総 説

医 科 器 械 と 在 宅 医 療

テレビ電話による小児在宅人工呼吸患者の遠隔サポート

鈴木康之* 阪井裕一* 宮坂勝之*

はじめに

小児在宅医療の意義は成長発育発達途上の小児患者を家庭に帰すことで患児と両親の接触を深め、成長を促すことにあるが、その他にも患児の情緒面を安定させ、感染症の機会を減少させるという様々な効果が期待できる。また医療者側にとっても慢性呼吸管理患者の長期入院を減少させ、病床の有効利用ができるという利点がある。

国立小児病院麻酔集中治療科では、15年以上前から小児在宅高度医療に取り組んできた。社会的関心や認識がまだ十分でなく体制も確立されていない中で在宅医療を推進するために解決しなければならない問題が山積みしていた。特に対象が協力を得にくい小児患者であるため、病院内であっても特殊な機器や技術を必要とする人工呼吸管理の在宅医療への移行に関しての不安は患者家族側のみならず、病院関係者にとっても存在し、これは大きな障害であった。入院中に予め十分な説明や指導をしたとはいえ、いったん在宅管理に移行してから医療機器に関する不安は医療関係者と患者、介護する家族の双方にしばらくつきまとう。

こうした様々な側面を、小児麻酔科医が行うことの物理的、時間的制約への解決を模索することが必要であった。彼らのなじみの少ない気管切開、人工呼吸管理に関わることで訪問看護や保健所、ソーシャルワーカーなどの福祉関係

者の積極的協力を取り付けることは当時困難な課題であった。さらに在宅管理を希望する家族の中には、極力自分たちのみでの自立を希望し、たとえ善意であっても四六時中多数の病院や福祉関係者が家庭内に踏み込んでくる状況を好まないケースも少なからず存在する。

在宅患者や家族のプライバシーを極力守りながら、しかも小児麻酔科医という極めて希少で多忙な人材資源を在宅管理に有利に振り向ける手段を模索しながら、様々な通信手段を用いた患者、患者家族と医療機関とのコミュニケーション手段を検討してきたのが私たちがこの方面に取り組んだきっかけである。

【国立小児病院在宅人工呼吸管理の歴史】

国立小児病院麻酔集中治療科では15年前の1982年に先天性筋ジストロフィー症の当時12歳の患者を在宅で人工呼吸管理に成功し、その後現在までに在宅人工呼吸管理患者はのべ13人にのぼる(表1)。患者の内訳は中枢性低換気症候群、神経筋疾患、呼吸器疾患など様々で、在宅開始年齢も11カ月から15歳と広範囲にわたる。当初は小児の在宅用人工呼吸器がなく、病院で使用していたニューポートE-100人工呼吸器をエアーコンプレッサーで動作させ、バックアップにLP-4を使用した。また在宅酸素療法も保険適用になる前で酸素濃縮器のような便利な器械もなかった。ニューポートE-100人工呼吸器は長期間病院入院中に使用している人工呼吸器として患者や家族への信頼もあり、家に持ち込

* 国立小児病院麻酔・集中治療科

(20) 医 器 学 Vol. 68, No. 2 (1998)

表 1 国立小児病院在宅人工呼吸管理患者一覧表
(1997年 9 月)

患者	病名	在宅開始年齢	開始	経過	人工呼吸器
1	先天性筋ジストロフィー症	12歳	83年5月	在宅	Newport/LP4
2	重症性胸郭異形成症	6歳5カ月	87年9月	在宅	Newport-Puppy2
3	副腎白質ジストロフィー症	11歳	87年12月	外泊	Companion-Puppy2
4	慢性気管支炎	1歳11カ月	89年8月	退院後 離脱	ARF900EIII
5	先天性横膈膜ヘルニア術後	3歳3カ月	90年4月	転院	Companion-Newport
6	筋ジストロフィー症 (Duchenne)	15歳	91年9月	転院	Companion
7	縦心奇形	1歳7カ月	92年8月	死亡	Newport
8	福山型筋ジストロフィー症	1歳7カ月	94年1月	在宅	Newport-Puppy2
9	脳性麻痺、頸椎損傷	14歳	94年6月	在宅	ARF900EIII-Puppy2
10	慢性気管支炎	3歳4カ月	94年7月	外泊	Newport
11	中枢性肺低換気症候群 (Ondine's curse)	11カ月	94年7月	在宅	Newport-Puppy2
12	低酸素性脳症、先天性気管 支炎術後	11歳	95年11月	在宅	Newport-Puppy2
13	喉頭気管軟化症	4歳	96年9月	在宅	Puppy2

(/) バックアップ人工呼吸器、(-) 在宅人工呼吸器の変更

図 1 ニューポート人工呼吸器による在宅人工呼吸
ニューポート人工呼吸器をエアーコンプレッサー (MACS-50) で駆動し、酸素濃縮器の流量 3 L/分流すことにより吸入気酸素濃度がほぼ 35 %になる。加温加湿器を含めて起動時に 27 A、定常時に 17 A の電気容量が必要。

むことに関する受け入れは容易であったが、それを駆動するエアーコンプレッサーは家庭用の使用にはなっておらず、人工呼吸器、加温加湿器、酸素濃縮器全てを同時に立ち上げ時に最大 27 A の大電流が必要となり、家庭の 100 V 電源の許容電流の増加が必要となる (図 1)。また、室内に置いたエアーコンプレッサー自身が熱を持つため、夏は勿論、室内のエアーコンディショニングが不可欠である。また停電時にはバッテリーのバックアップがないため、用手換気が必要となる。夜間に停電が起こると酸素濃縮器からの酸素供給も断たれるため、ボンベからの酸素の人工呼吸が必要となる患者もいる。エアーコンプレッサーのモーター音は深夜の静かな

時間帯に使用しているとその騒音も無視できない。

1994 年 7 月に携帯型人工呼吸器 Puppy-2 をオリジン医科工業とともに開発し、1994 年 12 月に初めて窒息性胸郭異形成症の在宅患者に装着し、使用しやすさ、心地よさに患者自身が満足し、ニューポート E-100 から Puppy-2 への移行はスムーズに施行できた。Puppy-2 呼吸器本体の重量が 7 kg と 14 歳の患者自身が持つことができる小型軽量化に成功し、携帯性に優れた人工呼吸器である。以後ニューポート E-100 をエアーコンプレッサーとともに室内で使用していた小児病院の在宅人工呼吸患者は、「外出したい」「外泊したい」という要望に応じて携帯性の優れた Puppy-2 に順次変更しつつある。

また酸素濃縮器も小型化と消音化が進み、酸素業者の患者サービスの向上により、外泊先のホテルや家庭に濃縮器の設置をおこない、人工呼吸器の小型化とともに外出や外泊を容易にし、患者の Qualities of Life を高めるのに貢献している。

【在宅医療用のテレビ電話システムの開発】

特殊な医療器械を家庭で使用する在宅人工呼吸療法の場合、人工呼吸管理の専門家や人工呼吸器や酸素を供給する業者の 24 時間体制は不可欠である。しかし、現在の日本の医療システムではまだこの様な患者のサポート体制は万全ではなく、数少ない専門医師の努力に負うところが多い。この物理的、時間的限界への解決策としてテレビ電話の活用を考案し、1993 年より小児在宅呼吸管理療法に総合デジタル通信網 (Integrated Services Digital Network 64: ISDN 64) を用いたテレビ電話の導入を開始した。

我々が使用しているシステムを紹介する。市販のテレビ電話 (Picsend R, NTT, Photovision HV 300, 日立) に在宅医療用にカメラの遠隔操作機能を付加したシステムを使用している (図 2)。このテレビ電話の特徴は高精細静止画にすると 704(H) × 480(V) とパソコン画面並の高解像度が得られ、人工呼吸器の操作面や輸液ポ

図2 在宅用テレビ電話システム

NTT社のPicsend-R、電話機のプッシュボタンを押すことにより相手側カメラの遠隔操作が可能。下段はタイムベースコレクター機能付きのビデオテープレコーダー（受診時に診療内容を録画）

ンプの操作面の説明に充分で、通常の胸部レントゲン写真の読影も充分可能である。しかし、市販されている2機種間でこの静止画モードに関して互換性がないという欠点がある。

自動着信機能があり、付属のカメラのズームや方向を電話本体のプッシュボタンで遠隔操作するシステム（アイシンコスモス研究所）を加えることにより、患者の診察や器械の観察能力が大幅に改善されている。

動きを重視する場合には解像度176(H)×144(V)と低いが毎秒15フレームで送ることが可能である。また画質優先で動きも見たいときには352(H)×288(V)に保つことが可能で患者の動きに合わせて毎秒10フレーム程度に自動調節され、人工呼吸器の針の動きや患者の細かい動き例えば痙攣の様子を観察するには充分実用的である。

このシステムの特徴は今や汎用のISDN電話回線により比較的安価に音声のみではなく画像の通信が可能になったことである。画像は動画を中心に送ることができるので患者の表情や胸の動き、痙攣などの異常な四肢の動き、人工呼吸器の動きも診断が可能となったことである。しかも病院との連絡に使用しないときには普通の音声のみの電話として使用が可能で、病院とのコミュニケーション専用の回線を引く必要がないところにある。使用方法も通常の電話と全く同じで、面倒なスイッチ操作やキー操作はない。また相手が受診できない状況でも自動着信

モードを使用すれば何時でも画像を得ることが可能である。遠隔操作カメラにより患者自宅の部屋全体の観察から皮膚や口唇色などの局所の観察まで可能となり、トラブル時の解決に役立つ。

【在宅呼吸管理におけるテレビ電話導入の効果】

当院でおこなったテレビ電話の導入が在宅呼吸管理患者にあたえた影響に関する研究を紹介する¹⁾。テレビ電話システムは24時間複数の呼吸管理専門医師が対応できるように国立小児病院の小児集中治療病棟に設置している。また、患者宅、人工呼吸器メーカーおよび在宅酸素供給業者にも導入設置した。1994年9月から1996年3月までの間にテレビ電話を導入した小児在宅人工呼吸管理の患者10名を対象とし、在宅呼吸管理の原因疾患は慢性呼吸不全、神経筋疾患、中枢性低換気であった。このうち7名はテレビ電話導入時にすでに在宅呼吸管理を施行中でありA群とし、テレビ電話の導入前6カ月間と導入後の6カ月間で電話受診回数、医師による往診回数、臨時の外来受診回数、入院日数を検討した。また在宅人工呼吸管理療法と同時に自宅にテレビ電話を導入した3名の患者はB群として同様の検討を行った。また、患者や家族のテレビ電話に対する感想や意見を自由に述べてもらい記録検討もおこなった。

A群においてテレビ電話導入前6カ月と導入後6カ月で電話による受診回数は11回から58回と約6倍に増加したが、医師の往診回数は5回から0回へ減少した。患者の定期受診日以外の

図3 A群における電話導入前後による変化
(6カ月間の累積回数)

(22) 医器学 Vol. 68, No. 2 (1998)

臨時の受診回数は24回から5回へ、入院日数は22日から10日へ減少した(図3)。

また在宅開始時にテレビ電話を導入したB群においては6カ月間に45回のテレビ電話受診回数があったがこのうち35回は最初の3カ月に行われた。定期受診以外の臨時受診回数は1回のみで入院を必要としたものはいなかった。

テレビ電話の内容内訳はA群の58回中で医療的内容、つまり患者の容態の変化が14回(痙攣3, 発熱7, 吸引の性状の異常4)であった。痙攣や発熱に対してテレビ電話で診察しながらセルシン座薬やアセトアミノフェン座薬投薬の指示をおこない、適格な治療や観察が可能であった。その結果14回の医療的内容の電話受診のうち入院になったのは2回のみであった。医療器械のトラブルの内容が6回(加温加湿器4, エアコンプレッサーのオーバーヒート2)で、病院の医師による対応が可能で、後日医療業者に確認してもらうために出張してもらったが、業者の緊急の出動は回避できた。その他挨拶程度の内容が38回だった。それに対してテレビ電話の導入と同時に在宅医療を開始したB群では、テレビ電話受診回数の45回の殆ど(35回)が最初の3カ月間にあった。電話の内容は容態の変化18回(痙攣2, 発熱3, 吸引物の性状の異常

5, 容態の確認8), 器械のトラブル27回(エアコンプレッサー2, 呼吸回路の異常4, 人工呼吸器本体1, 異常音や振動20)でありいずれも医師のテレビ電話による指示により対処でき、入院となった患者はいなかった(図4)。

【テレビ電話導入による経済効果】

テレビ電話の導入により心理的、時間的な負担の相当な軽減ができ、医療の質の向上を図ることができる。国立小児病院の在宅患者一人当たりの診察にかかわる時間を平均するとおおよそ、外来診察に対し1時間、入院患者の診察処置に2時間、往診に4時間、テレビ電話による受診に15分と算定した。また人工呼吸器メーカーや在宅酸素業者の出張には1件あたり平均4時間とした。患者や家族が外来受診する場合、病院へ行こうと決めてから準備し、移動時間、外来での待ち時間、診察時間を合わせると平均の外来受診に要する時間は平均5時間と算定できる。以上よりテレビ電話の導入による経済的効果を時間で計算すると観察期間の6カ月間に患者は95時間、医師は51.2時間、医療業者は48時間の時間節約となった。

【テレビ電話導入による患者や家族の評価】

我々の研究の結果テレビ電話による在宅医療は医師、患者、業者の相当な時間節約、医療費節約効果が得られることがわかった。研究期間中に家族にテレビ電話の設置に関して意見を求めたところ、途中で中止を希望したものはなく、役に立つといった意見が多かった。普通の電話と同じ感覚で使用が可能、何かおこった時に目で見てもらえるという安心感、医師の顔が見えるという安心感、自宅で呼吸管理を行うことに対する不安の解消に役立つ、また緊急の病院の受診回数が少なくなってよかったというような良好な反響であった。

また嚢胞性肺線維症という日本では稀な疾患の患者家族同士でのテレビ電話によるコミュニケーションが始まり我々が予想していた以上の効果があった。相手側の音声だけでは乗り越えられない心理的な壁を、こどもや両親の顔を見

図4 A群, B群のテレビ電話の受診内容

ることによりお互いの気持ちが次第に打ち解け、乗り越えることができた。その後お互いの関心事を気安く相談できるようになったという思われぬ効果がテレビ電話によりもたらされた²⁾。テレビ電話が在宅患者間に普及することにより医師には相談しにくい悩みをもつ患者や家族同士のコミュニケーションの手段として役に立つ可能性が高い。また当初懸念していたプライバシーの保護に関連する問題は全くなかった。

【テレビ電話による在宅医療の今後の課題】

現在のテレビ電話システムは10-12フレーム/秒の動画像により多少動きにはぎこちなさがあるが、充分実用的で人工呼吸器の気道内圧計の針の動きの読みとりには問題なかった。また高精細静止画像の転送は我々の実験ではレントゲン写真の読影が可能な程度の高画質であったが異機種間ではこの静止画モードが機能しないという欠点がある。色彩に関しては光量などの周囲の影響を受けやすく、チアノーゼ、顔色などの判断が困難であった。これに対しては今後は画面に色の尺度を入れて対比させるような解決策も必要かと思われる。

市販の装置の値段は4年前は本体のみで約60万円と高価であったが、値段の低価格化が図られ、2台で19万8,000円という機種も最近出現した。在宅人工呼吸患者は人工呼吸器、吸引器、パルスオキシメータ等のモニターを含む周辺機器および吸引チューブなどの消耗品等患者の経済的負担は大きい。今後、在宅用の機能を備えてしかも安価なテレビ電話が登場し、電話回線の使用料の患者割引制度などを考慮することがテレビ電話の在宅患者への普及には必要と思われる。

現状ではNTTなどの通信サービス、通信機器サービス企業のISDNテレビ電話に対する取

り組みは充分とは言えず、異機種間の互換性、価格帯、通信費を含め、今後の検討が必要である。

電話再診制度へのテレビ電話加算などを契機として、医療機器業者、在宅患者へのテレビ電話の普及を図り、通信サービス企業への医療への利用の関心を惹起し、結果としてより患者および介護者の希望に即した、質の高い在宅医療の普及につながる可能性は大きい。

おわりに

在宅介護、医療が進められる中、専門医のいる病院から遠く離れた地域の患者や、在宅の患者の中には、ニューメディアがあってはじめて医療の恩恵を受けられる患者群が存在することを忘れてはならない。

ニューメディアを利用した遠隔画像診断に代表される高度な技術も目を引いているが、私たちは少ない人材の有効活用的手段として、特に在宅患者介護する家族の精神的支援を目的とした有用性を探ってきており、テレビ電話だけでも患者、家族にとって在宅医療への移行期には大きな不安軽減となることが示された。そして日頃は社会とのつながりが閉ざされがちな患者同士の交流を賦活させるのにも有効であることが示された。こうした手段が普及することにより、自然で健全な生活環境での在宅医療がより普及することを願う。

参考文献

- 1) Miyasaka K, Suzuki Y, Sakai H, et al.: Interactive communication in high-technology home care: videophones for pediatric ventilatory care. *Pediatrics* 99: 1-6, 1997.
- 2) Adachi T: How videophones affect patients' families: The 3rd International Conference on the Medical Aspects of Telemedicine S-1-4, 1997.