

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が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、大阪の大都会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

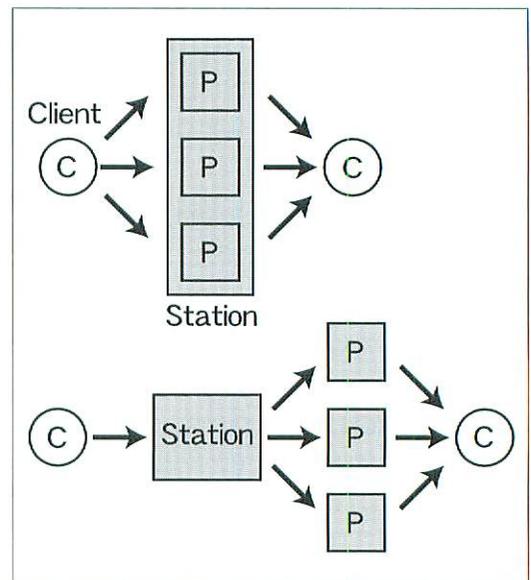


Fig.1 The X-ray reading system can have two structures.

- 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路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。
-