

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

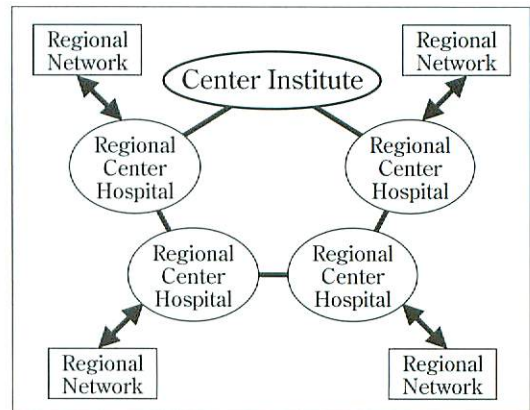


Fig.1 Schematic model of medical information network

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。

高額のシステムに対して、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、ミオクロウ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

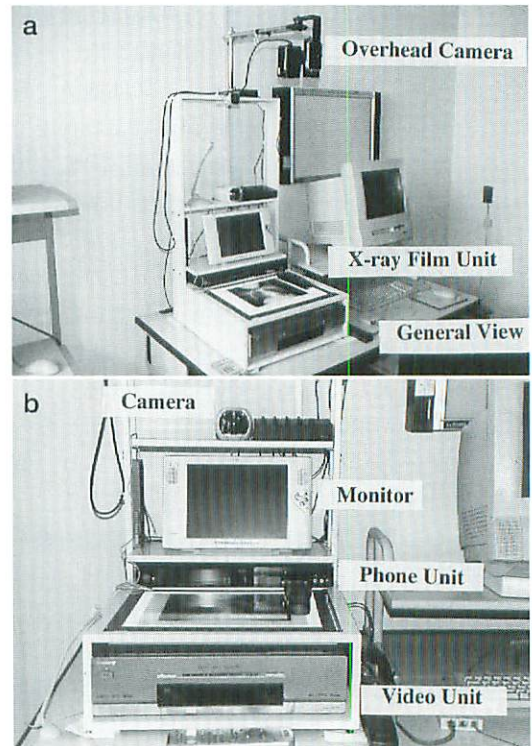


Fig.2 TV phone system using a single ISDN cable

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械の導入や、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の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を確保していくべきか、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.
-