

JSPR

Vol.18 No.1 2002

Journal of
Japanese Society of Pediatric Radiology

日本小児放射線学会雑誌



特集／小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

原著論文

Pictorial Essay

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.18 NO.1
2002

Edited by

Ehiichi Kohda, M.D. Noriko Aida, M.D.
Teruyoshi Amagai, M.D. Kazuteru Kawasaki, M.D.
Hiroyuki Kobayashi, M.D. Masato Takase, M.D.

CONTENTS

Special Articles *Light and Silhouette in Telemedicine of Pediatric Radiology*

- Introduction Teruyoshi Amagai3
1. Potentialities and Assignments of Pediatric Teleradiology Teruyoshi Amagai4
2. Practical Tele-medicine in Pediatric Surgical Fields Tatsuo Kuroda, et al.10
3. Pediatric Teleradiology : 12 years' experience Mutsuhisa Fujioka, et al.15
4. Assignments and Future Prospects of Filmless PACS Motohiro Asonuma, et al.22

State of the Art

- Evaluation of Calcified Fecaliths in Plain Abdominal Radiographs
in Acute Appendicitis in Childhood Takehito Oshio, et al.29

Pictorial Essay

- A Case of Cecal Volvulus with Cornelia de Lange Syndrome Hideaki Murai, et al.35



目 次

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

- 特集を企画するにあたって 雨海照祥 3
1. 小児放射線の遠隔医療の可能性と課題
..... 雨海照祥 4
2. 小児外科における遠隔医療の展開
..... 黒田達夫, 他 10
3. 小児放射線医療における遠隔画像診断の経験
..... 藤岡睦久, 他 15
4. フィルムレスPACSの現状の問題点と展望
..... 阿曾沼元博, 他 22

原著論文

- 小児虫垂炎手術例の術前腹部単純X線写真における虫垂結石について
..... 大塩猛人, 他 29

Pictorial Essay

- Cornelia de Lange症候群に盲腸軸捻転症を合併した1例
..... 村井秀昭, 他 35

関連学会より —小児泌尿器科学会・学術委員会報告—

- 周産期, 乳幼児期に発見される腎盂・腎盂尿管拡張の診断基準
..... 島田憲次, 他 41

特集

小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点 Light and Silhouette in Telemedicine of Pediatric Radiology

特集を企画するにあたって

雨海照祥

筑波大学臨床医学系小児外科

Teruyoshi Amagai

Department of Pediatric Surgery, University of Tsukuba

今回の特集「小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点」を企画した動機は恥ずかしい、個人的な2つの体験に端を発する。1つ目は中米での突然の意外な出来事、2つ目はその1年後シカゴ小児病院を見学したときの衝撃である。これら2つの体験が私に現代のtelemedicine, teleradiologyの可能性を考えさせる糸口をくれた。巻頭にふさわしいとはとても思えないが、今回の特集号の入り口評示ということでお許しを請う。2つのエピソードをご紹介します。

1つ目の体験は中米某国に調査旅行に行ったときのことである。昼間、市内の小学校で100人近い腕白盛りの小学生を相手にその国の文部省の職員の方々と栄養調査を済ませ、やっこのことホテルに戻って仲間とビールを飲んで、ほっと一息ついたところフロントからの電話。ある日本人が面会に来ているという。何事かと不思議だったが特に断る理由もなくロビーに降りる。相手はいま話題の中心、日本外務省の外郭団体の職員。この国にボランティアで来たばかりの20代女性が2週間前より熱と咳が治まらず、市内の総合病院で診察を受けCT撮影を受けた。しかし専門医がいないので、ということで私のところへ来たのだった。私も専門医ではない。詳しい内容は伏せるが、結局写真を日本の放射線科医に3日かけてFedExの宅急便で送った。大事に至らずひと安心だった。あとで考えて、これが緊急を要する事態だったらと思ひ、ぞっとした。撮ったCT写真をスキャンしてパソコン経由のeメールで瞬時に日本に送信できれば、一気に問題が解決していただろう。このとき初めて、telemedicineを思い描いた。それが丁度日本政府がIT革命を声高に唱えてい

た頃か、その後だったか定かでない。しかし日本政府のお膝元の団体が、なぜこの程度のIT技術を考えようとしめないのか、ほんとに本当に不思議な思いがした。Teleradiologyの思いはこのとき初めて私にとって切実なものとなった。

その1年後、舞台はシカゴに移る。ある学会の帰りシカゴ小児病院に寄った。シカゴ小児病院といえば小児外科ではRaffensperger先生がほんの数年前まで活躍されていた病院と認識していた。彼の跡を、小柄だが屈託のない笑顔が印象的なArensman教授が継いだ。Arensman教授とはイギリス小児外科学会にお互い出席の折り親しくさせていただき、その関係もあって表敬訪問のつもりでお邪魔した。その前に彼の下で働く若者に病院内を案内してもらい、放射線室に案内されて田舎者の私は腰を抜かした。放射線診断はほぼ完全にフィルムレス。画像はディスプレイ上で処理される。オンコールの放射線科医は緊急の場合病院に来ることなく自宅で読影、意見を求めた医者で電話で討論できる。このとき遠隔放射線のコンセプトを持たない私の脳裏に再び、1年前の中米での苦い体験がリフレインした。「やはりこれだ!」。

インターネットで地球の裏側の出来事がリアルタイムで配信される現代。医療界にあってITと最も近い関係にある放射線がこの通信手段を使えないはずがないと手前勝手に考えた。しかし現実に医療現場に浸透するのかどうか。できるためには何が必要で、そのためにはどのような障害が今あるのか。ずぶの素人の私以外は皆さん、この分野にお詳しい先生方である。その可能性と問題点をご執筆いただいた。今回の特集が世界の病気に苦しむ全ての子供達の明るい未来に貢献すると信じる。

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

1. 小児放射線の遠隔医療の可能性と課題

雨海照祥

筑波大学臨床医学系小児外科

Potentialities and Assignments of Pediatric Teleradiology

Teruyoshi Amagai

Department of Pediatric Surgery, University of Tsukuba

Abstract

Pediatric cyberpatient in remote area using teleradiology (TR) was proposed. TR has clients to ask for X-ray readings and a so-called station or platform to receive clients' requests. This paper proposes several of TR's aspects to analyze, including potential problems of reading abilities, necessity of cost-benefit analysis, obligations to pay the cost and legal responsibilities when errors occur.

Keywords: Teleradiology, Advantage, Disadvantage

遠隔医療とは—その定義

遠隔医療は地域的な、空間上の遠距離間の医療行為と定義される¹⁾。しかし具体的に何キロから遠隔で何キロまでが遠隔ではないのか。たとえ10kmでもその間に高い山や深い谷、深い雪がレントゲン写真をもつての移動を阻めば遠隔だろう。逆に50km離れていても高速道路の利便性がよく、30分でレントゲン写真の読影を頼めれば必ずしも遠隔とはいわないかもしれない。本稿では空間的な距離よりは迅速な医療行為を阻み、時間的な拘束を強いる環境下での医療行為を、全般に遠隔医療として包括して論じたいと思う。

僻地、仮想救急患者の 診断ステップとしての遠隔医療

遠隔医療、特に放射線医療の可能性を考える際に、実際にある内科医が小児医療に携わり僻地で単純レントゲン1枚だけが撮れる状況にあると想定してみる：

『目の前で苦しむ3歳の幸代ちゃんは、2時間前から胆汁性嘔吐を繰り返す。顔貌は苦悶様、口角に緑の胆汁様の胃残渣が付着している。腹部は著明に膨満している。30分前の排便は粘便で悪臭があった。』

この幸代ちゃんを診察した村の診療所のA医師。この診療所ができるまでは5時間以上かけて山を越えて隣の市にある市立病院に患者さんを救急車で搬送していた。2年前のある事故をきっかけに、村がなげなしのお金を集めて村立の診療所を建てた。A医師はこの村の医療を一身に担っている。A医師の専門は呼吸器内科。高齢者の咳や痰はお手のもの。しかし今、目の前で苦しむ幸代ちゃんの対処法が即答できない。彼女の腹痛の鑑別診断は、かぜ、胃腸炎、腹膜炎？虫垂炎？腹部の触診で何となく腹部全体に圧痛があるような気がする。さてどうしよう。腹部のレントゲンはこの診療所でも撮れる。1枚、臥位で撮影。ここでA医師のとった行動とは？

遠隔医療がA医師を助け、なにより幸代ちゃ

んの命を助けることになろうとはこのときはまだ彼も気づいていない。A 医師が幸代ちゃんの点滴ラインをつくって一緒に来たおばあちゃんに幸代ちゃんを押さえてもらいながら点滴針を刺す。その間にさきほど撮影したレントゲン写真を、この診療所にただ一人勤めるナースの田村さんが A 医師の指示でスキャナーに取り込むと、診療所の診察室の机の上のパソコンのディスプレイの上に写真のアイコンが現れる。A 医師は予め作っておいた紹介文のフォーマットに幸代ちゃんの生年月日と性別、氏名、主訴と本当に簡単な 1 行の病歴を eメールにして、さきほど撮影したレントゲン写真を添付する。送付先がいくつか並ぶアドレスから遠隔医療の中の放射線のフォルダーを選択。更にその下層フォルダーの小児を選択する。その間 5 秒。予め年間契約をしている F 医師に送る。送付 10 分後には F 医師からの返事。「中腸軸捻転の疑いあり。至急、手術施設のある病院に転送してください！」との返事。F 医師に送った eメールと F 医師からの返事をプリントアウト、写真を添えて隣の市立病院への転送を消防隊に電話した。

幸代ちゃんを救急車に乗せた A 医師、冷や汗をぬぐってお茶をすすった。』

遠隔地での小児放射線の特殊性 —その必要性

この仮想状況を振り返り、小児放射線における遠隔医療の可能性と必要性を検討する。最初のキーワードは「僻地」。冒頭に述べた通り、遠隔とは単に空間的な距離を意味しない。実際に自分の肉親や親族が救急で医療機関にかかるとき、一体何分で医療機関にアクセスできるのか。事態が急を要すれば要するほど、5 時間も 6 時間もかかっているのは、特に小児の場合その間に、病態はみるみる進行し悪化する。脱水があれば、医師の最初の診断がたとえ正診に至らなくても補液で体液補正を進めたい。地元の「かかりつけ」、それが僻地であればなおさらだ。地元の人たちにとって救急で受診できるのはその診療所しかない。プライマリーケアが彼らかかりつけ医の武器である。そうはいっても、すべての年齢、すべての疾患をカバーすることは不可能で

ある。また遠隔医療があれば必ずしも必要ではない。とにかく救命に際して優先順位の高い順に治療する。その間に A 医師は腹部のレントゲン撮影を行う。一方、ただ一人の診療所のナースが撮影した「レ線」をパソコン上に取り込む作業を行う。幸代ちゃんが 3 歳では、A 医師の頭の中の鑑別診断のねじは回らない。こうした状況はなにも「僻地」に限らない。東京、大阪の大都市のガード下に診療所を持つ医師でも全く同じ状況は十分に起こりうる。しかし東京や大阪など大都市ではその診療所で正しい治療のための正しい診断にたどり着かなくても、すぐ近くの別の診療所やクリニックでいくらかでも診察を受けるチャンスがある。しかし「僻地」ではそうはいかない。患者さん達にとって A 医師しか頼る医師がいない。すべての家族の期待、心配が彼の両肩にかかる。大きな診断の見逃しが直接、患者さんの生命予後につながる。ギリギリの状況下での遠隔医療の必要性がここにある。幸代ちゃんが A 医師の「かぜ」、「胃腸炎」の診断で点滴を 1 本落として自宅に帰っていたら、翌日もう一度 A 医師の前に現れたとき、血圧は触れず、意識はなく、胆汁性嘔吐はさらに脱水を強め死の淵に立つ。歴史に「もし」の仮定法が現実にはないように、救急にも「もし」の後付けは許されない。読影の依頼を受け迅速に回答した F 医師と、彼に読影を依頼した A 医師、レントゲン写真をパソコンにスキャンして取り込んだナースの田村さん、みんなの連携が幸代ちゃんを救った。一刻を無駄にしないチームプレーが勝利する。

ここで電話回線と eメールを利用した遠隔医療の仮想の救急小児患者の連係プレーの中で特に注目すべきは、その必要な知識が適切な時点で、もっとも必要とされる状況で提供されている点である。この適切な知識の提供というシステムの実現が患者さんへの医療の質を保障する。「僻地」に居住する患者さんも、都市に住む患者さんと同様に、質の高い医療が提供されるべき医療の公平さが、このシステムの背景にある。

小児放射線における遠隔医療の利点

専門家天国アメリカには小児放射線治療を専

門に行う放射線医がいる。日本にも数は極めて限られるが、放射線治療医がいる。しかし今回は遠隔医療がテーマであり、主な放射線医療行為の内容を診断限定する。そこで小児放射線科医は放射線診断医に限る。一体、現在、日本に何人の小児放射線科医がいるか。試しに本学会の評議員の中に名を連ねる、放射線科と所属科名の付いた先生方の数を数えたところ39名。本学会の理事長、藤岡先生を入れて合計40名。国内にはこの何倍も小児放射線診断医がいるに違いない。しかし今回はこの40名が、小児放射線における遠隔医療に関与すると仮定する。救急に限らず小児の場合、小児科、小児外科、小児整形外科、小児泌尿器科、などの小児の専門医が必ずしも小児のプライマリーケアに携わっていない。特に僻地の場合一般医が小児のケアに関わる。遠隔医療のシステムがこうした僻地の小児に質の高い医療の提供を可能にする。質の高い医療の提供が、遠隔医療の最大の利点と考えられる。さらに幸代ちゃんの例で提示したように、診断のための時間的節約をも可能にする。また放射線の遠隔医療を、フィルムレス (filmless) の観点からみれば、フィルムを保管する空間の節約、フィルムを処理するマンパワーの節約をも可能にする。

小児放射線を提供する遠隔医療の ステーションへのアクセス権

このシステムの問題図をを考えておく (Fig.1)。レントゲン写真の読影を依頼する人を、仮にクライアントと呼ぶ。クライアントから読影の依頼を受ける人またはグループをステーションと仮に呼ぶ。クライアントとステーションの関係づけとしてレントゲン情報の流れには、クライアントから複数のステーションに流れる情報の「依頼」の流れ (「行き」) と、ステーションでの読影結果が再びクライアントにフィードバックされる「返事」の情報の流れ (「帰り」) の、2つの流れで構成される。ここで「行き」には通常ひとりのクライアント、ステーションにはひとりの放射線科医がいる。遠隔医療では通常レントゲン写真を持っているのは僻地の「かかりつけ」の医師である。例外的に、たとえばセカ

ンド・オピニオンを求める患者やその家族が読影意見を求めてステーションにアクセスする場合も想定できる。従ってステーションにアクセスするのは必ずしも医者に限らず、患者でもよいことになる。読影結果という情報を開示する必然性が生まれる。アクセス権の多様性と言ってよい。アクセス権を医師に限定するか、公共にオープンにするかは、システムの開始に際してどちらにするかを決めればよいであろう。またアクセス権に費用支払い義務が生じるので、費用支払いの経路の確保も必要である。

ステーションのプラットフォームに立つ 人間の診断能力の保障

ステーションに立つ専門家の読影能力の保障が遠隔放射線医療のシステムには求められる。この問題はシステム、ステーションの存在意義に強く関わる。すなわちシステムの運営を誰が

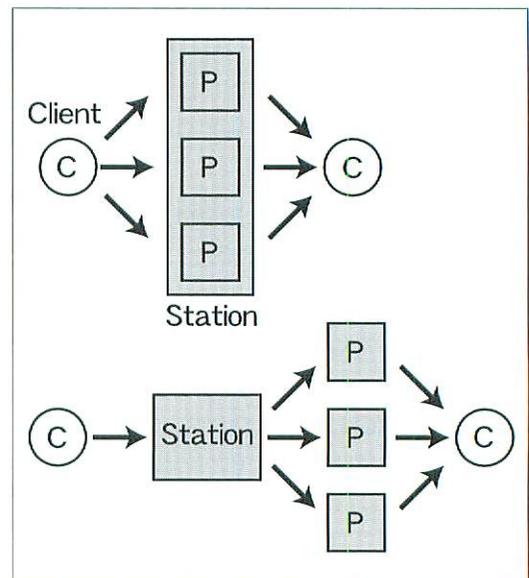


Fig.1 The X-ray reading system can have two structures.

Upper row : Several platforms exist in station. A client can access any platform.

Lower row : Station is accessed by client who then selects any platforms standing behind the station. Platforms send their reading results to clients. In the lower line, cashier can exist at station.

行うか、学会や国が運営するのであれば、これらの団体が読影能力を保障する。実際にアメリカでは2001年にPACS (picture archiving and communication systems) を公表し、これに類似したシステムの構築が進行していることが発表されている²⁾。

またこのシステムに市場の競争原理が働けば、必ずしもこれらの大きな公共の団体だけが運営するとは限らない。利潤を追求する経済ツールとしての会社運営を目指せば、客観的なシステム能力の評価体系が必要となる。読影結果を公表し、臨床結果とどれだけの合致率があったか、次に進むべき臨床検査に与えたインパクトのスコアは何点か、臨床転機に与えたインパクトは何点か、の項目を含めた多数の項目による評価結果が公表されるべきであろう。クライアントは、この公表結果から市場にある複数のシステムの中でどれがもっとも適切なシステムかを選択することができる。前者の公的団体と後者の私的団体のどちらの運営が望ましいか、実施に未だ形のない現状で必ずしも軽々には結論づけられない。しかし医療分野に競争原理を導入して若干の混乱を生んでいるアメリカの前例を見る限り、経済効率のみに焦点を置いた競争原理でこのシステムが動くことは、決して内容を保障するものでない。このシステムが最初から最後まで患者の幸福を目標とする限り、公的団体が積極的にシステムを運営し、その内容も随時評価、改正を繰り返すのが良い気がする。小児の場合、本学会が運営に携わるのが適当ではないかと個人的には考える。

情報の集約化による National Studyの可能性

システムを国や学会が運営した場合、情報の機密化を厳密に行うことができれば、極めて希少な症例の集積や検討などNational studyをこのシステムを用いて行える可能性がある。

ステーションのプラットフォームに立つ人数

この問いの答えはどうか。クライアントの側からみると、ステーションのプラットフォームに立っているのは必ずしも一人である必要はな

い、むしろ適切な情報を「買う」側は、異なる専門分野を持つ複数の放射線科医がプラットフォームに立っていて欲しい。その分野分けは、遠隔医療では単純レントゲン写真が読影の基本となるので、胸部、腹部、骨、頭部、その他の5分野で充分だろうか。さらに遠隔医療の活動範囲が僻地だけでなく、国外からのアクセスに対応する場合には、これら5分野の下に単純レ線、CT、MRI、核医学、造影写真、その他の細分野の設定が必要となるかもしれない。あるいは逆に時間制限をかけられたクライアントには単純レントゲンとその他の2分野で充分かもしれない。これらの2本立てでどちらを選ぶかはクライアントが選択しても良い。またステーションには細分野のプラットフォームがあり、クライアントはそれぞれ適切なプラットフォームから専門家にアクセスするシステムのネットワークの構築が必要であろう。

遠隔医療としての 放射線システムのコスト分析

このシステムの初期投資にかかる費用も算定する必要がある。もちろんハード面のパソコン、スキャナー、またこのシステムを韓国³⁾ やドイツ⁴⁾ のようにWebサイトを利用する場合には、それまでのアクセスの電話回線かケーブルが予め設定されている必要がある。またその維持費も計上されねばならない。ACR (American College of Radiology :) は構築を終えているPACS^{5, 6)} を使う場合、このシステムの確立にも多くの費用が必要であろう。コストと効率の分析では、観念的には遠隔地からの患者あるいはレントゲンフィルムの搬送と比較して時間的にも経済的にも従来のシステムより遙かに優れていると考えられる⁷⁾。しかし客観的な評価は未だ充分とはいえない。今後の経済学的な分析が必要である。

誰が費用を負担するか？

このシステムが確立し十分に成熟するするためには、費用負担者の問題もクリアする必要がある。従来型の放射線科医へのコンサルテーションでは、放射線科医に実際に診療所や病院に来

院してもらって読影を依頼し、その費用は病院がもつ。あるいはフィルムを宅急便で診断医に送付し読影してもらう。この費用は依頼する医療機関が負担する。現在の日本の保険体制にはこれらの費用は組み込まれない場合が多い。しかし受益者負担の原則が適応されれば、受益者である患者が費用を負担するのが妥当であろう。その際には保険体系に算定されるべきであろう。

遠隔放射線学の倫理的・技術的な問題点

遠隔医療での放射線医学を遠隔放射線学 teleradiology (仮にTRと略す) と呼ぶ。TRにおける倫理的な問題⁸⁾ も、TRが今後本邦でも大きく展開すると思われるため検討しておく必要がある。まずTRのハード面のエラーが発生し患者に不利益が生じた場合、法的問題が生じる⁹⁾。そのエラーの発生レベルも多岐にわたる。撮影写真レベルであれば、撮影した機器や撮影した技師あるいは医師、また送信中のエラーであれば送信回路を受け持つ会社、あるいは受信システムのエラーならばその機器の製作会社などそれぞれに責任を負うレベルも異なる。しかし基本的にはこのシステムの利用で発生するエラーは、システムの介入を発生させたクライアントに責任が生じるのではないかと考える。

さらにこうしたエラーによる不利益の危険性を、いかなる緊急の場合でもインフォームド・コンセントをとる時間的余裕が必ずしもあるとは限らない。整備が必要である。

また個人情報の保全性 security の問題も解決される必要がある。これはTRに限らず、Webを用いるすべての医療行為に生じる問題である^{10, 11)}。

小児病院間の胸部レ線の送信経験から読影に問題ないとの報告¹²⁾ がアメリカにはあるものの、画像分解能や画像転送時間、取り込み時なども含めた送信情報の信頼性の問題もある。これらはいずれも十分な検討が必要である。さらにプラットフォームの放射線科医がたとえば40名として日夜、当直体

制で立ち続けることは現実的でない。放射線科医の労働条件に関しても考慮する必要がある大きな問題である。以上、TRの利点と問題点をクライアントとステーションの双方からまとめた (Table)。

Teleradiologyの遠隔医療分野での将来の展望

以上、遠隔医療におけるTRの役割を考察した。TRの倫理的・技術的問題点が解決され、さらに経済的効率も改善されれば患者への質の高い医療の提供の可能性からも国家レベルでこのプロジェクトが推進される可能性がある。現実に平成13年12月に提出された「平成14年度予算編成大綱」の2、「国民が健康で安心して生活し、働くことのできる社会の実現」の(4)、「国民が安心・信頼してかけられる医療の確保」ア項「IT化による医療提供体制の整備」に地域医療の充実を図るための遠隔医療が謳われている¹³⁾。少子化の時代が進む社会環境のなかで、小児医療の重要性はさらに増している。TRは、将来の地球を担う子供達の医療充実の大きな役割を果たすと考えている。

まとめ

小児の遠隔医療における放射線学 teleradiology の可能性を検討した。ここで特にシステムのあり方、構築の仕方、法的問題点などはいずれも解決すべき問題点を多くもつことが明らかとなった。今後の積極的な問題の検討と解決が求められる。

Table Advantages and disadvantages of TR

	クライアント側	ステーション側
利点	医療の質の向上 セカンド・オピニオン 経費節約 時間節約	遠隔地に行かずに読影できる National studyの可能性
問題点	費用の出所 (混合会計の禁止事項)	法的問題 過重労働 画像のハードの問題点 (分解能、転送時間、取り込み時間)

●文献

- 1) Thrall JH, Boland G : Telemedicine in practice. *Semin Nucl Med* 1998 ; 28 : 145-157.
 - 2) Goldszal AF, Brown GK, McDonald HJ, et al : The National Institutes of Health Clinical Center Digital Imaging Network, Picture Archival and Communication System, and Radiology Information System. *J Digit Imaging* 2001 ; 14 : 177-181.
 - 3) Hwang SC, Lee MH : A WEB-based telePACS using an asymmetric satellite system. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2000 ; 4 : 212-215.
 - 4) Walz M, Bolte R, Lehmann KJ, et al : Economic analysis of teleradiology applications with KAMEDIN. *Stud Health Technol Inform* 1999 ; 64 : 208-216.
 - 5) Frey GD, Spicer KM : Teleradiology : technology and practice. *J Digit Imaging* 1999 ; 12 : 226-227.
 - 6) Keen C : Children's hospitals and PACS : six profiles of planning and implementation. *Radiol Manage* 1999 ; 21 : 23-29, 32-37.
 - 7) Hayward T, Mitchell J : The cost-effectiveness of teleradiology at the Women's and Children's Hospital in Adelaide. *J Telemed Telecare* 2000 ; 26 : S23-25.
 - 8) Ashcroft RE, Goddard PR : Ethical issues in teleradiology. *Br J Radiol* 2000 ; 73 : 578-582.
 - 9) Greeson TW : How to minimize the legal risks of PACS and teleradiology. *Diagn Imaging (San Franc)* 1999 ; 21 : 35-38.
 - 10) Stanberry B : Telemedicine : barriers and opportunities in the 21st century. *J Intern Med* 2000 ; 247 : 615-628.
 - 11) Gropper A : Internet approach promises cost-benefits to PACS users. *Diagn Imaging (San Franc)* 1999 ; 21 : 59-62, 64.
 - 12) Crowe BL, Hailey DM, de Silva M : Teleradiology at a children's hospital : a pilot study. *J Telemed Telecare* 1996 ; 2 : 210-216.
 - 13) 「平成14年度予算編成大綱」自由民主党、公明党、保守党、平成13年12月。
-

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

2. 小児外科における遠隔医療の展開

黒田達夫, 千葉敏雄¹⁾

国立成育医療センター外科, 同特殊診療部¹⁾

Practical Tele-medicine in Pediatric Surgical Fields

Tatsuo Kuroda, Toshio Chiba¹⁾

Departments of Surgery and Strategic Medicine¹⁾, National Center for Child Health and Development

Abstract

According to the recent dramatic progress in information technology, tele-medicine including tele-radiology, tele-pathology, and tele-surgery has become more familiar also in the practical clinics of pediatric surgical fields. Net-conference on the internet protocol is most widely utilized to support daily clinics, and could be a strong tool for the multi-regional crossover clinical study as presented in the study group regarding medical networks. Video-conference with TV phone system using a single ISDN cable has been practically utilized in advanced medicine such as fetal surgery and also in the familial support of home medicine. On the other hand, problems such as technological requirement and ethics have arisen in tele-medicine. Especially, ethical problems in handling medical information must be well recognized and discussed in the future for the further development of tele-medicine.

Keywords : Tele-medicine, Medical information, Pediatric surgery

はじめに

情報通信技術の進歩により、どの地域でも同じレベルの診療を提供できることを目指して、医療は標準化、普遍化の方向に向かっている。この手段の一つとして遠隔医療が近年注目されつつある。これには遠隔地で送られた医療情報から診断を行う遠隔放射線診断 (tele-radiology)、遠隔病理診断 (tele-pathology) や、遠隔地からの手術所見などの情報により手術の指導やロボットにより手術を行う遠隔外科 (tele-surgery) が含まれる。がんや循環器病など幾つかの診療分野において、ナショナルセンターを中心とした臨床情報ネットワークの形成が進んでいる。小児外科領域においても同様の動きがみられ、

厚生労働省は新たに成育医療ネットワークの形成を目指すとともに、このようなネットワークをいかに小児外科疾患の治療に活用するかを検討させる目的で平成12年度より成育医療共同研究班を組織した。本稿ではこの研究班の活動や、一般ユーザーとしての筆者らの試みなどを紹介する¹⁾。

情報通信技術の進歩

医療情報は種々の形の膨大な情報を含み、また患者個人の重大なプライバシーに関わる情報であり、従ってこれをやりとりする通信技術に対する要求も大きい。

異なる場所で情報をやりとりする方法には大きく分けて光ファイバーなどの専用回線を用い

る方法と一般電話回線のような非専用回線を用いる方法がある。このうち専用回線を用いた場合、第三者の情報に対するアクセスは極めて難しくなり個人情報の安全性確保にはより有用である。また光ファイバー等の高速通信回線を用いることにより動画などの大容量の情報をスムーズに送ることができる。一方、高速専用回線を引くには膨大な費用がかかり、このようなインフラストラクチャーが整備されていない施設との情報の交換はできないためネットワークを形成、拡大して行く上では問題がある。これに対して非専用回線を用いた場合、外部からのネットワークへの侵入が比較的容易であり、個人情報の保護に関して厳重な注意を要する。

代表的な非専用回線である従来の電話回線を利用したインターネット・プロトコル (IP) では、情報の伝達速度は56Kbps程度である。より大容量の情報をより早く送信する技術面の開発は日進月歩で、ISDN (Integrated Service Digital Network) 回線で通信速度は128Kbpsに上昇し、さらにISDN回線を数本使用することにより数百Kbpsのレベルで手術画像などの動画を比較的スムーズに双方向でやり取りすることが可能になった。さらに近年商品化されつつあるwideband CDMA (NTTドコモ社) などの技術では静止条件で2 Mbpsまで通信速度が上昇している。一方でJPEGのような情報を圧縮する技術も進んでおり、より効率的に大容量の情報の交換が可能になった。また情報のsecurityの観点から、非専用回線において暗号化して情報をおくるVirtual Private Network (VPN) といった技術も開発されている。このような劇的な情報通信技術の進歩により、われわれの身の回りで情報通信技術で結ばれた医療情報ネットワークの多彩な面での活用が可能になってきた。

医療情報ネットワークの構成

Fig. 1 は医療情報ネットワークの一例を模式化したもので、地域の基幹病院を結んだネットワークに対してそれぞれの地域内のネットワークが接続したモデルである。さらに地域の基幹病院あるいはそこに接続する地域医療病院と患者家庭の間には在宅支援のネットワークが形成

される。地域内では医療機関のみならず救急搬送など行政機関ともネットワークが形成される。また、地域どうしの連携や海外の専門施設などとの連携により、実際のネットワークはさらに複雑に構成されていく。ネットワークへの接続に一定の制限をかけるべきか、どのようにネットワーク上の交通整理をすべきかはネットワーク運営の上で問題になる。特に非専用回線を用いたネットワークの場合、個人情報が無防備にネットワーク上に放置される事態は避けなければならない。

ネットワークの機能

ネットワークの機能は多彩であり、また基盤になっている情報通信技術によっても異なる。研究班における具体的な試みを中心に紹介する。

1) ネットカンファレンス

インターネットプロトコルによるネット上での症例カンファレンスは最も身近で需要の多い機能で、すでに様々な規模で多くの人々が実際に臨床活動に活用している。われわれの研究班でも全国の7つの国立病院の8診療科の参加で試験的なネットワークを形成し、静止画像ファイル

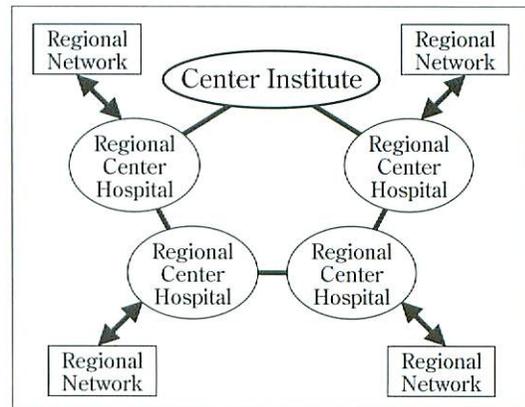


Fig.1 Schematic model of medical information network

Regional medical information networks including the emergency transportation system and home medicine system were managed by the regional skeleton hospitals, which constitute the domestic network with the center hospital. Overseas networks may be connected to the center or regional skeleton hospitals.

とともにネット上に呈示された症例に対してchatのような形で症例検討がなされるようにした。この方法は簡便ではあるが、非専用回線のtrafficの容量や各機関のインターネットのゲートウェイになっているサーバーを通過しうるファイル容量の問題から、通信容量はわれわれの経験でも1回に150~200Kb程度の静止画像ファイルを数枚分程度に制限された。診断画質として72~100dpiの解像度に設定すると、一般的なJPEG圧縮画像としてCT画像の2スライス分程度の情報量しか送れない。また、ネット上に情報を呈示した後は概ね1日以内に各施設の意見が出揃ったが、適時性がないため救急症例に対する即応性はない。この問題点に対して同時に多数の施設を通信速度の高い回線で結んだインターネットプロトコルのカンファレンスシステムも開発されている。このシステムでは静止画像、動画画像を含めたコンピュータ上のプレゼンテーションおよび質疑応答が同時に多施設へ配信される。

高額なシステムに対して、われわれはISDN 1回線を用いた一般普及型テレビ電話システム(アイシン・エンジニアリング社製)の実用性について検討した。Fig. 2は医療用に開発された普及型のテレビ電話ステーションである。一般のテレビ電話機能に加えて、X線写真などの透過原稿用のユニットや、ビデオ画像のユニットが組み込まれており、これを介して内視鏡手術画像などの送受信ができる。1本のISDN回線のシステムでは一般電話回線を利用できる便利さの反面、通信速度は128Kbpsに過ぎない。これまでの経験では静止画像は胸部単純X線写真でも診断画質で送受信が可能であったが、動画ではかなり画質が低下し、ミオクローヌスを認識できる程度であった。手術画像、内視鏡画像を送信すると、視野が動いている間は画質が落ち、内視鏡などのカメラが静止すると、画質が安定して改善し、臓器の状態などが鮮明に見える。内視鏡手術の遠隔地からの指導などには一定の有用性が期待されるが、遠隔手術操作のためには、回線と通信速度の技術的な問題が若干残されていると思われる。その他、このシステムは1回線の使用であるために、同時に3つ

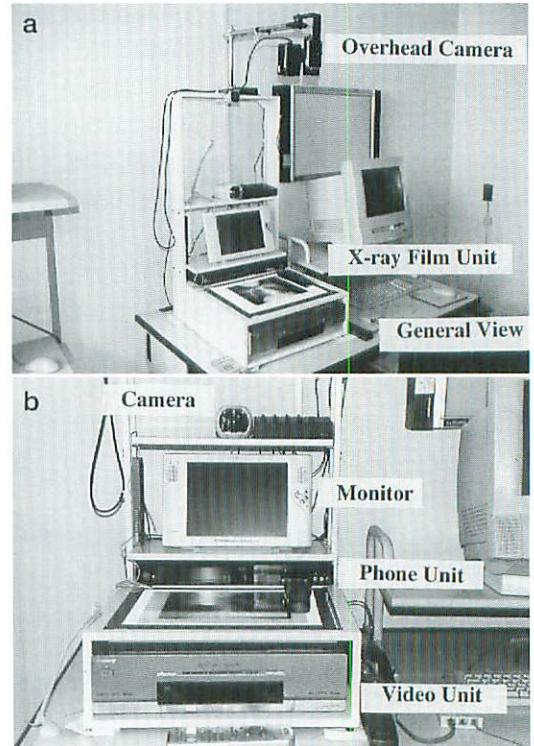


Fig.2 TV phone system using a single ISDN cable

a: General view of the medical station unit.

The total unit consists of 2 cameras (one for speakers and another for X-ray films), a microphone, a TV monitor, a video unit, an X-ray film unit, and the phone unit.

b: Close view of the Unit.

The camera (top) and the X-ray film and video units (bottom) are located surrounding the monitor.

以上の機関を結んで通信する際には新たに回線を追加しなければならない。

2) 高度先進医療連携

遠隔医療の大きな目的の一つは医療レベルの普遍化にあると考えられる。海外で開発された新しい治療器機の導入や、胎児外科など本邦では未だに開始されていない分野に関する臨床情報の吸収に威力を発揮できるものと期待される。われわれはこれまで、麻酔集中治療科の協力を得て北米の小児病院とテレビ電話でつながりながら集中治療室の気管狭窄症の症例に新開発のステントを留置するなどの場面で遠隔医療を利用してきた。

最近では、米国の胎児治療センターとテレビ電話上でのカンファレンスを準備した。米国内ではすでに東海岸、西海岸の幾つかの胎児治療センターをテレビ電話で結んだカンファレンスが定期化されており、貴重な症例の情報を高度専門機関の間で共有することにより、先進治療技術の安定と標準化につとめている。また、南米と結んで新たな胎児治療センターの立ち上げを指導しており、遠隔医療のグローバル化が進んでいる。しかしながらわれわれの経験では、我が国と米国あるいは欧州の機関を結んだ場合、時差が大きな障害で、どちらかの医療機関は極めて不自然な時間にカンファレンスを設定せざるを得ない。双方でテレビカンファレンス以前に詳細な打ち合わせをする必要がある。

3) 複数地域にまたがる臨床研究

われわれの研究班で報告された例では、国内の離れた2つの地域をインターネットで結び、臍ヘルニアの保存的治療の効果が二地域でのクロスオーバーの臨床試験で検証された。この結果、一つの地域で行われていた保存的治療法の有為な効果が確認された¹⁾。これはネットワーク機能のユニークな活用例として興味ある事例と思われる。二地域各々の情報、ネットワークを管理して研究デザインを行うことは容易ではなかったと思われるが、臨床研究の新たな進め方として示唆に富む。

4) 救急搬送システム

救急搬送中の医療情報の通信は、心電図や心臓超音波など循環器領域では比較的実用化が進んでいる。小児循環器疾患は生後に診断される場合が多く、搬送中の医療情報通信の重要性が指摘されている。診断のモダリティとして最も重要なものは心臓超音波であり、この動画を普及型ISDN回線にのせてリアルタイムに送り、遠隔地における正診率が93%であったとの報告もあるが²⁾、救急車からの画像送信は現在のところ難しい。また、救急搬送を行っている検査者の技術にもよるところが多く、超音波画像に関しては国内では実用化に到っていない³⁾。

5) テレビ電話による在宅支援システム

上記のテレビ電話システムは普及型であって特殊な専用回線の設置などのインフラストラク

チャー整備が必要ないことが大きな利点である。そこでわれわれは医療機関と一般家庭をテレビ電話でつないで在宅の患者が常に病院と連絡をとれるような在宅支援システムを試験的に準備した。小児外科領域では、食道閉鎖に心内奇形を含む多発合併奇形がある症例やOndine症候群合併のHirschsprung病症例などに応用している。実際には、現時点でテレビ電話で医師の指示を受けながら家族が救急処置を行うような場面は経験されていないし、頻回にそのような危険な状態に陥る可能性のある患者を在宅医療に移行することもないと考えられる。しかしながら少数ではあるがこのようなシステムを施行した患者家族からは安心感、利便性など評判が良い。新たな病院サービスの形として発展が期待される。

遠隔医療ネットワークの問題点

遠隔医療や医療情報ネットワークには様々な技術的、倫理的な問題が指摘されている。技術的には、ネットワークの普及・拡大や診断画質の高解像度動画像を通信する必要性にともない、通信容量、通信速度が問題となる。新技術の開発によりこの問題は劇的に改善されつつあるが、技術的な要求はさらに高くなっている。一方、倫理的には医療情報の扱い方や保護の問題が重要であると考え、将来的に診療録など医療機関において診療上発生した全ての医療情報は、本質的にその患者個人に帰属するものであり、これを委託された形で医療機関が保管業務を行うという考え方が基本になっていくものと考えられる。遠隔医療において情報の交換を行った場合、この基本概念とどのように整合性をとって患者個人情報保護していくべきか、遠隔医療の発展の上で議論されねばならないと考える。また、医療情報の扱いは臨床研究のあり方にも関わる問題であり、検討されるべき課題として残っている。

まとめ

小児外科に関連した遠隔医療の展開につき、われわれの周囲の実用例や試みを紹介し、またその問題点を考えた。

●文献

- 1) 成育医療ネットワークにおける小児外科疾患の治療に関する研究(主任研究者:黒田達夫), 厚生労働省成育医療共同研究平成12年度報告書pp23-31.
 - 2) 大塩猛人, 日野昌雄, 大下正晃, 他:乳児の臍ヘルニアに対する治療法についての比較検討. 日小外会誌 2001 ; 37 : 489.
 - 3) Mulholland HC, Casey F, Brown D, et al : Application of a low cost telemedicine link to the diagnosis of neonatal congenital heart defects by remote consultation. Heart 1999 ; 82 : 217-221.
-

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

3. 小児放射線医療における遠隔画像診断の経験

藤岡睦久, 飯村文俊, 桑島成子, 河野達夫, 斉木名執, 遠藤寛子
 獨協医科大学 放射線医学講座

Pediatric Teleradiology : 12 years' experience

Mutsuhisa Fujioka, Fumitoshi Iimura, Shigeko Kuwashima, Tatsuko Kohno,
 Natoru Saiki, Hiroko Endoh

Department of Radiology, Dokkyo University School of Medicine

Abstract

Three different types of teleradiology have been experienced in our department in the last 12 years. The first system we used was photophone with which a network was planned with the NICU of several institutions. The second was based on e-mail communication since 1997. This can still be utilized through Internet from our homepage in Japanese only. The third was Telemax from Kodak Co., with three Separate hospitals, one in 11,432 MR examinations (518 pediatric cases) since 1998, another in 7,402 cases (248 pediatric cases) since 1998 and another in 1,673 cases (18 pediatric cases) respectively. Based on our experience, we concluded that teleradiology is a very useful tool especially in the fields of pediatric radiology where there is a shortage of manpower in this country.

Keywords : Teleradiology, Image system, Work station

はじめに

小児放射線診断を専門とする放射線科医の絶対数の不足が、我が国の小児放射線医療の発展を阻む大きな要因と考え、それを補う一つの方法として、遠隔画像診断法に着目し、約10年前より種々実験を重ねながら、その実用化を模索している。欧米では放射線科医が全ての画像を読影する体制が出来ていることから、遠隔画像診断は早い時期から導入され普及している^{1, 2)}。遠隔画像診断を利用した小児放射線科医によるコンサルテーションが小児医療にとって有意義であることは間違いなからう³⁾。我が国においても遠隔画像診断の保険点数化の具体案が提示され、近々正規の保険診療の一部として認知されようとしていることは、遠隔画像診断の必要

性とその認知を長らく求めてきたものにとって喜ばしい限りである。しかしながらそれが我が国の小児医療の現場で実際に有効に使用され、現実の小児医療に大きく貢献するには、幾つかの問題をクリアする必要があると考える。ここに我々の経験からそれらの諸問題について検討したい。

当科における遠隔画像診断の経験

1. フォトフォンによる遠隔画像診断

我々が最初に使用した遠隔画像診断システムは約10年前に購入したフォトフォンと呼ばれる装置であった。NICUでの胸部単純写真の読影を中心とした多施設間ネットワークの構築を試み、そのマスタープランと初期実験結果を日本医学放射線学会に発表したが⁴⁾、実用化するこ

とは出来なかった。画像は平置きシャーカステンに乗せたX線写真を備え付けのテレビカメラで取り込んだアナログ信号をデジタル化して音声信号に変換して電話回線で送るといごく単純なもので、双方のモニターに予め送付した画



Fig.1 Photophone

The image of a radiograph on the view box taken by TV camera, is sent through the public telephone line to a remote institution, where a consulting radiologist can discuss with a sender about the findings moving a pointer synchronized on each monitor.

像を表示しその画面上でポインターを即時的に双方で動かしながら、受話器を通して話し合うことが可能であり、当時のものとしては遠隔画像診断として申し分ないものと考えていた (Fig.1)。しかしながら、この試みは実用化されないまま、装置は読影室の邪魔者と化し、たまにカンファレンスで画像をモニター上に映し出すのに便利なものとして使用されるだけのものになってしまった。

2. インターネットおよび電子メールを介する遠隔画像診断

a. ホームページを介した画像診断相談

平成9年になって我々の教室のホームページを開設した。当学会のホームページも兼ねて症例集なども作成したが、その一部として画像診断相談のページを設けた (Fig.2)。実験的に行うということで、送付してもらう画像については取り敢えず画質などにはこだわらず、電子メールの添付画像として送付して

オンライン画像診断

当医局では実験的にネットワークによる画像のオンライン症例相談を始めました。
以下の必要事項をご記入の上、画像は別便としてEメールで送付してください。
宛先は radiology@dokkyomed.ac.jp です。
なお、画像はJPEGでご送付下さい。

現在は、今後のネットワーク診断の可能性を見極める実験的な運用であり、診断結果について起こりうる問題については、当科では一切責任を負いかねますのでご了承下さい。
また、患者さんのプライバシーに関する事項や、患者さん個人が同定できる情報で、診断には不要の情報(氏名や居住地など)は記入しないようにしてください。

患者さんの性別は？ ⇅

患者さんの年齢は？ 才

主訴・症状・読影希望事項をご記入下さい。

依頼する分野を選択してください

⇅

差し支えなければあなたの職業を教えてください。

⇅

あなたのメールアドレスをご記入下さい。(確実な御返事のために間違いのないようにご記入下さい。)

Fig.2 On-line-consultation

The figure of the on-line-consultation within the web site of the Department of Radiology, dokkyo University, School of medicine. (<http://radiology.dokkyomed.ac.jp/index/1.html>)

Note: Only in Japanese

もられえる程度の画像とし、全くオープンに引き受けることとした。送付された画像と臨床データは、小児放射線グループ4名全員へ自動的に電子メールとして送られてきており、お互いに連絡しあって、誰かが責任を持って出来る限り早く返事を書くことにしている。当初かなりの数の相談があるのではないかと予想したが、予想に反してほとんど相談は寄せられず、宣伝が足りないものと考え、講演等の折りに、ホームページのアドレスを紹介し、画像としてはそのころ出回り始めたデジタルカメラで撮影したもので、一般的なスキャナーにアタッチメントをつけてフィルムスキャンが可能な装置を用いたものでも、なんでも可能であると宣伝して歩いたにもかかわらず、相談が寄せられたのは現在までで11施設（大学病院7、総合病院2、私立病院1、個人開業医1）で合計15症例にしかすぎない。内容は骨系統疾患6例、呼吸器関連9例でCT7例、単純写真14例であった。画像は全て添付画像でJPEGファイルとして送られたものである。結果的にはその症例の帰結についての報告もいただき、相談内容には満足してもらっているようであるが、画像を送るといふ操作の手間が手軽な相談を妨げているように思われる。またこのような形態では一度に送られる画像の数が多くなり、添付画像として送られた場合に容量を超えてシステムトラブルの原因となり兼ねないことが判明した。そのためもあって、ホームページを少し見つけにくいところにおいてあり、表紙ページのWhat's new?のその他の項目で「オンライン相談（実験中）」として非常に分かりにくいところに表示されていることも相談件数が増加しない原因になっているかもしれない。しかしながら実験であるため、日常的に利用されることは想定していない。

<http://radiology.dokkyomed.ac.jp/index1.html>

b. 茨城こども病院との遠隔画像診断

平成10年になって茨城こども病院から我々の教室に画像診断カンファレンスの支援依頼があり、小児放射線診断を専門とする放射線専門医が毎月一回訪問してカンファレンスを

実施している。ほとんどの症例についてはカンファレンスの場で読影され問題は解決されてきたが、緊急を要するものについては、電子メールを用いて画像が送付されてきており、小児放射線グループで読影して返信している。画像はDICOM規格の画像を電子メールに添付して送られ、読影側ではOsirisというソフトで開き、モニター上で読影している。報告書は電子メールで返信している。

この遠隔画像診断はあくまでもカンファレンスを補う目的で行われているものであり、現在までで39例がその対象となっている。

3. コダック社製Telemaxを用いた遠隔画像診断

獨協医科大学病院放射線部では、平成12年10月より、放射線部で発生する全ての画像をデジタル化してサーバーに保管している。そのシステムとして、コダック社製のAutoradというPACS (Picture Archiving and Communicating System) を用いている。このシステムの実用性を判定するために、平成10年初頭よりAutoradの遠隔画像システムであるTelemaxを用いて関連病院との間で遠隔画像診断実用化実験を行い、評価を行ってきた。その中に小児の症例も一部含まれている。

a. 英心会倉持病院*における遠隔画像診断

MRI装置を新装置と代換する機会にTelemaxによる画像送信を開始した。遠隔診断を行っているのはMRIのみであり、画像はMR装置のモニターからアナログ信号で取り込み、ImageComという通信ソフトを用いてISDN専用回線で通信を行っていたが、平成13年よりインターネット経由でデータ通信を行っている。このシステムではラップトップ型のパソコンをmobile work station (MWS) として使用しており、データはインターネット経由で中継基地に送り、放射線科医がどこにいてもインターネット経由で遠隔画像診断が可能となっている (Fig.3)。平成10年1月18日から平成13年12月31日までの間の遠隔画像診断件数は11,432件でその内16歳以下の小児は518件であった。整形外科専門病院である性格上、頭部34件、脊椎114件、上肢97件、下

肢260件、その他13件であった。報告書作成システムはファイルメーカープロ4.0を用いたミニパックスを構成しており、過去の画像については参照画像で構成されミニパックスから過去データをファイルとして取りだし、読影依頼データと共に送付して来る形態を採っている^{5, 6)}。全てのMRI報告書は遠隔画像診断として行われているが、臨床医及び技師とのカンファランスを週1回実施し、意思の疎通を図っているが、検査依頼票に患者情報を詳しく記載してもらっており、その依頼票をMR検査室でスキャナーで取り込み、画像情報として、読影依頼ファイルに添付して送付しており、読影する側としては、過去の検査画像と共に、過去の依頼票も同時に観察できるため、遠隔画像診断の不利益はほとんど解消されている (Fig.4)。

b. 愛和病院**における遠隔画像診断

対象施設は私立の小病院であり、定期的に放射線科医を送ることが距離的にも規模的にも不可能であったため、当初より遠隔画像診断によるサービスを計画した。読影希望が単純写真とCTであり、単純写真の比率が高く、個人病院として遠隔画像診断にかかる費用を最低限にしたいという意向もあり、なるべく低価格で遠隔画像診断が実施できるようにシステム構築を行った。転送画像は撮影されたフィルムをヴァイダー社のフィルムスキャナーVXR-12を用いてコダック社のTelemaxのファイルとし、ImageComを用いてISDN回線で送受信していたが、県外からの電話料金がかなりの額となるため、平成13年度より中継基地を設けてインターネット経由とし、新病院に移転と同時にADSLを導入した。

遠隔画像診断は平成10年10月1日より開始

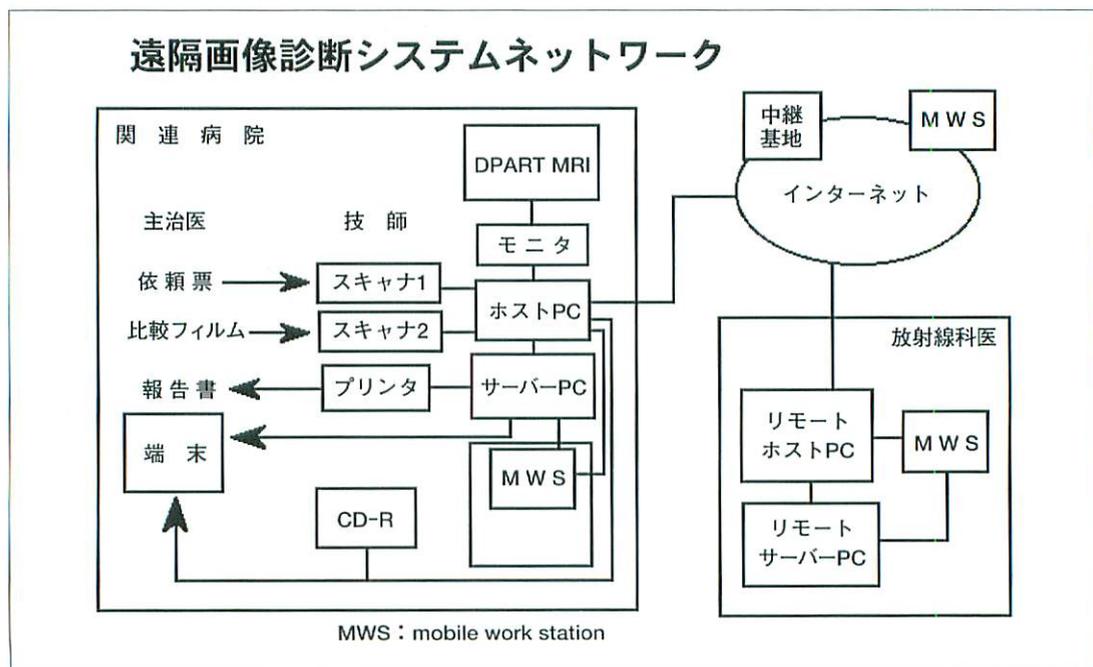
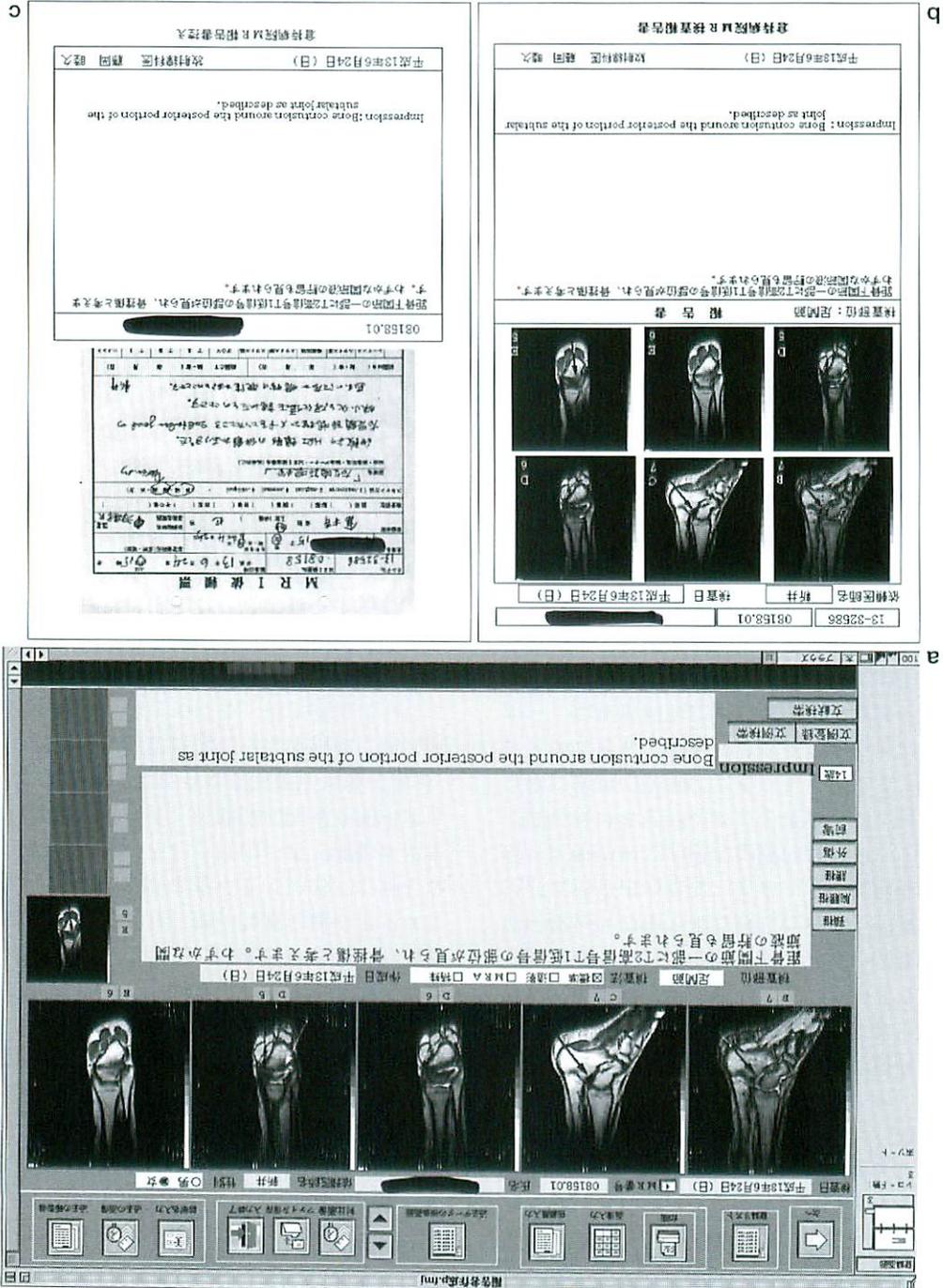


Fig.3 Teleradiology network system

This system is based on a personal lap-top type computer as a workstation (MWS : mobile workstation) for consulting radiologists. The MR images and other radiographs are processed into the Telemax file in AutoRad system (Kodak Co.) attached to the patient's information including a requisition as an image within FileMaker Pro 4.0 file (FileMaker Pro.Co). All communication is performed through Internet via a base-site. This system is just fitting to the work-flow in the majority of the Japanese small size hospitals or clinics without giving unnecessary stresses to the users.

A mini PACS (picture archiving and communication system) is formed in each hospital using FileMaker Pro. files including 6 or 10 images chosen for reference by a consulting radiologist. From each hospital, two files, one with personal data and a requisition, and another with previous reports and reference images, are sent to the base-site. Telemax files of each patient are also sent. All files are captured by the MWS (mobile work station) owned by each consulting radiologist through the web anywhere in the world. After making reports by the consulting radiologists, the report-file will be sent to the base-site. It will be captured and processed into the miniPACS at each hospital. The reports and reference images can be seen through the intranet or they will be printed out in two forms. (a) Report making screen, (b) A print out report with images, (c) A print out report with requisition.

Fig.4 Reporting system and Reports



し、平成13年12月31日までに7,402件が実施され、単純写真が5,319件、CTが1,862件であった。その他は造影検査や他院で検査されたMR検査の読影であった。小児の症例は248件で単純写真が208件であった。特に単純写真のポータブル写真の画質については露出不足の写真が多く、読影に苦慮する症例も少なくなかったが、転送の問題というよりも撮影技術の問題であり、撮影装置自体のデジタル化が必要であることを示している。しかしながら画質が悪いという理由のみで読影が出来ないものではなく、診断能の限界を明示することで、それなりに有効な読影が可能である。むしろ適切な読影は適切な臨床情報と過去画像との比較に負っている。過去画像については、参照画像は全て読影側でミニパックスとして保管してあるため、読影の限界を明示した形での報告書はそれなりに有効であると考えており、先方の臨床医との電話による連絡を含めて、診断能の限界についての確認が行われている。

c. 芳賀赤十字病院における遠隔画像診断

関連病院の1つとして、主にCTの読影を依頼されており、週1回の読影が行われていたが、平成13年4月10日より遠隔画像診断として読影を実施することとなった。ImageComを用いてTelemaxファイルをISDN専用回線で送信する形式を採っており、報告書はFAXで返答している。平成13年12月31日までに1,673件の読影が行われており、CTが1,280件、単純撮影が41件、MRが250件である。小児症例は総計19件でCTが8件である。現在他の関連病院を含めて、1つのシステムに統一すべくソフトの開発を進めている。

遠隔画像診断の問題点

遠隔画像診断は、患者を動かさずにデータのみを動かすことが出来るという画像診断の特性を考えると非常に有用であり、将来性のある方法であることは間違いないであろう。特に少数の専門家で広い範囲をカバーし、医療レベルを高めるためには最良の方法とも言えよう^{1,2)}。しかしながら、実際に運用してみると、種々の問題に遭

遇する。それはまさに画像診断の本質を考えさせられることでもある。最大の問題として「何故インターネット上にオープンにした遠隔画像診断相談システムの利用頻度が低いのか」ということである。ここにはまさに放射線科医の存在を問う問題が潜んでいる。我が国において臨床医が放射線科医を必要としているかどうかという問題である。この問いかけは長い間我が国の放射線科医の中で繰り返し行われ、悲観的な意見が大勢を占めたこともあった。放射線科医は常に医療の中での己の位置付けについては自らに問い続ける必要があると考えるが、医療行為は常に複数の医師によるフェイルセーフ機能をシステムとして働かせるべきであるという観点から、放射線科医による放射線診療はその存在自体は否定すべきではなからう。放射線科医が診療現場で臨床医が何を求めているかということをも真剣に考えて適切に対処対応することにより解決すべき問題であるとする。そしてそのような方向でのいわゆるサービスの向上が遠隔画像診断を用いることによって達成できると考えている。

現在我々が遠隔画像診断を実施して成功している施設は、先方の臨床医が我々の読影を非常に強く希望している状況が続いていることが最も大きな要因であるが、同時に我々もその阻害要因となる因子の減少に努めている。

こうした新しいシステムを導入すると、種々の問題が起こるとそのシステムの問題とされがちである。しかしながらこのようなシステムは通常放射線科医が日常的に読影し、報告書を通して医療が実施されている欧米型のシステムそのものである。その結果システムを導入すると現実に実施している診療形態とシステムに適合した診療形態との違いが明らかとなるため、問題点が浮き彫りになる。

「何故臨床医は放射線科医に画像診断を相談しないのか」という疑問は、それが我が国の医療そのものであるとしか言いようがない。ところが一方で放射線科医に対する要望は増えつづけている。「要望がありながら利用されない」という状況である。使いやすくするというのが一つのキーワードであり、もう一つは内容を

充実させることで利用する意欲を高め継続させることであろう。

使いやすくするという点では種々の工夫が必要であるが、現時点では非常に高額な装置を導入すればそれなりの内容を持ったシステムとなっている。しかしながらそのシステムは欧米のシステムであり、現在我々が行っている放射線診療にそのまま当てはまるものではない。その部分での理解が必要であるが、反面我々が軽視してきたことが国際的標準としては最も重要なこととして、組みこまれていることに気付かされる。画像診断で最も大切なことは画質の維持だけではないと言うことである。むしろどれだけ多くの臨床情報を臨床医との間で双方向的に意見交換し、過去の検査や他の検査と比較検討し、文献などを調べてEBM (evidence based medicine) の手助けをすることなど、それらすべてを総合したものがまさに放射線医療であるということである。このようなことは従来の放射線科でも十分に行っていくべきことであり、特にITが進歩したから実施するという性質のものではない。進歩した技術はその装置やシステムと共にその思想まで広げるものである。まさにPACSはそのような思想を広めるものとして受け止められ、医療のグローバル化はHIS (hospital information system), RIS (radiology information system), PACSの導入により、確実に推し進められるであろう⁷⁾。

遠隔画像診断はそうした流れの一部ではあるが、その必要性が高いことから、むしろこちらの方が先行する可能性が高い。装置についても通常のパソコンや画像転送装置を用いることで、十分情報交換が可能であり、その気になれば手軽に実施でき、その効果も高く評価されている⁸⁾。

場所や時間を問わないという特性は放射線科医の有効利用を促すことにもなる⁹⁾。

おわりに

遠隔画像診断は放射線医療の現実を我々の前にはっきりと示したという意味からも、我国の放射線医療の発展の中で重要な役割を果たして

いると考える。すなわち放射線科医の役割というものが厳密に問い直されているということでもある。臨床医の要求に十分に応えられる環境と内容を整備することが放射線科医の責務であり、遠隔画像診断を実施することにより、我国の小児医療の現場に最高の放射線医療サービスを提供できるよう努めなければならぬ。

●文献

- 1) Slovis TL, Guzzardo-Dobson PR : The clinical usefulness of teleradiology of neonates : expanded services without expanded staff. *Pediatr Radiol* 1991 ; 21 : 333-335.
- 2) Goldberg MA, Rosenthal DI, Blickman JG, et al: New high-resolution teleradiology system : prospective study of diagnostic accuracy In 685 transmitted clinical cases. *Radiology* 1993 ; 185 : 429-434.
- 3) Kangarloo H, Valdez JA, Yao L, et al : Improving the quality of care through routine teleradiology consultation. *Acta Radiol* 2000 ; 7 : 149-155.
- 4) 藤岡睦久, 西村 玄, 佐藤俊彦, 他 : NICUフォトフォン・ネットワークの構築. 第48回日本医学放射線学会, 1989.
- 5) Fujioka M : Personal Teleradiology Radiologists in future-, 日独放射線交流計画, 札幌, 1998.
- 6) 藤岡睦久, 飯村文俊 : 遠隔画像診断システムに対応した報告書作成システム. 第19回医療情報学連合大会論文集, 1999 ; pp696-697.
- 7) 藤岡睦久 : 新しい画像ネットワークの運用. 特集 ここまで来たPACS. 月刊新医療 2000 ; 308 : 48-50.
- 8) Yamamoto LG, Inaba AS, DiMauro R : Personal computer teleradiology Interhospital Image trasmission to facilitate tertiary pediatric telephone consultation and patient transfer : soft-tissue lateral neck and elbow radiographs. *Pediatr Emerg Care* 1994 ; 10 : 273-277.
- 9) 藤岡睦久 : シニアラジオロジストの有効利用. 月刊新医療 2001 ; 322 : 76-77.

●注釈

- * 英心会倉持病院 理事長 倉持英輔
栃木県宇都宮市今宮3-1-6
(TEL : 028-658-8778)
- ** 愛和病院 院長 高橋厚
埼玉県北葛飾郡庄和町金崎702-1
(TEL : 046-746-7071)

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

4. フィルムレスPACSの現状の問題点と展望

阿曾沼元博, 樋口幸一¹⁾

国際医療福祉大学 国際医療福祉総合研究所 教授, 富士通(株) 医療統括営業部 画像ソリューション担当¹⁾

Assignments and Future Prospects of Filmless PACS

Motohiro Asonuma, Koichi Higuchi¹⁾

International Research Institute of Health and Welfare

Sales Dept. of Medical Information System, Fujitsu Limited¹⁾

Abstract

In recent years, the rapid advancement of technology and equipment for picture diagnostics has greatly enlarged the data amount of images.

On the other hand, the remarkable progress in computer science enabled the daily use of PACS in radiology.

I hereby discuss the present issues on PACS (especially the needs for quick responses and realizing easy operation environment). Then, I will propose its solution and future prospects.

Keywords : CPR(Computerized Patient Record), PACS

はじめに

我国でも構造改革の一環として医療分野の規制緩和が声高に論じられており、電子カルテシステムやレセプト電算処理の推進など、IT分野の議論も大きく取り上げられている。

かつてPACSは医療情報のデジタル化推進の尖兵であったが、現在は電子カルテシステムの重要な機能の一部として捕らえられる事が多くなりつつある。

近年の画像診断の急速な進歩に伴い、医療現場において画像情報は飛躍的に増大し、電子カルテシステムを構築する上で、如何に画像情報を大量に、そして高速に扱えるかが大きな課題となっている。当然の事ながら画質の高品質化は基本的な課題として永遠のテーマとなっている。更により高度化した診断・治療環境を得るために三次元可視化も重要な課題となっている。

1999年4月に「診療録等の電子媒体による保存について」の3局長通達が当時の厚生省から出されたことで、医用画像の分野においてもフィルムに変わり、電子媒体による保存を行うフィルムレスPACSの導入を目指す病院が急速に増えてきている。現在大学病院をはじめ自治体病院等においても全国20施設程で既にフィルムレスPACSの運用が開始されている。これらの施設では放射線部門だけでなく、病理・内視鏡・生理の各部門で発生する全ての医用画像を対象にしている。

本稿では2001年春に実際に稼動した新築の町立医療機関のフィルムレスPACS構築の実践経験を通じて、システム構築における課題、問題点について論じる事とする。

システム開発の目標と課題

当該医療機関では、システム的には次のこと



Fig.1

が実現されている。

- ①電子カルテシステム及びフィルムレスPACSが日々の診療（外来診察室，病棟）で利用可能。
- ②サーバも含めシステムすべてがWindows NT 4.0で構築されており，従来のUNIXをサーバとしたシステムと比較し低コスト。（Fig.1）
- ③モノクロ高精細CRTを接続したPACSクライアントを各科に配置し，また電子カルテシステムのクライアント上でも画像を参照可能。

しかしシステム構築のプロセスにおいては，以下の課題をクリアする必要があった。

1) システム構築における課題

①高速レスポンスの確保

システムはどんなに機能があっても，レスポンスに問題があると実用的なシステムとはならない。開発サイドが一番神経を使い，技能を凝らす点が高速レスポンスタイムの確保である。しかしながら画像という大量データを扱う事が宿命のPACSではそのブレイクスルーは大きな壁となる。

特に画像の利用範囲が放射線部門内にとどまらず，各科の医師が画像を頻繁に参照する運用としたため，従来型のシステムの様に診断医が使用するワークステーションまで予め画像データを送っておく「プリフェッチ」方式でのシステム構築は困難であると判断した。

②電子カルテ3原則の対応

「診療録等の電子媒体による保存について」の通達において規定されている三原則（真正性，見読性，保存性）に対応する必要があり，

画像及び関連レポートの開発及び運用規定での検討を充分にする必要があった。

③低コストシステム

限られた予算の中で，高品質なシステムを作り，しかも大量データの長期保存を実現する，そして長期間の画像データをモニターで随時参照できる仕組みを作る事が強く求められた。

④操作性の確保

フィルムにかわり，各科でもモニターを用いた診断が必須となることから，不特定のスタッフが戸惑わずに使用できる操作性を確保する必要があった。

⑤データベースの精度向上

各モダリティから送られてくる画像情報をそのまま取り込んでしまう従来のPACSは，モダリティのコンソールで入力される限られた患者情報に依存してしまい，入力ミスなどによりデータベースの精度が低くなってしまいう問題を含んでいた，必要な画像が検索しても見つからないといった状況が散見されたが，その解決を図る必要が指摘された。

⑥進捗状況の把握

外来でのPACSクライアントの効率的な活用をするため，検査の進捗管理とそのタイムリーな表示などのインフォメーションが必要となった。

⑦システム管理の充実

ペーパーレス，フィルムレス運用の必須条件は，滞りなく，高品質の医療サービスを24時間365日提供出来る事である。そのためのシステム管理を確実に行う必要があった。

以上の課題を解決するためにシステムの，運用的に検討を重ね以下の解決策を提案し対応した。

2) 解決策提案と対応

①高速レスポンスの確保

不特定多数のPCクライアントへ画像データを予め送る方式（プリフェッチ方式）は現実には無理と判断した。理由は50台以上のPCに必要な画像を送る事は時間的に無理があると判断した為である。システムはギガビットイーサを基幹LANに各PCには100Mbpsの送信能力を持つ最新鋭のネットワークを敷設した

が、夜間に翌日分を送る対応でも時間的に無理があると試算した。

従って画像サーバと不特定多数のPCクライアントが必要な時に必要な分だけ画像データをリアルタイムで取得する方法を採用した。

このリアルタイム取得を行う上で、画像通信の標準プロトコルであるDICCOM 3.0を用いた場合、通信上のオーバーヘッドがどうしても大きくスピードを速めることが困難であることから、独自の高速通信プロトコルを開発した。

徹底した標準化が叫ばれるこの時代に、逆行する対応と批判を受けることとなるが、エンドユーザの満足度を優先した対応となった。

プロトコルは、画像サーバのディスクアレイ上に格納された可逆圧縮（もしくは非可逆）の画像データをクライアントのメモリヘダイレクトに転送しながら復元、画像表示を行うもので、同時に通信上の余計なオーバーヘッドを省略することにより、スピードを速めることを可能とした。CT等の枚数の多いものであっても即座に表示を開始し、ストレスなく診断できる環境の提供が可能となった。(Fig.2)

②電子カルテ3原則の対応

特に真正性の確保に関しては確定入力が必要となる。電子カルテシステムでは誰が（どのモダリティーが）いつ入力をしたかを確定するための確認入力を行なっている。この確定保存の概念をPACSに導入し、モダリティーから収集した画像（検査時の画像）をそのまま原本とせず、診断時に用いた画像を確定保存することで、どんな状態で診断を行ったか



Fig.2

再現できるような仕組みを構築した。

この確定保存は画像データそのものを書き換えているわけではなく、画像を表示する上での階調値や拡大率、アノテーションやレイアウトなどの情報をfixさせているものであり、確定保存後も階調変更などの処理は可能である。

③低コストシステム

いつの時代も、良い物を安くという市場原理は変わらない。そして我々開発者の永遠のテーマでもある。システムの進歩が非常に早い医用画像の分野では、高機能化に加え診断精度を上げるために年々扱う情報量が激増し、まさに情報爆発の時代を迎えている。

今回は非可逆圧縮画像を活用することで、限りあるハード資源を用いてオンラインで過去5年間の画像をリアルタイムに参照出来るように設計した。収集した画像データは、可逆圧縮（原本）画像で画像サーバのディスクアレイ上に保存され、一定期間経過後は外部媒体であるDVD-Rチェンジャーへ保存される。この可逆圧縮画像とは別に非可逆圧縮画像も生成され、画像サーバのディスクアレイ上に5年間保存される。

各科のPACSクライアントでは、過去画像の参照時にこの非可逆圧縮画像を呼び出すことによって、古いデータであっても即座に表示することを可能とした。また放射線部門のPACSクライアントでは、HISの放射線オーダ情報をもとにDVD-Rチェンジャーから画像サーバ上へ対象患者の過去画像を予め転送することで、過去画像の参照においても可逆圧縮（原本）画像を参照できるようにした。

更に新しい取り組みとして、PACSクライアントに画像サーバ上の可逆圧縮（原本）画像と非可逆圧縮画像、またDVD-Rチェンジャー上の可逆圧縮（原本）画像を、どの順番で優先表示させるかを柔軟に設定できる機能を用意した。

これにより、過去画像の参照は、圧縮されたものでも構わないという診療科では前述したとおり、非可逆圧縮画像を5年間リアルタイムで呼び出すことができる。また過去画像

も可逆圧縮（原本）画像が必要だということであれば、画像サーバのディスクアレイ上またはDVD-Rチェンジャー上のデータを優先して呼び出すことができるようになった。

この機能は、今後フィルムレスPACSの導入を目指す医療機関において、第一次ステップでは参照画像の表示、第二ステップで原本画像の表示を行うというような、段階的なシステム構築を検討している医療機関には有用な機能であると考えられる。

④容易な操作性の確保

グラフィカルユーザーインターフェースの工夫は勿論の事、階層型のメニューを採用し、よく使う機能について優先して表示できるよう工夫した。このメニューは利用者ID毎の変更（内容）を可能とし、実際に、放射線部門と各科ではそれぞれの操作要求を反映したものとなり、各科のメニューは放射線部門のそれと比較してシンプルなメニュー構成となった。（Fig.3）

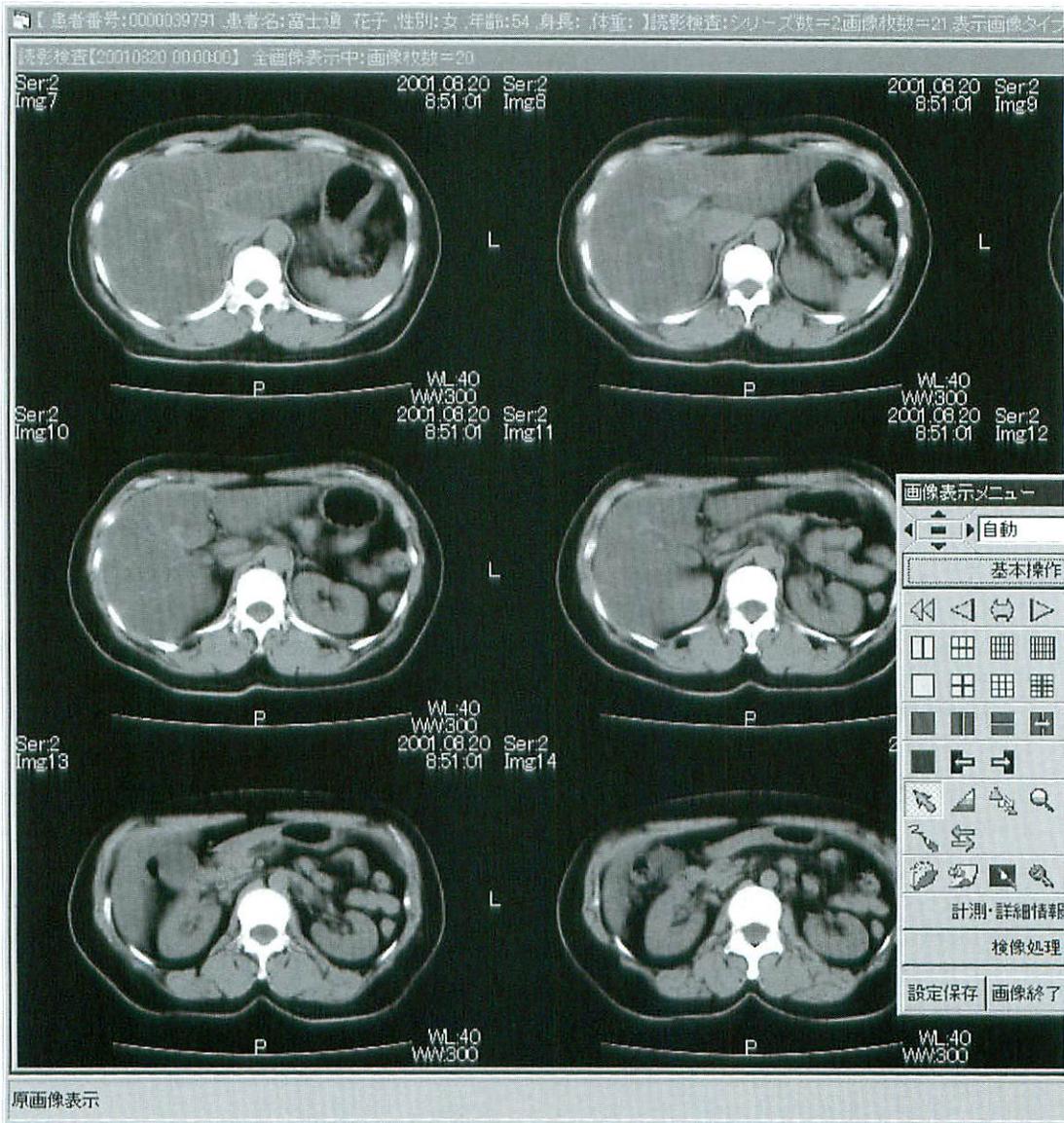


Fig.3

⑤データベースの精度向上

HISで入力される画像検査の依頼オーダー情報をRIS経由PACSが受け取り、モダリティから収集した画像データと必ずマッチング（照合）する方法をとった。またモダリティに対しては、RISから依頼オーダー情報をオンラインで渡すことにより、この情報を画像データのヘッダ情報へ付加した形で送信するようにしてもらった。

これにより間違った画像データの取り込みはほとんど発生しないが、モダリティ側の問題で1つの検査を複数のスタディとして扱ってしまうものや、救急などダミーIDによる撮影を行った場合、元の依頼オーダーと不整合な画像データが生じる場合があり、こうした画像データはアラームリストに表示され、前述のマッチング機能を用いて正規の依頼オーダー情報と手動で紐付けできるようにした。

また当該医療機関は一般撮影においてCRとフラットパネルの2種類のモダリティを導入している。一般撮影の依頼オーダーに対して、CRとフラットパネルの両方で撮影するケースもある。この場合、CRとフラットパネル双方から画像データが発生するため、1つの依頼オーダーに対して、正規の画像データが2つ存在することになる。

システム上の不整合はないが、利用者からすれば、1つの依頼オーダーの結果を参照する場合、CRとフラットパネル双方の画像をそれぞれ選択して確認する事は手間であるとともに、画像が撮影されていること自体を見落としてしまうリスクにつながってしまう。この対応としてPACSのクライアントでは、同一オーダーに対する結果が複数ある場合、自動的にそれを表示する仕組みを追加した。（CRの画像を表示させると自動的にフラットパネルの画像も表示される。）

⑥進捗状況の把握

PACSのクライアントに、画像の到着確認機能（検査が完了し、モダリティから画像が収集され、画像サーバに格納され、即座に参照できる状態を確認できる機能—オーダーステータス管理機能の充実）を追加した。

また合わせて、CTやMR等の放射線医が診断を行っている検査については、その診断結果である読影レポートが未作成なのか、未確認（作成中）なのか、確認済みなのかを確認できる、確定状況の確認機能を追加した。これらの情報はPACSのクライアントのモニタ上でリアルタイムで更新されるため、検査の進行状況が確認できる。

特に外来に設置されたPACSのクライアントでは、依頼した検査の結果を待って、すぐに画像を確認したり、患者に対するインフォームドコンセントを行う場合もあるため、そのタイミングをPACSクライアントの画面上で知ることができることは有用であると考えた。

⑦システム管理の充実

システムが安全に安定して稼動することが、どんな高機能なことより重要だと考えている。それを実現するため、当然のことながらベンダーはハードウェア・ソフトウェアの保守を24時間365日提供するとともに、医療機関においてもシステム管理者を取り決めていただき、システムの面倒を見ていただくことをお願いした。

この事は電子カルテシステムやPACSを運用する上で、今後必須条件となろう。

病院で独自の要因を揃え、対応する事は事実上現在では不可能であるため、多くの医療機関がアウトソーシングしている。

ソフトウェアの面では、各種のモニタリング（監視）機能を用意し、例えば「いつ、誰が、どのデータにアクセスしたか」といったアクセス状況の監視や、画像データを保存するための媒体の残りがどのくらいなのかといった媒体監視などを複雑なコマンドを叩かなくても確認できるようにした。また画像診断において一番直接的に関わり、最も重要な部分であるディスプレイのキャリブレーションなどもユーザー自身でも行えるよう教育を行った。

3) システム稼動後に認識した課題

こうした十分な検討を重ね、システムが稼動し約1年が経過した。この稼動経験から得られた課題を2点述べたい。

まず第一点は操作性の問題である。上記のよ

うに利用者毎にメニューを登録できるような仕組みや、グラフィカルユーザーインタフェースなど工夫を行ってきたが、ディスプレイ上に表示された画像を本当に自由に操れるといったところまで辿りつけていない。(フィルムの場合は手にとって、必要なところに配置する、近づけて見る、翳して見るなどの直感的な動きができるが、その感覚をCRT環境下で実現する事は難しい、しかし、現場のユーザの真のニーズはそんなところにある)。

特に今回のように、放射線部門のみならず複数の診療科で使用する場合は、誰でも直感的に操作可能とすることや、機能の名称の表現も含め、まだまだ満足度向上の観点から多くの改良の余地があることを改めて痛感した。

第二点はディスプレイの精度管理の問題である。この点についても上記のようにキャリブレーションに対する教育など行ってきたが、本当にきちんと精度が保たれているディスプレイで診断されているのかという不安は常に現場に存在する。今後の課題ではあるが、キャリブレーション等の実績をシステム上で管理し、未実施のディスプレイに対してアラームを通知するなど、保守も当然ながら、なかなか判断しづらい「精度」も含めてシステムの一部として考えることが必要であると思われる。

IDやパスワードなど利用者権限を管理しログインしないとシステムが利用できないと同様、デバイス(この場合はディスプレイ)が利用できる状態にない(精度が低い、精度管理されていない)場合は、システムが利用できないなど安全面での更なる措置が必要であることを痛感した。

特に今回のシステム構築のようなPACSのクライアントを多くの診療科に展開するようにシステムではすべてのユーザーがこうしたデバイス(ディスプレイ)に対し、注意を払って利用しているわけではないのでなおさらである。

PACSの今後の展望： 診療画像情報システム確立へ

今後、高度のIT技術を駆使した電子カルテシステムの導入を検討している医療機関では、画像検査業務の効率化やDRG/PPS導入に向

けてのコスト削減への取り組み、またEBM(Evidence Based Medicine)の確立、医療過誤防止への対応(Safty Management)等多くの課題克服が課せられている。

情報システム面での対応も、フィルム診断が困難な高度撮影装置MDCTなどの導入など、新たな装置環境への対応として、①効率的な読影手段・高速な画像表示の提供、②確実な電子保存、コスト削減、③画像検査業務の効率化、④EBMのための情報管理、⑤Safty Managementの支援、⑥画像検査における実施情報の会計システムとの確実な連携による手間をかけずに確実な請求機能の実現など、多岐に渡る課題解決を迫られている。

PACSを手がけるベンダー全ての共通した課題であり、またその対応策だと思うが、富士通での取り組みを一例として紹介し、今後の展望の概説としたい。

今後システム開発ベンダーが目指すものは以下の通りである。

1) チーム医療の推進

画像検査業務における診療医師(=主治医)と検査部門・診断医の間で検査を依頼する、画像を見る、所見を書く所見を確認する、カンファレンスを行うといった、一連のやり取りを電子ネットワーク化(画像・レポート)し、ネットワーク上でいつでも、どこでも複数の医療スタッフが活用できるようにすること、いわゆるメディカル・ユビキタス環境の整備である。

2) 確実・安全な画像保存とコスト削減

従来のフィルムと比較し、DVD-Rオートチェンジャーなど大容量ストレージ製品を使用して電子保存することにより、体積で1/1000~4000のスペースで保存が可能となった。フィルム代、現像機器及び薬品、搬送機器、人件費などのコストの削減を実現するとともに、患者へフィルムを持たせるなどの患者へのストレスを緩和する。また、一般的に2%は確実に見つからないと言われる、フィルムの紛失(重要な症例ほどなくなる)も防止すること。

3) 検査業務の効率化

予約からインフォームドコンセントまでの一連の業務をサポートし、複雑な予約業務のサ

ポートや、患者誘導・コントロールによる効率化、また撮影室内の技師業務の支援により検査全般を効率化しコストの削減と患者アメニティの向上の推進。

4) EBMの実現

検査の全工程における情報をEvidenceとして蓄積し、「科学的根拠に基づく医療」行為の実現を支援。誰がどんな行為を行ったか、どこまで確認したかといった管理の実現。

蓄積されたデータベースを価値あるものとするために、データマイニング手法を積極的に活用し、情報活用の精度を高める環境の整備を行う。

5) Safty Managementの導入

検査の予約や受付段階における禁忌やアレルギーなどのチェックや、他検査状況の確認、撮影室における患者確認など検査工程での医療過誤防止の支援を行う。また電子カルテシステムとの連携による同意書や検査説明書の出力画像やレポートを用いた検査結果説明などIC（インフォームドコンセント）を支援する。

6) 効率的な画像診断の実現

近年の高度撮影装置の出現は多量の画像データをもたらし、現実的にはモニタによる画像診断が不可欠となっておりディスプレイによるフィルムに変わる効率的な画像診断の実現。（フィルムを袋から探す、シャーカステンにかける袋にしまうといった作業の開放と時間短縮、シネなどの表示方法による診断時間の短縮など）また、各種画像との比較（マルチモダリティや過去検査）や画像処理を行うことも可能とし、より精度の高い画像診断の環境を提供する。（Fig.4）

7) 会計システムとの確実な連携

技師による実施行為の入力により、会計に必要な情報が作成され、病院情報システムへ送信し、まるめや加算・置き換えなども自動化し、専用クラークなしでミスなく診療報酬の算定を行い、請求漏れ等の防止を支援する。

8) 広域利用環境の整備

更にブロードバンド時代に相応しい、広域ネットワークの活用による遠隔医療情報交換の実現も大きな課題である。患者を中心に医療情報を管理し、患者のために効果的に情報を活用

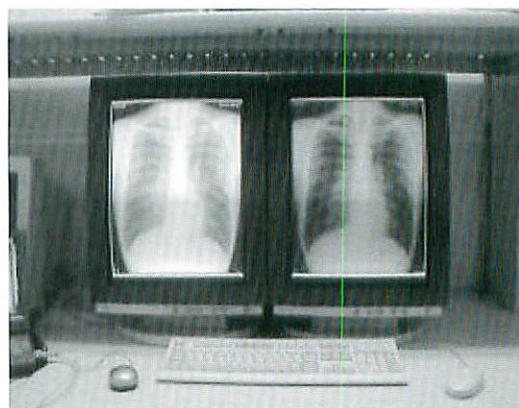


Fig.4

する仕組みづくりが必要となる。

実現には多方面の規制緩和や医療機関や医療従事者の人々の意識改革が必要であろう。

技術的にネットワークを作る事は、意外とたやすいが、組織の壁や人間の意識の壁を取り払うのは容易ではない。

患者の不安と苦痛をすばやく取り払い、患者中心の医療の実現を図るための努力は多くの医療機関で始まっている。そのためには価値ある情報データベースの実現が必須であり、それを活用する情報環境の整備が重要となる。

患者中心の医療実現のために、今まさにITの有効活用が必要なのである。

筆者（阿曾沼）は3月、米国の医療機関における医療の質の評価や患者満足度向上を目的とした多くの取り組みを見てきた。ピッツバーグ、セントラ、ヘンリーフォード、インターマウンテンなど、有力な医療ネットワークの実態を見てきた。

感じたことは、我国の情報化のプロセスと違い、目的意識をもち、目標を定めて議論し、結果の評価を行ないながらシステム化が行なわれていることである。我国のように比較的公的予算が下され、システムを入れて動かす事が、ともすると目的化し、総花的に網羅的に、満遍なく各部門にシステムが導入されている環境と、一線を画している。

この見学記は時を改めて整理し、ご報告したいと考えている。

原著論文

小児虫垂炎手術例の術前腹部単純X線写真における 虫垂結石について

大塩猛人, 日野昌雄, 大下正晃, 檜 友也
国立療養所香川小児病院外科

Evaluation of Calcified Fecaliths in Plain Abdominal Radiographs in Acute Appendicitis in Childhood

Takehito Oshio, Masao Hino, Masaaki Oshita, Tomoya Hinoki
Department of Surgery, National Kagawa Children's Hospital

Abstract Over the past 25 years, plain abdominal X-ray films and clinical records of 1,104 children with appendectomies due to acute appendicitis in our institute were reviewed, retrospectively. There were 66 cases of radiopaque calculi on the X-ray films. Sixty-two cases (5.6%) were calcified appendiceal fecaliths which were confirmed by the operative findings at appendectomy. The youngest case with fecalith was a 2-year-2-month-old boy with perforated appendicitis. The ratio of fecalith with appendicitis was more frequent in young patients, but the difference was not statistically significant. The incidence of fecalith was 7.7% (50/651) in males and 2.6% (12/453) in females which is statistically significant ($p < 0.01$). The ratio of patients with fecalith among catarrhal, phlegmonous, gangrenous and perforated appendicitis was 0.9% (2/228), 3.9% (17/440), 8.6% (20/232) and 11.3% (23/204) respectively. According to the severity of the inflammation of appendix, numbers and incidences of fecaliths with appendicitis were also increased.

Keywords Acute appendicitis, Fecalith, Childhood, Radiograph

はじめに

虫垂炎の症例において、その画像的診断法として超音波検査、CTなどの普及に伴い、術前の腹部単純X線写真の意義は影を薄めつつある。しかし、日常臨床の現場において虫垂炎を含む腹痛を伴った症例では、腹部単純X線写真は症状、経過、理学所見、血液検査に続いて施

行される簡便な検査法であり、多くの情報を得ることができる。なかでも石灰化像を伴う虫垂結石は、虫垂炎の診断のみならず虫垂切除時に確認すべき極めて重要な所見であり、当科で経験した小児例について検討したので報告する。

対象と方法

1976年1月から2000年12月までの25年間に当

原稿受付日：2001年12月17日、最終受付日：2002年3月23日

別刷請求先：〒765-8501 善通寺市善通寺町2603 国立療養所香川小児病院外科 大塩猛人

科で虫垂炎として虫垂切除術を施行した全小児例を対象とした。手術前に撮影された立位腹部単純X線写真にて石灰化像が認められ、手術で虫垂に結石を確認した症例（以下、虫垂結石と略記）について、①全手術例における頻度と年齢別頻度、②性別頻度、③炎症程度別頻度、④不一致をretrospectiveに比較検討した。また、⑤臨床上、特に興味ある症例を呈示した。なお、虫垂結石の有無の判定は、虫垂炎と診断した小児外科医、手術を担当した小児外科医などによって行われた。

統計学的処理は χ^2 検定を用いた。

結 果

1. 全手術例における頻度と年齢別頻度

検討を行った25年間に、男児651例（59%）・女児453例（41%）合計1,104例の虫垂炎手術例を経験した（Table 1）。年齢別では新生児期からみられ、9歳の132例が最多であった。年齢群別には、5歳までに190例（17.2%）、6～10歳にて552例（50.0%）、11歳以上にて362例（32.8%）であり、6～10歳が半数を占めていた。

術前の腹部単純X線写真にて石灰化像を66例に認めた。虫垂切除術にて虫垂内石灰化物が存在しなかった症例が4例（男児2例・女児2例）みられた。本4症例を除き、虫垂結石は62例

（5.6%）であった。年齢別では2歳から14歳までにみられ6歳の12例が最多であった。年齢群別では、5歳までに15例（24.2%）、6～10歳で30例（48.4%）、11歳以上で17例（27.4%）であった。虫垂炎手術症例数に対する発生率は、それぞれ7.9%、5.4%、4.7%であり若年ほど高率であったが有意差はなかった。

2. 性別頻度

虫垂結石62症例の性別頻度では、男児50例（80.6%）・女児12例（19.4%）であり、男女比は4:1であり男児が女児の4倍多く発生していた。虫垂炎手術症例数に対する虫垂結石症例の比率は、男児は7.7%で女児は2.6%であり、有意差（ $p < 0.01$ ）をもって男児が女児より高率に発生していた。なお、年齢群別では、5歳までが男児（10.5%）・女児（3.9%）ともに最も高率であったが、男女児ともに各年齢群間に有意差はなかった。

3. 炎症程度別頻度

虫垂炎1,104例を炎症程度別に分類した（Table 2）。カタル性20.7%、蜂窩織炎39.9%、壊疽性21.0%、穿孔性18.5%であり、1:2:1:1の割合で蜂窩織炎性が最多であった。虫垂結石62症例では、カタル性2例、蜂窩織炎性17例、壊疽性20例、穿孔性23例と炎症程度が強くなるに従い増加していた。虫垂炎手術症例数に対す

Table 1 Distribution of Calcified Fecalith in Appendicitis in Childhood

Ages at Appe	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
No. Appe CF(+)	1	3	18	31	56	81	102	96	105	132	117	113	72	82	66	29	1,104
			4	3	4	4	12	3	7	6	2	10	4	1	2		62
Total CF(+)	190/1,104(17.2%) 15/190(7.9%) 15/62(24.2%)						552/1,104(50.0%) 30/552(5.4%) 30/62(48.4%)					362/1,104(32.8%) 17/362(4.7%) 17/62(27.4%)					62/1,104(5.6%)
Male CF(+)	1	2	13	17	32	49	65	64	65	76	76	66	49	36	27	13	651/1,104(59.0%) 50/62(80.6%) 50/651(7.7%) #
			3	2	4	3	9	2	6	5	1	8	4	1	2		
	12/114(10.5%)						23/346(6.6%)					15/191(7.9%)					
Female CF(+)	1	5	14	24	32		37	32	40	56	41	47	23	46	39	16	453/1,104(41.0%) 12/62(19.4%) 12/453(2.6%) #
			1	1	1		3	1	1	1	1	2					
	3/76(3.9%)						7/206(3.4%)					2/171(1.2%)					

Appe : appendectomy, CF(+): positive for calcified fecalith, #: statistical significance $p < 0.01$

Table 2 Incidence of calcified Fecalith According to the Severity of Appendicitis

Severity	Catarrhal	Phlegmonous	Gangrenous	Perforated	Total
No. of Appe	228	440	232	204	1,104
Positive for CF	2	17	20	23	62
Ratio of CF	2/62(3.2%)	17/62(27.4%)	20/62(32.3%)	23/62(37.1%)	62
	2/228(0.9%) ¹⁾	17/440(3.9%) ²⁾	20/232(8.6%) ³⁾	23/204(11.3%) ⁴⁾	62/1,104(5.6%)
Male	2/111(1.8%) ⁵⁾	14/260(5.4%) ⁶⁾	17/154(11.0%) ⁷⁾	17/126(13.5%) ⁸⁾	50/651(7.7%)
Female	0/117(0.0%) ⁹⁾	3/180(1.7%) ¹⁰⁾	3/78(3.8%) ¹¹⁾	6/78(7.7%) ¹²⁾	12/453(2.6%)

1)-2), 6)-7), 10)-12): P<0.05, 1)-3)・4), 2)-3)・4), 5)-7)・8), 6)-8), 9)-12): P<0.01

(No.: number, Appe: Appendectomy, CF: calcified fecalith)

る虫垂結石症例の比率でも、炎症程度が強くなるに従い高率となり、壊疽性は8.6%、穿孔性は11.3%であった。なお、壊疽性と穿孔性の間には有意差がなかったが、その他の炎症程度別の間には有意差が認められた。性別にみると、男児ではカタル性は壊疽性および穿孔性と、蜂窩織炎性は壊疽性および穿孔性と、女児ではカタル性は穿孔性と、蜂窩織炎性は穿孔性と有意差(p<0.05~0.01)をもって前者より後者が高率になっていた。男女ともに炎症程度が強くなるに従い、虫垂結石症例の比率が増加していた。

4. 不一致例

術前の腹部単純X線写真にて石灰化像が陽性であったが、手術にて虫垂結石が存在しなかった症例が4例みられた。虫垂の炎症程度はカタル性1例および蜂窩織炎性3例であった。石灰化像は2例が肝臓内石灰化像と思われ、他の2例は不明であった。

5. 興味ある症例

虫垂結石を伴った最年少虫垂炎症例および虫垂結石を認めたが、カタル性虫垂炎であった症例を呈示する。

- 1) 虫垂結石の最年少症例: 2歳2ヵ月の男児で、4日前から発熱があり加療中であった。イレウス症状、WBC 14,500/mm³にて外科へ紹介された。腹部単純X線写真(Fig.1)にて、消化管拡張、鏡面像形成、側彎などが存在し、更に右下腹部に石灰化像を認め、虫垂結石を伴う虫垂炎と診断した。手術にて虫垂穿孔を

合併した汎発性腹膜炎であり、術中に虫垂内に結石を確認した。

- 2) 虫垂結石を伴うカタル性虫垂炎症例: 6歳の男児で、1日前から嘔吐し腹痛を伴い虫垂炎疑いとして紹介された。右下腹部にDefence, Blumberg sign陽性であったが、白血球数は8,700/mm³であった。腹部単純X線写真にて右側腹部に、層状を呈する2個の石灰化像を認めたが、消化管拡張や鏡面像形成はなかった。石灰化像の存在する部位や白血球数などの所見より尿路系結石も否定できなかった。石灰化像は尿検査およびIntravenous Pyelography (Fig.2)にて尿路系との関連を否定し、虫垂結石を伴う虫垂炎として手術を施行した。虫垂の炎症程度はカタル性でほとんど炎症を伴わなかったが、虫垂内に2個の結石を確認した。

考 察

1. 腹部単純X線写真の意義について

虫垂炎の診断の際には、補助診断法として腹部単純X線撮影、超音波検査、CT検査、注腸透視などがある¹⁾。腹部単純X線撮影は簡便であり、虫垂炎の所見として右腸腰筋陰影の消失、腰椎側彎、虫垂結石像、虫垂内ガス像、右下腹部の異常ガス像、限局性腸閉塞像、腫瘍陰影などが挙げられ¹⁾、多くの情報を得ることができる。今日では超音波、CT、MRI検査などの画像診断法の一般化のために、腹部単純X線撮影

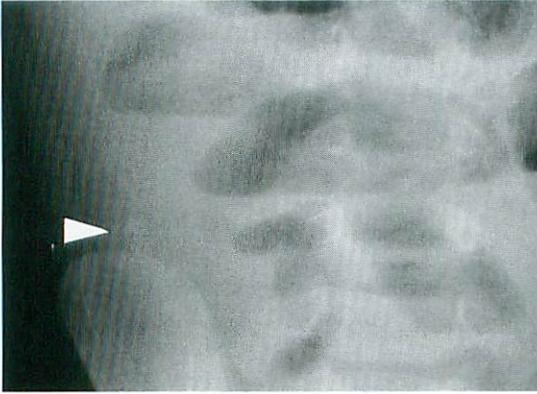


Fig.1 Supine abdominal X-ray
A calcified fecalith (arrowhead), intestinal dilatation and air-fluid levels were noted.



Fig.2 Intravenous pyelogram
Calcified fecaliths (arrowhead) were seen at the lateral side of right ureter.

の意義は影が薄れつつあり、また補助診断および他疾患の除外診断を果たすにすぎない¹⁾が、症例によっては、その診断および治療方針の決定に寄与することが大である。特に、小児の虫垂炎の診断は困難な場合が多く、4歳以下の症例では、以前より鑑別診断からも腹部単純X線撮影は極めて有用であるとされている²⁾。

2. 虫垂結石の定義について

虫垂切除した際に、その内腔に有形物を伴うことがある。すなわち糞塊、糞石、虫垂結石などと呼ばれ、形態、硬さ、無機物含有の程度などにて分類されるが、用語の定義に意見の相違があり一定していない³⁻⁹⁾。塩崎ら³⁾は、虫垂結石は①虫垂内にあり、②指圧にて容易に壊れない程度の硬さを有し、③形態が整い、④X線像で鮮明な輪状構造をもち、⑤無機物を主体とするものとしている。腹部単純X線写真にて結石像の描出には、撮影条件にても異なることがある¹⁰⁾。一般には、X線上鮮明な影像が得られる程度に無機物を含んでいるものを虫垂結石としていることが多い^{6, 9)}。一方、単純X線写真には結石像として認められなかったが、同時に施行されたCTにて石灰化像が存在する場合もある。含有する無機物の濃度や撮影条件による考えられ、今回の検討項目には加えていないが、われわれも同様な症例を4例経験している。われわれは三木ら⁸⁾の報告と同様に臨床上単

純に、泥状から指で圧迫して容易に壊れるものを糞塊とし、指で圧迫しても壊れない有形で腹部単純X線にて描出されていないものを糞石とし、腹部単純X線撮影にて石灰化像が存在するものを結石として分類して使用している。虫垂炎の補助診断法として撮影された腹部単純X線写真の読影という観点からすれば、日常の臨床現場にて妥当のものとする。

3. 虫垂結石の報告例および頻度

腹部単純X線写真にて石灰化像を呈した虫垂結石は、本邦にて塩崎ら³⁾は1973年までに44例、里見ら⁵⁾は1977年までに57例、三木ら⁸⁾は1988年までに185例の報告例を集計している。その発生頻度は0.7~44%⁹⁾といわれているが、数字のばらつきは前述の糞石および結石の混同によると考えられている^{5, 11)}。小児例に限れば報告は少なく、1施設での症例数としては児玉ら⁹⁾の14例が最も多い。われわれの15歳以下の小児例の虫垂炎として手術した1,104例では、62例(5.6%)が虫垂結石であった。

4. 虫垂結石の年齢別発生頻度

虫垂結石の年齢別発生頻度では、成人例に多く^{3, 4, 6-8, 11)}、20歳代、30歳代に最も多い⁸⁾。三木ら⁸⁾は欧米では小児、若年者に多く、本邦では成人に多いという。その理由として、塩崎ら³⁾は食事内容の相違、ことに牛乳摂取量の相違を考えている。なお、本邦における小児の最

低年齢の報告は、われわれが調べ得た範囲内では里見ら⁵⁾の1歳10ヵ月の女児例であった。また、花輪ら¹⁰⁾は2歳10ヵ月の男児例を報告した。われわれの症例では2歳2ヵ月の男児が最低年齢であった。また、5歳までの虫垂炎手術症例190例において、15例(7.9%)に虫垂結石がみられており、虫垂結石は幼少児期から出現している。なお、VanderMolenら¹²⁾は生後5ヵ月男児の虫垂結石を報告している。

5. 虫垂結石の性別発生頻度

虫垂結石の性別発生頻度では、男性に多いとされている^{3, 5)}。虫垂炎が男性に多いためと言われているが、近年、男女比はほぼ同数か女性にやや多くなっているともいわれている³⁾。また、性差なしとの報告もある⁴⁾。われわれの虫垂結石62症例においては、男児50例・女児12例であり4:1の割合で男児に多かった。更に、虫垂炎手術症例数に対する割合では男児651例中50例(7.7%)・女児453例中12例(2.6%)であり有意差($p < 0.01$)をもって男児例に多発していた。

6. 虫垂結石と虫垂の炎症程度の関係

虫垂結石を伴う虫垂炎では、進行が急速であり⁸⁾、また穿孔例が著しく多い⁶⁾といわれている。そこで虫垂結石を認めた場合には、早期の虫垂切除術を施行したほうがよいとする報告が多い^{3, 7, 11)}。われわれの虫垂結石症例において、虫垂炎の炎症程度別に比較検討したところ、カタル性2例、蜂窩織炎性17例、壊疽性20例、穿孔性23例であり、炎症程度が進むに従い症例数が増加していた。更にこれを各炎症程度別の手術症例数における割合でみると、それぞれ0.9%、3.9%、8.6%、11.3%であり、炎症程度が進むに従い高率となっていた。なお、壊疽性と穿孔性のあいだには有意差はなかったが、その他は有意差($p < 0.05 \sim 0.01$)をもって高率となっていた。

一般に、小児は訴えが拙劣であり虫垂炎の診断は極めて困難であり、また虫垂壁が薄く大網の発達が十分でなく進行が早いといわれている。虫垂炎が疑われた際の腹部単純X線撮影は簡便

であり多くの情報をもたらす臨床上有意義なことが多いが、特に虫垂結石像は幼少児から認められ、その場合には炎症程度が進行していることが多いと考えられ適切な対応が肝要である。

まとめ

1. 25年間に15歳以下の小児虫垂炎手術症例1,104例を経験し、術前の腹部X線単純写真にて66症例に石灰化像を認めた。術中所見から62症例(5.6%)を虫垂結石と診断した。手術にて虫垂結石が存在しなかった4例では、石灰化像は2例が肝臓内石灰化と思われ、他の2例は不明であった。
2. 症例は2歳2ヵ月から14歳までみられ、6歳が最多の12例であった。5歳までに7.9%、6～12歳で5.4%、11歳以上で4.7%と、年齢の若い程頻度が高かったが有意差はなかった。
3. 結石症例の性別発生頻度は、男児50例・女児12例で4:1の割合で男児に多かった。更に、虫垂炎手術症例数に対する割合では、男児7.7%・女児2.6%であり、有意差をもって男児に頻度が高かった。
4. 虫垂炎の炎症程度が進むに従って虫垂結石を伴う症例の比率が増加していた。
(本論文の要旨は第37回日本小児放射線学会(千葉市)において発表した。)

●文献

- 1) 牛尾恭輔：炎症性疾患、放射線医学大系、第21巻(大腸)、田坂 皓編、東京、中山書店、1987、p257-261。
- 2) Isdale JM: The radiological signs of acute appendicitis in infancy and childhood. S Afr Med J 1978; 53: 363-364。
- 3) 塩崎 梓、和田信弘、榎本光伸、他：虫垂結石、外科診療 1973; 15: 1101-1106。
- 4) 綿貫 詰：虫垂内の異物、現代外科学大系第36巻B、木本誠二監修、東京、中山書店、1974、p226-228。
- 5) 里見 昭、藤岡正志、宗沢利紀、他：小児虫垂結石の3例一本邦報告例の検討、外科診療 1977; 19: 362-366。
- 6) 飯塚益生、木村信良、川満恵光：虫垂結石症、外科診療 1977; 19: 448-452。

- 7) 杉本誠起, 伊達 学, 川崎祐徳, 他: 虫垂結石の6例. 外科診療 1985; 27: 1367-1371.
 - 8) 三木仁司, 木下雅俊, 須見高尚, 他: 腹部腫瘤を触知した虫垂結石の2手術例. 消化器外科 1988; 11: 505-509.
 - 9) 児玉 篤, 大津一弘, 古田靖彦; 小児の急性虫垂炎—特に虫垂結石を伴う症例について—, 広島県立病院医誌 1989; 21: 25-31.
 - 10) 花輪峰夫, 佐藤雅史, 桜井 恵, 他: 幼児虫垂炎の腹部単純X線像. 外科診療 1981; 23: 1256-1262.
 - 11) 杉本誠起, 泉本浩史, 川崎祐徳, 他: 当院における虫垂結石症例. 三豊総合病院誌 1984; 5: 75-92.
 - 12) VanderMolen RL, Amoury RA, Hayes WG: Appendicitis and a calcified fecalith in a five-month-old child. J Pediatr Surg 1974; 9: 541-542.
-

Pictorial Essay

Cornelia de Lange症候群に盲腸軸捻転症を
合併した1例

村井秀昭, 鈴木則夫, 黒岩 実, 土岐文彰, 土田嘉昭, 島山信逸¹⁾
群馬県立小児医療センター外科, 放射線科¹⁾

A Case of Cecal Volvulus with Cornelia de Lange Syndrome

Hideaki Murai, Norio Suzuki, Minoru Kuroiwa, Fumiaki Toki,
Yoshiaki Tsuchida, Shinitu Hatakeyama¹⁾

Departments of Surgery and Radiology¹⁾, Gunma Children's Medical Center

Abstract A case of cecal volvulus associated with Cornelia de Lange syndrome was described. The condition of cecal volvulus in children is very rare: 4 cases have been reported in Japan. This patient was a 3-year-old female who was confined to bed. She presented with abdominal distention and vomiting. The plain abdominal X-ray revealed a markedly dilated loop of the large bowel located in the left upper quadrant. There were no gas shadows in the remainder of the colon. Barium enema revealed deformity due to obstruction at the region of the cecum. Cecal volvulus was suspected preoperatively.

Keywords Cecal volvulus, Cornelia de Lange syndrome

はじめに

Cornelia de Lange症候群はSFD児として生まれることが多く、重度の成長障害、重度精神遅滞、吸啜・嚥下障害を伴う症候群で、小児では比較的稀な盲腸軸捻転症（本症）を合併した1症例を経験したので画像診断上の問題点に関し検討を加えて報告する。

症 例

患 者：3歳2ヵ月，女児。

主 訴：胆汁性嘔吐，腹部膨満。

既往歴：Cornelia de Lange症候群にて重症心

身障害施設に入所中，筋緊張の亢進のため吸啜・嚥下障害を認め胃管を挿入，経腸栄養で現在，大きな問題なく入所中であった。

現病歴：平成12年8月3日頃より胆汁を含む嘔吐出現，絶食，点滴による治療を開始したが軽快せず，8月14日，腹部膨満も増強して当センター紹介，外来受診，同日緊急入院となった。

入院時現症：身長71cm，体重5.5kg，体温36.7℃，血圧114/53mmHg，脈拍126/分，呼吸数42/分，小下顎，耳介低位，口唇裂を認め，顔面は苦悶状を呈していた。また両四肢の小さな手足，両前腕の短縮，裂手，多指，両Ⅱ，Ⅲ趾合趾，短肢，膝関節屈曲短縮の多発奇形を認

原稿受付日：2001年11月19日，最終受付日：2002年1月31日

別刷請求先：〒377-8577 群馬県勢多郡北橘村下箱779番地

群馬県立小児医療センター外科 村井秀昭

め、腹部は著明に膨隆し (Fig.1), 全体に圧痛を認めたが、筋性防御や腹膜刺激症状は明らかでなかった。

入院時検査所見: WBC $9.200/\mu\text{l}$, Hb $12.6\text{g}/\text{dl}$, RBC $4.23 \times 10^6/\mu\text{l}$, PLT $29.7 \times 10^4/\mu\text{l}$, T-Bil $0.38\text{mg}/\text{dl}$, GOT $44\text{IU}/\ell$, GPT $16\text{IU}/\ell$, LDH $559\text{IU}/\ell$, Al-P $231\text{IU}/\ell$, γ -GTP $8\text{IU}/\ell$, T.P. $6.6\text{g}/\text{dl}$, BUN $21.4\text{mg}/\text{dl}$, Cr $0.4\text{mg}/\text{dl}$, Na $137\text{mEq}/\ell$, K $3.7\text{mEq}/\ell$, Cl $103\text{mEq}/\ell$, Ca $9.4\text{mg}/\ell$, CRP $0.4\text{mg}/\text{dl}$.

入院時臥位単純 X 線写真 (Fig.2) では、腹部全体に広がる比較的長いループの拡張腸管を認めるが、小腸なのか結腸なのかの判断が困難で、左上腹部には大きな円形のガス像があり、それと重なるように経鼻胃管を含む胃泡がみられた。腹部腹臥位単純 X 線写真 (Fig.3) でも、腸管ガスの分布にはほとんど変化を認めず、腸管ガス像の大半は小腸のもので、閉塞レベルは小腸遠位あるいは結腸近位部と推測され盲腸、上行結腸近位部での閉塞が考えられた。注腸造影 (Fig.4) では横行結腸中央部で尾側内方に折れ曲がり、先細り状に造影剤が途絶し変形が横行結腸にも及んでいることが推測された。左上腹部の大きな円形のガス像には、これと重なるように経鼻胃管がみられるため胃管より胃を造影 (Fig.5) 円形のガス像は胃の拡張によるものではないと診断された。以上の所見より、

盲腸または、上行結腸の捻転が推測され、同日緊急手術を施行した。

手術所見: 下腹部右横切開にて開腹。漿液性腹水を約200cc認め、盲腸、上行結腸下部、回腸末端部が回結腸動脈を軸に時計方向に180度捻転していた。盲腸、上行結腸は後腹膜と固定されず、矢印の部位に (Fig.6) 上行結腸の捻転部の狭窄と腸間膜の欠損を認めたため上行結腸下部を含め回盲部切除術を施行、一期的回腸・上行結腸吻合術を施行した。

術後経過は順調で術後15日目に退院した。

考案

Cornelia de Lange症候群は1933年、アムステルダム大学の同名の小児科の女医により報告されているが¹⁾、1916年すでにBrachmannにより同様の症候群の記載がありBrachmann-de Lange症候群ともよばれ²⁾、現在まで数百人が報告されている。満期産、SFD児として生まれることが多く、出生前から始まる重度の成長障害、重度精神遅滞 (多くはIQ35以下) とを認め、一般に男児が重度とされる。顔貌は小頭、短頭、濃く癒合した眉毛、長くカールした睫毛、小さくとがった鼻、上向き鼻孔、口蓋裂、小下顎、耳介低位、短頸、小歯牙などで、皮膚は多毛、四肢には小さな手足、短肢を認め、停留精巣、尿道下裂、男子子宮、双角子宮等も認める。消

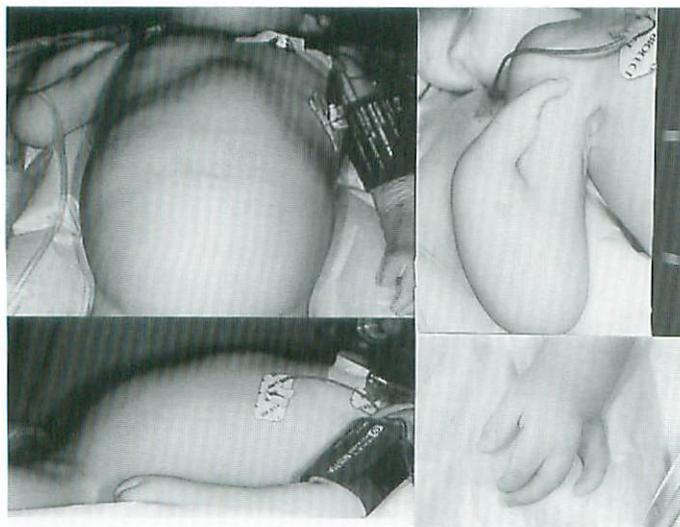


Fig.1 Features of Cornelia de Lange syndrome in this patient
deformities of toes, fingers, hands and forearms and abdominal distention.



Fig.2 Plain abdominal film demonstrating combined small bowel and proximal colon dilatation (arrowheads).



Fig.3 Plain abdominal film in prone position demonstrating colon gas shadow accentuation (arrowheads).



Fig.4 Barium enema demonstrating the classic beak sign (arrowhead). The obstruction was caused by the involvement of the transverse colon.



Fig.5 Contrast study by a nasal feeding tube showed gas shadows (arrowhead) different from the normal stomach shadow.

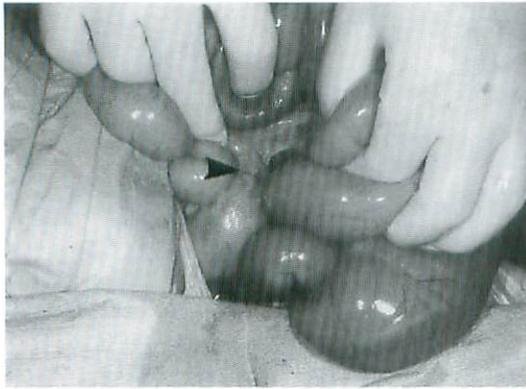


Fig.6 Appearance of cecal volvulus at laparotomy, showing 180° clockwise rotation (arrowhead).

化管では胃食道逆流現象，横隔膜ヘルニアなどの合併も多い³⁻⁸⁾。本例でも多毛，小下顎，耳介低位，四肢奇形を合併し，重度の成長障害，重度精神遅滞，吸啜，嚥下障害を伴っていた。一方，盲腸軸捻転症に伴う小児報告では過去30年間の本邦及び英語圏における文献を集めると自験例を含め17例⁹⁻¹⁷⁾。本邦で4例の報告にすぎない (Table 1)。発生機転としては先天性要因による盲腸の固定不全に精神疾患と機械的な便秘，寝たきりなどの生理的な誘因の機転により発生すると考えられ¹⁸⁾。術前に本症を診断することは必ずしも容易でなく，症状により本

症も考慮した注意深い検索，読影が重要と思われる。

本例では，腹部単純X線写真，注腸造影より本症を強く疑った。単純X線写真での所見は，捻転による拡張した腸管（盲腸）が上腹部正中または左上腹部に認められ，小腸ガスの拡張像を伴っているのが特徴的で^{19, 20)}，これにより術前診断は可能とされる。拡張した盲腸のガス像は腎臓に類似した形態を呈し，腎門部に相当する部分が軟部組織陰影（捻転に巻き込まれた腸間膜による）を呈し，拡張したガス像の内側下方に認める。S状結腸軸捻転での拡張像は，コーヒー豆様でその頂点を肝右葉方向，すなわち，右上方を向き，また小腸の腸管ガス像の拡張を伴わないことで鑑別される²¹⁻²³⁾。

注腸造影では捻転部で先細り状の狭窄像（鳥の嘴状，beaking sign）を認めるが，本症例のように横行結腸も捻転に巻き込まれると，造影剤が真の捻転部まで達しないこともある。

盲腸軸捻転症は1837年Rokitanskyにより初めて報告されて以来一般にこの名称が用いられて来ている²⁴⁻²⁶⁾。本症は老人に多く，発生頻度は全腸閉塞症中，本邦では0.4%と報告されており極めて低い発生頻度である。その理由としては本邦においてはS状結腸過長症が多くS状

Table 1 Findings of cecal volvulus in children

No.	Author	Age	Sex	Pre-diagnosis	Other disease	Treatment
1	Collie	10y	male	cecal volvulus	cecum mobile	detrsion
2	Gonil	5y	male	intussusception	malrotation	right hemicolectomy
3	Gonil	2y	male	ileus	?	right hemicolectomy
4	Taneja	3y	male	cecal volvulus	cecum mobile	detrsion
{	{	{	{	1 case	3 cases	4 cases
9	Taneja	9y	male	ileus	strangulation	right hemicolectomy
				5 cases	2 cases	1 case
10	Kirks	11y	female	cecal volvulus	malrotation	cecum fixed
11	Kirks	12y	male	cecal volvulus	cecum mobile	detrsion
12	Khope	2m	male	ileus	cecum mobile	right hemicolectomy
13	Shimpson	2.5y	female	cecal volvulus	cecum mobile	cecectomy
14	Endou	2y 8m	female	intussusception	cecum mobile	cecectomy
15	Suzuki	7y	female	peritonitis	cecum mobile	cecectomy
16	Wada	4y	male	large bowel volvulus strangulation	malrotation	strangotomy
17	Our case	3y 2m	female	cecal volvulus	cecum mobile	cecectomy

結腸軸捻転が比較的高率に発生するために盲腸軸捻転の頻度が低いものと考えられる。

本件は捻転の形式から幾つかに分類されているが、基本的には上行結腸を巻き込み腸軸方向に捻転しながら更に頭側にも捻転する cecal volvulus と捻転は伴わずに単軸（腸軸）を中心に上方に持ち上げられる cecal bascule に分けられる²⁷⁾。頻度的には前者が多く一般に時計方向に捻転するが時に反時計方向の場合もある²⁸⁾。

まとめ

Cornelia de Lange 症候群の症例に盲腸軸捻転症を合併した 1 例を報告した。本症の術前診断は困難と言われているが、単純 X 線所見で捻転による拡張した腸管が上腹部正中または左上腹部に認められ、小腸ガスの拡張を伴っているのが特徴とされ、本症を考慮した注意深い検査、読影により術前診断も可能と思われた。

●文献

- 1) De Lange C : Sur un type nouveau de degenerescence (typus Amstelo-damensis). Arch Med Enfants 1933 ; 36 : 713-719.
- 2) Brachmann : Ein Fall von symmetrischer Monodaktylie durch Ulnadefekt, mit symmetrischer Flughautbildung in den ellenbeugen, sowie anderen Abnormitäten (Zwerghaftigkeit, Halsrippen Behaarung). Jarb Kinder Phys Erzie 1916 ; 84 : 225-235.
- 3) 塚原正人, 山内葉月, 内野幸子 : Cornelia de Lange 症候群. 小児内科 1998 ; 30 : 375-377.
- 4) Beck B : Psycho-social assessment of 36 de Lange patients. J Ment Defic Res 1987 ; 31 : 251-257.
- 5) Ireland MD, Burn J : Brachmann-de Lange syndrome : Delineation of the clinical phenotype. Am J Med Genet 1993 ; 47 : 959-964.
- 6) Levin AV, Seidman DJ, Nelson LB, et al : Ophthalmologic findings in the Cornelia de Lange syndrome. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1990 ; 27 : 94-102.
- 7) Opitz JM : The Brachmann-de Lange syndrome. Am J Med Genet 1985 ; 22 : 89-102.
- 8) Sommer A : Occurrence of the Sandifer complex in the Brachmann-de Lange synd-rome. Am J Med Genet 1993 ; 47 : 1026-1028.
- 9) Colli RJ, Wyo L : Volvulus of the cecum. Rocky Mt Med J 1970 ; 67 : 46-50.
- 10) Gonil AH, Shah NN, Trivedi PS : Volvulus of the caecum in children. A report of two cases. Indian Pediatrics 1978 ; 15 : 361-362.
- 11) Taneja SB, Kakar A : Cecal volvulus in children. Dis Colon Rectum 1980 ; 23 : 418-420.
- 12) Kirks DR, Swischuk LE, Merten DF, et al : Cecal volvulus in children. AJR 1981 ; 136 : 419-422.
- 13) Khope S, Rao PLNG : Cecal volvulus in a 2-Month-old baby. J Pediatr Surg 1988 ; 23 : 1038.
- 14) Simpson ET, Keating S, Price J : Cecal volvulus in a child : an unusual postoperative complication. Aust N Z J Surg 1991 ; 61 : 960-862.
- 15) 遠藤 薫, 青木俊道 : 盲腸軸転不通症. 岩手医学雑誌 1972 ; 24 : 563.
- 16) 鈴木則夫, 松山史郎, 原沢信夫, 他 : 回盲部捻転症の 1 例. 群馬小児会報告 1980 ; 81 : 4-5.
- 17) 和田知久, 有田道典, 小橋俊彦, 他 : 無症状態 nonrotation に合併した盲腸軸捻転症の 1 例. 日小外会誌 1996 ; 32 : 64-70.
- 18) 小川勝由, 岡部郁夫, 大井田尚継, 他 : 重症心身障害児に発症した盲腸軸捻転の 1 手術治療例. 小児外科 1992 ; 24 : 943-947.
- 19) 畠山信逸, 村井秀昭, 鈴木則夫, 他 : 今月の症例. 小児科臨床 2001 ; 54 : 3-6.
- 20) 里見 昭, 檜 顕成, 酒井正人, 他 : 盲腸軸捻転症. 小児外科 2001 ; 32 : 1271-1275.
- 21) J Friman-Dahl : Roentgen examinations in acute abdominal diseases (3ed). ed. Charles C Thomas Publisher, Springfield, 1974 ; pp 260-315.
- 22) 八巻 隆, 坂本隆文, 豊島 宏, 他 : 盲腸軸捻転症の 1 例. 日臨外会誌 1993 ; 54 : 461-465.
- 23) Mc-Graw JP, Kremen AJ, Rigler LG : The roentgen diagnosis of volvulus of the cecum. Surgery 1948 ; 24 : 793-804.
- 24) Rokitansky C : Intestinal strangulation. Arch Gen Med 1837 ; 14 : 202-214.
- 25) 土田嘉昭 : 特殊なイレウスをいかに診断するか. 小児外科 2000 ; 32 : 1225-1227.
- 26) 土田嘉昭, 石田正統 : 小児外科領域の特殊なイレウス : 特に術前診断に関して. 日小外会誌 1971 ; 6 : 447-454.
- 27) Corman LM : Colon and Rectal Surgery (3ed). JP Lippincott, Philadelphia. 1993, 891-895.
- 28) Tejiler G, Jiborn H : Volvulus of the cecum. Report of 26 cases and review of the literature. Dis Colon Rectum 1999 ; 31 : 445-449.

関連学会より

—小児泌尿器科学会・学術委員会報告—

周産期、乳幼児期に発見される腎盂・腎盂尿管拡張の診断基準

I. 超音波断層像を用いた腎盂・腎盂尿管拡張の記載方法

II. 利尿レノグラフィー実施のための標準プロトコール

小児泌尿器科学会・学術委員会

委員長

島田憲次 (大阪府立母子保健総合医療センター泌尿器科)

委員

柿崎秀宏 (北海道大学泌尿器科)

窪田正幸 (九州大学小児外科)

瀧 正史 (重井医学研究所附属病院小児科)

竹内久弥 (順天堂大学産婦人科)

平松慶博 (東邦大学第2放射線科)

細川尚三 (大阪府立母子保健総合医療センター泌尿器科)

細田弥太郎 (順天堂大学小児外科)

中井秀郎 (都立清瀬小児病院泌尿器科)

山口孝則 (福岡市立こども病院泌尿器科)

はじめに

産科領域における出生前超音波診断が一般化され、また新生児・乳児期に腹部超音波スクリーニング検査を施行される頻度が増えるに従い、さまざまな先天の形態異常が発見される機会が増えてきた。先天性腎尿路異常の多くは拡張した尿路内に液体が貯留するという構造のため、超音波検査で発見されやすく、この時期に発見される先天異常の約50%を占めると報告されている。なかでも、腎盂・腎盂尿管拡張症例(水腎症、水腎水尿管症、以下、本疾患)の報告は年々増加しており、その取扱いについて関心が集まっている。このような上部尿路拡張症例の診断には、超音波検査と利尿レノグラフィーが最も多く用いられているが、その診断方法や評価基準については残念ながら統一されたものがないのが現状である。

小児泌尿器科学会としては本疾患を扱う上での責務を負う立場にあり、自然経過と治療方針、そして治療成績を比較、検討するためには、同じ基準に則って議論ができるように、超音波検

査で得られた所見の記載方法と、利尿レノグラフィー実施方法の2者について、その標準化を計る必要があるとの合意に達し、本学会学術委員会が中心となり、次に述べるプロトコールを作成した。なお、本疾患の性格から考え、胎児期から新生児期、乳幼児期にかけて病態の連続性を追跡する必要があるため、単に本学会のみでなく、関連する他の学会にも積極的に働きかけることが要望される。

本委員会からの推奨プロトコールの基本姿勢としては、1)本疾患に対する表記・評価方法であり、治療法の適応や、それらの選択方法を推奨するものではない 2)小児泌尿器科疾患を扱っている、多くの施設で用いることができる 3)施設間の差、施行医師による差を極力なくす 4)国際的にも通用すること、を目的としている。

付)腎盂・腎盂尿管拡張と水腎・水腎水尿管症の用語について

形態的な腎盂拡張、あるいは腎盂尿管拡張にはさまざまな程度と種類がある。水腎・水

腎水尿管症という用語は、このような形態的な特徴を包括的に表し、同義語的に用いられる場合もあるが、一方ではその尿路拡張が病的と判断されたときに、はじめて用いられるとの意見もあり、各専門領域でこの用語のとりえ方に差がみられる。このような状況を考慮して、本指針では腎盂・腎盂尿管拡張という表現を用いた。

I. 超音波断層像を用いた腎盂・腎盂尿管拡張の表記方法

1. 対象年齢

本表記法は年齢の制限なく、胎児期から小児期を通じて適用される。つまり、疾患の経過を連続的に追跡するには、胎児期、新生児・乳児期、幼児期の区別は不要で、年齢制限は行わない。

なお胎児では、腎盂拡張が発見された当初から本表記法を当てはめるには無理な場合もあるが、胎児期の自然経過を知るうえでも、できるだけ早期からこの分類法を併記することが望まれる。

2. 対象症例

出生後の症例に対しては、膀胱尿管逆流(VUR)が否定できた場合に本表記法が適用される。

3. 記載方法

1) 腎の最大縦断面(矢状面)像と最大横断面(冠状面)像を用いて観察する。

2) 腎盂拡張(水腎症)の分類

grade 0: 拡張なし (Fig. 1)

grade 1: 腎盂拡張のみが観察され、腎杯の拡張はみられない (Fig. 2)

grade 2: 腎盂拡張に加え、拡張した腎杯が数個観察される (Fig. 3)

grade 3: すべての腎杯が拡張 (Fig. 4)

grade 4: grade 3に加え、腎杯が凸型に実質内に張り出し、実質の菲薄化を認める (Fig. 5)

注-1) この分類法はSFU-grade¹⁾に準じ、腎杯の変化を中心に分類したものである。SFU-grading systemと異なるのは次の2点

である。

(a) grade 2について: 原法では「腎杯が数個みられる」と表現されているが、そこに図示されている超音波像では明らかに拡張した数個の腎杯が見られる。また、grade 1では「腎杯拡張はみられない」との表現があり、grade 1とgrade 2との区別を明確にするため、「拡張した腎杯が数個観察される」とした。

(b) grade 3とgrade 4との区別について: 原法ではgrade 3とgrade 4との区別が不明瞭なため、実質の菲薄化の基準として腎杯が凸型に実質内に張り出す所見を採り上げた。

注-2) 腎尿路が特徴的な形態を示す場合には、その所見を付記する

例: elongated pelvis, 巨大腎杯症, 馬蹄腎, など

3) 尿管拡張(水尿管)の記載

膀胱後面における尿管拡張の有無と、尿管径を併記する

4) 腎の計測

(1) 腎長径、短径: 腎の最大縦断面像を用いて測定

(2) 腎前後径: 腎の最大横断面像を用いて測定

(3) 腎実質の厚み: 腎の最大縦断面像または横断面像を用いて、錐体部の円錐頂から腎表面までを腎実質の厚みとする。腎杯拡張が見られる場合は、拡張腎杯の先端から腎表面までを腎実質の厚みとする。上、中、下腎杯でその値に差があるときには、その旨を付記する。

(4) 腎盂前後径: 最大横断面像を用いて計測

(5) 計測値から腎実質/腎盂前後径を求める

4. 学会発表や論文投稿に際して

学会発表や論文投稿に際しては、最低、項目3-2)と3-3)の分類を表記することが求められる (highly recommended)。さらに、項目3-4)

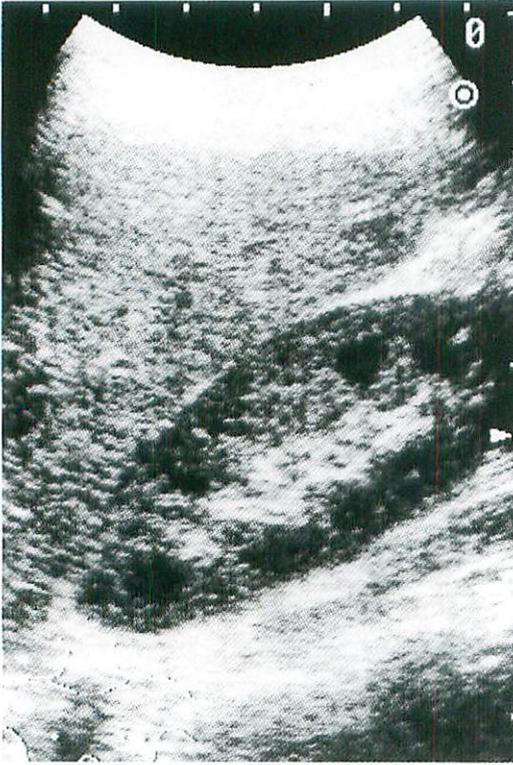


Fig.1

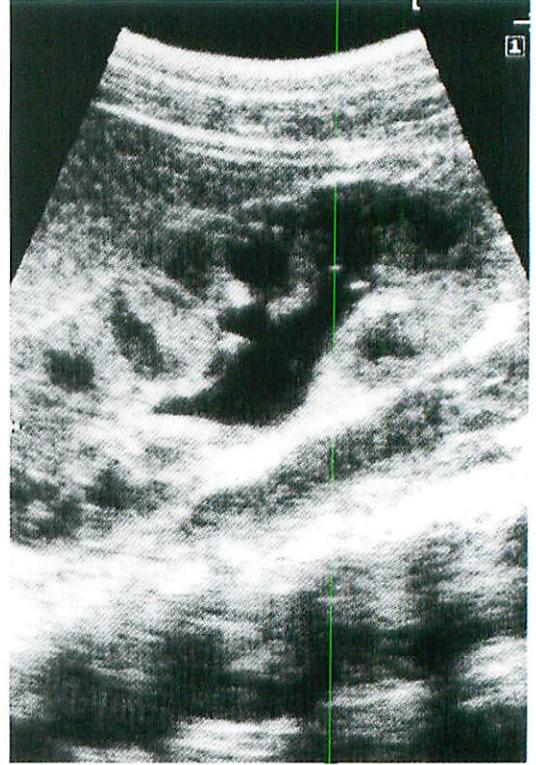


Fig.2



Fig.3

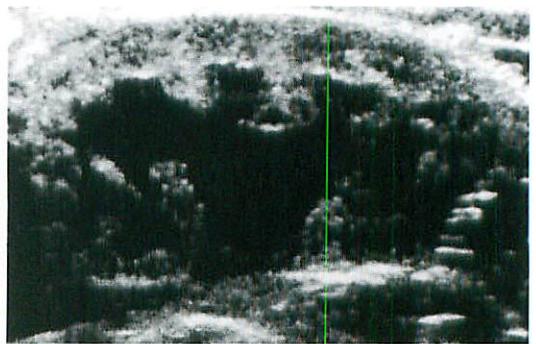


Fig.4

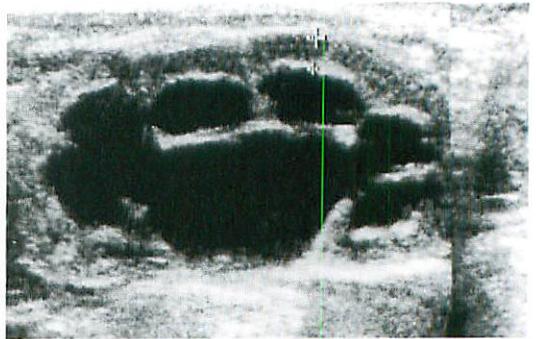


Fig.5

も併記されることが望ましい(recommended).

II. 利尿レノグラフィー実施のための標準プロトコール

基本的には米国のThe Society for Fetal UrologyとThe Pediatric Nuclear Medicine Councilとが合同で作成した“The Well Tempered Diuretic Renogram”原法¹⁾に沿うが、原法そのものは施行方法が煩雑過ぎるなど、わが国の実際のRI検査の現状には合わない事項があるため、最低限必要となる諸条件を追加、あるいは変更し、次のような基本案を作成した。

1. DRの適応

DR実施以前に超音波断層検査と排尿時膀胱尿道造影を加え、腎盂・腎盂尿管拡張の原因が下部尿路異常や膀胱尿管逆流(VUR)によるものでないかを調べておく、腎機能障害の有無を知るため、血清クレアチニン値を測定する。

2. 対象となる患児の年齢

新生児は腎機能が未熟でGFRが低い、排泄相が遷延化し、閉塞型との誤解を招くことがある。また、利尿剤に対しても反応が悪いことも考慮すれば、施行年齢は生後1ヵ月以降とする。早産児では出生週数を換算する。

3. 施行方法

- 1) 水分補給：水分投与方法と量については規定はしないが、この年齢では経静脈的に十分量の水分補給が必要である。参考として、“Well Tempered”原法ではRI投与の15分前から15ml/kg/hrの生理食塩水30分間、経静脈的に補給し、その後は維持量として8ml/kg/hrを続ける。その他、RI投与の1時間前から20ml/kg/hrを補給し、RI投与後も同量で続ける、などの方法がある。
- 2) 膀胱ドレナージ：原則として尿道カテーテルを留置し、膀胱ドレナージを加える。留置の時期としては水分補給のための静脈ルートを入れるときか、あるいはその前が望ましい。ドレナージをつけることにより、膀胱と性腺への被曝を減らすことができ、

また膀胱を充満させないことにより、患児の不快感と体動を抑えることができる。

本検査の信頼性は患児の利尿状態により大きく影響をうけるため、留置カテーテルからの尿量を観察することで、水分補給が十分か否かの判断の助けとなる。

- 3) 使用する放射線医薬品：^{99m}Tc-MAG₃あるいは^{99m}Tc-DTPAの使用が望ましい。MAG₃は腎でのクリアランスが優れており、他のRI物質よりも良いと考えられる。
- 4) 関心領域(ROI)：ROIは腎機能評価用と尿流動態評価用(レノグラムカーブ)とを区別して設定する。
- 5) 利尿剤の量と、投与のタイミング：利尿剤はfurosemide 1.0mg/kgを経静脈的にショットで投与することを原則とする。1歳以降はその量が0.5mg/kgでもよい。
利尿剤投与のタイミングは腎盂腎杯がRIで充満したときが望ましいが、各施設の状況で困難な場合もあると推測される。しかし、RI静注後の一定時刻に利尿剤を投与する方法では、false positiveの可能性のあることを銘記すべきである。
利尿剤投与後は、少なくとも20分間の観察が行える設定とする。
- 6) 本プロトコールでは、T1/2計測方法などのデータ解析法には言及しない。

4. 学会発表や論文投稿に際して

学会発表や論文投稿に際しては、上記の諸条件について述べられることが望ましい。

●文献

- 1) Fernbach SK, Maizels M, Conway JJ: Ultrasound grading of hydronephrosis: introduction to the system used by the Society for Fetal Urology. *Pediatr Radiol* 1993; 23: 478-480.
- 2) The Society for Fetal Urology and Pediatric Nuclear Medicine Council: The "Well Tempered" diuretic renogram: a standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. *J Nucl Med* 1992; 33: 2047-2051.