

200835024A

厚生労働科学研究費補助金

地域医療基盤開発推進総合研究事業

新生児重症心疾患に対する予後向上のための

リアルタイム心エコー動画像による遠隔診断と

新生児心疾患救急診療システム確立に関する臨床研究

(H18-医療一般-029)

平成20年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 越後 茂之

平成21年(2009年)3月

厚生労働科学研究費補助金

地域医療基盤開発推進総合研究事業

新生児重症心疾患に対する予後向上のための
リアルタイム心エコー動画像による遠隔診断と
新生児心疾患救急診療システム確立に関する臨床研究

(H18-医療一般-029)

平成20年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 越後 茂之

平成21年(2009年)3月

目 次

I. 総括研究報告	1
II. 分担研究報告	
1 インターネットを用いたリアルタイム動画転送システムによる胎児心疾患の遠隔診断 -iChat システムパイロットスタディ-	19
2 新生児リアルタイム心エコー動画画像による遠隔診断システム構築と画質に関する研究	28
3 汎用ビデオチャットアプリケーションを用いた際の動画送受信不可能となるエラーについての検討	43
4 STIC を用いた遠隔地胎児心疾患診断に関する研究	57
5 先天性心疾患の新生児搬送例の解析に基づく、遠隔診断の重要性の検討	59
6 ADSL 利用によるリアルタイム心エコー動画画像転送の限界点	69
7 リアルタイム心エコー動画画像による遠隔診断支援システムが果たす役割；都市部における検討	80
8 リアルタイム心エコー動画画像による遠隔診断のための診断方法と用語の基準化の試み	99

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金（地域医療基盤開発推進総合研究事業）
平成20年度総括研究報告書

新生児重症心疾患に対する予後向上のための
リアルタイム心エコー動画像による遠隔診断と
新生児心疾患救急診療システム確立に関する臨床研究

主任研究者 越後茂之 国立循環器病センター

研究要旨

新生児医療施設と小児循環器診療施設間における、新生児重症心疾患に対するリアルタイム心エコー動画像を用いた正確な遠隔診断によって、迅速で適切な初期治療と安定した状態での専門医療施設への搬送が可能になり、これによって新生児重症先天性心疾患の予後改善をもたらすことが期待される。本研究ではこの遠隔診断を、専用回線を用いることなく、インターネットを使用した通信環境で行う。今年度は、上記の診断システムによって実際に遠隔診断を実施し、受信した動画像の画質と先天性心疾患に対する診断の正確さを評価して、新しい診療モデルとしての“新生児心疾患救急診療システム”を提起することの妥当性を検討する。

研究の概要

先天性心疾患は出生児の1%にみられるが、このうち新生児重症心疾患は最重症で予後不良な疾患である。新生児重症心疾患に対する迅速で正確な初期診断ならびに適切な初期治療の有無は患者の生死に直結し、さらに中枢神経系合併症の存否におおきく関わってくる。先天性心疾患の最終診断法とされる場合も少なくない心エコー検査を用いて、重症先天性心疾患

を持つ新生児に対して、早期の正確な診断と迅速で適切な初期治療を行うことができれば、生命予後ならびにQOLの著明な改善が期待できる。このためには新生児医療施設において小児循環器の専門医師による診断とアドバイス、それに基づく治療が必須である。しかし、全国的に小児科医が足りないと言われる中であって小児循環器科医はとくに不足しており、これを補うシステムの構築が必要である。

研究目的は、遠隔診断において安定した動画像の送受信ができるか否か、またこの診断によって先天性心疾患に対する正確な診断が可能かを評価することである。このほか、遠隔診断に基づく迅速で適切な初期治療と安定した状態での専門医療施設への搬送がもたらす新生児重症先天性心疾患および胎児心疾患の予後の改善等を分析する。さらに、これらの検討から、実現可能な新生児の“心疾患救急診療システム”確立に向けた提起を行う。

本研究は、以下のように実施する。まず、セキュリティに十分配慮した安価なシステムとインターネットを使用して、新生児医療施設と小児循環器診療中核施設間でリアルタイム心エコー動画像を用いた遠隔診断を行う。遠隔診断時の通信状況と送信された心エコー画像の画質を評価すると同時に、診断が正確に行われたかを後に遠隔診断時の通信状況と送信された心エコー画像の画質を評価すると同時に、診断が正確に行われたかを通常の方法で行われた最終診断と比較する。

本研究によって、心エコー検査を中心とした安価で操作が容易な遠隔診断による新しい“新生児心疾患救急診療システム”の有用性と経済性が実証されれば、全国レベルでの小児心疾患

遠隔診断網の早期確立が可能になり、新生児重症心疾患の生命予後とQOLは大幅に改善すると考える。

初年度は、研究プロトコルを完成した後、動画像受信による診断と治療を担当する小児循環器診療中核施設の過半数において倫理委員会での研究実施承認を得た。次年度は残りの施設で倫理委員会の研究承認を得て、全ての小児循環器診療中核施設で動画像の受信が可能な環境が整備された。また動画像を送信する側の多数の新生児医療施設から協力の確約を得た。さらに、一部の施設間では上記のシステムによる心エコーリアルタイム動画像の送受信による実際の診断を開始した。最終年度は、各地域の種々の通信環境下でリアルタイム動画像による遠隔診断を推進してその結果の集計を行い、診断を行うのに十分な通信環境が得られたか、またこれによって正確な遠隔診断が可能であったかを評価した。さらに、使用した遠隔診断システムである“新生児心疾患救急診療システム”を、実現可能な新たな診療モデルであるとして提起するのに値するかを検討した。

分担研究者

石川 司朗

福岡市立こども病院第一内科部長

賀藤 均

国立成育医療センター循環器科医長

大月 審一

岡山大学小児科小児科講師
安河内 聡
長野県立こども病院循環器科部長
富田 英
昭和大学横浜市北部病院循環器センター准教授
富松 宏文
東京女子医大循環器小児科助教
小林、俊樹
埼玉医大小児心臓科教授
花井 莊太郎
国立循環器病センター調査課高度情報専門官
中村 好一
自治医大公衆衛生教室教授

研究協力者
黒寄 健一
国立循環器病センター小児循環器診療部医長
杉山 央
国立循環器病センター小児循環器診療部医長
市田 落子
富山大学医学部小児科准教授・診療教授
小野 安生
静岡県立こども病院循環器科医長
手島 秀剛
国立長崎医療センター小児科医長
野村 裕一
鹿児島大学大学院医歯学総合研究科
発生発達教育学講座小児発達機能病態学分野准教授
野崎 一徳
大阪大学医工学連携研究教育センター特任講師

A. 研究の目的、必要性及び特色独創的な点

先天性心疾患の治療成績は、心臓外科手術やカテーテル治療の技術進歩によって大きく向上した。これらの治療による新生児重症例の救命には精度の高い心エコー検査を用いた小児循環器科医による迅速な診断と助言・治療が必須であるが、小児循環器の専門医は全国的に不足している。

本研究の目的は、市販されている安価な既存のシステムとインターネットを使用して、新生児医療施設あるいは地域病院と小児循環器診療中核施設間でリアルタイム心エコー動画像による心疾患の遠隔診断を行い、心臓のサイズが小さいうえ心拍が速い新生児心疾患の診断に必要な安定した動画像の送受信ができるのかを検証し、また送信側である新生児医療施設などにおける心エコーマシンを担当する医師が小児循環器の専門医でない条件下で、受信側の小児循環器診療中核施設の小児循環器の専門医によって先天性心疾患に対する正確な遠隔診断が可能かを評価することである。加えて、遠隔診断による迅速な初期診断、的確な初期治療と安定した状態での専門医療施設への搬送がもたらす新生児重症先天性心疾患の予後の改善、費用対効果、必要な器材と画像

の質を分析する。以上から、使用した遠隔診断システムは、実現可能な新たな診療モデルとして“新生児心疾患救急診療システム”を提起する値があるかを検討することにある。

国内におけるインターネットを使用した小児心疾患に対するリアルタイム心エコー動画像による遠隔診断の報告は、われわれの施設を除いて皆無である。国外では、新生児心疾患に対する心エコー遠距離診断の報告はあるが、動画データの通信速度や疾患の種類別診断数などの使用状況の分析が中心テーマである。

本研究の遠隔診断の独創的な特徴は、1)リアルタイム心エコー動画像のセキュリティに十分配慮した安価なシステムによるインターネット経由での転送、2)双方向性音声通信経由の指示に基づく必要な心エコー断面描出による正確な診断である。また本研究はこれまでにない以下の特色を持つ。すなわち、1)対象が新生児心疾患、2)多施設共同研究、3)都市部(大阪、東京)、広域診療圏(北海道、静岡)、山間部(長野、山梨、富山)、離島(岡山、福岡、鹿児島、長崎)など種々の特徴ある地域を網羅、4)情報技術専門家によるシステム構築とセキュリティ評価、5)統計専門家(中村)による予後と費用対効果などの分析である。

B. 期待される成果

新生児に対する心エコー検査を中心とした安価で操作が容易な遠隔診断による“新生児心疾患救急診療システム”の有用性と経済性が実証されれば、全国レベルの安価で操作が容易な小児心疾患遠隔診断網の早期確立が可能になり、都市部、広域診療圏、山間部、離島での迅速で正確な診断と適切な初期治療、その後の安定した状態での速やかな専門医療施設への搬送によって、重症新生児心疾患の生命予後とQOLに大幅な改善が期待できる。さらに、この小児心疾患遠隔診断網は、将来、他の小児心疾患や胎児心疾患診断に対しても利用を拡大できる可能性を持っている。

全国で小児科医不足が指摘されるなかで、小児循環器専門の医師がさらに需要を満たせない状態が持続すると予想される。遠隔診断を用いた“新生児心疾患救急診療システム”は小児循環器医師不足の対策となると期待される。これにより初期診断と初期治療を確実に行えば、後遺症なく健常児と同様に成育する新生児重症心疾患患児は増加し、医療費軽減にも役立つ。

C. 研究計画・方法

本研究の実施にあたり、それぞれの診療圏に地理的な特色を持つ13の

小児循環器中核診療施設を受信側として先天性心疾患の遠隔診断を実施する施設とし、各々数カ所の送信側の新生児医療施設や地域病院との間で、リアルタイム心エコー動画像の送受信を行う (Fig.1)。現時点では、音声についてはインターネットを使用せず、NTTの電話回線によって行う。

遠隔診断の評価は、心雑音の聴取やチアノーゼが認められるなど臨床的に先天性心疾患が疑われる新生児について実際に遠隔診断を施行して、通信の状態、画質などを検証する。また、遠隔診断の正確さについては、遠隔診断時の診断とその後小児循環器の専門医師が通常的心エコー検査で確定した診断とを比較する。

本研究の研究仮説は、「新生児重症心疾患に対するリアルタイム心エコー動画像を中心とする安価で操作が簡単な遠隔診断は、これらの予後を改善する」である。具体的な検討項目は、1) 遠隔診断に必要な器材の性能とリアルタイム送信動画像のクオリティ、2) 遠隔診断前後の診断ならびに最終の確定診断の一致率、3) 遠隔診断とこれに基づく初期治療後の安定した状態での専門医療施設への搬送がもたらす新生児重症先天性心疾患の予後改善の有無、費用対効果などである。

研究実施計画の初年度は、研究プロ

トコールの作成を完了し、倫理委員会での研究承認を小児循環器中核施設13のうち7施設で得た。また、遠隔診断システムの構築については、まず2施設において試験的に心エコーリアルタイム動画像の送受信を行って、受信側の画質が正確な診断に十分耐え得ることを確認した。セキュリティーについては、使用する画像転送ソフトウェア自体が暗号化されていることもあって、送信画像に氏名などを入力しないことで対応することになった。

2年度は、全13施設で倫理委員会での研究承認を得て、全施設で遠隔診断システムの構築を終了した。また動画像を送信する側の多数の新生児医療施設から協力の確約を得た。すでに一部の施設間では上記のシステムによる心エコーリアルタイム動画像の送受信による実際の診断を開始し、動画像は新生児の先天性心疾患の診断に十分有用であるとの結果を得た。

最終年度である今年度は、全施設で心エコー遠隔診断を行った。これらのデータを集積し、インターネット経由による動画像が、新生児の先天性心疾患の診断が可能な画質であるかを評価し、遠隔診断の精度については遠隔診断時の診断と後に小児循環器の専門医師が直接患者の心エコー検査を行って決定した最終的な診断とを比

較した。

D. 倫理面への配慮

本研究の実施にあたり、各医療機関において倫理委員会の承認を得た。対象患者が新生児の場合は保護者に対して研究内容について十分な説明を行い、承諾があった患者についてのみ研究の対象とする。研究では、患者の人権に十分配慮し、病歴などのテキストデータのセキュリティーシステムを開発すると同時に、動画の送信には患者名を記載しないほか、セキュリティーに十分配慮したアプリケーションソフトを用いて送信するなど、プライバシーの保護に対して可能な限りの対策をとる。

E. 研究結果

1. 遠隔診断システム

本研究に主に使用された遠隔診断システム (Fig.1) では、リアルタイム心動画像の送信側システムは、超音波診断装置から出力される画像のアナログデータをアナログ→デジタル変換コンバーターでデジタル化し、デジタルデータをパソコンに取り込み、画像伝送ソフトとして iChat AV を使用して光ファイバーや ADSL などのブロードバンドインターネット経由で送信した。受信側のシステムは、ブロードバンドインターネットから画像

データをパソコンに取り込んで、iChat AV でリアルタイム心エコー動画像を描出して診断した。このとき電話回線を使用して、双方向性に連絡を取り合いながら、適切な心エコー断面を得ることによって受信側が正確な診断を行い、これに基づく適切な初期治療を助言することとした。また、遠隔診断には、アロカ社製のエコーマシンと遠隔診断の送信装置が一体となった機器も使用した場合もあった。

2. 遠隔診断の実施と結果

(1) 診断のプロセス

初期の計画では、昨年度までに作成した研究プロトコールにしたがって遠隔診断を行い、その結果を集計して評価することになっていた。しかし、送信側の新生児医療施設や地域病院と受信側の小児循環器診療中核施設間で先天性心疾患が疑われる新生児に対する遠隔診断を実際に行ってみると、研究プロトコールにしたがって遠隔診断を進めていくことが困難であることが判明した。その最大の理由は、重症心疾患新生児の診断を行うのは、きわめて切羽詰まった余裕のない状況下で短時間に診断を行う必要があり、さらに初期治療方針を決定しなければならない。また、重症心疾患の種類や状態によっては、新生児医療施設や地域病院から小児循環器診療中核施設への緊急搬送が必要な場合があ

り、新生児医療施設や地域病院では、初期治療とか家族への説明に忙殺され、小児循環器診療中核施設側は、受け入れ準備に動き回ることになる。つまり、遠隔診断やその前後は双方とも非常に余裕のない状態になる。したがって、新生児患者の安全と送信側ならびに受信側の負担軽減のために調査内容を修正し、簡略化して対応した。

研究対象は、前年度に報告した研究プロトコールと同じく、心疾患が疑われる新生児ならびに6か月未満の乳児とし、選択基準および除外基準は変更せず遠隔診断を実施した。

方法については、遠隔診断の精度評価を簡略化して、リアルタイムエコー動画像の劣化が診断上困難をきたす画像か否かを検討した。また、遠隔診断で決定された主要診断の検証は、新生児医療施設や地域病院から小児循環器診療中核施設への搬送後、あるいは後日に新生児医療施設や地域病院において小児循環器の専門医師によって実施された遠隔診断でない通常の心エコー検査による診断との一致をもって、遠隔診断の成功とした。

(2) 診断の結果

臨床的に先天性心疾患が疑われる合計131例の新生児を対象に、リアルタイム心エコー動画像を用いた遠隔診断を新生児医療施設と小児循環器診療中核施設間で実施を試みた

(Table 1)。このうち1例のみ、新生児医療施設におけるコンピュータ操作の不慣れから、通信が成立せず、遠隔診断ができない症例があった。

通信が成立せず、遠隔診断ができなかった上記の1例を除いた130例の日齢は0から58日(中央値日)であった。インターネットによる動画像の送信において、画像の乱れなどによる診断への影響はなく、リアルタイムエコー動画像の劣化が診断上困難をきたす画像はなかった。遠隔診断時の通信速度は325Kbpmから20Mbpmと幅が広く、光ファイバーやADSLなど通信回線の種類や、地域・時間帯によって様々な値であった。本研究の遠隔診断においては、通信速度が最低値の325Kbpmの症例についても、診断に影響を与える画像の乱れはなく、十分診断可能であり何ら問題はなかった。

遠隔診断を実施した130例について、小児循環器の専門医師による通常の心エコー検査をその後行った。遠隔診断の結果はTable 1のように、臨床的に先天性心疾患が疑ったが、遠隔診断で心臓に異常がないとされた症例を含めて誤った診断が行われた症例は皆無であった。但し、非常に複雑な先天性心疾患においては、主要な診断は正確に下されていたが、初期治療の方針決定には影響を与えないレベルの細部の構造異常について、遠隔診

断後に行われた通常の心エコー検査による診断によって遠隔診断に追加されることが少数例にみられた。

(3) 主任・分担・共同研究者の遠隔診断に対する見解

最終班会議において、本研究班に参加し、実際にリアルタイム心エコー動画像を用いた新生児先天性に対する遠隔診断の経験がある臨床系13施設の主任・分担・共同研究者から、現時点でのこの遠隔診断に対する見解を求めた。これを集計したのがTable 2である。

使用したシステムの遠隔診断の受信側の画質については、12施設(92%)が十分診断に耐えられるレベルあり、13の全施設で送信される画像によってほぼ全症例で診断可能とした。さらに、この遠隔診断が新生児重症心疾患の初期治療と予後改善に対しては、それぞれ12施設(92%)と11施設(85%)が有用であると回答し、全13施設が臨床的に有用であるとの意見であった。しかし、新生児医療施設や地域病院の画像を送信する側の技術的問題については、5施設(42%)が問題ないとし、2施設(17%)がやや問題があるとの意見であり、5施設(42%)が問題あるとした。但し、問題あるとする5施設も、遠隔診断を開始する前にある程度のトレーニングをしておけば解決で

きるとの見解であった。

iChat AVを使用した遠隔診断システムは、今後推進すべきシステムであるとする施設は12施設(92%)であり、11施設(85%)が将来新しい診断システムとして定着すると予想した。しかし、通常の診療時間外の夜間や休日でも対応できる1日24時間1年365日診断可能な体制の構築には、各々の小児循環器診療中核施設とそれに関係する新生児医療施設や地域病院との間で施行されている遠隔診断ネットワークのほかに、各々を有機的に結合した全国診断ネットワークの整備が不可欠であるが、これについては9施設(69%)が現時点で判断できないとの見解であった。

3. 分担研究

今年度の分担研究の主な結果を以下に示す。

(1) 診断に対して充分有用な能力を持つiChat systemを利用したリアルタイム心エコー画像伝送システム+ADSL環境の限界を知る事は、通信回線が様々な状況にある地域における遠隔診断の可能性を検討する上で意義深い。送信側施設がADSL回線を使用した場合のリアルタイム心エコー動画伝送の限界点の検討では、伝送路容量(帯域幅)が概ね300Kbpsを越えておれば通常の良い画質レベル

が保持されていたが、300Kbpsを下回り、200～100Kbpsでは原則ブロックノイズパターンを示し、実用性に乏しいと判断した。今回の実験結果を考慮すれば、ADSLしか利用出来なくとも事前調査を行ない、300Kbpsの伝送路容量(帯域幅)が概ね確保されていれば、安心してシステム導入可能と思われる。

(2) iChat AVを用いた際の動画送受信不可能となるエラーについての検討を行ったが、インターネットを介したiChat AVでのビデオ送受信障害が発生する要因としては、①インターネットへの接続環境、②ネットワーク帯域、③インターネット接続用ルーター設定が問題になることがある。特に、院内ネットワークにてローカルIPアドレスを使用している場合は、NAT(Network Address Translation)を行っているため、③のルーター設定が利用するルーターによっては難しくなる場合がある。

(3) 送信側病院にある超音波診断装置(ALOKA社製SSD- α 10)からデジタル動画を出力し、そのデジタル信号をDVDリコーダ、暗号化システムを介して一般用のインターネット光回線にて秒間30コマでの送信が可能であるが、心拍数の速い新生児での心臓でも問題のない断層エコー図、カロードグラ図を得る事ができた。但し、

会話は携帯電話で行ったが、将来ヘッドセットトーキングレシーバで行うと便利である。

(4) 先天性心疾患の新生児搬送例の解析に基づく遠隔診断の意義を検討したが、評価の対象は2008年4月1日より2008年12月31日までで県立長野こども病院に、遠隔診断なしで新生児搬送された心疾患症例は14例であった。動脈管依存性のArch anomalyは2例、緊急もしくは準緊急の手術が必要となったTAPVCが3例、動脈管依存性の肺動脈狭窄、閉鎖が2例、大血管転位症が2例で、緊急搬送の適応例は合計9例、60%存在した。遠隔診断した2例のうち、1例は大血管転位症で遠隔診断にて同疾患と卵円孔狭小化を診断し、緊急搬送後にBASを行った。リアルタイム動画転送システムによる新生児遠隔診断は、重症例の早期確定診断と早期治療介入に有用であり、システム構築が一層の小児循環器医療の向上に貢献すると考えた。

(5) 近隣に小児循環器専門医が常駐する施設がある都市部におけるリアルタイム心エコー動画像による遠隔診断システムの役割について検討したが、北海道のような広大でかつ小児循環器治療の中隔施設が多くない地域と比較して、都市部においても遠隔診断システムには一定の役割があると考えられるが、予後改善効果という

観点からはその役割は限定的と考えられた。

(6) 循環器の専門医でなくても一定の精度の診断ができるように、心エコーの検査方法の基準化を試みた。ここではその検査手順と検査に用いる用語の統一を提案するとともに、新生児期危急的心疾患の遠隔診断のポイントについて記載した。

(7) リアルタイム心エコー動画像を用いて危急的心疾患を有する新生児の診療に当たるためには、先天性心疾患に対する経験や知識にばらつきのある医師が担当することが多い。そこで、小児循環器の専門医でなくても一定の精度の診断ができるように、心エコーの検査方法の基準化を試みた。検査手順と検査に用いる用語の統一を提案するとともに、新生児期危急的心疾患の遠隔診断のポイントについて記載した。

(8) インターネット回線を用いた汎用動画像リアルタイム転送システムによる胎児心エコー遠隔診断の可能性を検討した。2008年1月から12月の間に国立循環器病センターで胎児心エコー検査を施行し、出生後に確定診断した先天性心奇形19例を対象とした。胎児心エコー検査は臨床検査技師が担当し、リアルタイム動画像を別室の大画面モニターに表示して、産科医と小児循環器医による疑似遠隔診

断を施行した。疑似遠隔診断による形態異常の把握は全例で正確であった。DVD録画した動画像を、Apple社製iChatとOCN光アクセスBフレッツを用いたインターネットによるリアルタイム動画伝送システムで転送し、遠隔診断の可能性を評価したが、動画転送画像は画質の劣化も軽度でスムーズに動き、ほぼ正確な胎児心エコー診断が可能であると思われた。

(9) 近年開発されている4D超音波診断装置画像解析情報であるSTIC法を用いて、遠隔地にある産科施設より胎児心臓の断面像動画をmailに添付送信、診断施設にて送信動画を用いて胎児心疾患の遠隔地診断を試み、診断の有用性について検討した。STIC法を用いた遠隔地胎児心疾患診断は十分に可能であり、有用と考えられた。しかし、送信側の十分な超音波診断に対するトレーニングが必要と考えられた。

F. 考察

安価な汎用動画像リアルタイム転送システムであるApple社製iChatAVを用いるか、またはアロカ社製のエコーマシンに組み込まれた遠隔診断の送信装置を使用し、いずれもインターネット経由で実施したリアルタイム心エコー動画による130例の新生児に対する遠隔診断を、その後に

通常の方法による小児循環器の専門医の確定診断と比較すると、主要診断ではほぼ完全に一致した。これによって、新生児期重症心疾患の遠隔診断は非常に精度が高いことが証明され、極めて有用であることが確認できた。また、iChat AV を使用する場合は、新たに遠隔診断機能が組み込まれたエコーマシンを購入しなくても現有のエコーマシンの動画を送信して遠隔診断ができることから、少額の投資で実施できるのは特筆すべきことであると考え。また、その画質は良好であり、新生児心疾患の診断の画質については、両者に大きな差異はなかった。さらに、通信をインターネット経由で行うので、専用回線も不要である。分担研究において、伝送路容量(帯域幅)が概ね 300Kbps を超えておれば通常の良い画質レベルが保持されていたとする研究結果から、必ずしも光ケーブルが施設されていない地域であっても、ADSL 回線が使用できる環境であれば、このシステムによる遠隔診断が可能である。したがって、本研究で使用された iChat AV を利用した遠隔診断は、新生児の先天性心疾患の遠隔診断を極めて正確に実施できるだけでなく、初期投資も少額で維持費も安価であることから、今後国内の広い範囲の地域において遠隔診断を普及させるのに有用なシステムであると

云える。本研究班を構成する臨床系の全員に近い研究者の見解として、遠隔診断の受信側の画質については、十分診断に耐えられるレベルあり、ほぼ全例で診断可能としていることから、有用な診断システムであることは間違いないと考える。

本研究で使用したもう一つのシステムである、遠隔診断送信装置を組み込んだアロカ社製のエコーマシンについて触れる。このシステムは、使用回線が余裕のある状態であれば、エコー画像を全く劣化なく送受信できる優れた特徴を持っている。ただし、前述したように、iChat AV を使用したシステムも診断に全く問題のない画質のレベルであり、このエコーマシンの普及は販売価格に大きく影響されると考える。

遠隔診断が予後に与える影響については、前述したような問題があって前向き研究を遂行することができなかったが、これまでの分担研究における後ろ向き研究によって、とくに小児循環器医が少ない広域圏では、心エコーが施行されているにもかかわらず、正確な診断が得られず、早期に適切な治療がなされていない場合が少なくなかった。このような症例では、早期に正確な遠隔診断による適切な初期治療がなされれば、予後が向上する可能性が大きいと考える。本研究班の臨

床系研究者は、全13施設中12施設(92%)でこの遠隔診断が新生児重症心疾患の初期治療に有用であり、11施設(85%)が予後改善に有効であると判断している。

遠隔診断の利点の一つが、緊急搬送の必要性の有無を判断できることである。新生児心疾患であっても、必ずしも緊急搬送や緊急治療と必要とするとは限らない。とくに離島や遠距離の緊急搬送になると、航空機などの出動を要請する場合もあるが、正確な診断によってこれを回避できることもできるなど、経済的にもメリットが期待できる。

新しい診療モデルとして、リアルタイム心エコー動画をを用いた正確な遠隔診断を基盤とする“新生児心疾患救急診療システム”については、前述したような安定した正確な診断が得られるシステムであり、新生児重症心疾患の初期治療と予後改善に対して有用であると考えられるが、本研究班臨床系研究者が所属する12施設(92%)が今後推進すべきシステムであるとの見解であり、11施設(85%)が将来新しい診断システムとして定着すると予想している。但し、送信側の遠隔診断を開始する前に、ある程度のトレーニングをするのが、問題発生を防ぐのに有効だとの意見が5施設(42%)からあった。

G. 結論

安価な汎用動画像リアルタイム転送システムであるiChat AVを使用しインターネット経由で実施した、リアルタイム心エコー動画像による新生児重症心疾患に対する遠隔診断においては、主要診断がほぼ完全に一致した。また、伝送路容量が概ね300Kbpsを超えておれば通常の良い画像レベルが保持されるため、光ケーブルのみではなくADSL回線が使用できる地域であれば遠隔診断が可能である。

小児循環器医がいない新生児医療施設において、早期に正確な遠隔診断による適切な初期治療がなされれば、新生児重症心疾患の予後が向上する可能性が大きいと考えられ、新生児重症心疾患に対する遠隔診断が実施できる“新生児心疾患救急診療システム”は新しい診断モデルとして拡大・整備すべきものとする。

H. 健康危険情報

該当なし

I. 研究発表

1. 論文発表

1) Matsui H, Satomi G, Yasukochi S, Kaneko S, Haseyama K. Evaluation of right ventricular contraction by myocardial strain in children using

a two-dimensional tissue tracking method.

該当なし

3. その他

Pediatric Cardiology. 2008, 29: 377-81.

該当なし

2) Kajimura I, Satomi G, Yasukochi S, et al. Pericardial three-dimensional echocardiography. J Echocardiography. 2008, 6:39-45.

3) 内藤幸恵, 里見元義, 安河内聡, 金子幸栄, 打田俊司, 原田順和. 心房間交通障害を伴う左心低形成症候群の臨床・病理学的検討. 日本小児循環器学会雑誌. 2008, 24:697-704

学会発表

1) 黒寄健一, 越後茂之. リアルタイム動画転送システムによる新生児心エコー遠隔診断. シンポジウム: 先天性心疾患の遠隔医療. 日本小児循環器学会 郡山 2008. 7

2) 大月審一. 高精度リアルタイム心エコー動画像転送システムによる胎児心エコー動画像転送の有用性について. ライブデモンストレーション. シンポジウム: 先天性心疾患の遠隔医療. 日本小児循環器学会 郡山 2008. 7

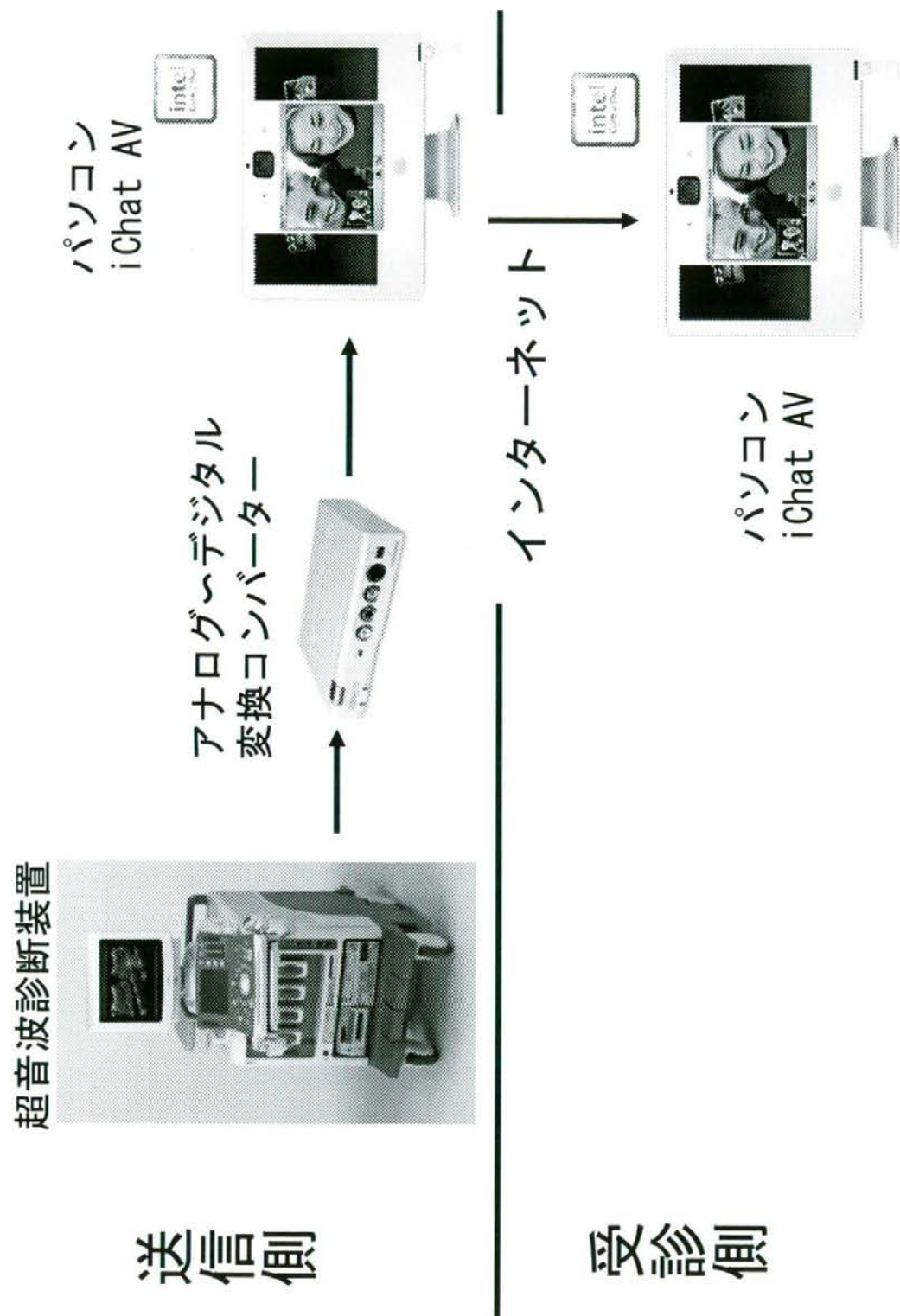
J. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

リアルタイム心動画像による遠隔診断 Fig. 1



Telediagnosis and Definitive Diagnosis Table 1

Age (day)	System	Telediagnosis	Definitive diagnosis
1	2 iChat	CAVC (type C), PDA, PH	CAVC (type C), PDA, PH
2	7 iChat	TOF, RAA	TOF, RAA
3	2 iChat	Dex, MA, VSD, TGA, CoA, PDA, PH	Dex, MA, VSD, TGA, CoA, PDA, PH, TAPVC cardiac, BR SVC, AORSCA
4	5 iChat	VSD, PH	VSD, PH
5	2 iChat	critical PS, PDA, ASD, PH	critical PS, PDA, ASD, PH
6	2 iChat	TAPVC supracardiac (1a)	TAPVC mixed (1a+2a)
7	1 iChat	TA, PDA	TA, PDA
8	1 iChat		
9	17 ALOKA	TOF	TOF, AORSCA
10	4 ALOKA	CAVC (C), PDA, PH	CAVC (C), PH
11	2 ALOKA	CoA, VSD, PDA, PFO, PH	CoA, VSD, PDA, PFO, PH
12	5 ALOKA	DORV (subaortic VSD), infundibular PS, PLSVC to CS	TOF, PLSVC to CS
13	2 ALOKA	AVD, DORV, VSD, ASD, PS	AVD, DORV, VSD, ASD, PS
14	20 ALOKA	CAVC (C), PDA, PH	CAVC (C), PDA, PH
15	7 ALOKA	VSD, PFO, PH	VSD, PFO, PH
16	2 ALOKA	cPS, PDA, PFO, PH	cPS, PDA, PFO, PH
17	1 iChat	WNL	WNL
18	1 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
19	7 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
20	0 iChat	PA/TVS	PA/TVS
21	1 iChat	WNL	WNL
22	1 iChat	WNL	WNL
23	6 iChat	WNL	WNL
24	5 iChat	WNL	WNL
25	8 iChat	VSD (PM), PFO	VSD (PM), PFO
26	14 iChat	WNL	WNL
27	15 iChat	WNL	WNL
28	14 iChat	WNL	WNL
29	3 iChat	WNL	WNL
30	1 iChat	WNL	WNL
31	5 iChat	WNL	WNL
32	6 iChat	WNL	WNL
33	6 iChat	WNL	WNL
34	6 iChat	WNL	WNL
35	4 iChat	WNL	WNL
36	1 iChat	WNL	WNL
37	1 iChat	WNL	WNL
38	1 iChat	CoA/VSD	CoA/VSD
39	3 iChat	Asplenia, UVH, PA	Asplenia, UVH, PA, SRV, bil SVC, CAVV
40	5 iChat	WNL	WNL
41	5 iChat	WNL	WNL
42	9 iChat	PDA	PDA
43	5 iChat	WNL	WNL
44	18 iChat	PFO	PFO
45	1 iChat	PS	PS
46	15 iChat	VSD multiple	VSD multiple
47	7 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
48	1 iChat	WNL	WNL
49	0 iChat	TAPVC (1a)	TAPVC (1a)
50	0 iChat	IAA	IAA (A)
51	1 iChat	WNL	WNL
52	1 iChat	WNL	WNL
53	5 iChat	PS 未精性	PS
54	9 iChat	PS	PS
55	0 iChat	HLHS	HLHS (AA, MA)
56	0 iChat	HLHS	HLHS (AS, MA)
57	1 iChat	TGA (I)	TGA (I)
58	7 iChat	WNL	WNL
59	4 iChat	WNL	WNL
60	5 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
61	0 iChat	WNL	WNL
62	3 ALOKA	WNL	WNL
63	5 ALOKA	WNL	WNL
64	6 ALOKA	WNL	WNL
65	7 ALOKA	VSD (PM)	VSD (PM)
66	2 ALOKA	WNL	WNL
67	28 ALOKA	WNL	WNL
68	2 ALOKA	WNL	WNL
69	5 ALOKA	WNL	WNL
70	6 ALOKA	WNL	WNL
71	5 ALOKA	WNL	WNL
72	5 ALOKA	WNL	WNL
73	5 ALOKA	WNL	WNL
74	1 ALOKA	WNL	WNL
75	0 ALOKA	PS	PS
76	0 ALOKA	WNL	WNL
77	0 ALOKA	WNL	WNL
78	0 ALOKA	WNL	WNL
79	1 ALOKA	WNL	WNL
80	4 ALOKA	WNL	WNL
81	5 ALOKA	WNL	WNL
82	2 ALOKA	WNL	WNL
83	0 ALOKA	WNL	WNL
84	3 ALOKA	WNL	WNL
85	8 ALOKA	PFO	PFO
86	28 ALOKA	PFO	PFO
87	24 ALOKA	PDA	PDA
88	1 ALOKA	WNL	WNL
89	0 ALOKA	WNL	WNL
90	7 ALOKA	WNL	WNL
91	5 ALOKA	WNL	WNL
92	8 ALOKA	WNL	WNL
93	4 ALOKA	WNL	WNL
94	3 ALOKA	WNL	WNL
95	0 ALOKA	CoA/VSD	CoA/VSD
96	1 ALOKA	WNL	WNL
97	1 ALOKA	WNL	WNL
98	1 ALOKA	WNL	WNL
99	5 ALOKA	WNL	WNL
100	5 ALOKA	WNL	WNL
101	2 iChat	PS	PS
102	0 ALOKA	WNL	WNL
103	5 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
104	5 iChat	VSD (muscular)	VSD (muscular)
105	1 iChat	WNL	WNL
106	38 iChat	ASD	ASD
107	58 iChat	PFO	PFO
108	2 iChat	WNL	WNL

Age/day	System	Telediagnosis	Definitive diagnosis
109	4 iChat	WNL	WNL
110	2 ALOKA	VSD (PM)	VSD (PM)
111	5 ALOKA	TR	TR
112	4 ALOKA	WNL	WNL
113	4 ALOKA	WNL	WNL
114	0 iChat	WNL	WNL
115	5 iChat	PS peripheral	PS peripheral, AS(supra)mild, Williams syn.
116	8 iChat	VSD (PM)	VSD (PM)
117	2 ALOKA	MR	MR
118	1 ALOKA	WNL	WNL
119	1 ALOKA	WNL	WNL
120	1 ALOKA	WNL	WNL
121	0 ALOKA	WNL	WNL
122	5 ALOKA	WNL	WNL
123	0 ALOKA	WNL	WNL
124	8 ALOKA	WNL	WNL
125	2 ALOKA	VSD (PM)	VSD (PM)
126	3 ALOKA	PDA	PDA
127	6 ALOKA	WNL	WNL
128	2 ALOKA	WNL	WNL
129	1 ALOKA	PDA	PDA
130	1 ALOKA	PDA	PDA
131	1 ALOKA	PDA	PDA

Abbreviations: * failed to set telediagnosis, WNL within normal limit