

# 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

A case of cerebral infarction with attention deficit and hemianopsia trained by virtual reality device in convalescent rehabilitation ward

土田 直樹<sup>1)</sup>、松本 憲二<sup>2)</sup>、坂本 洋子<sup>1)</sup>、酒田 耕<sup>1)</sup>、児玉 典彦<sup>3)</sup>、道免 和久<sup>3)</sup>

1) みどりヶ丘病院 リハビリテーション科

2) 関西リハビリテーション病院 リハビリテーション科

3) 兵庫医科大学 リハビリテーション医学講座

Key words : 回復期病棟 (convalescent rehabilitation ward)、仮想現実 (virtual reality)、

脳梗塞 (cerebral infarction)、注意 (attention)、半盲 (hemianopsia)

## 【英文要旨】

The technology of virtual reality (VR) has been more and more used and proved to be useful in rehabilitation medicine. But there are few case reports that show effectiveness for stroke patients in convalescent rehabilitation ward. We experienced a case who showed improvement of cognitive function in addition to physical function by using mediVR01 system (mediVR, Inc. Osaka, Japan), which incorporates VR and three-dimensional tracking technologies.

A 71-year-old woman presented with dizziness and impaired consciousness was admitted to the acute phase ward of our hospital. Head MRI examination showed new ischemic lesion in right thalamus and occipital lobe. She was diagnosed as cerebral infarction. She was transferred to the convalescent rehabilitation ward in our hospital on the 10<sup>th</sup> day from the onset. In examination, her muscle strength was almost normal, but she showed truncal ataxia, left hemianopsia and cognitive dysfunction especially in attention. To improve cognitive and physical function, we used mediVR 3 times a week, 20 minutes per session, from 17<sup>th</sup> day to 43<sup>rd</sup> day. After these training, her cognitive function, truncal ataxia and FIM (Functional Independence Measure) improved remarkably. These findings suggests that the training using VR technology can be effective for stroke patients to improve cognitive function as well as physical function.

## 【和文要旨】

リハビリテーション医療における virtual reality (VR) 技術は、その有効性が証明されつつあり、利用が加速している。しかし、脳卒中患者の回復期リハビリテーション医療での有効性を示す症例報告は殆ど無い。我々は、VR と三次元トラッキング技術を組み込んだ mediVR01 システム(株式会社 mediVR、大阪府)を用い、身体機能に加えて認知機能の改善を認めた症例を経験した。めまいと意識障害を呈した 71 歳女性が当院の急性期病棟に入院した。頭部 MRI 検査で右視床と後頭葉に新たな虚血性病変を認め、脳梗塞と診断した。発症 10 日目に当院回復期リハビリテーション病棟に転棟した。診察の結果、筋力はほぼ正常であったが、軽度体幹失調、左同名半盲、認知機能障害(特に注意機能障害)を認めた。認知機能、身体機能の改善を目的に、発症 17 日目から 43 日目まで週 3 回、1 回 20 分の mediVR を用いた訓練を行った。これらのトレーニングの結果、認知機能、体幹失調、FIM (Functional Independence Measure) が顕著に改善された。これらの結果から、VR 技術を用いたトレーニングは、脳卒中患者にとって身体機能だけでなく、認知機能の改善にも有効であることが示唆された。

## 【はじめに】

virtual reality (VR) 技術を用いたリハビリテーション治療への応用が注目され、海外を中心にその有用性が確立されている。本邦でも VR 医療機器の臨床応用が本格的に始まろうとしており<sup>1)-2)</sup>、2019 年に没入型 VR 機器「mediVR カグラ®」の販売が開始された。しかし、まだ回復期病棟において本機器の有効性を示した報告は少ない。我々は回復期リハビリテーション病棟において、同名半盲を伴う注意機能障害の脳梗塞患者に対し、mediVR カグラ® を従来治療に併用、注意機能・歩行能力およびバランス能力の改善が得られた症例を経験したため報告する。

【症例】患者：71 才、女性。

【診断名】右アテローム血栓性脳梗塞。

【現病歴】X 年 Y 月 Z 日、自宅にて歩行時のふらつきと意識障害が出現し当院に搬送された。後大脑動脈狭窄に伴う右アテローム血栓性脳梗塞と診断され脳神経内科に入院した。X 年 Y 月 Z+10 日、回復期リハビリテーション治療が開始された。

【既往歴】高血圧、高脂血症、てんかん、加齢黄斑変性症。

【画像所見】頭部 MRI は拡散強調画像で右視床背側、右後頭葉内側に高信号を認め同部位は ADC map で低下、FLAIR 画像で高信号を呈していた。また右後頭葉内側に FLAIR 画像で内部低信号、周囲高信号の病変を認めた。(図 1a,b) 頭頸部 MRA は右後大脑動脈は P1 遠位部から末梢側の描出不良であり、同部の高度狭窄が示唆された。(図 1c)

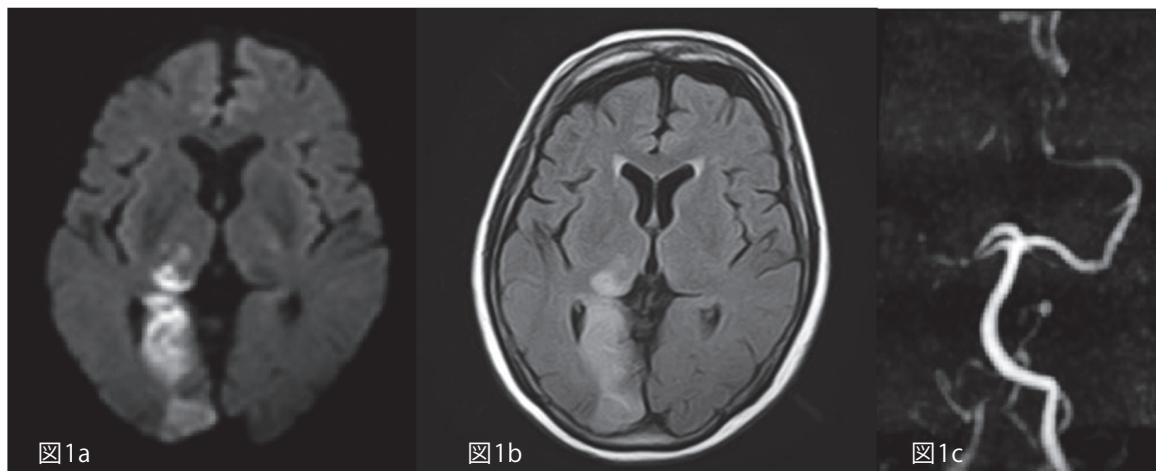


図1a:頭部 MRI 拡散強調画像  
右視床背側、右後頭葉内側に高信号

図1b:頭部 MRI FLAIR 画像  
右視床背側、右後頭葉内側に高信号

図1c:頭頸部 MRA  
右後大脑動脈はP1遠位部から末梢側  
の描出不良で同部の高度狭窄を示唆

【生活歴】喫煙 10 本 ×55 年 【利き手】右利き

【社会背景】独居、身寄りなし、エレベーター付きマンションの 2 階に在住。

入院前 ADL は自立し、携帯電話ができるゲームを趣味としていた。

【回復期転棟時初期評価】身長：149cm、体重：51.5kg。意識清明。Mini Mental State Examination (MMSE)：26/30 点。脳神経系は全て正常範囲内。運動系は握力(右 / 左) 15/13.5kg, Manual Muscle Testing (MMT) (右 / 左) で上腕二頭筋 5/5, 手関節伸筋群 5/5, 上腕三頭筋 5/5, 腸腰筋 4/4, 大腿四頭筋 4/5, 前脛骨筋 4/4, 腓腹筋 5/5. Brunnstrom stage (左上肢 V, 左手指 V, 左下肢 V)。四肢の協調運動は正常。Romberg 徴候は陰性であった。感覚は表在覚・深部覚とも正常であった。Functional Independence Measure (FIM) 合計

90/126 点(運動 61 点, 認知 29 点), Functional Assessment for Control of Trunk (FACT) 17 点(上肢支持座位 1 点, 上肢なし座位 1 点, 下方リーチ 1 点, 殿部移動 2 点, 側方への重心移動 2 点, 下肢挙上 2 点, 両下肢挙上 2 点, 骨盤前方移動 3 点, 体幹回旋 0 点, 上肢挙上 3 点).

【生理検査】Goldmann 視野計では左同名半盲を認めた。(図 2)

視力は右 1.2, 左 1.5 と正常であった.

図 3 に国際生活機能分類による本症例の問題点を示す(図 3)

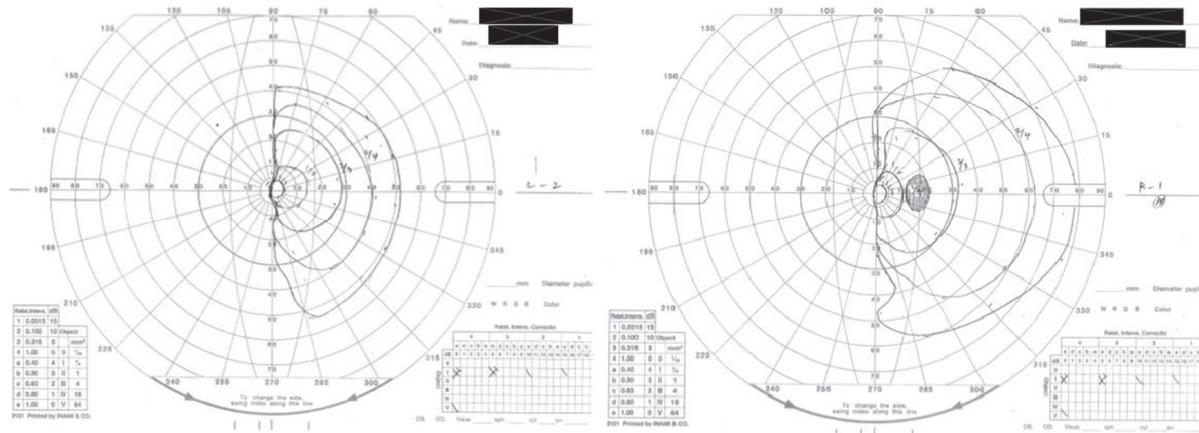


図2: Goldmann視野計所見 左同名半盲

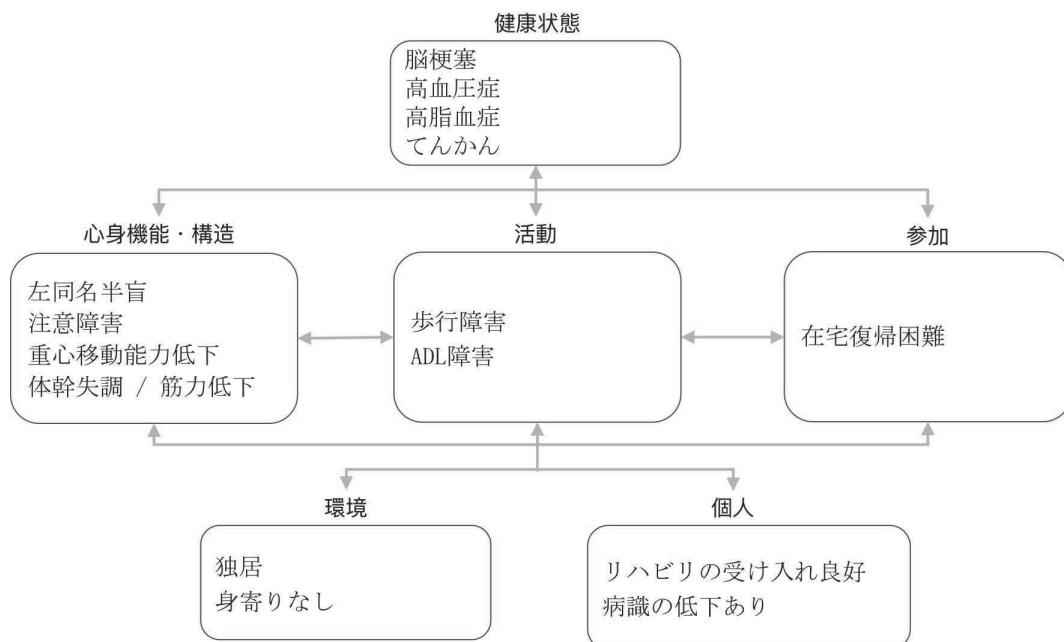


図3:国際生活機能分類による本症例の問題点

【回復期転棟後経過】転棟時から独歩は可能で, 急性期病棟での治療期間中に自身の視野欠損についての病識が生じ始め, 眼球運動や患側視野方向へ頭部を回旋させ視覚情報を得る代償方法を獲得しつつあったが, 左側の障害物への衝突がみられた. また周囲の音, 人物により容易に注意が逸れ左側へ体幹が傾くため監視を要していた. Berg Balance Scale (BBS) は継足立位と片脚立位はともに 1 秒未満で 0 点となり 48 点 /56 点. FACT は体幹伸展位での回旋で転倒してしまい 0 点で 17 点 /20 点. Behavioral Inattention Test

(BIT)は143点/146点であった。Trail Making Test(TMT)はTMT-Aが190秒、TMT-Bは混乱により実施困難で中断し、分配性注意機能低下も疑われた。これら注意障害への病識はみられなかった。

【リハビリテーション治療】四つ違い、エアスタビライザーやバランスボールを使用した体幹筋力増強訓練に加えて、輪入れやタンデム立位/歩行での動的/静的バランス訓練を基本治療とした。そして、歩行に必要な姿勢バランス、重心移動能力および二重課題型の認知処理能力の向上を目的に、回復期病棟転棟7日目から、mediVR カグラ®を基本治療に併用した。

【VR介入プロトコル】VR介入頻度は3回/週、20分/1回で、入院17日～入院43日の退院前まで行い、合計4時間実施した。経過を通して背景は無しで行い、水平型の課題から開始した。左同名半盲の影響を考え、出現範囲は45°～180°までとし、標的の大きさはパーカクト判定径を19cmから開始した。当初は、注意機能面に関しては左右転動時に混乱が見られ声掛けを要していた。また、運動機能面に関しては、リーチ範囲の拡大に伴い上肢による代償動作がみられ体幹機能低下を認めた。訓練を重ね、やがて0°まで探索範囲が拡大し探索速度も向上、上肢による代償も認めなくなってきたため、VR開始後21日目から落下型の課題へ変更し、落下距離はmiddle、落下スピードは20cm/秒から開始した。最終日のVR開始後27日目では落下距離はlongまで拡大、落下スピードは30cm/秒まで向上した。難易度調整は、VR治療へのadherenceを高めるためにも、パーカクト判定が90%になるように出現範囲、落下距離とスピード、パーカクト判定径による調整を行った。

【認知機能/運動機能のoutcome指標】注意機能の評価としてmediVR カグラ®導入時と終了時である4週目にClinical Assessment for Attention (CAT)を行った。運動機能評価として歩行能力をTimed Up&Go (TUG)と10m歩行で、体幹機能をFACT・BBS・重心動搖検査の外周面積と単位軌跡長を用いて導入時から2週毎に評価した。

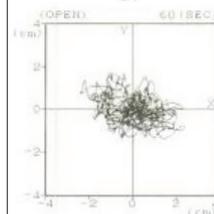
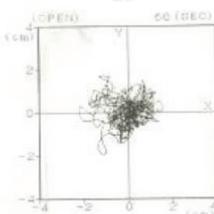
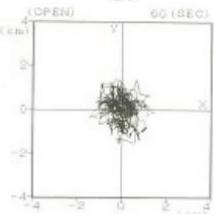
病日(日)	カグラ導入開始			カグラ導入2週後			カグラ導入4週後		
	17	31	43	17	31	43	17	31	43
CAT									
SDMT 達成率 (%)	15.4						20.9		
Memory Updating 3スパン正答率 (%)	56						87.5		
4スパン正答率 (%)	0						37.5		
PASAT 2秒条件正答率 (%)	0						25		
1秒条件正答率 (%)	0						20		
10m歩行									
TUG	12.8秒/24歩	8.65秒/20歩	8.17秒/19歩						
BBS	9.3秒/9.8秒	8.52秒/9.21秒	8.17秒/8.23秒						
FACT (点)	48 17	51 19	52 20						
重心動搖軌跡(開眼)									
外周面積 (cm²)	7.6	6.3	4.15						
単位軌跡長 (1/cm)	3.4	2.68	2.57						

表1 入院後経過 注意機能・運動機能の改善を認める。

## 【結果】

1) 注意機能においては、当初実施困難であった PASAT (paced auditory serial addition test) や記憶更新検査 (Memory Updating) が遂行可能になった。2) 運動機能指標では、BBS 減点項目であった片脚支持性を求める課題でのスコア向上、及び FACT は満点になった。重心動搖検査では、外周面積と軌跡長がともに減少し立位姿勢の安定性が向上した。3) 日常生活場面においては左空間への衝突は消失し、多重課題下でも歩行速度の低下が見られなくなったため病棟での歩行は自立し、最終的に FIM 合計 114/126 点（運動 85、認知 29）まで改善し、家事や食事の準備といった多重課題能力を要求する IADL も自立したため、第 50 病日に病前の通り独居で在宅復帰になった。

## 【考察】

本症例における結果より、mediVR カグラ<sup>®</sup>を用いた VR 訓練は、選択性・分配性注意障害と体幹機能・歩行機能の改善に有効である可能性がありその結果、日常生活場面において歩行能力の向上・IADL の自立が獲得できたと考える。

VR を用いたリハビリテーション治療の利点は、適切な難易度設定と報酬の feedback により強化学習則<sup>3-4)</sup>を利用し、高い治療効果を期待できる点である。<sup>5)</sup> VR での運動学習効果を高めることが出来る理由として、VR では 1) Performance augmentation や、Error augmentation といった feedback 情報の修飾による難易度調整が容易である。<sup>6)</sup> 2) VR 課題では視覚のみならず、触覚や聴覚を同期させた多重 feedback が可能である。<sup>7)</sup> 3) より認知しやすい形で feedback を与えられることにより患者は課題達成感などの報酬を実感しやすいため、モチベーション維持・向上に繋がりやすい<sup>7)</sup>ことが挙げられる。

脳卒中による視覚障害は 20~57% の患者に生じるとされ<sup>8)</sup>、視放線や一次視覚野等が損傷した場合に視野欠損を生じる。また、視野欠損は診療で指摘されるまで自覚しない患者が多い。これまでの視野欠損に対するリハビリテーションの報告としては、欠損視野と正常視野の領域への系統的刺激法と衝動性眼球運動による視野欠損部への視覚走査、プリズムメガネによる代償法などがあり、眼球運動による代償法の有効性を示すものが多い。<sup>9)</sup>

本症例では軽度の体幹機能低下・失調を認めたものの、運動麻痺や感覺障害・前庭障害・四肢筋力低下や失調などを伴わず、独歩移動も可能であった。また、半盲に対する病識もあり、代償行動を習得していくにも関わらず、日常生活や訓練場面では半盲空間への気づきに乏しく、左空間への障害物の衝突を回避出来なかった。その要因として、神経心理検査で BIT が正常範囲であったことおよび臨床場面の観察から、完全に否定はできないものの左半側空間無視の影響は小さく、多重課題における選択性・分配性注意機能低下および処理速度低下による影響が大きいと推測した。

これまで VR 技術を用いたリハビリテーション治療の高次脳機能障害への応用については Moreno らが、脳卒中・軽度認知症・アルツハイマー病における 22 の研究のシステムティックレビューを行い、VR を用いた介入が記憶障害・二重課題・視空間注意障害に対し有用であると結論付けている。<sup>10)</sup> また、本邦でも濱嶋らが mediVR カグラ<sup>®</sup>を用いて、くも膜下出血患者の重度の注意機能が改善したとの報告がある。<sup>11)</sup>

本症例では独居再開に際し同名半盲および注意機能障害が阻害因子となり、屋外への活動範囲拡大・IADL において困難を来すことが懸念された。当院では 2021 年より mediVR カグラ<sup>®</sup>を導入し、主に回復期リハビリテーション病棟患者に対し通常の機能訓練に併用している。本症例で mediVR カグラ<sup>®</sup>を利用した目的としては以下の 2 点があげられる。1 点目は注意機能改善による左半盲方向に対する探索・認識の向上である。そのため、濱嶋らの手法を参考にして、半盲方向への探索範囲の拡大に対して水平型の課題

---

を、注意機能改善に対しては落下型の課題を行うことが効果的でないかと考え実行した<sup>11)</sup>。2点目としては、mediVR カグラ®が、本症例が今後実生活で必要になると考えられる、危険を認知し回避をしなければならない状況をシミュレーションした課題を提供出来ると考えたからである。mediVR カグラ介入前に身体機能は比較的高く、屋内歩行自立はすでに達成していた。しかし、通常の病棟での理学療法・作業療法のみでは危険の認知・回避能力の改善が乏しかったため、課題の難易度が低く、屋外での歩行・IADL の自立獲得を期待しづらいと考えた。

また、本症例は病識も低く注意の転導性の亢進も見られたため一つの訓練に集中して持続的に取り組むことが困難であったが 1) 仮想空間に没入して取り組めたこと 2) mediVR カグラ®を発症前から親しみがあるゲームと同様の感覚で取り組むことができたこと 3) 課題達成感を得ることができるように、より細かな難易度調整を行えることがモチベーションの向上につながったこと、等が本症例に mediVR カグラ®が有効であった理由の可能性として考えられた。

2019 年、没入型 VR 装置 mediVR カグラ®の販売が開始されて以来、多くの施設で使用され、そのリハビリテーション治療効果について一層認知されるようになってきている。しかし、従来のリハビリテーション治療と比較して、その優位性についての報告はまだ限られており<sup>12)</sup>、今後更なるエビデンスの蓄積が期待される。

#### 【COI】

本論文発表内容に関して申告すべき COI はなし。

#### 【文献】

- 1) Hara M, Kitamura T, Murakawa Y, Shimba K, Yamaguchi S, Tamaki M : Safety and Feasibility of Dual-task Rehabilitation Program for Body Trunk Balance Using Virtual Reality and Three-dimensional Tracking Technologies. Prog Rehabil Med. 2018; 24;3:20180016.
- 2) Hara M : The Future of Patient Care Created by Application of Virtual Reality and Gaming Technology in Rehabilitation Medicine. The Journal of Japan Society for Clinical Anesthesia 2022; 42: 106-110.
- 3) Schultz, W, Apicella P, Ljungberg T: Responses of monkey dopamine neurons to reward and conditioned stimuli during successive steps of learning a delayed response task. J Neurosci 1993; 13: 900-913
- 4) Sutton RS, Barto AG: Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd Ed. MIT Press, Cambridge, 2018
- 5) 道免和久: Virtual reality (VR) を用いたリハビリテーション治療. The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine 2022; 59 : 313-321
- 6) Wei Y, Bajaj P, Scheidt RA, Patton JL: Visual error augment for enhancing motor learning and rehabilitative relearning. 9Th International Conference on Rehabilitation Robotics. ICORR, Chicago, 2005: pp505-510
- 7) Cheng Lei, Kejimu Sunzi, Fengling Dai, Xiaogin Liu, Yanfen Wang, Baolu Zhang, Lin He, Mei Ju: Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. PLoS One. 2019; 14: e0224819
- 8) Pollock A, Hazelton C, Rowe FJ, Jonuscheit S, Kernohan A, Angilley J, Henderson CA, Langhorne P, Campbell P. Interventions for visual field defects in people with stroke. Cochrane Database Syst Rev. 2019; 23;5(5):CD008388.

- 
- 9) Hanna KL, Hepworth LR, Rowe FJ. The treatment methods for post-stroke visual impairment: A systematic review. *Brain Behav.* 2017;6;7(5):e00682.
  - 10) Moreno A, Wall KJ, Thangavelu K, Craven L, Ward E, Dissanayaka NN. A systematic review of the use of virtual reality and its effects on cognition in individuals with neurocognitive disorders. *Alzheimers Dement (N Y)*. 2019; 5: 834-850
  - 11) 濱嶋真弘, 村川雄一郎, 大門恭平, 北村哲久, 石川秀雄: 注意障害を伴う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* 2021; 58:450-457
  - 12) Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposhnik G, Crotty M:Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;11: CD008349.