脳神経外科と地域遠隔医療システムの可能性

太田 剛史

高知医療センター脳神経外科

Telemedicine in Neurosurgery

Tsuyoshi Ohta, M.D., Ph.D.

Department of Neurosurgery, Kochi Health Sciences Center

Telemedicine refers to the provision of clinical services to patients in remote geographical locations via real-time bidirectional communication. Considering a sustainability based approach, telemedicine is important in Japan for effective delivery of health care services to local cities and remote regions. Optimization of treatment for acute cerebral stroke is an important component of neurosurgical services. Following advances in communication technology, real-time information sharing may become possible, particularly with regard to therapeutic procedures. This development would facilitate healthcare delivery at nighttime and during holidays when limited medical resources are available even in urban areas. Telemedicine would play an important role in the treatment of conditions that require a high level of diagnostic and therapeutic expertise. However, telemedicine also has the inherent shortcomings of medicine itself. When introducing and operating telemedicine, it is important to discuss the problems such as the scope of responsibility.

(Received October 8, 2019; accepted November 11, 2019)

Key words : telemedicine, neurosurgery, stroke**Jpn J Neurosurg (Tokyo) 29 : 619-624, 2020**

はじめに

2018年の診療報酬改定で「オンライン診療料」「オンライン医学管理料」が新設され、情報通信技術を活用した新たな医療の機運が高まっている。本稿では遠隔医療の背景と定義、脳神経外科における遠隔医療の2019年7月現在の状況と問題点、地域遠隔医療システムの可能性について検討する。

遠隔医療の需要の背景

2018年2月9日の医療計画策定研修会における厚生労働省医政局の資料¹⁰⁾によると、「平成20年度以降、医学

部定員を大幅に増員したが、医師の地域偏在・診療科偏在は解消されておらず、地域・診療科によっては『医師不足』との指摘¹⁾があることが問題視されている。その対策の1つとして、「医師が医師の少ない地域で勤務を行うに当たり、不安を解消するための環境整備」として「医師間の遠隔相談・診療等に対する支援」が提案されている。

さらに、厚生労働省の医療政策の1つとして「医療分野の情報化の推進」が挙げられ、「住み慣れた地域で安心して質の高い医療サービスを受けながら生活していけるような社会を目指し、地域における医療機関等の間で必要な情報連携を進めていくことは重要」で、「ICTを活用したネットワークを構築」し、「地域における質の高い医

連絡先：太田剛史，〒564-8565 大阪府吹田市岸部新町6-1 国立循環器病研究センター脳神経外科

Address reprint requests to: Tsuyoshi Ohta, M.D., Ph.D., Department of Neurosurgery, National Cerebral and Cardiovascular Center, 6-1 Kishibe-shinmachi, Suita-shi, Osaka 564-8565, Japan

療の提供に寄与する取組」が重視されている⁹⁾。

遠隔医療の定義と現状

遠隔医療とは、双方向性にやり取りした音声や視覚情報をもとに、遠隔地の患者に対して行われる医療行為をいう。現状では、地方の医療の質の向上・患者の利便性の向上・離島や僻地などにおける医療の地域差の是正など、地域医療の充実の観点から重要と位置づけられている⁹⁾。

厚生労働省の2014年医療施設調査では、画像診断、病理診断、在宅医療が遠隔医療として行われていた。普及に向け、厚生労働科学研究費補助金による研究助成、遠隔病理診断・遠隔画像診断などに対する診療報酬上の評価、情報通信機器への補助事業、医師等医療従事者に対する研修事業などが実施されている。

脳神経外科と遠隔医療

遠隔医療であっても、「医師は、自ら診察しないで治療をし（中略）てはならない」という医師法第20条との整合性がなければならない。厚生省健康政策局長による平成9年12月24日付の健政発第1075号では、遠隔診療の適正な実施を期するための留意事項が提示されている¹¹⁾。脳神経外科が遠隔医療を活用する場合は、急性期診療のことが多いと思われるが、特に重要な項目を以下に抜粋する。

①初診および急性期の疾患に対しては、原則として直接の対面診療によること

②離島、僻地の患者など直接の対面診療を行うことが困難である場合には患者側の要請に基づき、患者側の利点を十分に勘案したうえで、直接の対面診療と適切に組み合わせられるときは、遠隔診療によっても差し支えないこと

③遠隔診療においても、直接の対面診療と同様、診療の実施の責任は当然に診療を実施した医師が負うこと

④医師法第20条等における「診察」とは、問診、視診、触診、聴診その他手段の如何を問わないが、現代医学からみて、疾病に対して一応の診断を下し得る程度のものをいうこと

⑤直接の対面診療と同等ではないにしてもこれに代替し得る程度の患者の心身の状況に関する有用な情報が得られる場合には、遠隔診療を行うことは直ちに医師法第20条等に抵触するものではないこと

⑥特に医師を介在する遠隔医療、つまり医療機関と医

師相互間で行われる遠隔診療については、医師が患者と対面して診療を行うものであり、医師法第20条との関係の問題は生じないこと

以上から、遠隔診療がすべてを代用することではなく、あくまで直接の対面診療を補完するものとして考えられていることがわかる。

脳神経外科における遠隔医療の現状と問題点

遠隔医療による地方における急性期脳卒中診療の改善についてはドイツ¹³⁾、米国¹⁾、日本⁷⁾のそれぞれから、アルテプラザー静注療法の適応判断補助による適応拡大や時間短縮の効果が報告されている。さらに、電話やFAX、転送画像を用いてドクターヘリ内でアルテプラザー静注療法を開始する試みも行われている³⁾。そのほか、医師間の画像連携や電話でのやり取りに基づき急性期脳梗塞に対する血管内治療の検討も広く行われている⁷⁾¹⁷⁾¹⁹⁾。

実施にあたっては転送される情報の品質が保証されなければならない。「オンライン診療」では医師-患者本人間の情報通信機器を介した遠隔診療が認められている一方、医師間、もしくは医師・医療者間の情報伝達においては、その専門性の高さからも2014年11月25日に施行された医薬品医療機器等法の認証を受けたプログラムが必要とされている。同認証を受けたプログラムは依然限られているが、今後のシステム構築では考慮しなければならない。

脳神経外科における遠隔医療の現状を鑑みると、上述のような急性期脳卒中への応用が可能な施設は限られている。多くの施設ではまれな脳腫瘍などの診断が困難な症例の画像データを日常機器を使用して専門医に転送し、診断・アドバイスを依頼することがすでに行われている。したがって、脳神経外科の多岐にわたる疾患において、すでに一部の遠隔医療は実践されているが、医療上のシステムとして確立するにはまだ時間を要するだろう。また、一方向性伝達に伴う情報の不均衡や脳神経外科で扱うような大容量データの転送の実用容量限界も懸念される。さらに、身体状況の把握、医師または医療者の介在、往診または来診の困難というすべての条件を満たす脳神経外科遠隔診療は、特に急性期診療の手段としては限定的である。すなわち、効率的な患者紹介・情報提供以上の役割はないのが現状である。

脳神経外科における今後の遠隔医療

将来の遠隔医療では、介在する医師・医療職に詳細な

知識がなくとも最適で迅速な診断・治療を実施できるように、診療を専門的に補完することが望ましい。現在の遠隔医療の条件では高い専門性を発揮することは難しいため、新たな基準と法整備のほか双方向性の情報の同時性・精度・容量を拡張しなければならない。近く普及が期待される第5世代移動通信システム（5G）を介せば複数の超精密なリアルタイム情報を低遅延での同時処理や現実的な双方向伝達も期待できるため、技術的な限界は突破し得る。そうすると、大量の情報を短時間に処理・判断しつつ細密な手技を実施しなければならない脳神経外科診療においても、遠隔医療の実現可能性が出てくる。以下、法律的な限界はひとまず置いて、将来の遠隔医療の技術的・倫理的側面について考察したい。

地域遠隔医療システムの可能性

「医療」は、どの検査を行うかの判断の基となる情報検索である「診察」、疾患のカテゴリー化、病名決定のプロセスである画像評価などの「診断」、疾患の治癒、軽快のための方策である手術などの「治療」の3要素により構成される。低遅延、高速・大容量、多接続を実現する近未来の通信システムに基づく遠隔医療における、各要素の変貌を予想してみる。

近未来の遠隔「診察」においては、ヘッドマウントディスプレイなどによる仮想現実的な視覚化、小型化したドローンによる遠隔地での多様な情報収集などを活用して、現実と同程度の身体情報を入手できるかもしれない。搬入前に救急隊の装着した機器を経由して実体験化した診察ができるようになるかもしれない。その結果、脳卒中、特に主幹動脈閉塞患者の血栓回収脳卒中センターへの搬送など、重症度や想定疾患に応じた特定機能をもつ病院への誘導が可能となるかもしれない。

現時点でも脳神経外科領域の「診断」は画像所見に大きく依存しているため、遠隔「診断」はもっとも現実的である。CT/MRIなどの画像を複数の医師がリアルタイムに評価できるようになれば、先の診察所見と複数の検査所見を組み合わせ「診察」から「診断」までを連続して短時間で実施可能だろう。救急医の診断を放射線科医師がサポートすれば、医療上の間違いは減少することもすでに報告²⁾されており、今後は各専門領域の診断の正確性のためにこれらの補助は活用されるだろう。

電話などを介した断片的な情報に基づき上級医に治療方針を相談したことはだれしもあるだろう。より精密な情報を双方向性に伝達できれば、コンサルトする医師の知識レベルに関係なく、専門医が容易に判断できるよう

になるだろう。しかし、近未来の遠隔「治療」でそれ以上に期待されるのは、双方向性を活用した「手技の遠隔転送」であろう。現状では、戦場で負傷した兵士を対象に遠隔操作のロボット手術システムで迅速に処置すること¹⁵⁾や、循環器領域で離れたところでのカテーテル手技である telestenting¹⁴⁾はすでに試みられている。本邦でも、2019年7月一部改訂された「オンライン診療の適切な実施に関する指針」では、「高度な技術を要するなど遠隔地にいる医師でない」と実施が困難な手術などを必要とし、かつ、患者の体力面などから当該医師の下への搬送・移動等が難しい患者を対象」とした「情報通信機器を用いた遠隔からの高度な技術を有する医師による手術等」の項目が新設された⁸⁾。新しい遠隔「治療」の影響は大きく、地域ごとに「遠隔医療センター」を設置し、そこへの救急搬送を推進するような流れが生じれば、医療の地域格差の解決につながるかもしれない。

具体的な例として、以下に広域地方部での救急医療、特に急性期血栓回収療法での遠隔医療の応用を考察する。急性期血栓回収療法は前方循環閉塞の大半の患者で利益があることが実証されており、主幹動脈閉塞患者に対して迅速な治療開始を行うことができるような体制整備が求められている⁴⁾。しかし、日本では地域間の治療件数格差が大きく、2016年時点では最大で10倍を超えていた²⁰⁾。特に地方では血栓回収療法を実施できる施設が限られていることが背景因子としてあるかもしれない。本療法に遠隔医療システムが導入され、診断のための情報転送およびカテーテル治療の技術送信が可能となれば、転送に関係する判断や搬送という因子を省略することで大幅な時間短縮を達成できるかもしれない（Fig. 1）。そのためには、主幹動脈閉塞予測スケールを適応して適切な患者を遠隔医療の可能な施設に搬送する triage¹⁸⁾や専門施設との連携方法と受け入れ態勢の整備などの問題を解決しなければならないだろう。

以上より、地域遠隔医療システムにより、質の高い情報をリアルタイムに共有することができるようになれば、地方、夜間、休日などの医療資源が手薄になる状況でも、都市部の日中の豊富な医療体制を再現できるかもしれない。

新しい遠隔医療の課題

新しい遠隔医療が実現した近未来には、医療品質は向上するかもしれない。同時並行的に発展するであろう artificial intelligence (AI) も実装されれば、多くの画像診断や一部の治療は人間のみの医療よりも優れた転帰をも

Fig. 1

たらずかもしれない¹²⁾。ただし、新しい遠隔医療にも固有の課題が存在する。

第一の課題は情報通信の実装の段階的導入に関する問題である。5Gネットワークの構築には莫大な費用が必要であり、少なくとも当初は高速ワイヤレス通信へのアクセスに偏りが出るかもしれない¹⁶⁾。一般に通信機器は人口の多い都市部から地方に広がるため、遠隔医療を特に必要とする地方でかえってそのメリットを享受する機会が制限されるかもしれない。もし不十分な通信段階の遠隔医療を推進すると、都市部と地方の地域格差が一見解消されたようであっても、地方の中でメリット享受に差が生じるかもしれない。つまり、地方の中でも僻地では医師などの不足による診療制限も通信機器の整備の遅れもより高度であり、遠隔診療がそもそも導入できず、その結果地方内の医療格差が拡大してしまうかもしれない。中途半端な導入により最大の医療格差が僻地に集約するという逆説を認識せず、誤った解釈に基づき僻地医療が整理されると、同地の医療過疎は悲惨な結果をもたらすだろう。情報通信制度のギャップを解消すること、各地方での詳細な医療状況を把握することなどの対策が必要である。

第二の課題は、医療のもつ不確実性に由来する。現実の医療では、必要な情報を前もってすべて入手することはできず、憶測の入り込む余地をもつ。そのため、遠隔医療の進歩によって多様な情報を入手できるようになっても正確な診断や完全無欠な治療を常時達成することは本質的に不可能である。欧米と比して契約の概念が希薄な日本では、医療過誤と予見される合併症とが同一視されがち²¹⁾であり、理由を考慮せずに結果のみに対する責任を求められることは今後もあるだろう。遠隔医療では

さらに、多数の医療者が関与し、診断・治療などに自律した医療機器が介在することもあり得るため、医療の実施者が誰であるかも複雑になる。「オンライン診療の適切な実施に関する指針」⁸⁾では「オンライン診療により医師が行う診療行為の責任については、原則として当該医師が責任を負う」が、「診療の責任の主体は、原則として従来から診療している主治医等の医師にあるが、情報通信機器の特性を勘案し、問題が生じた場合の責任分担等についてあらかじめ協議しておくこと」と記載されている。AIの介在に関してはさらに予見困難で、人間がAIの操作に介入する手段がない完全自動運転の場合でも、起こった事故に対してはその使用者が責任を問われるかもしれない⁶⁾。いくら遠隔医療が技術として優れていても、関与によって理不尽な責任を取らされる可能性が高いのであれば誰も利用しないだろう。専門的な診療を遠隔地から実施することが普及すれば、その診療行為の責任は現場の医師ではなく、遠隔医療を行った医師に求められるようになるだろう。しかし、実際に医療事故が発生した場合、その原因が遠隔医療を担当した医師の医療行為なのか、通信機器の異常なのか、仲介した現場医師の操作なのか、ヒトの介入できないAIなのかを正確に区別することは難しいだろう。過失の有無の判断を司法に委ねるのは現場を萎縮させかねず、無過失補償などを制度化すべきかもしれない⁵⁾。

医療の原点は直接の診察、診断、治療であり、遠隔医療の安易な運用は禁物であろう。

結 語

加速化する人口の地域偏在を見据え、地域医療格差の

解決のために遠隔医療を導入することは必然である。現状の遠隔医療は、慢性期の定型的診療における直接診療の代理を想定したものであるが、次世代の通信システムにより新しい診療が現実味を帯びており、特に治療転送は脳神経外科の救急診療に変革をもたらすかもしれない。しかし、遠隔医療の安易な導入と運用は避けるべきで、課題の理解と当事者意識の共有とが重要である。

文 献

- 1) Amorim E, Shih MM, Koehler SA, Massaro LL, Zaidi SF, Jumaa MA, Reddy VK, Hammer MD, Jovin TG, Wechsler LR: Impact of telemedicine implementation in thrombolytic use for acute ischemic stroke: the University of Pittsburgh Medical Center telestroke network experience. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 22: 527-531, 2013.
- 2) Espinosa JA, Nolan TW: Reducing errors made by emergency physicians in interpreting radiographs: longitudinal study. *BMJ* 320: 737-740, 2000.
- 3) 福田真紀, 太田剛史, 大西広一, 松岡賢樹, 岡田憲二, 政平訓貴, 津野隆哉, 森本雅徳: ドクターヘリを応用した rt-PA 早期投与のための地域間医療連携. *Neurosurg Emerg* 22: 135-141, 2017.
- 4) Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, Dippel DW, Mitchell PJ, Demchuk AM, Dávalos A, Majoie CB, van der Lugt A, de Miquel MA, Donnan GA, Roos YB, Bonafe A, Jahan R, Diener HC, van den Berg LA, Levy EI, Berkhemer OA, Pereira VM, Rempel J, Millán M, Davis SM, Roy D, Thornton J, Román LS, Ribó M, Beumer D, Stouch B, Brown S, Campbell BC, van Oostenbrugge RJ, Saver JL, Hill MD, Jovin TG; HERMES collaborators: Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 387: 1723-31, 2016.
- 5) 畑中綾子: 医療事故無過失補償制度の論点—産科医療無過失補償制度の議論に着目して. 社会技術研究論文集 5: 122-131, 2008.
- 6) Hevelke A, Nida-Rümelin J: Responsibility for crashes of autonomous vehicles: an ethical analysis. *Sci Eng Ethics* 21: 619-630, 2015.
- 7) 本田省二, 甲斐 豊, 平野照之, 宇宿功市郎, 渡邊聖樹, 安東由喜雄, 倉津純一: スマートフォンを用いた脳卒中遠隔医療態勢の構築—阿蘇モデル—. 脳卒中 36: 16-22, 2014.
- 8) 厚生労働省: オンライン診療の適切な実施に関する指針. 平成 30 年 3 月. 2018. <https://www.mhlw.go.jp/content/10803000/000523501.pdf>. (2019 年 7 月 31 日閲覧)
- 9) 厚生労働省: 医療分野の情報化の推進について. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/johoka/index.html (2019 年 7 月 31 日閲覧)
- 10) 厚生労働省医政局: 医師偏在対策について. 平成 30 年 2 月 9 日. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000194394.pdf> (2019 年 7 月 31 日閲覧)
- 11) 厚生省健康政策局: 情報通信機器を用いた診療 (いわゆる「遠隔診療」) について. 健政発第 1075 号. 平成 9 年 12 月 24 日 (平成 15 年 3 月 31 日および平成 23 年 3 月 31 日 一部改正) <https://www.mhlw.go.jp/bunya/iryuu/johoka/dl/h23.pdf> (2019 年 7 月 31 日閲覧)
- 12) Lee EJ, Kim YH, Kim N, Kang DW: Deep into the brain: artificial intelligence in stroke imaging. *J Stroke* 19: 277-285, 2017.
- 13) Müller-Barna P, Hubert GJ, Boy S, Bogdahn U, Wiedmann S, Heuschmann PU, Audebert HJ: TeleStroke units serving as a model of care in rural areas: 10-year experience of the TeleMedical project for integrative stroke care. *Stroke* 45: 2739-2744, 2014.
- 14) Maddler RD, VanOosterhout SM, Jacoby ME, Collins JS, Borgman AS, Mulder AN, Elmore MA, Campbell JL, McNamara RF, Wohns DH: Percutaneous coronary intervention using a combination of robotics and telecommunications by an operator in a separate physical location from the patient: an early exploration into the feasibility of telestenting (the REMOTE-PCI study). *EuroIntervention* 12: 1569-1576, 2017.
- 15) Martinic G: Glimpses of future battlefield medicine—the proliferation of robotic surgeons and unmanned vehicles and technologies. *JMVH* 22: 4-12, 2014.
- 16) Mims C: The Downside of 5 G: Overwhelmed Cities, Torn-Up Streets, a Decade Until Completion. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/the-downside-of-5-g-overwhelmed-cities-torn-up-streets-a-decade-until-completion-11561780801> (2019 年 6 月 30 日閲覧)
- 17) 長内俊也: 神戸宣言, その後: 急性期脳梗塞に対する血管内治療の普及の取り組み. 各地方の取り組み 北海道地区. 脳血管内治療 4: 7-13, 2019.
- 18) Ohta T, Nakahara I, Matsumoto S, Kondo D, Watanabe S, Okada K, Fukuda M, Masahira N, Tsuno T, Matsuoka T, Takemura M, Fukuda H, Fukui N, Ueba T: Optimizing in-hospital triage for large-vessel occlusion using a novel clinical scale (GAI2AA). *Neurology* 93: e1997-e2006, 2019.
- 19) 進藤誠悟: 神戸宣言, その後: 急性期脳梗塞に対する血管内治療の普及の取り組み. 各地方の取り組み 九州地方. 脳血管内治療 4: 52-54, 2019.
- 20) 高木俊範, 吉村紳一, 坂井信幸, 飯原弘二, 大石英則, 広畑 優, 松丸祐司, 松本康史, 山上 宏: 神戸宣言, その後: 急性期脳梗塞に対する血管内治療の普及の取り組み 全国の報告 全国調査の結果: RESCUE-Japan Project 2016. 脳血管内治療 4: 2-6, 2019.
- 21) 立嶋 智: UCLA Interventional Neuroradiology における臨床活動. *JNET* 3: 55-58, 2009.

要 旨

脳神経外科と地域遠隔医療システムの可能性

太田 剛史

遠隔医療とは、双方向性の情報をもとに遠隔地の患者に対して行われる医療行為である。日本では地方や僻地などの地域医療の充実の観点から重要とされる。脳神経外科領域では急性期脳卒中診療の適正化が報告されている。今後の通信技術の発展次第では、高品質情報をリアルタイムに共有して治療手技も転送できるようになり、地方での夜間、休日などの医療資源が手薄になる状況下や高い専門性が要求される疾患治療でも、都市部の豊富な医療体制を再現できるようになるかもしれない。ただし、医療のもつ不確実性に由来する課題は残るため、遠隔医療の導入と運用に際しては、責任の所在などについて当事者間で調整することが重要である。

脳外誌 29 : 619-624, 2020