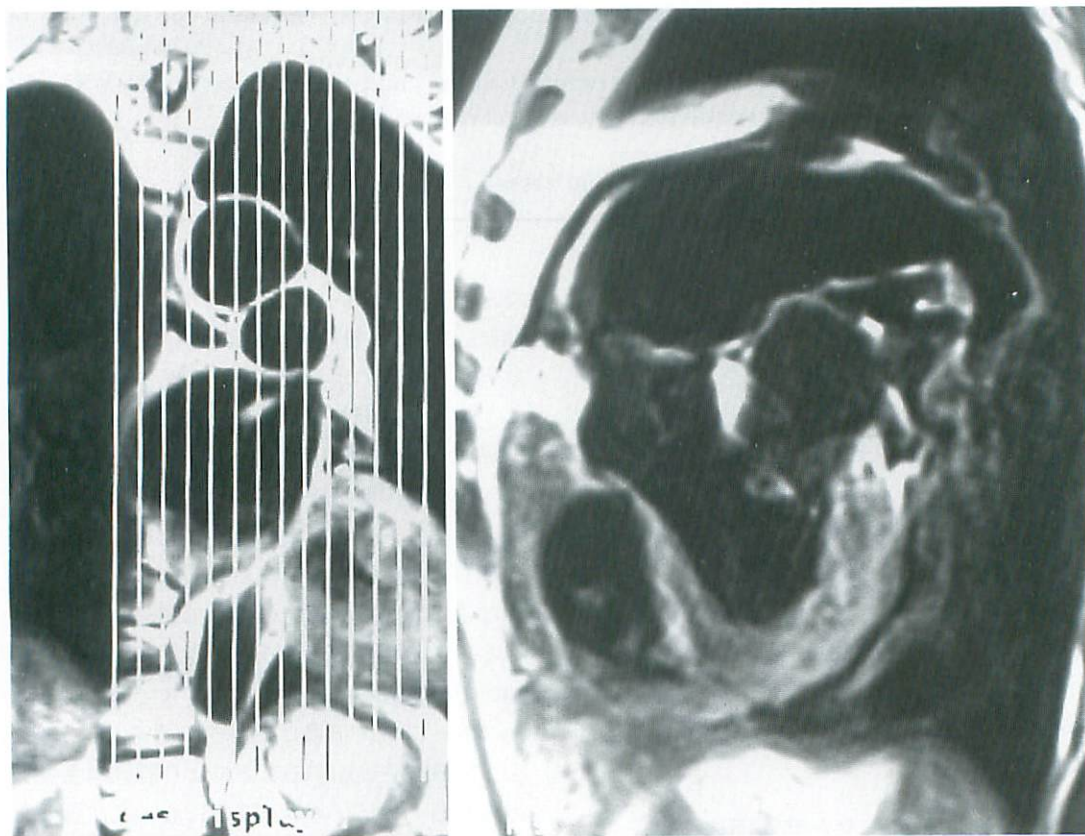


図1. 動脈管開存症

冠状断、矢状断および斜断面を追加することにより動脈管の大きさ、形が明瞭となる。
冠状断aから得られた矢状断b。

a b

2. 心房・心室関係

MRIによる左右心室の決定は他の検査法と同様に全体に三角形を呈し、肉柱が粗く心尖部中隔から前壁に沿ったmoderator bandを認

める解剖学的右室と、内腔が平滑であり太い乳頭筋を持つ解剖学的左室に分類する。心房と心室の接続関係は正常房室接続、逆房室接続（修正大血管転移）、房室弁同時挿入（単心室）、房

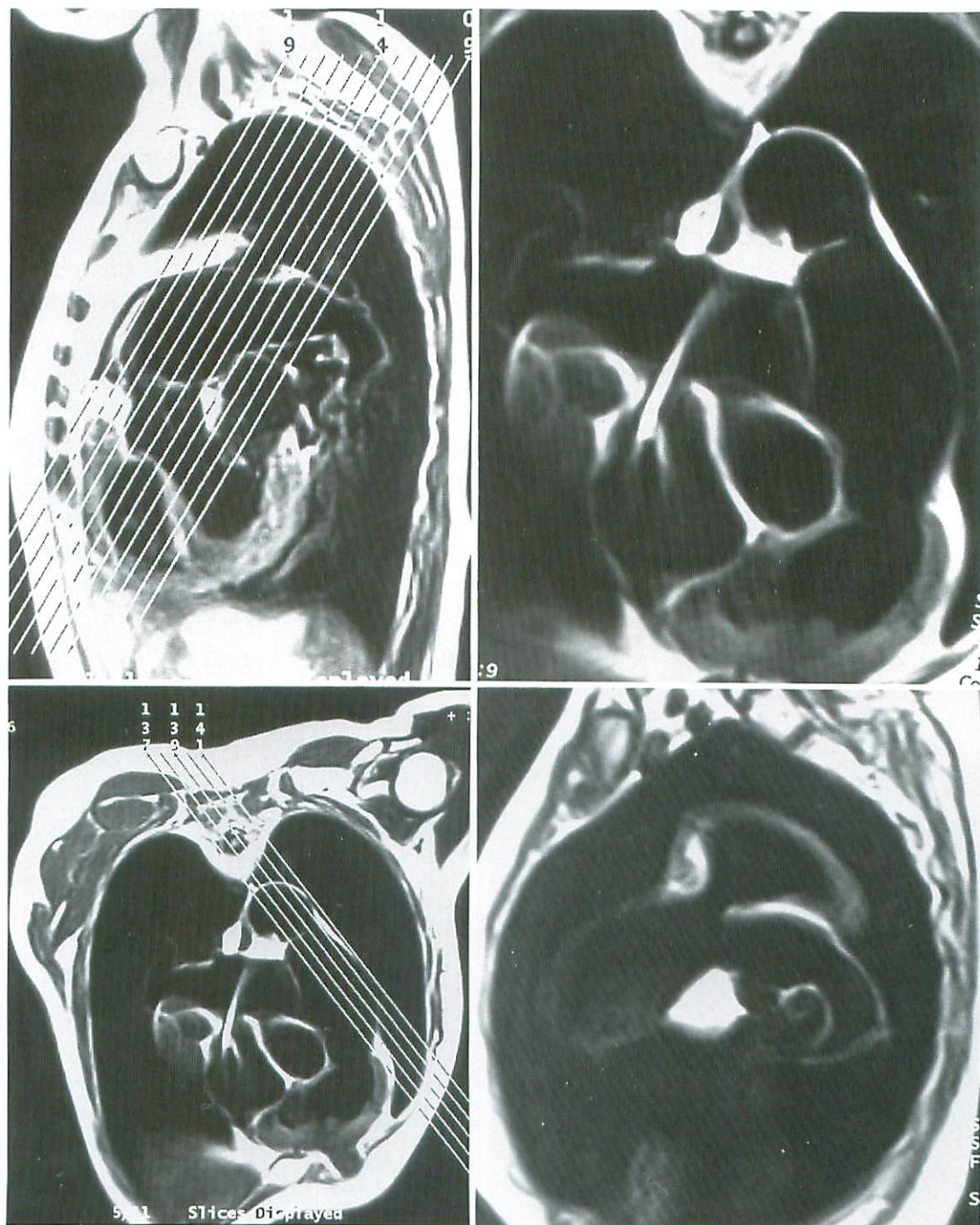


図1. 動脈管開存症

bに対して載面を設定したcから得られた冠状斜断面d, dに対して載面を設定したeから得られた斜位矢状断fを示す。

c	d
e	f

室弁閉鎖（三尖弁閉鎖，僧帽弁閉鎖），房室弁騎乗の5つに分かれる。

ファロー四徴症は正常房室接続であり，高位心室中隔欠損，肺動脈狭窄，大動脈騎乗，右室肥大の四徴からなる疾患であり心室中隔欠損と肺動脈狭窄が基本となる。

房室弁同時挿入は単心室であり，左右の心房から二つの房室弁または共通房室弁から一つの心室に流入するものである。心室の解剖的構造から左室型，右室型に分類され，大きな心室内に小さな痕跡的心室がある。左室型では痕跡的右室は前方にあり心室の流出部を形成する。右室型では痕跡的左室は後方にあり房室間溝の近くにあるものが多い(図2)。

房室弁閉鎖は右房室弁閉鎖と左房室弁閉鎖に分かれるが，右房室弁閉鎖(三尖弁閉鎖)はより頻度が高い。三尖弁閉鎖(図3)では心房中隔欠損，心室中隔欠損，右室形成不全などを合併する。右室腔は厚い筋性組織塊に囲まれ低形成である。右房の盲端(dimple)は右室より左室に解剖的に密着している⁹⁾。

3. 心室・大血管関係

心室・大血管接続は正常接続，大血管転位，

両大血管右室起始，単一動脈幹(総動脈幹)，両大血管左室起始に分類できる。正常接続は右室と肺動脈，左室と大動脈の接続を示す。

大血管転位は，心室大血管接続が正常とは逆に右室から大動脈，左室から肺動脈が起始した状態である。肺動脈弁と僧帽弁は線維性連続を示すが，大動脈弁と三尖弁は右室円錐部の存在により線維性に接続しない。心房と心室が正常な接続を示すものは完全大血管転位であり，心室が左右に入れ替わったものが修正大血管転位である。

両大血管右室起始症(図4)は，大動脈と肺動脈が共に右室から起始し，常に心室中隔欠損を合併する。大動脈弁と肺動脈弁はほぼ同じ高さにあり，円錐の存在により両房室弁との間に線維性の連続はない。心室中隔欠損の位置や肺動脈狭窄の有無により血行動態が異なる。肺動脈狭窄を伴うものは血行力学的にファロー四徴症に類似し，肺動脈狭窄を伴わず心室中隔欠損が高位にある場合，血行力学的に大血管転位に類似する。心室中隔欠損が肺動脈弁下にあり，肺動脈が心室中隔に騎乗した場合 Taussing-Bing complex と呼ばれる。

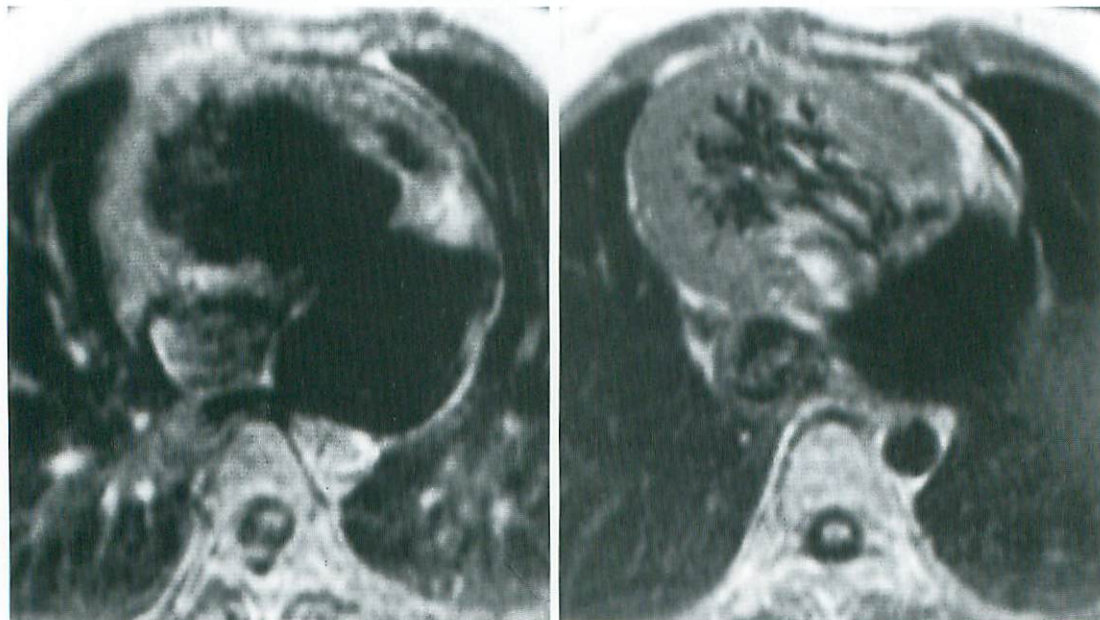


図2. 単心室(右室型)

心室は1つで肉柱が粗く見られる。痕跡的左室が房室間溝近傍に見られる。両房室弁は単心室に流入する。

a | b

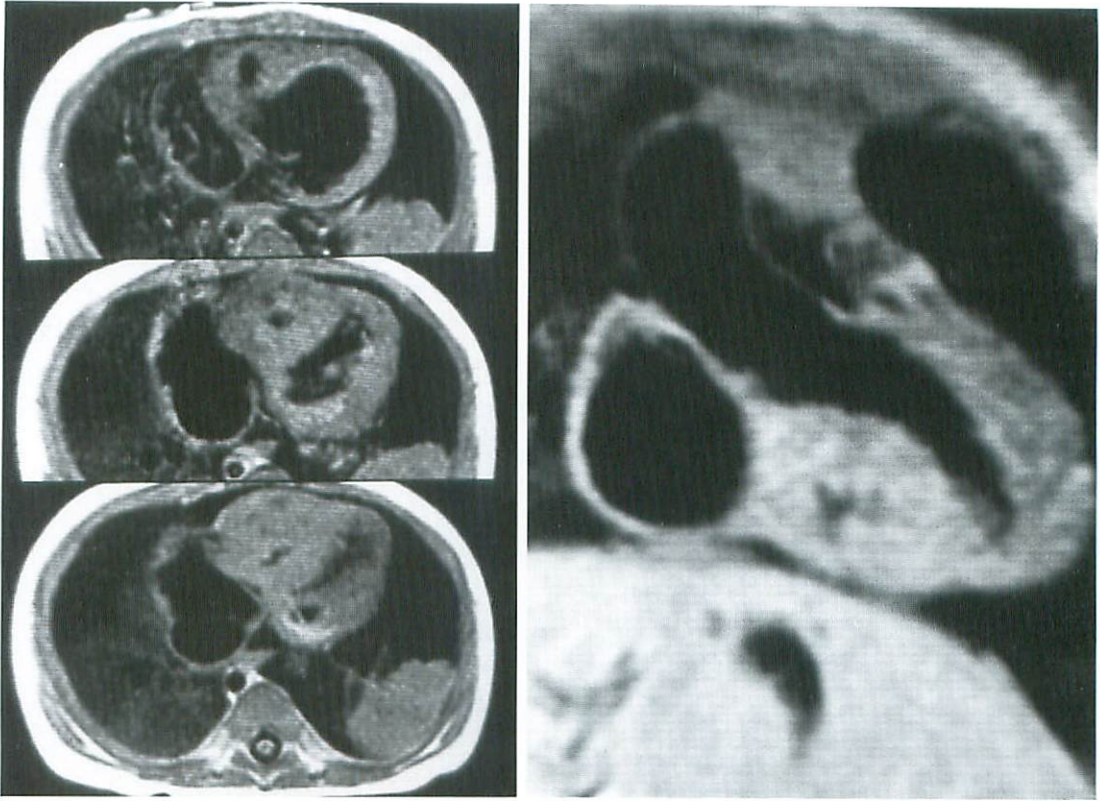


図3. 三尖弁閉鎖

右房右室の連絡は途絶し三尖弁閉鎖を示す。右室内流出路は低形成である(a)。冠状断(b)では、横断像と同様、右房・右室との連絡は途絶している。大動脈の左側に低形成の肺動脈幹部が見られる。

a | b

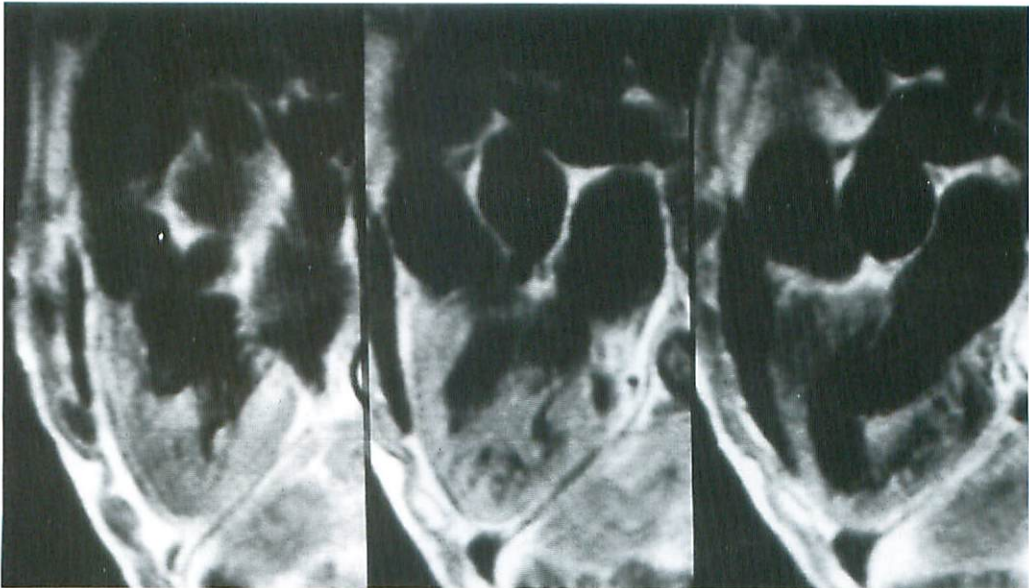


図4. 両大血管右室起始症

右室から大動脈と狭小化した弁口部を持つ肺動脈が起始している。筋性部心室中隔はその前部で欠損を示す。大動脈は前、肺動脈は後ろのmalpositionを示す。

大血管の先天奇形

1. 動脈管開存

動脈管開存は閉鎖すべき動脈管が開存して左右短絡をきたしたものである。胎生期に開存する動脈管は生後12時間までに機能的に閉鎖し、6週までには器質的にも完全に閉鎖するとされている。MRIでは大動脈弓から下行大動脈移行部と肺動脈との間に連続した管腔構造として

認められる(図1)。

2. 大動脈縮窄症

大動脈弓部の先天性狭窄であり、狭窄部が動脈管付着部よりも中枢側にあるものを管前型(図5)、末梢にあるものを管後型に分類される。管前型では、心室中隔欠損や動脈管開存を合併することが多く、動脈管を通して肺動脈血が下行大動脈に流れるため下半身にチアノーゼを生じる。管後型の頻度は高く胎生期より側副

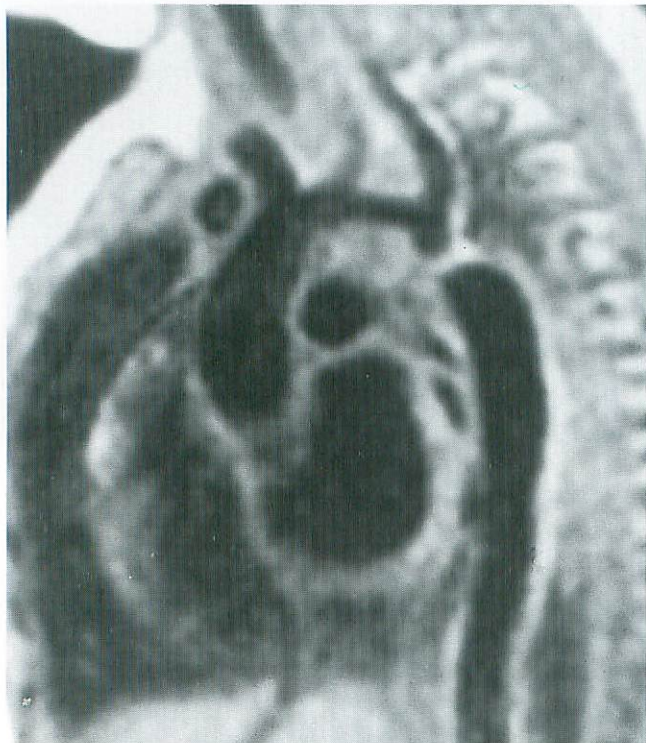


図5. 大動脈縮窄症

大動脈弓部の狭小化がみられ、鎖骨下動脈分岐後に強い縮窄を認める。



図6. 重複大動脈弓

狭小化した気管の両側に大動脈弓が見られる。

血行が発達し、肋間動脈や内胸動脈が拡張する。

3. 大動脈弓部の奇形

大動脈弓部の奇形の理解にはエドワードの仮想による考え方が参考になる^{2,3)}。

右側大動脈弓は心奇形の合併が少ない左鎖骨下動脈起始異常、ファロー四徴症や総動脈幹に合併することが多い正常と鏡像をなすものが挙

げられる。最も頻度の高い大動脈弓の奇形は右鎖骨下動脈起始異常であり、ほとんどの場合は無症状でMRIでは食道後面を右側に上行する管腔構造として偶然に発見されることが多い。

4. 大血管の異常と気管、気管支

大動脈や肺動脈の奇形はしばしば気管の圧迫や気管支の奇形を伴う。特に大動脈弓部の奇形

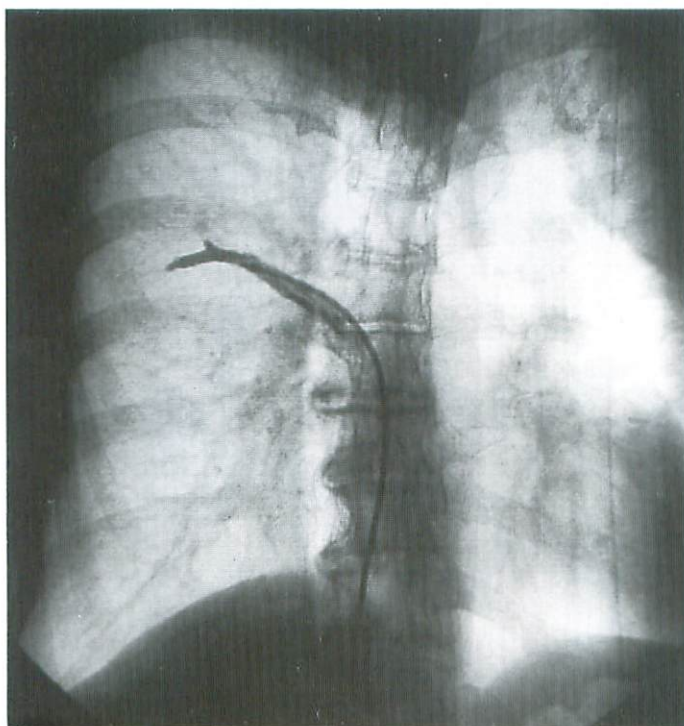


図7. 心房中隔欠損(上大静脈型)
部分肺静脈環流異常合併

血管造影(a)では右上肺静脈は上大静脈に環流する。MRIでは上大静脈に異常環流する肺静脈(b)と上大静脈型の心房中隔欠損(c)がみられる。

a
b | c

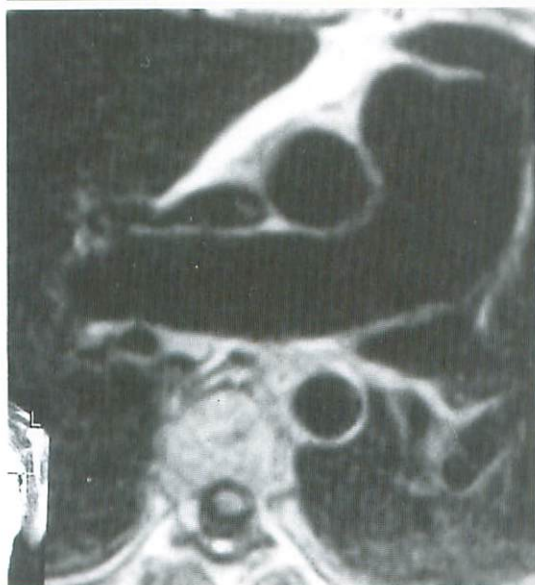




図8. 総肺静脈環流異常

a ~ c へ腹側から背側への断面を示す。椎体前部に肺静脈が流入する太い静脈管が見られ、門脈に連続する。肺動脈閉鎖を合併するため、大動脈弓部から肺野へのmajor pulmonary collateral artery (MAPCA)が見られる。

である重複大動脈弓(図6)や異常左肺動脈では気管の異常を伴うことが多い⁴⁾。

異常左肺動脈では左肺動脈が正中より右側で右肺動脈と分かれ、気管の右側から背側に周り、食道との間を通過して左肺に達する。異常左肺動脈は気管、気管支の奇形による分類がなされており⁵⁾、気管狭窄による呼吸困難が生後速やかに出現する。

5. 肺静脈の奇形

肺静脈の奇形としては部分肺静脈環流異常、総肺静脈環流異常、三心房心、肺静脈狭窄が挙げられる。

部分肺静脈還流異常は、肺静脈の一部が右心系に還流異常した状態であり、還流部位により心臓上部型(上大静脈、無名静脈、奇静脈)、心臓部型(右房、冠状脈洞)、心臓下部型(下大静脈、門脈)に分類される。心房中隔欠損(図7)、ファロー四徴症、三尖弁閉鎖、三心房心などの合併奇形としてみられることが多い。

三心房心は肺静脈幹と左房との結合の異常であり、その結合部に狭窄を生ずる。狭窄前部の肺静脈幹は拡張し通常の左房の位置にあたる。三心房心では左房内の線維筋性の隔膜が背側上部の肺静脈幹と腹側下部の左房に二分している。腹側下部の左房は左心耳を伴い左室と交通する。三心房心はしばしば肺静脈還流異常の合併奇形としてみられる。

総肺静脈還流異常は、四つの肺静脈がcommon chamberを形成し体静脈に還流した状態である。心臓上部型が最も多く、common chamberは垂直静脈幹を形成し無名静脈を通して拡大した上大静脈へ還流する。通常、心房中隔欠損を合併しており、右左短絡によりチア

ノーゼを呈する。心臓下部型で門脈へ異常還流すると、肺静脈圧が上昇し、肺野に間質性浮腫を呈する(図8)。

おわりに

MRIの有用性と読影法の実際に関して、先天性・心大血管疾患を区分析法に沿って解説するとともに大血管の先天異常について述べた。MRIは心房・心室・大血管のつながりや大血管の異常の三次元的な形態診断とともに規格的な評価が可能である。高速撮像法はすでに臨床の場で多く使用され、今後さらにMRIは有用な診断法になるものと確信される。

●文献

- 1) Fletcher BD, Jacobstein MD, Abramowsky CR, et al: Right atrioventricular valve atresia; Anatomic evaluation with MR imaging. *AJR* 148: 671-674, 1987.
- 2) Albert A, Moss, Gordon G, Harry K, et al: *Computed. Tomography of the Body*, Saunders, Philadelphia, 1983.
- 3) Shuford WH: The three types of right aortic arch. *AJR* 109: 1, May, 1970.
- 4) Backer CL, Ilbawi MN, Idriss FS, et al: Vascular anomalies causing tracheoesophageal compression: Review of experience in children. *J Thorac Cardiovasc Surg* 97: 725-731, 1989.
- 5) Wells TR, Gwinn JL, Landing BH, et al: Reconsideration of the anatomy of sling left pulmonary artery: The association of one form with bridging bronchus and imperforate anus: Anatomic and diagnostic aspects. *J Pediatr Surg* 23: 892-898, 1988.

総説

第33回 日本小児放射線学会シンポジウムより

先天性水腎症におけるMR Urography

金子一成, 長岡理恵子, 大友義之, 山城雄一郎,
宮野 武¹⁾, 千葉 均²⁾, 桑鶴良平²⁾, 片山 仁²⁾

順天堂大学医学部 小児科, 同小児外科¹⁾, 同放射線科²⁾

MR Urography in the Assessment of Congenital Hydronephrosis

Kazunari Kaneko, Rieko Nagaoka, Yoshiyuki Ohtomo,
Yuichiro Yamashiro, Takeshi Miyano¹⁾, Hitoshi Chiba²⁾,
Ryohei Kuwatsuru²⁾, Hitoshi Katayama²⁾.

Departments of Pediatrics, Pediatric Surgery¹⁾, and Radiology²⁾
Juntendo University School of Medicine.

Abstract In order to assess the usefulness of MR urography (MRU) in congenital hydronephrosis, MRU using the fast advanced spin echo technique was performed in 3 infants with congenital hydronephrosis including pelviureteral junction stenosis, ureterovesical junction stenosis, and posterior urethral valve. In all cases, the dilated urinary tracts and the stenotic lesions were clearly visualized by MRU, but not by conventional intravenous pyelography (IVP). MRU is useful to obtain images of dilated urinary tract without contrast media and venipuncture in a relatively short time.

From these findings, MRU should be added to the evaluation for congenital hydronephrosis, and might be an alternative to IVP, particularly in infants with immature renal function.

Key words Congenital hydronephrosis, Magnetic resonance imaging, Urography

緒言

最近の胎児超音波診断の技術進歩に伴い、胎児期に水腎症が発見され、生後小児泌尿器科医のもとに紹介されてくるものが多くなっている。胎児期に発見され出生時まで水腎症所見が持続するものは2.2%にも及ぶとする報告もある¹⁾が、多くは軽症で、根治手術を要するものは7%程度とされている²⁾。先天性水腎症の原因疾患としては腎盂尿管移行部狭窄症が圧倒的に多く約60%を占める³⁾。先天性水腎症の治療

について統一した見解はないが、われわれは水腎症が軽症(腎盂前後径5~10mm)で片側性のものについては自然治癒傾向が強いことから、侵襲的な検査をできるだけ避けて、定期的な超音波検査で経過観察するにとどめている。一方中等症以上の症例(腎盂前後径>10mm)や両側性のものについては原因疾患によって予後、合併症の頻度、および根治手術の方法が異なるため、入院させ外科医・放射線科医とともに症例ごとに検討の上、治療方針を決定している。

先天性水腎症の閉塞部位診断・閉塞程度の評

価方法としては、従来からの画像診断法、すなわち超音波検査（以下USと略）、コンピューター断層撮影（以下CTと略）、経静脈的腎盂造影（以下IVPと略）や核医学検査（レノグラムや腎シンチグラフィ）に加えて、近年はmagnetic resonance imaging（以下、MRIと略）も有用な情報をもたらしている。さらに最近では、尿路に停滞した尿をfast spin echo法によるheavy T2強調画像として鮮明にとらえることのできるMR-urography（以下MRUと略）と呼ばれる方法も行われてきている⁽⁴⁻⁸⁾。

そこでわれわれは胎児超音波で発見された先天性水腎症の新生児・乳児に対してMRUを行い、若干の知見を得たので報告する。

対 象

対象は胎児期に超音波検査で水腎症を指摘され、出生後当院へ診断・治療を目的に入院した先天性水腎症の新生児・乳児3名である。これらの対象に対して各種画像診断検査とともにMRUを行った。最終診断は、腎盂尿管移行部狭窄症、膀胱尿管移行部狭窄症、および後部尿道弁がそれぞれ1名である。

MRUの施行方法

われわれの施設でのMRUの施行条件を表1

に示した。この条件下での検査時間は約4秒で鎮静剤の投与を必要とすることはなかった。

結 果

1. 症例1（腎盂尿管移行部狭窄症, 3ヵ月・男児）

図1に示すように入院時の超音波検査で左側腎盂の著明な拡張が見られた。しかし尿管の拡張は見られていなかった。図2にはこの症例におけるMRUとIVPの所見を呈示した。IVP（図2 a）では新生児自体の濃縮力の未熟性と閉塞性水腎症による濃縮力の低下が相まってほとんど左腎は描出されていない。また腸管のガスも多く、ネフログラムの観察を妨げている。一方、MRU（図2 b）では著明に拡張した腎盂・腎杯が見られるが、尿管は全く描出されていない。

2. 症例2（膀胱尿管移行部狭窄症, 5ヵ月・男児）

入院時の超音波検査で左側腎盂の著明な拡張と尿管の拡張が見られるが（図3）、尿管の狭窄部位（膀胱移行部なのか否か）は確認できなかった。図4にはこの症例で行ったMRUとIVPを対比して示した。IVP（図4 a）では腎盂も尿管も描出されておらず、有用な情報は得られなかった。一方、MRU（図4 b）では著明な左腎水腎・水尿管の所見がみられ、さらに尿管膀胱

表1. MRUの装置および撮影方法

1.5-T System (Toshiba, Tokyo, JAPAN)	
Imaging Plane	Coronal
Image Thickness (mm)	20-30 (4)
Matrix	256×256
Pulse Sequence	Fast advanced spin echo
Repetition Time (msec)	4000
Echo Time (msec)	250
Number of Signals Averaged	1
Field of View	25
Acquisition time (sec)	4
Postprocessing	None

移行部で狭窄のあることもわかる。この所見から膀胱尿管移行部狭窄症の診断に到った。

3. 症例3（後部尿道弁，生後2週目・男児）

入院時の超音波検査では左腎に軽度の水腎症が見られたが，尿管の拡張はあきらかではなかった。一方右腎は低形成でかつ軽度の水腎・水尿管所見が見られた。膀胱においては拡張した両側尿管がとらえられた(図5)。この症例に

おいて排泄性膀胱造影を行ったところ，両側の高度膀胱尿管逆流現象，膀胱の肉柱形成，および後部尿道の著明な拡張所見が得られた。以上より後部尿道弁が疑われたため，後日尿道膀胱鏡を施行し確定診断に到った。図6にはこの症例のMRUを示した。後部尿道弁によって停滞した尿が腎盂，尿管，膀胱において強い信号となって描出されている。



図1. 症例1（腎盂尿管移行部狭窄症）の左腎縦断面の超音波

左腎盂の著明な拡張が見られるが，尿管の拡張はない。

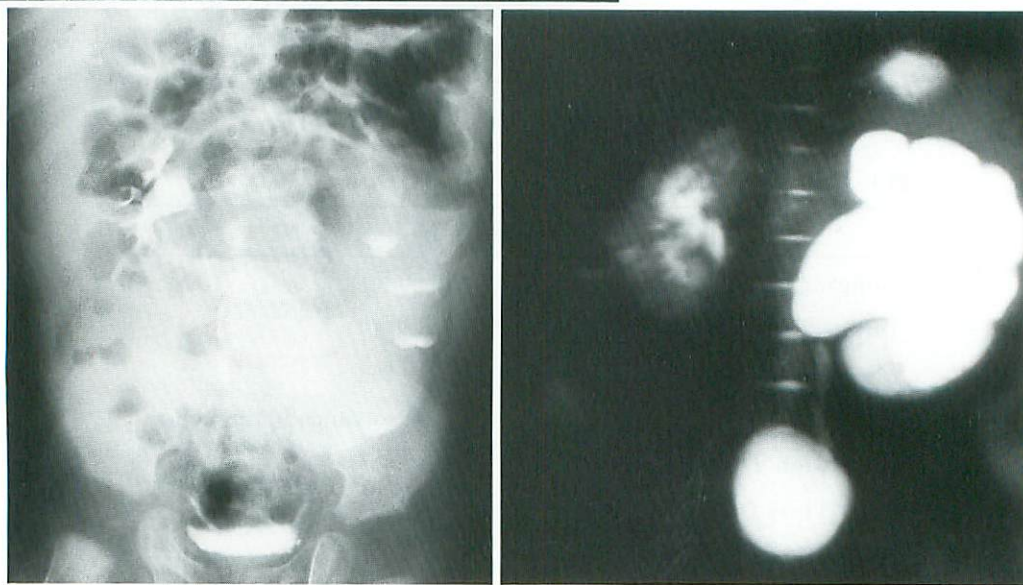


図2. 症例1（腎盂尿管移行部狭窄症）の(a)IVPと(b)MRU

a | b

IVP(a)では，左腎はほとんど描出されていない。MRU(b)では著明に拡張した腎盂・腎杯が見られるが，尿管は描出されていない。

考 按

近年MRI装置のハード、ソフト双方の急速な進歩に伴う既存の高速撮像法の洗練化と新しい高速撮像法の開発で、尿路系においても造影剤を使用せずに拡張した尿路を鮮明に画像化で

きるMRUという方法が報告されている^{4)~6)}。MRUは尿路系に停滞した尿をfast spin echo法を用いたheavy T2強調画像により高信号でとらえて尿路系を描出する方法である。heavy T2強調画像の特徴として、周辺臓器の信号は抑制され、血管や腸管の蠕動、ガスの影響も少



図3. 症例2(膀胱尿管移行部狭窄症)の左腎縦断面の超音波

左腎盂の著明な拡張が見られるが、尿管については腎盂の拡張との鑑別が困難である。

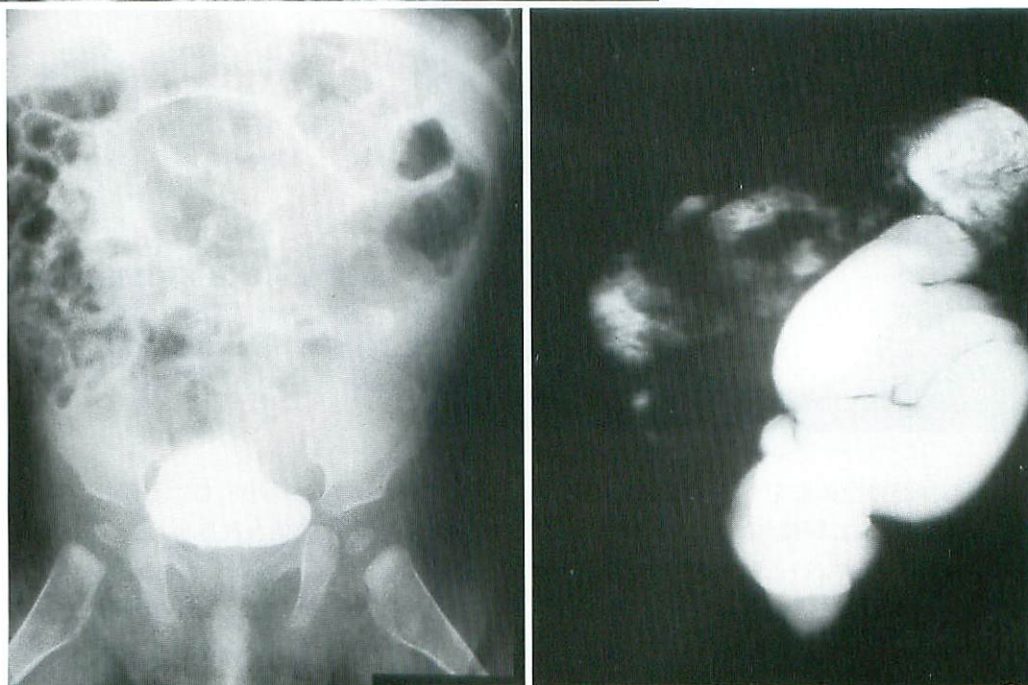


図4. 症例2(膀胱尿管移行部狭窄症)の(a)IVPと(b)MRU

IVP(a)では腎盂も尿管も描出されていないが、MRU(b)では著明な左腎の水腎・水尿管の所見がみられ、さらに尿管膀胱移行部に狭窄があることもわかる。



図5. 症例3(後部尿道弁)の膀胱横断面の超音波

拡張した両側尿管が膀胱背側に見られる。



図6. 症例3(後部尿道弁)のMRU

後部尿道弁によって停滞した尿が両側腎盂、尿管、膀胱において強い信号となって描出されている。

なく良好な尿路の全体像をうることができる。またIVPに比較して腎機能（とくに腎の尿濃縮力）の影響を受けないということや造影剤の静脈内投与が不要なことからヨードアレルギーの危険がないという利点がある。一方、正常の腎盂、尿管は蠕動運動と生理的な尿の流動のため、ほとんど描出されないことが短所としてあげられる。これらのMRUの特性を生かして、

近年閉塞性尿路系疾患におけるMRUの有用性に関する報告が散見されるが、多くは成人を対象としたもの¹⁻⁷⁾であり、小児を対象としたものは少ない⁸⁾。そこでわれわれは胎児超音波検査で発見された無症状の先天性水腎症の新生児・乳児症例においても、MRUが診断上、有用な情報をもたらすのではないかと考え今回の検討を行った。その結果を要約すると、

- ① 腎盂尿管移行部狭窄症、膀胱尿管移行部狭窄症ではMRUのみでも診断が可能である
- ② 後部尿道弁では尿道の描出が不十分であるが、水腎症・水尿管および膀胱の拡張が容易に認識できる
- ③ 副作用は全くなかった
- ④ 検査時間が短いため、鎮静もほとんど不要である、といったことが挙げられる。

このようにMRUは先天性水腎症の部位診断において副作用なく簡便に閉塞部位について有用な情報が得られるので、施行可能な施設では精査を要する先天性水腎症症例に試みるべき画像診断法と思われる。一方IVPはもともと腎の尿濃縮力が未熟な新生児で尿路閉塞をきたしている病態ではほとんど部位診断につながる情報は得られないので、少なくとも先天性水腎症の部位診断法としては行う必要がないと考えられた。今後さらに症例数および疾患の種類を増やし、MRUの有用性とともにとピットホールにも検討を加えていく予定である。

本論文の要旨は第33回日本小児放射線学会「シンポジウム1：小児におけるMRI」で講演発表した。

●文献

- 1) Morin L, Cendron M, Crombleholme TM, et al : Minimal hydronephrosis in the fetus : clinical significance and implications for management. J Urol 155 : 2047-2049, 1996.
- 2) Koff SA, Campbell KD : The nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis : natural history of poorly functioned kidneys. J Urol 152 : 593-595, 1994.
- 3) Blachar A, Blachar Y, Livne PM, et al : Clinical outcome and follow-up of prenatal hydronephrosis. Pediatr Nephrol 8 : 30-35, 1994.
- 4) Rothpearl A, Frager D, Subramanian A, et al : MR Urography : Technique and Application. Radiology 194 : 125-130, 1995.
- 5) Roy C, Saussine C, Jahn C et al : Evaluation of RARE-MR Urography in the Assessment of Ureterohydronephrosis. J Comput Assist Tomogr 18 : 601-608, 1994.
- 6) 森本敦子, 西尾博, 中山圭子, ほか : 水腎症患者におけるFast spin echo法を用いたMR pyelographyの有用性. 日本医放会誌54 : 1306-1308, 1994.
- 7) 三浦弘志, 湯浅祐二, 平松京一 : 泌尿器科領域の新しい画像診断-MR Urography. 臨床泌尿器科51 : 471-480, 1997.
- 8) Sigmund G, Stoeve B, Zimmerhackl LB et al : RARE-MR-urography in the diagnosis of upper urinary tract abnormalities in children. Pediatr Radiol 21 : 416-420, 1991.

総説

第33回 日本小児放射線学会シンポジウムより

小児領域におけるIVRの経験 —特に経皮的な非血管系IVRを中心に—

野坂俊介, 若林雅人, 宮崎 治, 宮坂実木子,
中田雅弘¹⁾, 中田幸之介²⁾, 中島康雄, 石川 徹
聖マリアンナ医科大学 放射線医学教室 同第三外科学教室³⁾

Experiences of Interventional Procedures in the Pediatric Patients —Special focus on percutaneous non-vascular intervention—

Shunsuke Nosaka, Masato Wakabayashi, Osamu Miyazaki,
Mikiko Miyasaka, Masahiro Nakada¹⁾, Koonosuke Nakada²⁾,
Yasuo Nakajima, Tohru Ishikawa

Department of Radiology, 3rd Department Surgery,
St. Marianna University, School of Medicine

Abstract This article described the technical aspects of recent advances in pediatric non-vascular interventional radiology (IVR) based on our limited experience. Our cases included percutaneous transhepatic biliary drainage(1 case), percutaneous nephrostomy(1 case), percutaneous abscess drainage (1 case), percutaneous aspiration of pericardial effusion(1 case)and traumatic hepatic hematoma(1 case). All of our procedures were effective and well managed. There were no procedure related complications in these 5 cases.

Using the proper technique in combination with sophisticated devices, non-vascular IVR is a safe and effective therapeutic adjunct in selected pediatric patients.

Key words Interventional radiology, Non-vascular intervention, Percutaneous drainage, Children

はじめに

Interventional Radiology (以下IVRとする)とは、画像診断学的検査法を利用して、病変部に近づき、解剖学的あるいは機能的な病態を治療すること、および病理学的診断を得るために、組織または液体を採取することである¹⁾。IVRは大きく血管系のIVRと非血管系IVRに分けられ、成人領域ではひとつの独立した医学

的領域として確立された感がある¹⁾。

小児領域におけるIVRについては、欧米では多くの症例数を対象とした報告がある^{2~4)}。1980年代は検査手技の技術および機器の開発もあり、小児領域のIVRが飛躍的に発展した時期だといえる³⁾。我が国においても小児領域のIVRは、近年広く行われるようになって来ているものの、学会での演題発表の数やシンポジウムで扱われる回数は決して多くない⁵⁾。しか

し、最近の画像診断機器の開発普及およびカテーテルをはじめとする器具の開発はめざましく、それらの中には小児領域においても安全かつ確実に使える製品も多くある。今回のシンポジウムでは、小児領域のIVRのうち、特に経皮的アプローチによる非血管系IVRについて、限られた症例数ではあるが、自験例を中心に我々が推奨する手技の工夫および器具について解説する。

自験非血管系IVR症例の検討

我々が、過去6年間に聖マリアンナ医科大学病院において行った経皮的アプローチによるIVRは11例（1歳～13歳、男児6例、女児5例）である。11例のうち、血管系IVRは動脈塞栓術など6例で、非血管系IVRは経皮的ドレナージなど5例である。5例の内容は表1に示すごとくである。症例1と症例2は、患児が1歳であることおよび呼吸停止下に穿刺が必要であることを考慮し、全身麻酔下に行った。症例3～症例5は、患児に検査内容をよく説明した上で、鎮静剤を投与し、局所麻酔下に行った。症例3は、透視室で行い、その他の症例は患児の全身状態やIVR手技の内容を考慮し、全身管理が容易な血管撮影室で行った。以下、我々

が経験した各手技の実際について解説する。

経皮経肝胆道ドレナージ(PTBD)は、様々な原因による閉塞性黄疸に対して減黄を目的に行われる。症例1(図1)は、臍胆管合流異常に伴う共通管内の蛋白栓による閉塞性黄疸例である。これまでに、肝移植後の胆道系合併症に対するIVRの報告がある⁶⁾が、実際の手技の詳細についての記載はない。我々は小児閉塞性黄疸に対する経皮的胆道ドレナージをすでに報告した成人に対する方法と同様な方法で行っている⁷⁾。まず、超音波（以下USとする）下に穿刺胆管を決定（通常はB3またはB8）し、20Gテフロン針（メディキット）（図2）を用いて穿刺する。胆汁の排液を確認した後、少量の造影剤を用いて造影し、穿刺針の外筒が胆管内であれば、親水性ガイドワイヤー（通常はラジフォークス、テルモ）（図3）を挿入し、ガイドワイヤーを総胆管にすすめた後にガイドワイヤーに沿って穿刺針の外筒をかぶせる。必要に応じてガイドワイヤーをstiff型に交換し、瘻孔を8Fダイレーターで拡張した後、8Fドレナージカテーテル(Cook)（図4）を留置（必要に応じ側孔を追加）し、固定ゴム（トップ）を用いて皮膚に固定する。

腎瘻造設は、尿路閉塞や感染が主な適応で、

表1. 非血管系IVR症例の内訳（n = 5）

症例	年齢/性	手技	適応	管理	ガイド法	穿刺針／カテーテル	経過
1	1歳/女	PTBD*	臍胆管合流異常に伴う閉塞性黄疸	全麻	US** + 透視	20G / 8 F	減黄後に他院で手術
2	1歳/男	腎瘻（両側）	ヒルシュスプルング病根治術後の下部尿管狭窄	全麻	US + 透視	20G / 5 F	骨盤内炎症軽快後カテーテル抜去
3	7歳/男	膿瘍ドレナージ	虫垂炎術後膿瘍	局麻	US + 透視	20G / 8.3 F	5日後にカテーテル抜去
4	7歳/女	心嚢液吸引	急性リンパ球性白血病浸潤	局麻	US + 透視	20G / —	後に骨髄移植施行
5	6歳/男	血腫吸引	鈍的外傷後肝内血腫	局麻	US	20G / —	18mlの血腫吸引しカテーテル留置せず

* : Percutaneous transhepatic biliary drainage

** : Ultrasound

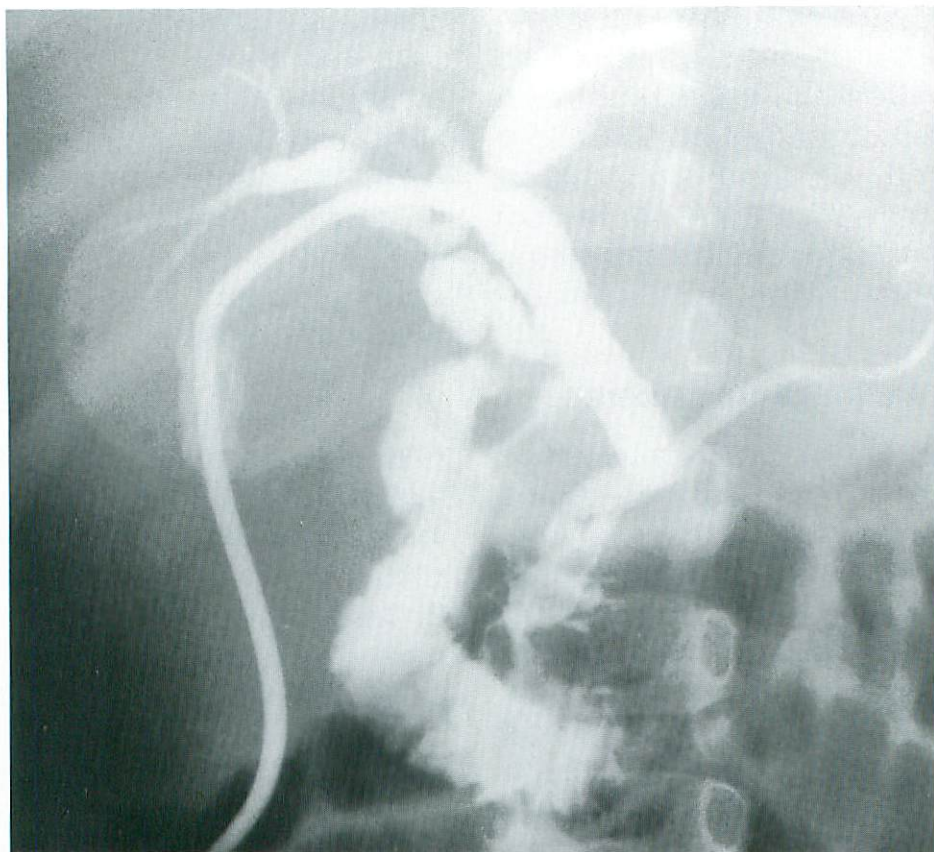


図1. 黄疸を主訴に来院した1歳男児（表1の症例1）

来院時の右上腹部US（未呈示）では，門脈前方に拡張した総胆管を認める．同時に肝内胆管の拡張も認めた．減黄を目的に全身麻酔下にPTBDを行った．後日行ったカテーテルからの造影では，臍胆管合流異常があり，共通管内に多発性の陰影欠損を認め，蛋白栓と考えた．胆道閉塞は改善し，十二指腸内に造影剤の排泄を認めた．

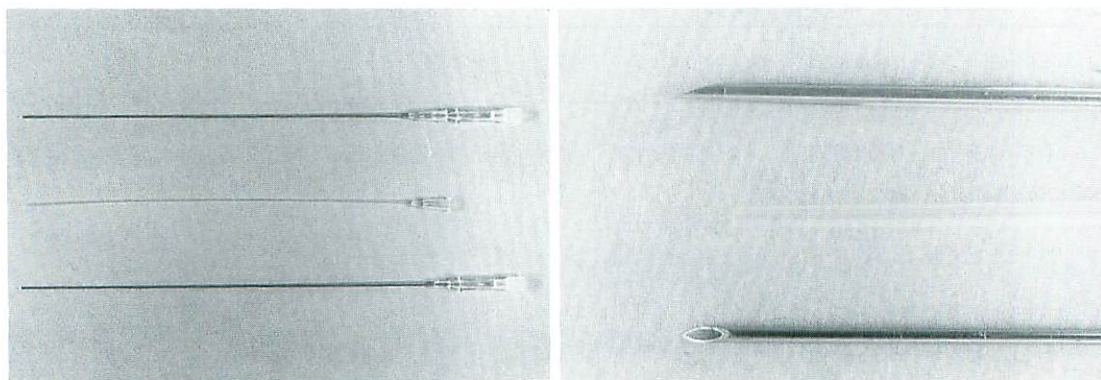


図2. 穿刺針

a : 20Gテフロン針（メディキット）

b : 20Gテフロン針の先端部分の拡大像

テフロン針の全長は20cmである．中段は外筒部分であるが，透明で排液内容の確認が容易である．また，外筒内には0.035-inchのガイドワイヤーの挿入が可能である．ラジフォーカスの挿入も容易である．

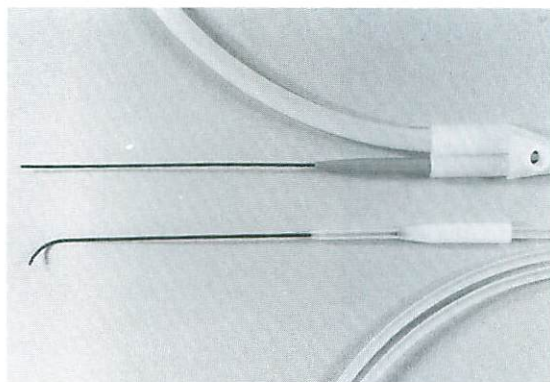


図3. 親水性ガイドワイヤー先端部分の拡大像
上段：先端の形状を自在に形成できるナビガイド (Medi-Tech).

下段：先端部分が屈曲したラジフォーカス (テルモ).

ほとんどの場合は先端屈曲型のラジフォーカスで各種のカテーテル挿入は可能であるが、時に先端形状を自在に形成可能なナビガイドが有用である。

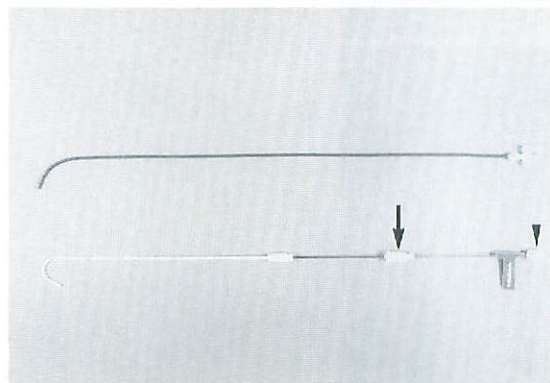


図4. 各種カテーテル

上段：8 F カテーテル (Cook). 先端は屈曲し、側孔があいている。主としてPTBDに用いる。

下段：8.3F APDカテーテル (Medi-Tech). 先端は屈曲しているが、挿入時には金属の鈍針 (→) を充填し、操作を容易にする。鈍針内の金属針 (▶) は、トロッカー法でカテーテルを挿入するとき用いるため、通常は使用しない。

小児領域でも広く行われている^{3,4,8)}。腎瘻造設時にはpigtail型のカテーテルを用いてカテーテルの先端を腎盂内に留置するのが一般的で^{3,4)}、TowbinはChiba 針および0.018-inchガイドワイヤーを用いた様々な方法を報告している^{3,4)}。我々は、カテーテルの逸脱を少なくするために以下に示す方法で、カテーテルをできる限り尿管内まで進めるようにしている。症例2は、ヒルシュスプルング病に対する根治術後の骨盤内炎症による両側水腎症症例である (図5)。まず患児を腹臥位にし、US下に穿刺腎杯を決定し、20Gテフロン針 (図2) で穿刺する。内筒を抜去し、外筒から排液を確認した後、少量の造影剤を用いて造影する。腎盂が描出され、外筒が腎盂内にあることが確認されたら、ガイドワイヤー (通常はラジフォーカス) (図3) を挿入し、ガイドワイヤーを尿管方向にすすめ穿刺針の外筒をかぶせる。必要に応じてガイドワイヤーをstiff型に交換し、瘻孔を拡張した後にカテーテルを留置 (必要に応じて側孔を追加) し、皮膚に固定する。患児の大きさ

により、留置カテーテルのサイズを決定する。今回我々が経験した症例2のように患児が小さい場合は、5F血管造影用カテーテルの使用も考慮する。腎瘻造設後に、その瘻孔を用いて狭窄性病変のバルーン拡張や結石除去などの付加的IVR手技の報告がある^{2~4)}。今回呈示した症例2は、術後の骨盤内炎症に起因した両側下部尿管狭窄で、一時的な尿管内カテーテル留置が著効し、IVR手技を追加することなくカテーテル拔去が可能であった。

膿瘍ドレナージは、術前あるいは術後の腹腔内膿瘍や膿胸に対して行われる。特に腹部では、虫垂周囲の膿瘍を伴った虫垂炎を経皮的膿瘍ドレナージし、後に虫垂切除を行うという報告もある⁹⁾。一般に虫垂炎の診断はUSで可能であるが、穿孔性虫垂炎に膿瘍を合併し、ドレナージを前提とした症例では、病変の正確な広がり进行评估するためにCTが有用である⁹⁾。症例3 (図6) は、穿孔性虫垂炎術後の腹腔内膿瘍例である。我々の施設では、USまたはCTガイド下に20Gテフロン針 (図2) を用いて膿瘍腔を穿刺



a



b

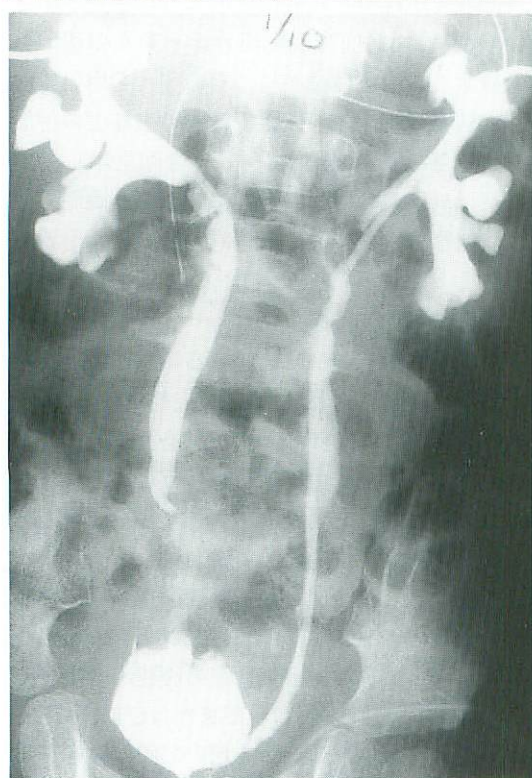


図5. ヒルシュスプルング病根治術後の骨盤内炎症（表1の症例2）

- a : 右上腹部US縦断像では右腎の水腎症を認めた。同時に腎実質のエコーは上昇していた。
- b : 左腎も右腎同様に水腎症および実質エコーの上昇を認めた。
- c : 5 Fの血管造影用カテーテルを用いた両側腎瘻造設1週間後の造影では、右尿管の下部では完全閉塞を認めた。左腎盂は拡張し、左尿管下部には狭窄を認めた。左のカテーテル先端は、狭窄部を介して膀胱内にある。

c

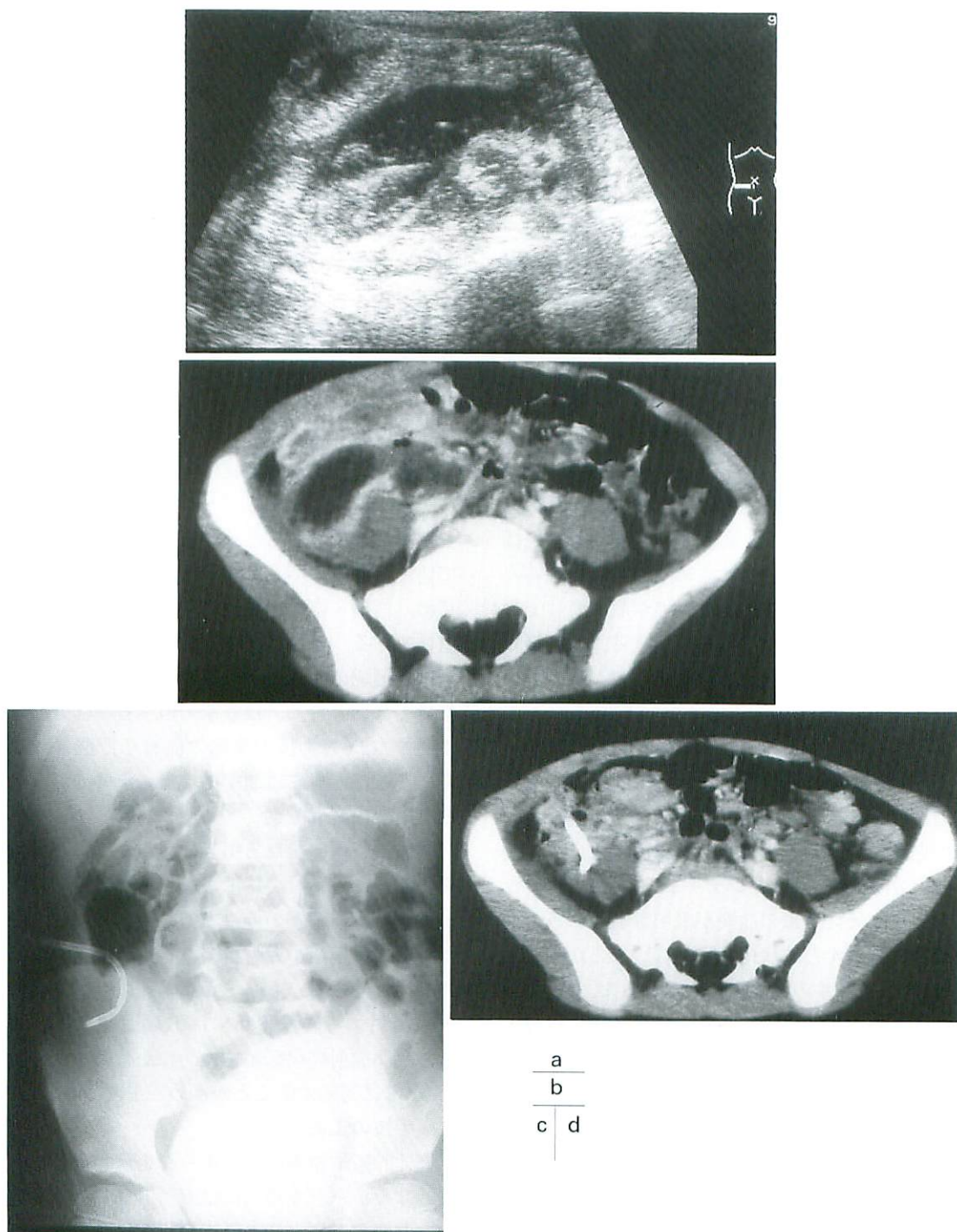


図6. 穿孔性虫垂炎術後の腹腔内膿瘍（表1の症例3）

- a : 右側腹部US横断像では、右腸腰筋前方に内部エコーを伴った液体貯留を認めた。
 b : 続いて行った腹部造影CTでは、腸腰筋前方に液体貯留を認めた。周囲の造影増強効果を伴っているため、術後の腹腔内膿瘍と診断した。
 c : USガイド下に、APDカテーテルを用いたドレナージを施行し、膿汁の排泄を認めた。
 d : ドレナージ後の腹部造影CTで、膿瘍腔の消失を確認し、5日後にカテーテルを抜去した。

する。内筒を抜去し、胆汁の排液を確認した後、透視下またはCT下に金属製ガイドワイヤーを膿瘍腔内に十分挿入する。膿瘍腔が小さいときは、ガイドワイヤーはJ型を用いるとよい。瘻孔を8F以上に拡張し、カテーテル（通常はAPDカテーテル、Medi-Tech）（図4）を留置する。膿瘍ドレナージを施行する上で重要なのは、ガイドワイヤーやカテーテル挿入などの操作を容易にするため、胆汁の吸引はカテーテルを留置してから行うことである。

貯留液の吸引は、腹腔内、胸腔内あるいは心嚢内の液体貯留（症例4, 図7）に対して診断あるいは治療を目的に行われる（図7a, 図7b）。USまたはCT下に20Gテフロン針（図2）で貯留液を穿刺する。排液を確認した後に必要に応じ、透視またはCT下に金属製ガイドワイヤーを挿入し、穿刺針の外筒をすすめ液体の吸引を容易にする（図7c）。内容物の性状や量に応じてカテーテル留置か吸引のみか決定する。今回経験した心嚢液貯留に対する穿刺吸引は、患児が白血病治療に起因した免疫不全状態であったため、吸引のみとしカテーテル留置は行わなかったが、その後、心拡大は改善（図7d）し呼吸困難をはじめとする症状も軽快した。外傷後の肝内血腫に対する吸引（症例5, 未呈示）は、長期間存在する血腫のドレナージを目的に行ったが、穿刺後に少量の血液が吸引されたのみで、血腫はほとんど液化化していないことが確認され、カテーテルの留置は行わなかった。その後、肝内血腫は徐々に吸収され、約半年後にはほとんど消失した。

非血管系IVRにおける一般的事項

1. 鎮静および麻酔

小児領域の非血管系IVRにおける術中管理のなかで、患児の鎮静および麻酔は、検査を安全かつ確実に行うために極めて重要である。これまでの報告では、複雑な手技以外は全身麻酔の必要は無いとされている^{3,4}。また、Van-Sonnenbergらは、診断およびIVRを目的とした経皮的な手技を行った小児100例の検討の中

で、全身麻酔の必要はなかったと報告している⁵が、どのような方法で患児を管理するかは、それぞれの施設の方針にもよる。我々の施設では手技を確実に行うため、10歳以下の患児は全身麻酔を基本としているが、患児のIVR手技に対する理解の有無を考慮し、担当小児外科医、小児科医および麻酔科医と検討した上で、最終的に全身麻酔か鎮静のみで行うかを決めている。また、新生児および乳児では患児の保温にも十分注意すべきである。特に、重篤で状態が不安定な患児では、麻酔科医および担当小児外科医あるいは小児科医との連携が必須である。

2. 患児の看護

検査を担当する看護婦は、放射線科医、麻酔科医および検査技師のパートナーとして、検査を円滑に進行させるために重要な役割を果たしている。患児のバイタルサインのチェックをはじめ、術前・術後の患児の精神的な面の看護も重要である。病棟の担当看護婦および検査室の担当看護婦の相互協力が重要であることは言うまでもない。また、検査室の担当看護婦は、さまざまなIVR手技の実際の流れを把握し、検査に必要な器具に精通することも重要である。

3. 術後の経過観察

術後の管理の主たる担当について、誰が責任をとるかは、施設の状況により考え方が異なると思われる。我々の施設では、術後の患児の主たる管理は担当小児外科医あるいは小児科医にお願いしている。もちろん、手技に起因した合併症に対する画像診断やIVRの追加については、我々放射線科医が積極的にかかわるとともに、迅速に対応することが極めて重要である³。

4. 手技の工夫

液体貯留や膿瘍のドレナージを目的とした経皮的なカテーテル挿入にはガイドワイヤーを用いたセルジンガー法と直接穿刺するトロッカー法がある⁶。しかし、病変が体表に存在するか、よほど大きくない限りは操作がより正確なセルジンガー法で行うことが望ましい⁶。我々の施設で経験した5例中カテーテル留置あるいは穿刺針の外筒を操作する必要のあった4例（表1

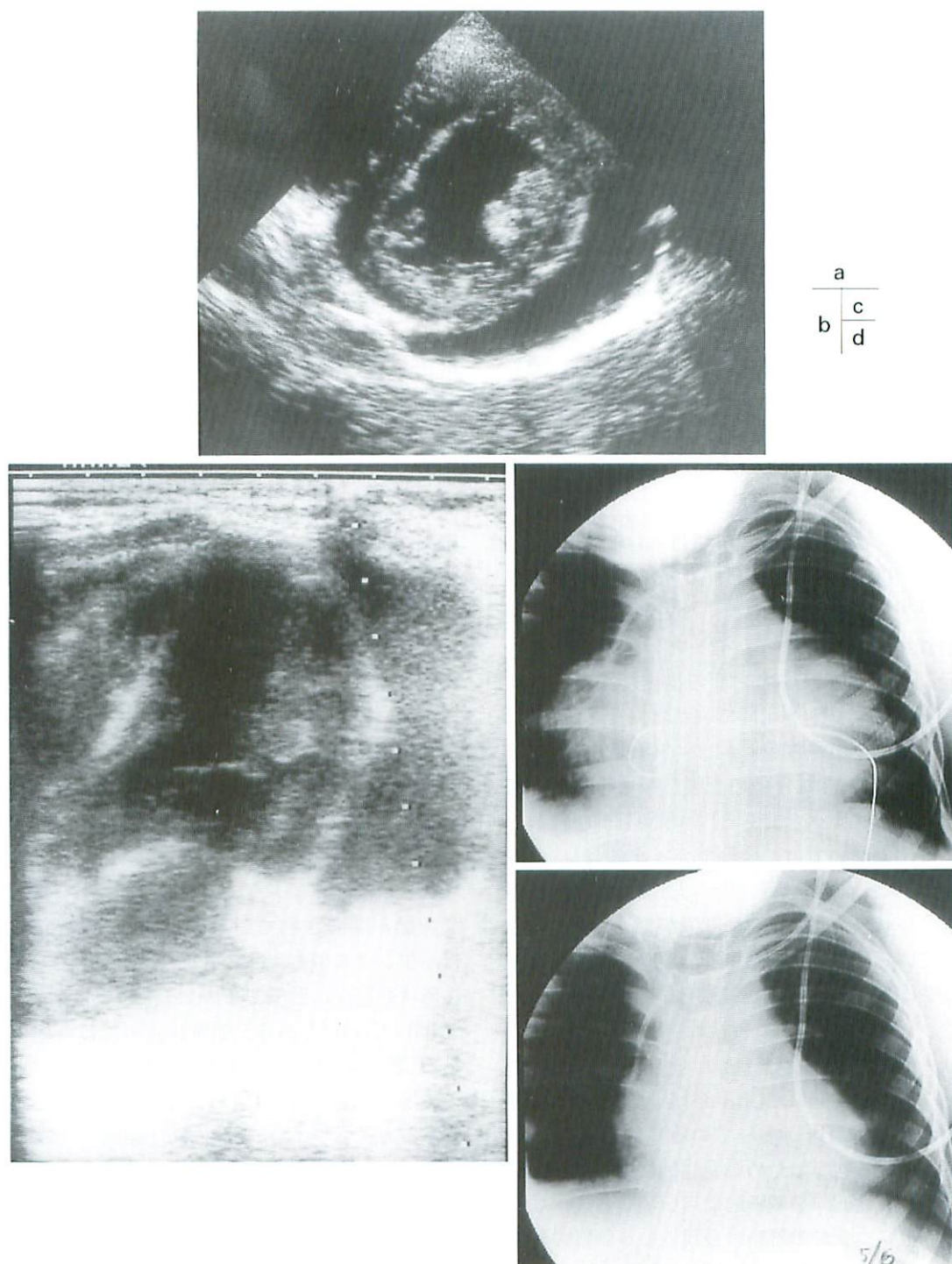


図7. 白血病患児にみられた心嚢液貯留による呼吸困難（表1の症例4）

a : 心エコー左室短軸像では、左室周囲に心嚢液の貯留を認めた。

b : 心嚢穿刺時のUSでは、穿刺する角度を決定した（点線）。

c : 穿刺針の外筒内に金属製ガイドワイヤーを挿入し、外筒を進めた。心嚢液により著明な心拡大を認めた。

d : 心嚢液吸引直後に心拡大は著明に改善した。

表2. 非血管系IVRにおける工夫：ガイド法

ガイド法	利 点	欠 点
US	簡便 リアルタイムに評価可能	ガスの介在に弱い 病変の描出が技量に依存する
透視	簡便 リアルタイムに評価可能	被曝 病変の立体的な把握が困難
CT	ガイドワイヤーやカテーテルの 位置確認が確実	被曝 少なからず時間を要する (スキャン時間)

の症例1～症例4)は、いずれもセルジンガー法で行った。

a. 経皮的IVRにおけるガイド法

非血管系IVRを行う上で、穿刺時のガイド法の決定は極めて重要である。現時点で一般的に用いられているガイド法は、US、透視、およびCTがある。それぞれのガイド法の利点および欠点を表2に示した。小児領域における非血管系IVRにおけるガイド法としてはUSが一般的である⁹⁾。USで病変の描出が可能で、病変部に安全に到達可能であれば、そのままUSガイドで手技を施行し、USで病変を描出できない場合にCTなど他の画像診断法をガイド法として考慮すべきである⁹⁾。今回我々が経験した5例については、全例でガイド法はUSのみか、USおよび透視下で行った(表1)。特にUSは全身麻酔下では完全に呼吸がコントロールされているため、呼吸停止下の穿刺時に鮮明な画像を得ることが可能で、確実なガイド法といえる。

b. 穿刺針

一般に穿刺針は、Chiba針をはじめとする各種の金属針が用いられている²⁻⁴⁾。我々は、以下にあげる利点のため小児症例に対して20Gテフロン針(図2)を積極的に用いている。すなわち、テフロン針の外筒は金属性の穿刺針の外筒に比較して、外筒先端の呼吸性移動による逸脱が少なく、また外筒が透明であるため排泄・吸引される液体の性状を速やかに確認することができる。さらに、テフロン針の外筒は、内腔が広く0.035-inchのガイドワイヤー、特に最近

汎用されている親水性ワイヤーの挿入が容易で、ガイドワイヤーに沿わせて外筒をそのまま挿入することも可能である。20Gテフロン針は、小児には径が大きすぎるという懸念があるが、我々は穿刺のほとんどを前述のごとくUS下に確実にを行っているため、これまでに出血など穿刺に起因した合併症の経験はない。

c. ガイドワイヤー

ガイドワイヤーには、金属製ガイドワイヤーと親水性ガイドワイヤーがある。金属製ガイドワイヤーの先端形状には、ストレート型、J型や、FJ型がある(Cook, Medi-Tech, ハナコなど)。ガイドワイヤーのシャフトの硬さにはstandard型とstiff型(Amplats superstiff型)がある。また、ラジフォカス(テルモ)に代表される親水性ガイドワイヤーも、最近では様々な種類が開発されている(図3)。先端形状には、アングル型およびストレート型がある。先端形状を自在に形成できるタイプのナビガイド(Medi-Tech)もあり、症例によっては有用である(図3)。親水性ガイドワイヤーのシャフトの硬さにもstandard型およびstiff型がある。親水性ガイドワイヤーは、狭窄性病変の内瘻化に有用であるが、親水性であるため滑りやすいという利点の反面、抜けやすいという欠点があることに注意しなければならない。

d. カテーテル

ドレナージカテーテルのサイズや形状の選択も重要である。一般には5F～6Fなど小児専用のカテーテルを推奨する報告もあるが²²⁻²⁴⁾、我々は新生児および乳児を除いては、通常8F

のドレナージカテーテルを用いている。今回経験した症例2(図5)のように患児が小さければ、血管造影用の5Fカテーテルに側孔をあけて用いている。血管造影用カテーテルを用いるときは、刺入部でカテーテルが屈曲しないように工夫が必要である。

経皮経肝胆道ドレナージ(PTBD)には8Fアングル型カテーテル(Cook)を用いている¹⁰⁾(図4)。このカテーテルには必要に応じて容易に側孔をあけることが可能である。膿瘍ドレナージには8.3F APDカテーテル(Mediatech)を用いている¹⁰⁾(図4)。

e. 固定法

カテーテルの確実な固定法は、経皮的な手技を成功させるために重要である。各種の固定具が開発されているが、我々は固定ゴム(トップ)を用いている¹⁰⁾。

まとめ

我々が過去経6年間に経験した経皮的アプローチによるIVRのうち、非血管系IVRは経皮的ドレナージなど5例であった。限られた経験ではあるが、鎮静および麻酔を確実にを行い、ガイド法、穿刺法およびカテーテルの選択が適切であれば、経皮的アプローチによるIVRは小児領域においても安全かつ有用な治療法の一つと考えられた。また、手技を成功させるためには、検査にかかわるさまざまなスタッフとの協力が極めて重要であると思われる。

●文献

- 1) 石川 徹: Interventional Radiology の歴史と展望. Non-vascular Interventional Radiology—手技と考え方(初版), 1-8, 石川 徹編, 中外医学社, 1993.
- 2) VanSonnenberg E, Wittich GR, Edwards DK, et al: Percutaneous diagnostic and therapeutic interventional radiologic procedures in children: Experience in 100 patients. Radiology 162: 601-605, 1987.
- 3) Towbin RB, Ball WS Jr: Pediatric interventional radiology. Radiol Clin North Am 6: 419-440, 1988.
- 4) Towbin RB: Pediatric interventional procedures in the 1980s: A period of development, growth, and acceptance. Radiology 170: 1081-1090, 1989.
- 5) 小田切邦雄: わが国における小児のIVR. 小児外科 26: 693-694, 1994.
- 6) Letourneau JG, Hunter DW, Ascher NL, et al: Biliary complications after liver transplantation in children. Radiology 170: 1095-1099, 1989.
- 7) 若林雅人, 野坂俊介, 岩崎善衛, 他: 当院におけるPTBD手技の検討. IVR誌 12Suppl.: 115, 1997.
- 8) Winfield AC, Kirchner SG, Brun ME, et al: Percutaneous nephrostomy in neonates, infants, and children. Radiology 151: 617-619, 1984.
- 9) Hoffer FA: Interventional radiology in the acute pediatric abdomen. Radiol Clin North Am 35: 977-987, 1997.
- 10) 野坂俊介, 若林雅人, 芦田 浩: ドレナージカテーテル. Innervision 9: 98-100, 1994.

総説

第33回 日本小児放射線学会シンポジウムより

肝動脈塞栓術による新生児肝血管腫の治療

森谷聡男, 相原敏則, 小熊栄二, 桑島成子, 島貫義久

埼玉県立小児医療センター 放射線科

Transcatheter Embolization of Hepatic Hemangioma in Neonates

Toshio Moritani, Toshinori Aihara, Eiji Oguma,
Shigeko Kuwashima, Yoshihisa Shimanuki

Department of Radiology, Saitama Children's Medical Center

Abstract We experienced 3 neonates with congestive heart failure and/or thrombocytopenia secondary to hepatic hemangioma. Two of the three were successfully treated with percutaneous transcatheter embolizations using coaxial technique, and micro-coils or tornade coils. One neonate died with only conservative therapy. Transcatheter embolization is the first choice treatment of hepatic hemangioma in neonate with congestive heart failure or thrombocytopenia despite conservative therapy. The first principle of this treatment is to improve the abnormal cardiac circulation. We describe the methods and points of notice of this treatment.

Key words Transcatheter embolization, Hepatic hemangioma, Hemangioendothelioma, Neonate

新生児肝血管腫の一般的事項

新生児、乳児期の肝血管腫(hemangioma)は、肝血管内皮腫(hemangioendothelioma)、肝海綿状血管腫(cavernous hemangioma)、肝動静脈奇形(arteriovenous malformation)としても報告されており、過去の文献において用語の混乱を認める。これらを統一するものとして肝血管腫症(hepatic angiomatosis)という名称も提唱されている¹⁾。新生児の肝血管腫はこの時期の肝腫瘍の中でもっとも多く、男女比は1:2で女児に多い、病理学的には未熟な内皮細胞よりなるが、成人の血管内皮腫とは異なり、良性腫瘍である。生後6ヵ月以降では自然退縮することが多い。

臨床所見は肝腫大や腹部腫瘤のみのことが多いが、半数以下で心不全を発症する。心不全の原因は十分解明されていないが、1)動静脈シャントに伴う高拍出性心不全 2)大きな腫瘍があることに伴う全身血液量の増大 3)横隔膜挙上による呼吸不全、が挙げられる。また、血小板減少症(Kasabach-Merritt症候群)を伴うことがあるが、これは腫瘍内での血小板の消費のため生ずると考えられる。

肝動脈塞栓術の適用

心不全が存在する場合の死亡率は無治療では9割以上、保存的治療(ステロイド、利尿剤、強心剤、血小板輸注)を行った場合でも6~7割の死亡率といわれる。したがって、肝動脈塞

栓術の適応は、保存的治療で改善しない心不全、あるいは血小板減少症（Kasabach-Merritt症候群）がある場合は第一選択の治療法と考えられる。

他の治療法として手術（肝動脈結紮術、肝腫瘍切除術）があるが、より侵襲性の高い治療法となる。放射線治療、化学療法は将来の悪性腫瘍の危険があり、この腫瘍が基本的には良性で6ヵ月以降は自然退縮する性質のものであることを考えると、最後の手段として残しておくべきである。

肝動脈塞栓術の方法と注意点

血管造影検査は全身麻酔下に行う。特に心不全の重篤な状態で塞栓術を行うことが多いので、麻酔科医の厳重な管理のもとで施行することが肝要である。Kasabach-Merritt症候群がある場合は、合併症である腹腔内出血を避けるため、カテーテルのフラッシュ用の生食にはヘパリンを加えないことが必要である¹⁾。

新生児の大腿動脈穿刺は難しい。何故ならば新生児の大腿動脈は非常に細く、スパズムを起こし易い上、心不全による下半身・下肢の浮腫を伴っていることがあるからである。じっくり腰を据えて安全・確実に穿刺するという心構えが必要であろう。また、肝腫瘍が巨大で骨盤腔右側に達する場合は、腫瘍を穿刺し出血する危険があるので、左大腿動脈穿刺とする。

血管造影は、Seldinger氏法にて4 French (Fr) シースを左大腿動脈に留置し、4.1 Fr ピッグテールカテーテルで、まず腹部大動脈造影を行う。その後、コブラ型に成形したカテーテルで腹腔動脈、上腸間膜動脈を選択し造影する。

血管造影で塞栓術前にチェックすべき点は、動脈相では 1) 栄養動脈の種類と数 2) 動静脈(AV)シャントの有無 3) 動脈門脈(AP)シャントの有無である。

上腸間膜動脈造影の門脈相では 1) 門脈の開存性 2) 門脈からの栄養血管の有無 3) 門脈静脈(PV)シャントの有無が挙げられる。

肝血管腫への栄養動脈は肝動脈からのみ

(single feeder)の場合が多いが、上腸間膜動脈の分枝や下横隔膜動脈などから栄養されている場合(multiple feeders)もある。また肝動脈塞栓術後に側副血行路として様々の栄養血管が生じうる。AVシャントは心不全の直接の原因となっている可能性が高く、その程度の評価は塞栓物質の大きさ・種類を決定するために重要である。大きなAVシャントがある症例で、小さな塞栓物質(Ivalon, スポンゼルなど)を用いると肺塞栓や全身動脈塞栓の危険がある。APシャントがある場合は臨床的に門脈圧亢進症を生じる。門脈が血栓などが原因で閉塞していると、肝動脈側の塞栓術により肝壊死を生ずる危険がある。門脈から腫瘍への栄養血管が存在する場合は、肝動脈の塞栓術では効果が不十分となりうる。また、大きなPVシャントがあると、他のシャントのない部分の門脈枝が細くなり、肝動脈塞栓術を行った場合に肝壊死を生ずる危険がある^{2,3)}。その他血管造影に際しては、造影剤や水分の過剰投与にも注意を払うべきである。

肝動脈塞栓術の第一義的な目的は、心不全に伴う異常な循環動態を改善することである。我々は4 Frカテーテルを親カテーテルとし、2.6~3.1 Frカテーテルを子カテーテル(図1)とする、いわゆるCoaxial techniqueを用いた。また、塞栓物質としては種々のコイルを用いた。

Coaxial techniqueの利点は 1) 肝動脈が栄養血管の場合、肝動脈の左右区域枝まで超選択的に子カテーテルを進めることにより、腫瘍を安全、確実に塞栓できる(正常肝組織のダメージを最小限にとどめうる)。2) 上腸間膜動脈、下横隔膜動脈、左胃動脈、内胸動脈などからの栄養血管(multiple feeders)を選択的に塞栓できる。また、塞栓術後生じた側副血管を繰り返し塞栓することが可能である。3) 親カテーテルからはステンレスコイル、チタンコイル、子カテーテルからは、マイクロコイル(図1)、トルネイドコイル(図2)など種々の大きさ、形状のコイルを使用することが可能である。ことが挙げられる。

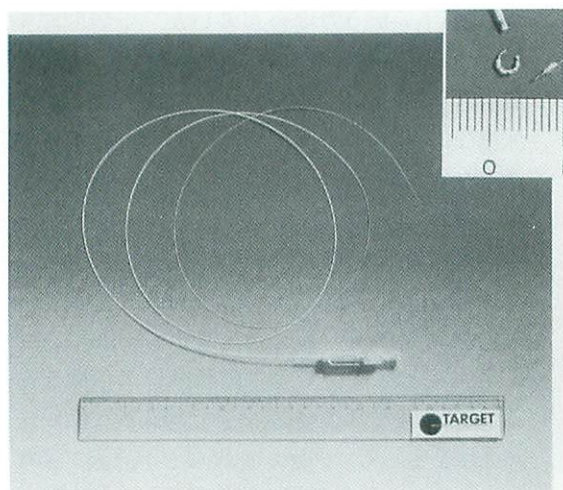


図1. 2.6Frのマイクロカテーテル(トラッカー10, Target CMI社製)とマイクロコイル(右上)

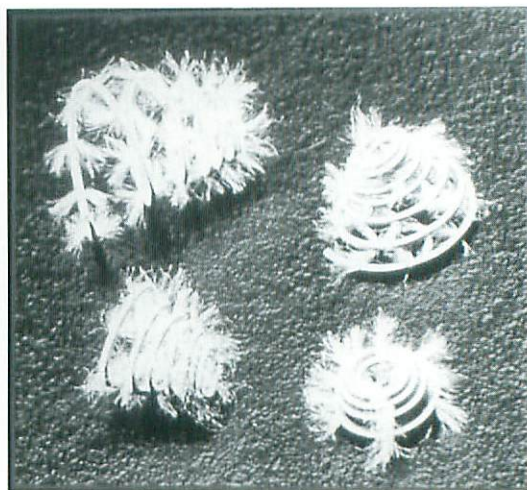


図2. トルネイドコイル (Cook社製)

コイルを使用する最大の利点は、コイルはその周囲の血栓化により徐々に塞栓効果を生ずるので肝乏血に陥りにくいということである。塞栓によりまず心不全が改善しない限り、門脈血流は不十分な状態にあり、肝は乏血状態となっている。塞栓術の目的は、肝腫瘍自体を塞栓することではなく、あくまでも、心不全に伴う異常な循環動態を改善することにある。したがって、塞栓はコイルの遠位の動脈分枝が、まだ少し造影される程度に留めるべきである。

乳児期・新生児期の肝血管腫の肝動脈塞栓術の報告例を表に示す。小さな塞栓物質（ポリビニルアルコール、ゼラチンスポンジ）のみを用いた場合は、腎梗塞や動静脈瘻や卵円孔を介した肺梗塞や全身動脈塞栓の危険があり^{4,5)}、特に新生児例では画像上動静脈瘻が描出されなくとも使用は避けるべきであろう。コイル・マイクロコイルはバルーン(detachable balloon)に比べ取り扱いが比較的容易である。特にマイクロコイルはcoaxial techniqueにより肝動脈の左右枝レベルから腫瘍を超選択的に塞栓することができる。これにより正常肝組織のダメージを最小限にとどめるので、上述のコイルは塞栓効果が徐々に生じるという特徴とともに、肝乏血に陥りにくい利点があると考えられる。

塞栓術後の管理

乳児期・新生児期の肝血管腫の塞栓術後の経過中に感染症、敗血症、DIC、多臓器不全の報告があり、塞栓物質の種類に拘らず生じうる(表)。特に新生児期に死亡例が多いのがわかる。したがって、術後の管理は非常に重要であり、新生児専門医による管理が不可欠となる。

症例1

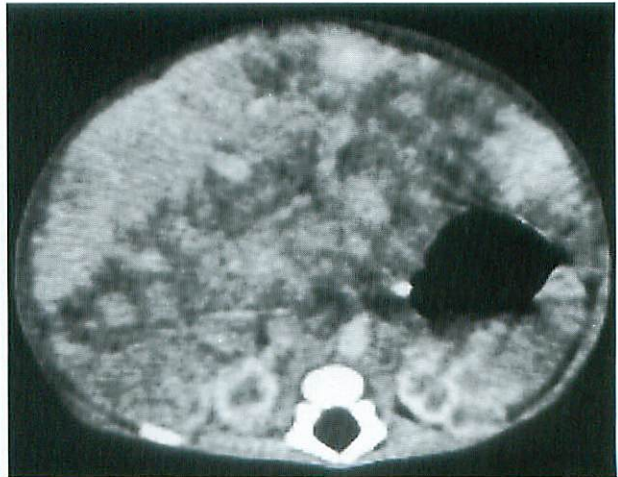
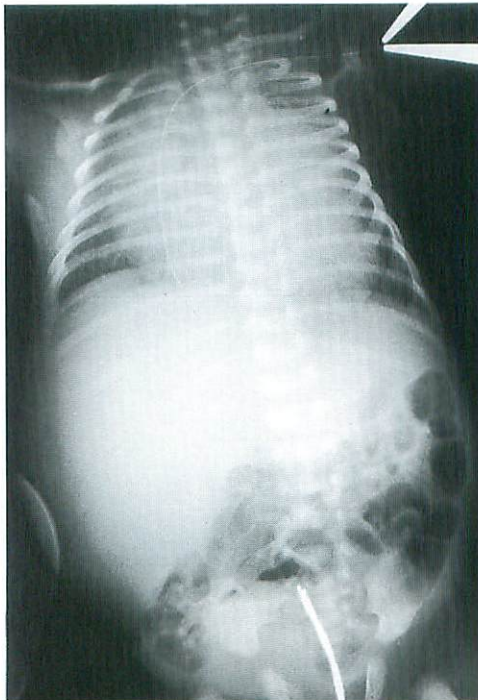
生後8日の男児で、多呼吸・心不全、腹部膨満に加え血小板減少もみられた。また、全身皮下の血管腫をみとめた。ステロイドなどの保存的治療にて改善せず、21日後、DIC、多臓器不全にて死亡した。初診時の胸腹部単純写真では心不全に伴う著明な心拡大と肝腫大をみとめる(図3a)。造影CTでは肝内にびまん性に肝血管腫を示す腫瘤をみとめる(図3b)。

症例2

生後8日の男児で、生下時より著明な肝腫大、呼吸不全、心不全、血小板減少症がみられた。DICも合併し、保存的治療にて改善がみられなかった。生下時の胸腹部単純写真で著明な肝腫大と心拡大をみとめる(図4a)。ダイナミックCTでは肝血管腫に特徴的な周囲よりの造影効果をみとめ、造影CTの後期相で均一に造影さ

表 新生児・乳児期の肝血管腫の肝動脈塞栓術の報告例 (* : 死亡症例)

報告者 (年)	症例数 (年齢)	塞栓物質	術後経過
Tegtmeyerら ⁴⁾ (1977)	1 (3 w*)	ゼラチンスポンジ	腎梗塞・死亡
Kaufmanら ⁶⁾ (1980)	1 (8 m)	バルーン	良好
Stanleyら ⁷⁾ (1983)	2 (8 m, 8m)	ポリビニルアルコール	良好
Johnsonら ⁸⁾ (1984)	2 (4 d, 3w)	ゼラチンスポンジ、コイル	良好
Burrowsら ⁹⁾ (1985)	2 (3 w*, 1 y)	バルーン	肝梗塞, 肝不全で1例死亡
Burkeら ¹⁰⁾ (1986)	1 (3 y)	ポリビニルアルコール	良好
Rapaら ⁵⁾ (1989)	2 (1 d*, 1 d*)	ポリビニルアルコール	肺梗塞, 全身動脈梗塞 2例とも死亡
Itoら ²⁾ (1989)	1 (4 m)	ゼラチンスポンジ、コイル	良好
Hatakeyamaら ³⁾ (1990)	1 (2 d)	ゼラチンスポンジ	多臓器不全, DIC
Fellowsら ¹⁾ (1991)	6 (1 d, 3w, 2m*, 2m, 4m, 6m)	マイクロコイル	腹腔内出血で1例死亡
Yoshimuraら ¹¹⁾ (1993)	1 (6 d*)	マイクロコイル	日齢37で感染症, 多臓器不全で死亡



a | b

図3. a : 著明な心拡大と肝腫大をみとめる。
b : 肝内にびまん性多発性に腫瘤をみとめる。

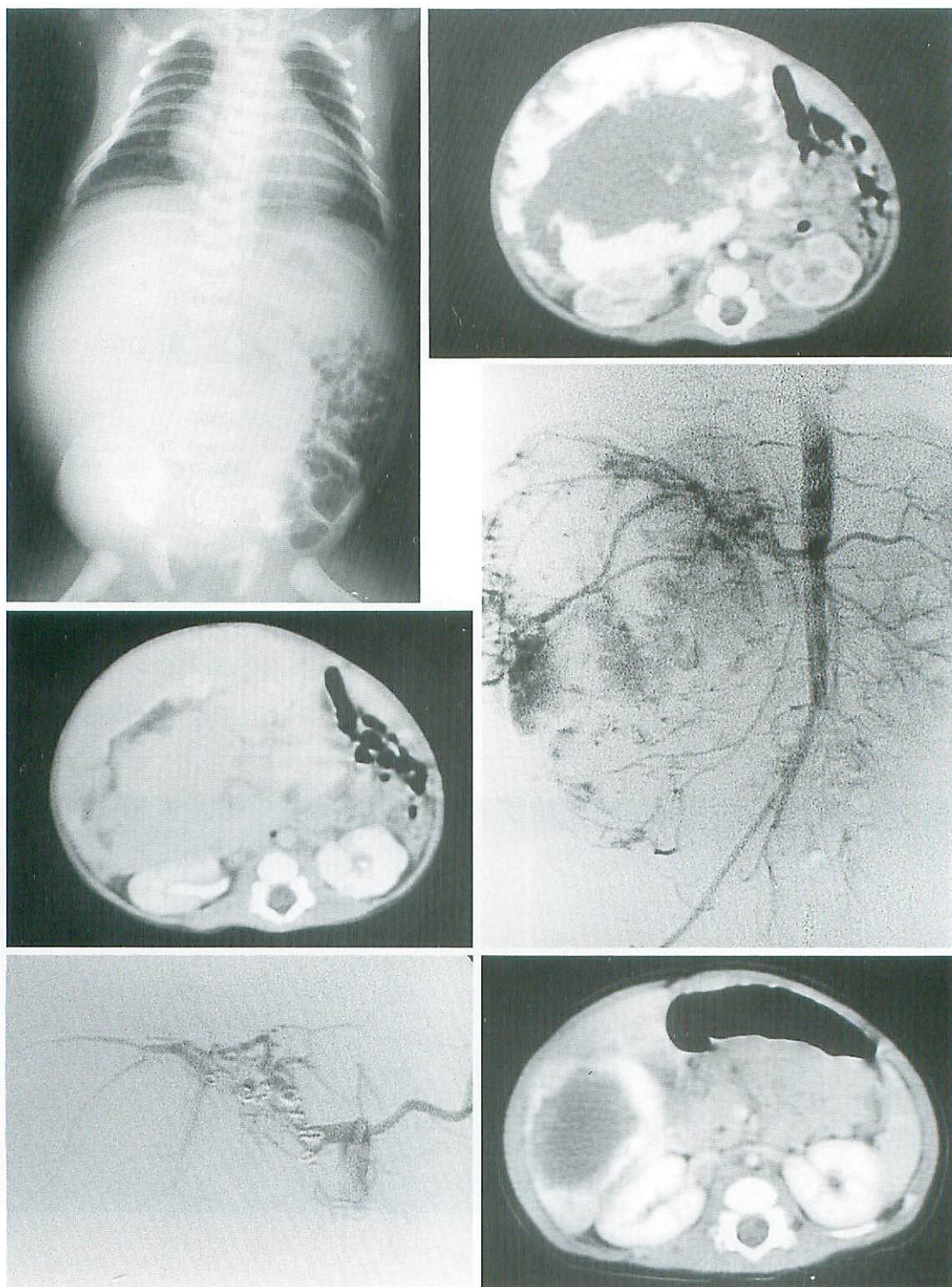


図4. a : 心拡大と骨盤腔内に到る著明な肝腫瘍をみとめる.
 b : ダイナミックCTで腫瘍周囲より造影効果をもとめる.
 c : 造影CTの後期相で均一に造影される. d. 腹部大動脈造影
 e : コイル、マイクロコイルによる塞栓術後、遠位の動脈分枝がまだ造影されている.
 f : 5ヵ月後の造影CTで腫瘍の著明な縮小をみとめる.

a	b
c	d
e	f

れた(図4 b). 単純写真でもわかるように、腫瘍が右骨盤腔に達していたため、左大腿動脈穿刺とし、血小板減少症があるためフラッシュ用の生食にはヘパリンを加えなかった(図4 c). 血管造影では腹部大動脈は腹腔動脈分枝直後よりその径が狭くなっている。腫瘍は右肝動脈から栄養されており、いわゆる綿花状の造影を示す。左総腸骨動脈が描出されないのは、左大腿動脈から挿入した4 Frシースと径が変わらないためである。画像上AV, AP, PVシャントをみとめなかった。4 Frカテーテルを親カテーテルとして総肝動脈に留置し、2.6Frのマイクロカテーテル(トラッカー10, Target CMI社製; 図1)を用いて右肝動脈よりマイクロコイルにて塞栓し、次に親カテーテルからステンレスコイルを用いて固有肝動脈を塞栓した。塞栓はコイルの遠位の動脈分枝が、まだ少し造影される程度に留めた(図4 d)。塞栓術直後より利尿があり、心不全・血小板減少とも数日で改善がみられた。術後合併症はなく、5ヵ月後の造影CTでは腫瘍は著明に縮小しているのがわかる(図4 e)。なお、術直後より利尿がみられたことより、心不全の原因は血管造影上は描出されないAVシャントであったことが示唆される。

症例 3

生後1ヵ月の女児で、著明な肝腫大があり増大傾向がみられた。呼吸不全、心不全を伴ってきたが保存的治療で改善はみられなかった。造影CTでは肝内にびまん性・多発性に肝血管腫を示す腫瘍をみとめ、後期相で均一に造影された(図5 a, b)。腹部血管造影では腹部大動脈は太い腹腔動脈を分枝後、狭細化し、太い左右の肝動脈より多数の腫瘍血管がみられる(図5 c)。子カテーテル(3.1Frカテーテル; マイクロフェレット, Cook社製)より左右の肝動脈に各々トルネイドコイル(Cook社製)を用いて塞栓術を施行した。塞栓術後の造影で肝動脈の血流が減少したため脾臓が造影されているのがわかる(図5 d)。塞栓術直後より利尿がみられ、心不全は軽快した。腫瘍も縮小傾向にあったが、2週間後再び肝腫瘍の増大がみられ血管造影を行った。腹部大動脈造影では側副血管である太い下横隔膜動脈より腫瘍が栄養されていた(図5 e)。また、上腸間膜動脈造影の門脈相では、門脈も側副血管となっているのがわかる(図5 f)。腫瘍への血流を減らす目的で右下横隔膜動脈をトルネイドコイルで塞栓した(図5 g)。術後肝腫瘍は縮小傾向にあり、ステロイドによる保存的治療にて経過観察中である。

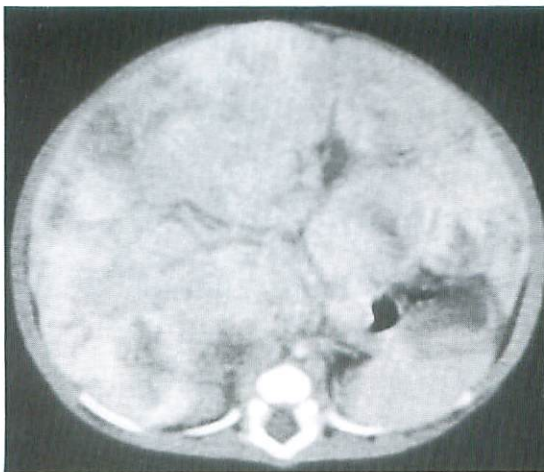


図5. a: 肝内にびまん性多発性に腫瘍をみとめる. b: 造影CTの後期相で均一に造影される.

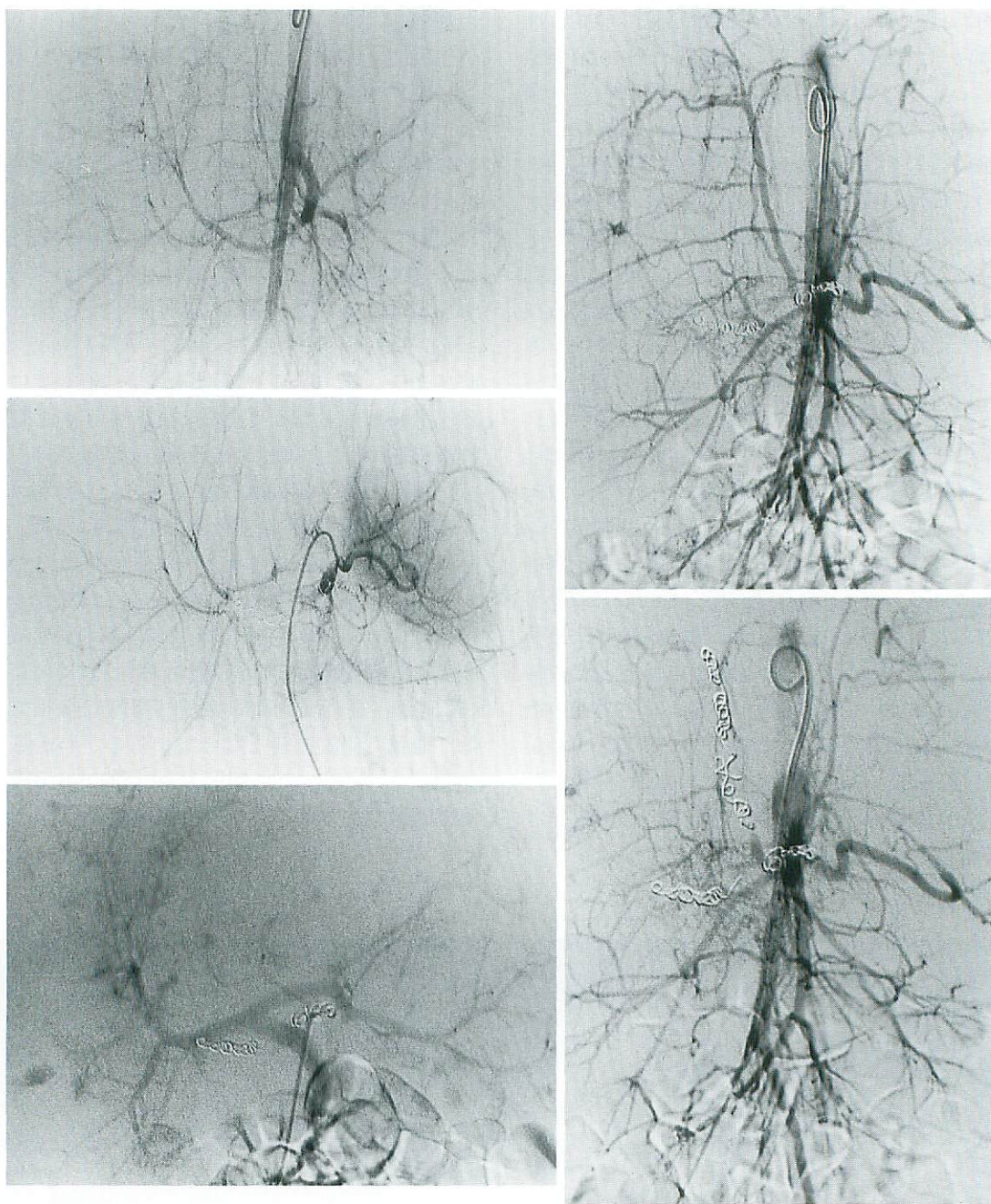


図 5. c : 腹部大動脈造影
 d : 左右の肝動脈を各々トルネイドコイルにより塞栓した.
 e : 下横隔膜動脈が側副血管となっている.
 f : 門脈が側副血管となっている.
 g : 右下横隔膜動脈をトルネイドコイルにより塞栓した.

c	e
d	f
f	g

まとめ

- 1) 肝動脈塞栓術は、保存的治療で改善しない新生児肝血管腫に対する第一選択の治療である。
- 2) 肝動脈塞栓術の第一義の目的は心不全に伴う異常な循環動態の改善にある。
- 3) Coaxial techniqueを用いたコイルによる肝動脈塞栓術は安全・確実に塞栓でき、塞栓術の目的に適った方法である。また、multiple feedersや術後生じた側副血管の塞栓術も可能である。
- 4) 新生児の病態生理の特殊性を鑑みると、塞栓術は手技に熟練した小児放射線科医が施行すべきである。また、術中は麻酔科医による管理が、術後は新生児専門医による管理が必須といえる。

●文献

- 1) Fellow KE, Hoffer FA, Markowitz RI, et al: Multiple collaterals to hepatic infantile hemangioendotheliomas and arteriovenous malformations: Effect on embolization. *Radiology* 181 : 813-818, 1991.
- 2) 伊藤勝陽, 伊藤祥子, 福岡治仁, 他: 肝動脈塞栓術により軽快した小児性肝血管内皮腫の1例. *臨放* 34 : 93-936, 1989.
- 3) 畠山信逸, 江原弘佳, 曾根克彦, 他: 肝動脈塞栓術により軽快した小児性肝血管内皮腫の1例. *日小放医* 6 : 281-282, 1990.
- 4) Tegtmeier CJ, Smith JH, Shaw A, et al: Renal infarction: A complication of gerform embolization of a hemangioendothelioma of the liver. *AJR* 128 : 305-307, 1977.
- 5) Rapa I, Moradian GP, Dehner LP, et al: Mortalities associated with use of a commercial suspension of polyvinyl alcohol. *Radiology* 170 : 395-399, 1989.
- 6) Kaufman SL, Kumar AAJ, Roland JMA, et al: Transcatheter embolization in the management of congenital arteriovenous malformations. *Radiology* 137 : 21-29, 1980.
- 7) Stanley P, Ginnel VS, Stanton RE, et al: Therapeutic embolization of infantile hepatic hemangioma with polyvinyl alcohol. *AJR* 141 : 1047-1051, 1983.
- 8) Johnson DH, Vinson AM, Wirth FH, et al: Management of hepatic hemangioendotheliomas of infancy by transarterial embolization: report of two cases. *Pediatrics* 73 : 546-549, 1984.
- 9) Burrows PE, Rosenberg HC, Chuang HS: Diffuse hepatic hemangiomas: Percutaneous transcatheter embolization with detachable silicone balloons. *Radiology* 156 : 85-88, 1985.
- 10) Burke DR, Verstandig A, Edwards O, et al: Infantile hemangioendothelioma: angiographic features and factors determining efficacy of hepatic artery embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 9 : 154-157 : 1986.
- 11) 吉村博英, 扇 和之, 古川 隆: 肝動脈塞栓術が有効であった小児肝血管内皮腫の1例. *日小放医* 9 : 72-73, 1993.

総説

第33回 日本小児放射線学会教育講演より

小児画像診断時の患児の鎮静について： 放射線科医の立場から

正木英一

国立小児病院 放射線科

Sedation and Immobilization for Diagnostic Radiology in Infants and Children : from the Standpoint of a Radiologist

Hidekazu Masaki

Department of Radiology, National Children's Hospital

Abstract Immobilization of the child is important to obtain good images and accomplish the examination purpose in pediatric diagnostic radiology. In infants, immobilization may be achieved using a blanket, tape, and sandbag. It is important to explain the necessity and the procedure of examination in children older than four or five years old who are old enough to understand. The time spent in explaining and reassuring these children to gain their cooperation may result in a satisfactory, high-quality examination that might otherwise be difficult or impossible to perform.

Key words Pediatric diagnostic radiology, Sedation, Immobilization

はじめに

放射線診断時において、基本的にはその患者の現状が検索できるように、なるべく現状の生理的状況を変えないようにすることが必要と考えている。そこで、小児において、できれば鎮静剤投与を行わずに検査できれば、これに越したことはない。

小児画像診断の検査に際し、患児を動かさないようにすることが、良い画像が、より早く、より低い侵襲度を持って得られ、検査の目的が達成されることになる¹⁾。動きの問題を解決するために、機械的に動かさないようにする器具がより小さな乳児では有用である。即ち、タオルケット、固定バンド、砂嚢などを使用する。乳児以

上の幼い子供では、かなり力が強く、動かないようにする方法はしばしば成功しない。不十分な固定は、不十分な検査となる主要な因子であることを認識すべきである。このような年少児にあっては、鎮静剤の投与が必要なことが多く、これに関しては麻酔科の立場からの講演に譲る。しかし、我々の施設において、患児の不安を取り除くために、オーディオ・ビジュアルシステムを導入している。これは放射線検査時に患児が興味を持つようなビデオを液晶テレビにて映すことにより、検査による不安・恐怖を忘れ、テレビに夢中になっている間に検査をおこなうことができるというものである。この検査時の不安を取り除く基本は患児の協力を得ることである。理解ができる子供には、たいていの

場合4歳以上であるが、検査の前にその必要性、手順などを話すことにより、子供が信頼感をもつようになり、協力が得られる。時間がかかるけれども、このような信頼感を得るための接触は放射線被曝量を減らすためだけでなく、診断情報をより多く得るためにも価値がある。このことにより、これ以降の検査には非常に協力的になる。これは忙しい一般放射線科医および放射線技師には、その余裕がないことがあり、できれば小児放射線科医および訓練を受けた小児専門放射線技師がその任に当たると良い。この小児放射線学的方法に関して特別な訓練を受けた放射線技師をおくことによって患児、検者、介護者の放射線被曝軽減が達成されることも重要なことである。多数の小児の検査を行っている施設においては、ほとんど小児だけを扱うよう選任された少なくとも1名の放射線技師をおくべきである。これにより小児の放射線被曝を少なくすることができる¹⁻³⁾。

鎮静・固定の実際

患児は病院に連れてこられただけで恐怖にかられて、放射線科の撮影室に入ることだけでも恐ろしいことと感じ、泣き叫ぶことが多く見られる。このために、患児の恐怖感をやわらげる工夫が必要であり、全国の小児医療施設の調査⁴⁾では「患児の検査に対する恐怖感をやわらげる方法として効果のあった方法」として、(1)会話を大切にする、(2)縫いぐるみ、キューピー等を与える、(3)ビデオ、TV、ビデオウォークマン等を見せる、(4)壁紙を動物などのキャラクターの物にして明るくする、(5)ディズニーランドのスライドを映写している、(6)コンセンサスが重要で検査について判断できる範囲の説明をし、練習して、患者の意見を尊重し、親が一緒に良いかなど、よく話をして恐怖感をやわらげる、(7)入室時の第一印象を良くする。明るい部屋、人形オモチャを与える、(8)CT、MRではBGMを流す、(9)女性技師の方が恐怖感が和らぐようである、など報告されている。

このような環境を整備し、患児に快適な環境

下で検査が施行され、放射線被曝を少なくすることが重要である。当院では、患児の直前に液晶テレビを配置し、映るビデオに興味を持たせるようにしている。このことにより、鎮静剤投与なしで検査ができる年齢層が若干下がってきており、2～3歳児であっても、映像に熱中していれば体動無く短時間の一般撮影のみならず、核医学検査などの長時間の検査が可能となってきた。

1. 一般撮影

2歳以下の乳幼児の胸部撮影はピゴスタット撮影台の電動改良型を当院にて試作したものをを用いている。放射線技師が患児の両手を保持し、撮影するようになっている。撮影台には放射線遮蔽装置も整備し、患児のみならず放射線技師にも無用の放射線被曝がないように工夫してある(図1)。

2歳以上の患児には、撮影台直前に設置した



図1. 乳幼児用一般撮影台

当院試作の固定装置で、放射線技師1人で撮影できるようにしてある。

液晶テレビに映るビデオに興味を持たせるようにしている(図2)。ブッキーテーブルの横にもビデオを映すテレビを置き患児の気持ちを和らげるようにしている。骨撮影、腹部撮影、経静



図2. 年長児用一般撮影台

目の前に液晶テレビ(⇒)を配置し、映し出されるビデオに夢中になっている。

脈的尿路造影などはタオルケット、固定バンド、砂嚢などの固定具の使用とともに行われる。

2. 消化管透視撮影

乳幼児においては四肢を弾性包帯で固定することにより動きを制限することが可能である。このことにより、大勢の介護者が手足を押さえつける必要がなくなり、検査に必要な体位を取らせることが容易になる。

3. CTスキャン, MRI

1ヵ月以上、4～5歳以下の患児には鎮静が必要である。スキャン・スピードが早くても、検査中は横になってじっとしていなくてはならず、これができなかつたり、鎮静が適応でない患児は検査をすべきではない。鎮静されている患児であっても、動かないようにする必要がある²⁾。小児専用固定装置が用意されていればそれを用い、それ以外ではタオルケット、固定バンド、砂嚢などを使用する(図3)。

理解ができる子供には、検査の手順などを話すことにより、協力が得られる。できれば小児放射線診断医がその任に当たり、撮影に付きそう必要がある。

4. 核医学検査

核医学検査は機能検査や全身検索を行うことが多く、検査時間が1時間近くかかることもある。その間、体動しないようにするために、患児の直前に液晶テレビを配置し、映るビデオに

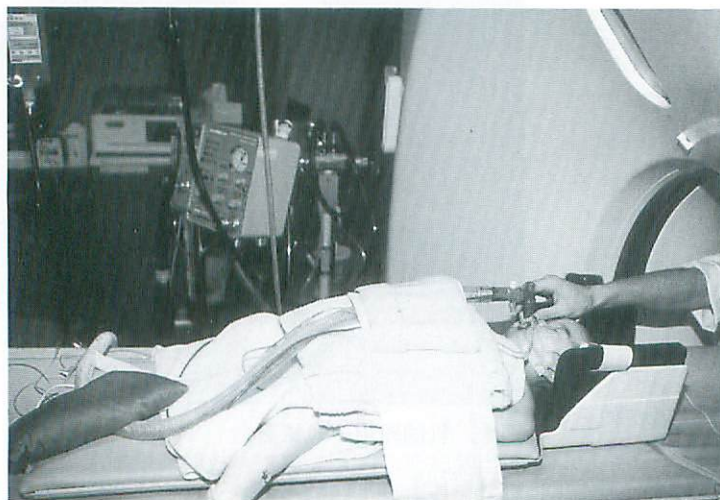


図3.

CTスキャン用小児固定装置

頭部の大きさに合わせて数種類のスポンジ製固定具が用意されている。頭部の固定と軀幹の固定により鎮静剤投与時においても体動がないようにしている。



図4. 核医学検査時

長時間の検査に堪えられるようにビデオシステムを用い、患児の目の前に液晶テレビ(⇒)を配置してある。

興味を持たせるようにしている。その際にも固定具は必要である(図4)。

号泣のために横隔膜の動きが激しく、臓器のぶれが撮像され診断ができないことがある。このようなときには鎮静剤の投与が必要となる。

長期間入院している患児は検査に対して慣れてきていることもあってか、かなり協力的であることが多い。しかし、面会時間で親が来られたときには甘えが出てき、親が検査と一緒に来ると泣いたりして非協力的になることが多く見られる。このような患児には、検査時間を配慮し、面会時間に重ならないようにするか、親にその旨話しておき検査終了時に合わせて来ていただくようにすると良い。

最後に

蛇足となるが、放射線検査を受ける患児を取り扱うときに、患児の人格を尊重し大切に扱うよう自らを律していただきたい。また、そのように放射線技師、看護婦の教育も御願いたい。

●文献

- 1) 藤岡睦久著：小児の画像診断, 27-28, 医学書院, 1986.
- 2) Berger PE, Kuhn JP, and Brusehaber J: Techniques for computed tomography in infants and children. The Radiologic Clinics of North America, 19 (3) : 399-408, 1981.
- 3) 小児放射線学, ICRP Publication34: X線診断における患者の防護, 80-81, 日本アイソトープ協会, 1983.
- 4) 中島義明：全国小児医療施設調査(平成8年12月17日集計報告)