

パーキンソン病の3次元遠隔医療システムを構築する

服部 信孝

波田野 琢

大山 彦光

1 順天堂大学・大学院医学研究科・神経学

〔目的〕パーキンソン病は進行性の神経変性疾患であり、進行とともに遠方の専門医への通院が困難となる。近年、コンピュータ、タブレットなどのビデオ通話機能を用いた遠隔医療が開始されパーキンソン病診療にも導入され、有用性が期待されるが運動障害の評価は対面診療に比べ情報量が劣る。本研究では、安価で簡便な光学的3次元スキャナーおよび拡張現実技術を用いた、双方向性3次元遠隔診療システムを開発し、実用化に向けた実証実験を行った。

〔方法〕従来のオンライン診療システムにおける満足度のアンケート調査を行い、3次元オンライン診療システムを用いた機械学習による解析の予備検討を行い、3次元オンラインシステムの病院・介護施設間での実証実験を行った。

〔結果および考察〕従来のオンライン診療においても、特に通院負担軽減による高い患者満足度が得られた。しかし、評価をする医師側としては情報の不足が問題となる。本研究により2次元と3次元での動作解析が可能であることが示され、今後3次元オンライン診療の有用性を検討する。また、離れた距離にある介護施設と病院間で3次元オンライン通信が可能とし、3次元オンライン相談会に成功し、参加者の高い満足度が得られ、認容性が高いことが示された。

A. 研究目的

パーキンソン病（Parkinson's disease: PD）は振戦、筋強剛、動作緩慢、姿勢保持障害、歩行障害などの運動症状に加え、認知症・自律神経障害などの多様な非運動症状も出現する疾患である。本邦では、超高齢社会の到来にともない患者数が急増し、公衆衛生上の対策が喫緊の課題となっている。PDの治療は年々、複雑となっており、病気の進行とともに適切な治療を選択していくことが必要であることから、発症から進行期に至るまで専門医による治療が必要不可欠である。一方で、PDは進行性の疾患であるため、進行期では専門医療機関への通院が徐々に困難となる。海外のエビデンスでは、専門医が加療継続した場合とそうでない場合では、予後が変化異なる。

進行期の専門医へのアクセスの問題点の解決策の一つとして、リアルタイムのビデオ会議システムを使用した遠隔医療がある。これまでの報告では、遠隔医療でも従来の直接診察とほぼ同様にPD患者の日常生活動作、パーキンソン病統一スケールを用い

た運動症状、認知機能の評価が可能であったが、従来の研究では、二次元のビデオ通話を使用したシステムが主流で、パソコンなどの平面の画面では内蔵カメラの視野に限りがあり、動作や姿勢で症状を評価するPDの診察に十分な情報が得られないという限界があった。

そこで、我々は、よりリアルに患者を診察し、運動症状を3次元的に解析できる遠隔医療を可能とするシステムの開発を着想し、安価で簡便な光学的3次元スキャナーおよび拡張現実技術を用いた、双方向性3次元遠隔診療システムを開発した。

本研究では、従来のビデオ通話システムによるオンライン診療の現状の調査を行い、3次元オンライン診療システムを用いた機械学習による解析の予備検討、および3次元オンラインシステムの介護施設における実証実験を行った。また本システムによって得られた関節点の動作情報を用いた機械学習モデルの構築が可能であるかの予備検討を行った。

B. 研究方法

1. 従来のオンライン診療システムの満足度調査

2017年10月から2018年11月に1回以上、当院のシステムを利用したことがあるPD患者52名のうち電話で同意をえた46名にアンケートを送付し、実際の通院状況や満足度について調査を行った。

2. 3次元オンライン診療システムを用いた機械学習による解析の予備検討

順天堂大学医学部附属順天堂医院脳神経内科に通院または入院中のパーキンソン病患者60名、対照群として運動障害のない健常者30名を対象とし、被検者のMovement Disorder Society Unified Parkinson's Disease Rating Scale part III (MDS-UPDRS III)の評価を、2Dビデオカメラと3Dモーションキャプチャー (Kinect) を用いて撮影し、それぞれのデータを機械学習によってパーキンソン病と患者の分類モデルを構築し精度を比較した。

3. 3次元オンラインシステムの介護施設における実証実験

順天堂医院において、院内ネットワークとは別の回線を开通させ、送受信先を順天堂医院と介護施設 (PDハウス相模大野) のIPアドレスに局限し、3次元オンライン通信が可能であるかを検証した。さらに、順天堂大学医学部附属順天堂医院と石川県金沢市にあるパーキンソン病専門の介護施設であるPDハウス小坂の間で専用のIPアドレスを用いた専用回線を設置し、双方向性3次元遠隔診療システムを構築した。入所中の利用者または近隣の患者を対象に3次元遠隔診断システムを用いた医療相談を行う実証実験を行い、妥当性・有効性を検討した。

C. 研究結果

1. 従来のオンライン診療システムの満足度調査

38名 (男性15名, 女性23名) の回答を得た (回答率82.6%)。平均年齢は64.5±9.3歳、平均罹病期間10.1±4.6年、遠隔診療の間隔63.8±26.2日、対面診療の間隔77.0±31.5日、遠隔診療:対面診

療の比は1.1±0.9であった。通院に介護者が同行する患者は71.0%、介護者がオンライン診療に参加する患者は55.3%であった。平均通院時間は、136.8±69.9分 (片道) であり、平均交通費は、27,189±40,419円 (往復) であり、介護者が同行する場合は、追加交通費が19,338±36,463円であった。

満足度調査では、オンライン診療の全般的な満足度は平均7.8ポイントであった。特に、通院の負担軽減に満足度が高かった。また、介護者の満足度も8.4ポイントと高かった (表1)。

表1 満足度のアンケート調査

Question for patients	Score
Q1.遠隔医療システムに満足していますか?	7.8±1.9
Q2.iPadを用いた遠隔診療システムは通常の治療と比較して有用でしたか?	7.1±2.1
Q3.遠隔医療を用いた場合、通常の診療と比べて症状は安定しましたか?	5.3±2.0
Q4.遠隔医療システムの操作はどうでしたか?	8.0±2.1
Q5.遠隔医療システムの通信環境はどうでしたか?	8.0±2.2
Q6.遠隔医療システムを用いたことで医師とコミュニケーションは取れましたか?	8.0±1.7
Q7.遠隔医療システムを用いることで不安を軽減するのに有用でしたか?	7.2±2.7
Q8.遠隔医療システムを用いることで通院負担の軽減に有用でしたか?	9.0±1.7
Q9.遠隔医療システムを用いることで通院費用の軽減に有用でしたか?	8.2±2.5
Q10.遠隔医療システムを継続したいと思いますか?	8.7±1.8
Question for caregiver	Score
Q1.遠隔医療システムは介護者にとって有用でしたか?	8.4±1.8

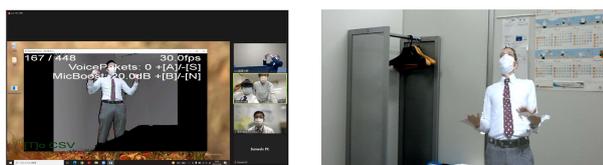
2. 3次元オンライン診療システムを用いた機械学習による解析の予備検討

PD患者20名および健常者10名において機械学習を行った。評価項目によっては2D、3Dともに機械学習によるモデルの構築が可能であった。

3. 3次元オンラインシステムの介護施設における実証実験

介護施設と順天堂医院の間で双方向の3D動作データの転送が可能であった (図1)。順天堂医院とPDハウス小坂間で行った3次元オンライン相談会では、8名の患者が参加し、6名で患者側からの3次元通信が可能であり、2名で双方向性通信に成功した。参加者の満足度はおおむね高く、認容性が高いことが示された。

図1 介護施設との間の3次元通信の様子



D. 考察

従来のオンライン診療においても、特に通院負担軽減による高い患者満足度が得られた。しかし、評価をする医師側としては情報の不足が問題となる。本研究により2次元と3次元での動作解析が可能であることが示され、今後3次元オンライン診療の有用性を検討する。また、離れた距離にある介護施設と病院間で3次元オンライン通信が可能であった。3次元オンライン相談会の参加者の満足度はおおむね高く、認容性が高いことが示された。

E. 結論

双方向性3次元オンライン診療システムによる通信・解析が可能であることが示された。今後、病院・施設間での実証実験を推進する。また、得られたデータからのAIモデルによる解析を行っていく。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

1. Sekimoto S, Oyama G, Chiba S, Nuermairaiti M, Sasaki F, Hattori N. Holomedicine: Proof of the Concept of Interactive Three-Dimensional Telemedicine. *Movement Disorders* 2020;35:1719-1720
2. Ogawa M, Oyama G, Sekimoto S, Hatano T, Hattori N. Current Status of Telemedicine for Parkinson's Disease in Japan: A Single-Center Cross-Sectional

Questionnaire Survey. *J Mov Disord.* 2022;15(1):58-61

3. Ogawa M, Oyama G, Morito K, Kobayashi M, Yamada Y, Shinkawa K, Kamo H, Hatano T, Hattori N. Can AI make people happy? The effect of AI-based chatbot on smile and speech in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2022;99:43-46

2. 学会発表

該当なし。

H. 知的所有権の取得状況（予定を含む）

1. 特許取得

双方向性3次元オンライン診療システム、特許願、特願2020-205320、2020年12月10日出願、発明者：順天堂大学内大山彦光、服部信孝、関本智子、日本マイクロソフト株式会社内千葉慎二

2. 実用新案登録

該当なし。

3. その他

該当なし。