仮想現実技術を用いた 在宅訪問リハビリテーション

遷延性意識障害例を通した検討

mediVR リハビリテーションセンター大阪 田丸 麻子

村川 唯村川 雄一朗

訪問リハビリテーション 14-04号 2024年10月15日発行/株式会社ともあ ISSN 2185-7911 ISBN 978-4-910393-24-7

仮想現実技術を用いた 在宅訪問リハビリテーション

遷延性意識障害例を通した検討

mediVR リハビリテーションセンター大阪 田丸 麻子 村川 唯 村川 雄一朗

はじめに

遷延性意識障害とは脳損傷後に生じる慢性的 な意識障害の状態であり、厚生労働省による実 態調査では2011年時点での患者数は54,585人と されている1)。症状としては自力での移動や摂 食困難、有意味の発語困難などがあり、90%以 上の患者で各日常生活動作には全介助を要する ため介護は不可欠である。発症原因として交通 外傷や脳血管疾患などが挙げられ、遷延性意識 障害の発症年齢は子どもから大人までと幅が広 い。若年で受傷した場合は家族(親)による介 護が長期に渡って実施される場合も少なくない ため、患者本人へのリハビリテーションに加え、 介護者の負担軽減やQOL向上への取り組みが 重要とされている。一方で、リハビリテーショ ン手法としては関節可動域運動や座位訓練など の機能維持的な介入が中心となるなど治療手法 が限られているのが現状である。また、重度の

運動障害を有する患者では家族間のコミュニケーションを促進する意思伝達装置やコミュニケーションボード、スイッチ等の操作に難渋することも多く、特に遷延性意識障害においては如何にして患者の自発性を高め、能動的な運動を引き出せるかということが治療における重要なポイントとなる。

近年、我々が提唱する体性認知協調療法 (Somato-Cognitive Coordination Therapy, SCCT) と呼ばれる仮想現実 (Virtual Reality, VR) 技術を用いた新しいリハビリテーション 手法が神経内科や脳神経外科領域の疾患治療において着目されてきており、脳障害後の運動麻痺の改善や重度注意障害の自発性、ベースとなる注意機能の向上などの成果が報告されはじめてきた²⁶⁾。このSCCTは患者の能力や機能に合わせた課題によって成功体験を提供することが可能とされていることから、重度の運動障害を有する遷延性意識障害においても臨床応用が進んでいる。本稿では訪問リハビリテー

ションの視点から遷延性意識障害に対する SCCTの方法論と期待できる効果について実例 を用いつつ紹介し、VRを用いた在宅訪問リハ ビリテーションやコミュニケーション支援に ついて解説する。

2 VRを用いた新たな治療 「体性認知協調療法」

SCCTは没入型のヘッドマウントディスプレイと高精度 3 次元トラッキング技術を用いて、VR空間に出現するオブジェクトに左右交互の上肢リーチング動作を実施することで脳と身体の情報処理過程の整理を促す治療手法である(図 1 A,B) 2)。治療概念としては2023年にGordonらによって報告された大脳一次運動野の機能領域に存在する協調運動調整部位「体性認知 行動 ネットワーク(Somato-Cognitive Action Network, SCAN)」を整理する治療と考えると理解しやすい 27)。同報告ではSCANはマリオネットの操り人形に例えられている。疾患を有する患者ではまるで糸の絡まったマリオ

ネットのように脳からの運動指令が正確に身体 の動作として反映されない状態が生じていてい ると考えられ、SCCTではこの絡まった糸を VRがもたらす特殊な環境によって紐解くよう なイメージである²⁾。重要な治療要素である「自 己身体の見えないVR環境 | と「コントローラー を自身の手の延長線上と捉えてオブジェクト の中心を狙う点推定」は患者の脳内に強力な運 動イメージ(フィードフォワード)を生成し、 さらに「課題達成時の声かけやタッチングなど による感覚フィードバック」により成功体験の 提供と運動学習の促進が可能となるとされて いる⁶⁾。SCCTには患者の反応を引き出すため のアフォーダンスを高める様々な仕掛けが組み 込まれており、まるで子供が目の前のスイッチ を押したくなるかのごとくVR空間上の的への 能動的な反応を引き出すことが可能である⁸⁾。 上記治療要素を満たすために、SCCT実施の際 には我々の開発したmediVR社製「mediVRカ グラ」が広く用いられており、現在全国115施 設以上の医療機関や介護施設で本治療法が実践 されている。





A, B VR 空間上での座位リーチングの 様子

患者はヘッドマウントディスプレイを装着し、手にコントローラーを把持して VR 空間上に出現するオブジェクト (図内の的) に手を伸ばす。

SCCT の概要と ゲーム画面のインターフェース

図1

訪問リハビリテーションでの 体性認知協調療法の実施

1. 自宅への機器設置

SCCTは通常3m×4m四方(たたみ4畳分 程度)のスペースにゲーミングPCとVR機器を 設置して実施する⁹⁾。遷延性意識障害の患者で はベット上の空間をそのまま治療スペースに設 定したり、車いす座位で2m四方程度の小ス ペースで実施してもよい。患者の動きをVR空 間で正確にトラッキングするために、ベースス テーションと呼ばれる赤外線センサーをプレイ ヤーの周囲二箇所に三脚等を用いて設置する必 要がある。この際、部屋の動線を阻害したり頻 回に利用する机や棚などを隠蔽したりするよう な設置となると日常生活に影響を与えてしまう ため、事前に生活状況や使用頻度を本人や家族 から聴取しながら、常設環境の検討を行う必要 がある9,100。なお、スペースや動線の都合上、

三脚を設置できない場合は壁や天井に据え付け る工事を行うことで対応できる場合がある。

2. 訪問リハビリテーションでの介入

自宅への機器設置ができれば、療法士等が都 度自宅に訪問しSCCTを実施する。遷延性意識 障害患者におけるSCCTの介入時間は20分~40 分程度が推奨されており、一般的な訪問リハビ リテーションの提供時間枠内で実施可能であ る。ただし、認知機能が顕著に低下している症 例や治療初期段階の症例の場合には5分程度で も疲労が生じる場合があるため、患者の状態に 合わせて介入時間を調整する必要がある。 SCCTは椅子座位を基本実施肢位としている が、重症度に合わせてリクライニング車いす座 位やベッド上仰臥位で実施することもできる (図2A)。いずれにしても、重要なのはそれぞ れの肢位で患者が成功体験を得られるような難 易度で課題設定を行うことである。例えば、運





A 臥位での SCCT 実施例

患者は上方から落ちてくるオブジェクトをコント ローラーで取得する。この際、例えば落ちてく るオブジェクトの位置を患者のコントローラーの 真上になるよう設定することで、関節の自動運 動が困難な重度例であっても必ず成功する課題 を提供することができる。

B 「果物ゲーム」実施中の操作画面

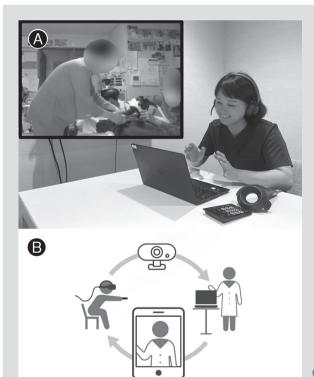
背景情報や BGM を付加することによって認知 負荷やゲーム性を高めることも可能。「閉じ込め 症候群」があるような重症例の場合は反応を引 き出すためにこのようなエンターテイメント性を 高めた介入を行う場合もある。

動可能範囲が狭小化している症例ではオブジェクトの距離を短く設定することでほとんど運動せずとも課題を達成するよう調整したり、認知機能の低下により注意機能に問題がある症例ではオブジェクトの大きさを拡大することで視認しやすい状況を構築したりする等して難易度の調整が可能である。また、もちろん、これらの介入時には治療者によるタッチングや声掛けなどを複合的に組み合わせた患者へのフィードバックを行うことも肝要である。

3. シームレスなリハビリテーションには 家族の参加が不可欠

介護保険制度において訪問リハビリテーションの回数には制限があるが、家族が機器を操作することによってこれらの制限を超えたシームレスかつ濃厚な在宅リハビリテーションが可能となる場合がある。この場合、訪問リハビリテー

ションのスタッフの役割として機器の使い方に 関する家族指導が重要であるのは言うまでもな いが、それに加えて我々はZoomなどのウェブ 会議ツールを用いることで、家族に対して遠隔 地からリアルタイムに課題難易度設定や介助方 法についてサポートを行い、家族の不安や疑問 を解消するよう努めている (図3A.B)。家族 や介護者が実施するSCCTは療法士が直接訪問 して介入することに比べて質が低下することも あるが、実際のところ日常的に密に接している 家族の方が療法士よりも患者の反応や変化に気 づきやすいことも多く、家族の観察眼を治療の 一助とすることでリハビリテーションの質はむ しろ向上することも多い。最近では、家族によ るSCCTの介入結果について家族自身が各種学 術集会で発表する事例も出てきており、在宅リ ハのみならず学術的な場面でも家族の果たす役 割が大きくなってきている。



A.B 遠隔での家族指導の一場面

カメラやタブレット端末、web 会議ツールの 画面共有機能を用いることによって、患者の 変化に合わせた課題設定や介助方法の指導を 遠隔地からリアルタイムに実施している。

また、家族からの疑問点や相談事項もその場で解決することが可能である。

図3 遠隔および訪問での家族指導の実際

4. SCCTの実例

事例1

幼少期に交通事故により遷延性意識障害となった30代男性。

自宅でのリハビリテーションを継続するも、 発語は困難であり日常生活は全介助、上肢の 自動運動もほとんど得られず上肢過緊張が目 立っていた。意思表示は介助下での筆談にて 一部可能であった。本例に対して自宅に機器 を設置し1回あたり20分、週1回のセラピス トの訪問と家族による週3回のSCCTを実施し た(図4A)。

治療にあたっては事前に自宅での家族に対する研修を行い、介助手法の注意点などを伝達した。また、2週間に1回程度の在宅訪問や遠隔での家族指導によって実施方法の指導

機会を設け、適宜困りごとについて解消する ようにつとめた。

SCCTでは落下ゲームを用いて、自身の上肢の関節運動が得られなくてもオブジェクトを取得可能となるよう課題距離を調整した。また、課題実施時は声掛けと上肢のタッチングにより、「オブジェクトの接近」と「課題の達成」を明確に教示するよう介助を行い、成功体験が即座に実感できるよう配慮した。SCCT実施後には家族や介護スタッフから「手の硬さが柔らかくなった」や「他動的な関節運動が行いやすくなった」などの変化を聴取できた。本人自身も実施後に笑顔となる場面が増加したり、SCCT中に随意的に関節を動かそうとしたりする場面を認めるなどの変化が得られた(図4B)。





図4 遠隔および訪問での家族指導の実際 事例1

A 事例1の SCCT 場面

弊社スタッフによる家族指導と訪問リハビリテーションの様子。臥位でコントローラーの把持を介助しながら左手でのオブジェクトへのリーチングを促している。この際、写真右の家族が上腕から前腕にかけてタッピングを行うことによって「的の接近」と「課題の達成」を教示している。

B 事例1の SCCT 後の表情の様子

SCCT後は上下肢のみならず顔面周囲の筋緊 張の低下も得られ、達成感も相まって笑顔など の表情変化が得られる場面も少なくない。

事例2

60代男性、8年前の交通事故にて外傷性くも 膜下出血と頭蓋骨骨折を受傷し、遷延性意識障 害と診断。

簡単な声かけには応じられる時もあるが、日常生活は全介助であり、実用的な上肢操作は困難であった。本症例に対して自宅に機器を設置し、1回あたり20~30分、週1回のセラピストの訪問と家族による週5回程度のSCCTを実

施した (図5A)。

開始当初は、両上肢の過緊張を認め介助下でも実用的な使用は難しい状態であり、電動車いす座位姿勢も崩れやすいため、家族からは右上肢の動作安定性向上と姿勢制御の改善が求められていた。約1ヵ月半の介入によって、右上肢の運動安定性は向上し介護ヘルパー介助下での書字に変化を認め、座位姿勢も骨盤前傾が得られたことでより安定した(図5B.C.D)。





弊社スタッフによる家族指導と訪問リハビリテーションの様子。車いす座位姿勢では骨盤後傾による姿勢の崩れが見られ、リーチング時には股関節外転や足部内反など下肢にまで波及する異常運動が見られている。



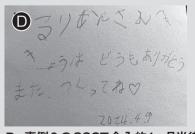
B 事例2のSCCT実施1ヵ月半後の一場面

背もたれを使用せずとも座位保持が一部可能となり、骨盤や頭部を起こした座位姿勢が可能となっている。また、下肢の過剰な緊張は軽減し、上下肢体幹を協調的に使用することができるようになっている。



C 事例2の開始当初の書字の状況

前腕介助下で運筆を促すも描線は安定せず、 本人の意図する文字を描けなかった。



D 事例2のSCCT介入約1ヵ月半後の書字の状況

ヘルパーによる前腕介助下であれば著明な描線動揺なく 文字として意思を表出することができるようになった。

図5 遷延性意識障害に対する在宅 SCCT の事例

4 VR技術がもたらす コミュニケーション支援

我々はVRをリハビリテーションに応用する ことによって、患者・家族、医療者間のコミュ ニケーションをより効率的に生み出すことがで きると考えている。SCCTによる患者の身体認 知機能の向上や表情変化は、意思伝達に関わる 能力に直結するため、患者本人から引き出され たあらゆる反応が日常接する家族や医療関係者 に直接的に伝わり円滑なコミュニケーション支 援の一助となる。特に、家族が機器を操作して リハビリに参加することによって、介護以外の 場面でも家族が主体的に関わることができる場 面が提供され、これまで以上に患者・家族間、 さらには医療者とのコミュニケーションが促進 されると考えることもできる。遠隔サポートに よる家族と治療者の濃厚な関わりは、一方向性 となりやすいリハビリテーションにおいて双方 向性のコミュニケーションを生み出すことにつ ながり、目標設定から機能改善度の共有に至る まで密な連携を可能とする。

5 おわりに

本稿ではVR技術を用いたリハビリテーション手法であるSCCTについて、在宅訪問リハビリテーションやコミュニケーション支援場面での実例を交えて概説した。SCCTは遷延性意識障害のような重症例でも在宅で気軽に反応を引き出すことが可能である。特に、外出困難な対象者の多い訪問リハビリテーション領域においては、自宅にて家族と一緒に実施可能な本リハビリテーション手法は今後の新たな介入選択肢の一つとなることが期待される。

利益相反開示

筆頭著者の田丸麻子および共著者の村川唯は株式会社 mediVR の社員であり給与所得を得ている。また、共著者の村川雄一朗は株式会社 mediVR の役員であり役員報酬を得ている。

引用文献一

- 1)厚生労働省 平成22年度障害者総合福祉推進事業 訪問系サービス利用者のサービス利用状況等の実態把握に関する調査. 2011. https://www.mhlw.go.jp/bunya/shougaihoken/cyousajigyou/dl/seikabutsu23-1.pdf, (参照 2024-07-18)
- 2) Hara M, et al: Feasibility of somato-cognitive coordination therapy using virtual reality for patients with advanced severe Parkinson's disease. J Parkinsons Dis 14:895-898, 2024
- 3) 原正彦: 仮想現実 (VR) 技術を用いた最新リハビリテーション医療. Precision Medicine 6:1031-1034, 2023
- 4) 土田直樹ら. 注意機能障害と同名半盲に virtual reality (VR) 機器を用いた訓練を回復期病棟で行った脳梗塞の一例. リハビリテーション科診療 1:21-27, 2022
- 5) 濱嶋真弘, 他: 注意障害を伴うくも膜下出血患者に対して仮想現実技術を用いた介入により注意機能が改善した 1例. Jpn J Rehabil Med 58: 450-457, 2021.
- 6) 原正彦ほか: Virtual Reality技術を用いた回復期リハビリテーション医療の未来. 臨床リハ 31:1226-1232, 2022
- 7) Gordon EM, et al: A somato-cognitive action network alternates with effector regions in motor cortex. Nature 617:351-359, 2023.
- 8) 原正彦. ゲームがつくる患者の未来 -リハビリにおける VRゲーム技術の応用. 日本臨床麻酔学会誌 2022;42:106-110.
- 9)村川雄一朗, 東福隆太郎, 國師美里, 原正彦. VR 技術を活用した在宅リハビリテーション医療の展望. 建築保全センター「Re | 2022:10:30-33.
- 10) 村川雄一朗, 原正彦. VR技術を用いたリハビリテーション医療の工学的理論背景. リハビリテーションエンジニアリング 2022:37:122-126.

仮想現実技術を用いた 在宅訪問リハビリテーション

遷延性意識障害例を通した検討

mediVRリハビリテーションセンター大阪 田丸 麻子 村川 唯 村川 雄一朗



訪問リハビリテーション 14-04 号 2024年10月15日 ISSN 2185-7911 ISBN 978-4-910393-24-7

販売・お問い合わせ先

株式会社ともあ

〒460-0007 愛知県名古屋市中区新栄3丁目8-7 シャロウェルプリモ603号 TEL 052-325-6618 FAX 050-3606-5916 URL https://tomoa.co.jp Email publisher@tomoa.co.jp