

2.2. 在宅脳卒中患者の手指機能改善を目的とした

視覚・体性感覚刺激装置の開発

○中川 幸太郎（旧所属かわぞえ医院

現所属ながしま脳神経外科リハビリクリニック）

中野 英樹（京都橘大学健康科学部理学療法学科）

【研究目的】

要介護認定要因の上位である脳卒中患者の手指機能が実用レベルまで回復する割合は極めて低く、それを改善させるエビデンスの高い治療法は未だ確立されていない。過去の研究により、体性感覚識別課題は脳卒中患者の手指機能を改善させることが報告されている[1]。本研究では、視覚・体性感覚刺激が在宅脳卒中患者の手指機能に及ぼす効果を明らかにすることを目的とした。

【研究の必要性】

世界でも類を見ない超高齢社会に突入した日本において、高齢者の健康寿命を延伸させ、医療費・介護給付費を抑制するための取り組みは喫緊の学術的・社会的課題である。なかでも、脳卒中は高齢者医療費・要介護認定要因の上位であり、脳卒中後の運動機能障害を改善させるリハビリテーションは重要な役割を担っている。脳卒中後、運動機能が実用レベルまで回復する割合は下肢と比較して上肢が低く、特に手指機能が極めて悪い[2]。しかし、脳卒中後の麻痺手を改善させるエビデンスレベルの高いリハビリテーション手法は未だ確立されておらず、それを改善させる新しい手法の開発が社会的に求められている。

【研究計画】

本研究は、在宅脳卒中患者を対象とし、視覚刺激、体性感覚刺激、視覚・体性感覚刺激の異なる介入をランダム化クロスオーバー比較試験にて実施した。介入前後に麻痺手の痙縮の程度と運動機能を評価し、各介入の効果を検討した。

【実施内容・結果】

1. 対象

対象は、本研究に参加の同意を得た在宅脳卒中患者 12 名とした。全身状態が安定していない者、本研究の遂行に影響を及ぼすような認知機能障害や高次脳機能障害を呈する者、重度の疼痛や痺れなどを呈する者、麻痺手に痙縮を認めない者、麻痺手に重度の感覚障害を呈する者は対象から除外した。

本研究は、ヘルシンキ宣言に示された倫理と個人情報に配慮し、口頭での説明と書面にて同意を得て実施した。なお、本研究は京都橋大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 方法

本研究は、ランダム化クロスオーバー比較試験を用い、視覚刺激、体性感覚刺激、視覚+体性感覚刺激の3つの介入で構成された。視覚刺激では、麻痺手の上に設置されたディスプレイ内の手指が動くことによってあたかも関節運動が生じているかのような視覚フィードバック介入を実施した。体性感覚刺激では、80Hz程度の振動刺激を麻痺手に入力する介入を実施した。視覚+体性感覚刺激では、上述した視覚フィードバックと振動刺激を同時に付与する介入を実施した。各介入は1回5分とし、介入前後に麻痺手の痙縮の程度と運動機能を評価した。

手指痙縮の評価には Modified Ashworth Scale (MAS) を用いた[3]。Ashworth によって Ashworth Scale が開発され、その後、Bohannon らによってその修正版が作成された[4]。MASの信頼性は、過去のシステムティックレビューとメタアナリシスにより報告されている[5]。また MAS は、脳卒中ガイドライン 2021 で「汎用され、信頼性・妥当性が検証されている評価尺度」の一つとして推奨されている（推奨度 A, エビデンスレベル中）[6]。MAS は 0, 1, 1+, 2, 3, 4 の6段階の順序尺度で評価され、本研究ではそれを 0, 1, 2, 3, 4, 5 の尺度に変換して分析を行った。

手指運動機能の評価には Stroke Impairment Assessment Set (SIAS) の手指テストを用いた[7]。SIAS は千直らによって開発された評価方法であり、脳卒中患者の機能障害の評価指標として広く使用されている[8]。なお、SIAS は脳卒中ガイドライン 2021 で「汎用され、信頼性・妥当性が検証されている評価尺度」の一つとして推奨されている（推奨度 A, エビデンスレベル中）[6]。SIAS は 0, 1A, 1B, 1C, 2, 3, 4, 5 の8段階の順序尺度で評価され、本研究では 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 の尺度にして変換して分析を行った。

3. 統計解析

統計解析として、各測定項目の比較には Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。統計解析には IBM SPSS Statistics Ver. 29 (USA) を使用し、有意水準は 5%未満とした。また、本研究では介入の効果量を検討するために Effect size (r) を算出した。先行研究を参考に Effect size (r) は、 $r = 0.10$ (効果量小), $r = 0.30$ (効果量中), $r = 0.50$ (効果量大) で判定された[7]。

4. 結果

統計解析の結果、麻痺手の痙縮は、体性感覚刺激後に有意な軽減を認めた ($p < 0.05$, 効果量大)。視覚刺激と視覚+体性感覚刺激後は有意な差を認めなかった ($p > 0.05$) (表 1)。麻痺手運動機能は、視覚刺激、体性感覚刺激、視覚+体性感覚刺激ともに介入後に有意差を認めなかったが、体性感覚刺激では効果量大を示した (表 2)。

表 1：介入前後の麻痺手痙縮（MAS）の比較

	Pre		Post		p-value	Effect size	
	Mean	SD	Mean	SD			
視覚刺激	2.42	1.16	2.58	1.08	0.32	0.29	効果量小
体性感覚刺激	2.58	1.31	2.25	1.36	0.046	0.58	効果量大
視覚+体性感覚刺激	2.50	1.09	2.33	1.30	0.16	0.41	効果量中

表 2：介入前後の麻痺手運動機能（SIAS）の比較

	Pre		Post		p-value	Effect size	
	Mean	SD	Mean	SD			
視覚刺激	2.08	1.83	2.08	1.83	1.00	0.00	効果量なし
体性感覚刺激	1.92	1.68	2.17	1.85	0.08	0.50	効果量大
視覚+体性感覚刺激	1.92	1.68	1.92	1.62	1.00	0.00	効果量なし

【考察と今後の課題】

本研究では、視覚・体性感覚刺激が在宅脳卒中患者の手指機能に及ぼす効果を明らかにすることを目的とした。その結果、麻痺手の痙縮は体性感覚刺激後に有意な軽減を認め、その効果量は大であった。また、麻痺手運動機能は、視覚刺激、体性感覚刺激、視覚+体性感覚刺激ともに介入後に有意差を認めなかったが、体性感覚刺激では効果量大を示した。以上のことから、体性感覚刺激は脳卒中患者の麻痺手機能の改善に効果的である可能性が示唆された。

過去の研究により、末梢に対する振動刺激は脳卒中患者の痙縮を軽減させ、脊髄前角細胞の興奮性を減少させることが報告されている[10, 11]。このことから、振動刺激を用いた本研究においても、脊髄前角細胞の興奮性減少によって体性感覚刺激後に脳卒中患者の麻痺手痙縮が軽減したことが示唆された。一方、末梢からの体性感覚情報と視覚情報の一致は、あたかも関節運動が生じているかのような運動錯覚を増大させることが報告されている[12, 13]。しかし、これらの情報が不一致になった際は視覚情報が優先的に処理され、運動錯覚は減衰することがわかっている[12, 13]。本研究では、体性感覚刺激後に麻痺手痙縮の軽減効果を認めたが、視覚+体性感覚刺激後にはその効果が観察されなかった。本研究で実施した視覚+体性感覚刺激における情報の一致性は定かではないが、視覚情報の優先的な処理が体性感覚刺激で得られる効果を減衰させた可能性が示唆された。

本研究により、体性感覚刺激は在宅脳卒中患者の麻痺手痙縮を軽減させることが明らかにされた。また、体性感覚刺激に視覚刺激を同時付与する際は、それらの情報の一致性が重要であることが示唆された。今後は、介入時における視覚情報と体性感覚情報の一致性を検討するとともに、これらの介入の長期効果についても検証する必要がある。

【参考文献】

- [1] Nakagawa K, Nakano H, Iki S, Ishigaki T, Kawaguchi T. Effect of neurocognitive rehabilitation on upper limb function in community-dwelling chronic stroke patients: A pilot study. *Physiother Theory Pract.* 2022 Oct;38(10):1366-1372. doi: 10.1080/09593985.2020.1861669. Epub 2020 Dec 15. PMID: 33320740.
- [2] Lee KB, Lim SH, Kim KH, Kim KJ, Kim YR, Chang WN, Yeom JW, Kim YD, Hwang BY. Six-month functional recovery of stroke patients: a multi-time-point study. *Int J Rehabil Res.* 2015 Jun;38(2):173-80. doi: 10.1097/MRR.000000000000108. PMID: 25603539; PMCID: PMC4415968.
- [3] Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner.* 1964 Apr;192:540-2. PMID: 14143329.
- [4] Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987 Feb;67(2):206-7. doi: 10.1093/ptj/67.2.206. PMID: 3809245.
- [5] Meseguer-Henarejos AB, Sánchez-Meca J, López-Pina JA, Carles-Hernández R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2018 Aug;54(4):576-590. doi: 10.23736/S1973-9087.17.04796-7. Epub 2017 Sep 13. PMID: 28901119.
- [6] 日本脳卒中学会脳卒中ガイドライン委員会. 脳卒中ガイドライン2015〔追補2019対応〕. 協和企画. 2019.
- [7] 千野直一, 椿原彰夫, 園田茂・他. 脳卒中の機能評価—SIAS と FIM〔基礎編〕. 金原出版. 2012.
- [8] Alghadir AH, Anwer S, Iqbal A, Iqbal ZA. Test-retest reliability, validity, and minimum detectable change of visual analog, numerical rating, and verbal rating scales for measurement of osteoarthritic knee pain. *J Pain Res.* 2018 Apr 26;11:851-856. doi: 10.2147/JPR.S158847. PMID: 29731662; PMCID: PMC5927184.
- [9] Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (Second Edition)*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1988.
- [10] Noma T, Matsumoto S, Etoh S, Shimodozono M, Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients. *Brain Inj.* 2009 Jul;23(7):623-31. doi: 10.1080/02699050902997896. PMID: 19557565.
- [11] Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Kawahira K. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *J Rehabil Med.* 2012 Apr;44(4):325-30. doi: 10.2340/16501977-0946. PMID: 22402727.
- [12] Hagura N, Takei T, Hirose S, Aramaki Y, Matsumura M, Sadato N, Naito E. Activity in the posterior parietal cortex mediates visual dominance over

kinesthesia. J Neurosci. 2007 Jun 27;27(26):7047-53. doi:
10.1523/JNEUROSCI.0970-07.2007. PMID: 17596454; PMCID: PMC6672236.

- [13] Hagura N, Oouchida Y, Aramaki Y, Okada T, Matsumura M, Sadato N, Naito E. Visuokinesthetic perception of hand movement is mediated by cerebro-cerebellar interaction between the left cerebellum and right parietal cortex. Cereb Cortex. 2009 Jan;19(1):176-86. doi: 10.1093/cercor/bhn068. Epub 2008 May 2. PMID: 18453537; PMCID: PMC2638744.

【経費使途明細】

使 途	金 額
人件費（研究協力者・補助者への謝金）	90,850 円
交通費（研究実施場所に移動する際のガソリン代, 駐車場代, 高速代）	117,102 円
消耗品費（モノフィラメント, 解析プログラム, マスク）	92,484 円
合 計	300,436 円
大同生命厚生事業団助成金	300,000 円