■症例研究

ギランバレー症候群による足関節背屈機能障害に対する視覚誘導性自己運動錯覚の介入効果の検討

—— ABA シングルケースデザイン ——

Effect of Kinesthetic Illusion Induced by Visual Stimulation for Dorsiflexion Dysfunction Caused by Guillain-Barre Syndrome

酒井 克也^{1,2)} 池田 由美²⁾ 山中 誠一郎¹⁾ 野口 隆太郎¹⁾

KATSUYA SAKAI, RPT^{1,2)}, YUMI IKEDA, RPT, PhD²⁾, SEIICHIRO YAMANAKA, RPT¹⁾, RYUTARO NOGUCHI, RPT¹⁾

¹⁾ Department of Rehacare, Hatsudai Rehabilitation Hospital: 3-53-3 Honcho, Shibuya-ku, Tokyo 151-0073, Japan
TEL +81 3-5365-8500, E-mail: sakai.katsuya@gmail.com

²⁾ Graduate School of Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

Rigakuryoho Kagaku 33(1): 187-190, 2018. Submitted Aug. 18, 2017. Accepted Sep. 12, 2017.

ABSTRACT: [Purpose] The purpose of this study was to examine the effect of kinesthetic illusion induced by visual stimulation (KiNvis) for dorsiflexion dysfunction caused by Guillain-Barre syndrome. [Subjects and Methods] This study had an ABA single-case design and was conducted in phases of 3 days each. In phase A, the patient underwent conventional physical therapy for 3 days. In phase B, the patient underwent KiNvis before physical therapy, which was the same physical therapy program as in phase A. The patient was evaluated using a visual analog scale (VAS), self-portrait drawing, ankle dorsiflexion automatic movement angle (ADAMA), and the 10-meter walk test. [Results] In phase B, the VAS for kinesthetic illusion averaged 55 ± 5 mm, and self-portrait drawing, assessed by the patient completing a drawing of the affected ankle joint, changed to a more detailed picture following phase B. Both ADAMA and gait speed improved. [Conclusion] The addition of KiNvis to a conventional rehabilitation program enhanced improvements in dorsiflexion function.

Key words: kinesthetic illusion induced by visual stimulation, dorsiflexion dysfunction, Guillain-Barre syndrome

要旨:〔目的〕ギランバレー症候群により足関節背屈機能障害を呈した症例を担当し、視覚誘導性自己運動錯覚 (Kinesthetic Illusion Induced by Visual Stimulation : KiNvis) を実施した結果、効果が得られたので報告する。〔対象と方法〕対象はギランバレー症候群により左足関節背屈機能障害を呈した 50 歳代男性とした。ABA シングルケースデザインを実施し、各々 3 日ずつとした。A 期を基礎水準期、B 期を操作導入期とし、B 期のみ KiNvis を付加した。評価は運動錯覚の程度と身体イメージ、足関節背屈運動角度、歩行速度とした。〔結果〕B 期に運動錯覚が生じ、身体イメージも変化した。左足関節背屈運動角度は A1 期平均 $2 \pm 0^\circ$ から B 期にて平均 $5.6 \pm 0.5^\circ$ へ改善し、A2 期も平均 $5.3 \pm 1.1^\circ$ と効果が継続した。歩行速度は A1 期にて平均 0.81 ± 0.12 m/sec であり、B 期は平均 1.25 ± 0.13 m/sec に改善し、A2 期にて平均 1.22 ± 0.09 m/sec と効果が持続した。〔結語〕KiNvis により足関節背屈機能が改善した可能性が示唆された。

キーワード: 視覚誘導性自己運動錯覚、足関節背屈機能障害、ギランバレー症候群

¹⁾ 医療法人社団輝生会 初台リハビリテーション病院 リハケア部: 東京都渋谷区本町 3-53-3 (〒151-0073) TEL 03-5365-8500

²⁾ 首都大学東京大学院 人間健康科学研究科

I. はじめに

視覚誘導性自己運動錯覚 (Kinesthetic illusion induced by visual stimulation : 以下, KiNvis) は, 視覚を用いた運動錯覚法で, 自身が動かしているような視点 (一人称視点) で映像を観察することにより身体が動いていないにもかかわらず, あたかも動いているような錯覚が生じることをいう¹⁾。健康人を対象に手指に対する KiNvis を実施し運動錯覚が生じるか否かと, 皮質脊髓路の興奮性に変化があるかを検討した結果, 運動錯覚が生じ一次運動野の興奮性が増加することが明らかとなった²⁾。下肢においても健康人を対象に足関節の背屈・底屈運動の KiNvis を実施し, 運動錯覚が生じるのか否かと, 皮質脊髓路の興奮性に変化が生じるかが検証されており, 運動錯覚が生じることで, 前脛骨筋の運動誘発電位の振幅が選択的に上昇し, 一次運動野の興奮性が増加することが明らかとなった²⁾。このように上肢と同様に下肢機能に対しても KiNvis にて身体機能に変化が生じるということが明らかとなっている。

ギランバレー症候群は上気道炎などの先行感染により発症し, 四肢の筋力低下が中核症状とされ, 予後は良好な疾患であるとされている³⁾。しかし, 病型により予後は変化し, 軸索型は予後が不良とされ, 回復が遅延する症例が報告されている⁴⁾。回復遅延例は早期回復例と比較すると臥床期間が長期化しやすく, 移動能力が低いため, 筋力低下や呼吸・心肺機能の低下をもたらすことが明らかとなっている⁴⁾。

臥床期間の長期化や不動, 身体の不使用により, 近年では, 皮質脊髓路の興奮性が低下することが明らかになっている⁵⁾。また, 求心性情報の減少により体部位再現脳領域の狭小化⁶⁾が生じることや, 不動により体性感覚脳領域の活動範囲の狭小化⁷⁾が起こることが明らかにされている。さらに, 不動により運動イメージ能力も低下することが明らかになっている⁸⁾。

本症例は経過のなかで長期臥床により, 四肢の不動や不使用の期間があり, 上記の先行研究で示したような皮質脊髓路の興奮性の低下など⁵⁻⁸⁾が推測され, 身体描画の評価からも足関節の身体イメージが変容していることが推測された。そのため, KiNvis のこれまでの先行研究^{1,2)}を考慮すると, 本症例にも KiNvis は有効なのではないかと考えた。そこで, ギランバレー症候群により左足関節背屈機能障害を呈した本症例に対し KiNvis を用いた理学療法を実施したところ, 効果が得られたため報告する。

II. 対象と方法

1. 対象

対象はギランバレー症候群を呈した 50 歳代男性とし

た。A 病院にてインフルエンザを主症状とした先行感染によりギランバレー症候群を発症した。Hughes grade 4 であり, 電気生理学的所見から軸索型で, 回復遅延例の可能性があると診断された。症状の寛解と憎悪を繰り返し, 発症から 20 病日以上ベッド臥床を余儀なくされ, 両上下肢の筋力が低下し, 四肢麻痺の状態であった。50 病日後, 当院回復期リハビリテーション病棟に入院となった。入院時の身体機能は, 下肢における著明な関節可動域制限はなく, 股関節～膝関節の筋力は Manual Muscle Test (以下, MMT) にて 2～3 であったが, 両側足関節の筋力は MMT 0 で下垂足を呈していた。基本動作には中等度～全介助を要した。そのため, 基本動作と歩行能力の向上を目的に理学療法を開始した。発症 150 病日に両側股関節と膝関節の筋力は MMT 4 となり, 基本動作は自立し, 歩行は両側オルトップと T 字杖を使用し, 院内の日常生活活動は自立した。右足関節背屈自動運動角度は 5° まで改善したが, 左足関節背屈時の前脛骨筋の収縮はごくわずかであり, MMT 1 であった。本研究は初台リハビリテーション病院倫理委員会の承認を得て実施した (承認番号: H28-13)。症例に研究の旨を説明し, 書面にて同意を得た。

2. 方法

ABA シングルケースデザインにて, A1 期を基礎水準期, B 期を操作導入期, A2 期をフォローアップ期とし各々 3 日ずつ実施した。起立や歩行練習などの課題指向型練習を中心とした理学療法を行う期間 (A1 と A2 期) と, A 期の理学療法に加え KiNvis を実施する期間 (B 期) から構成した。B 期の前に対象者に視覚誘導性自己運動錯覚についての趣旨の説明を行い, 一人称視点の映像を観察することで運動錯覚が生じるかを確認したうえで実施した。KiNvis で用いた映像は他者の足関節の背屈動画とし, Apple 社製 iPad を用いて一人称視点となるように椅子座位にて他者の左足関節背屈運動を 1 秒間に 1 回のペースで予め撮影した。対象者に椅子座位をとらせ, 対象者の左足と iPad 上に映る足の映像が重なるように iPad を配置し, 実際の足は直接見えないようにした (図 1)。その際に, 運動錯覚が起こりやすいように iPad の位置や角度を調整した。1 日あたり 10 分 × 2 セットの合計 20 分実施した。

測定項目は, 運動錯覚の程度, 身体イメージ, 足関節背屈自動運動角度, 10 m 最大歩行速度とした。KiNvis による運動錯覚がどの程度生じたかを捉える指標として Visual Analog Scale (以下, VAS 0 mm : 全く錯覚を感じない - 100 mm : 錯覚が生じ実際に足が動いている感じがする) を用い, B 期の各セット終了後に測定し, 平均値を算出した。身体イメージの評価として身体描画を用い, 森岡らの方法に準じて⁹⁾「頭からつま先まで書いてください」と言語指示し A4 用紙にペンで記載させ,

A 期前, B 期後の描画変化を抽出した。足関節背屈自動運動角度の測定は椅子座位にて股関節, 膝関節の屈曲角度が 90°, 足関節は背屈底屈角度 0° になるようにし, 日本整形外科学会の関節可動域測定法の基本軸, 移動軸に準じてゴニオメーターを用いて測定した。10 m 最大歩行速度の測定条件は杖と装具を用いずに実施した。測定方法は前後 3 m の予備路を設けた 10 m の直線の歩行路を最大速度で歩行し, 歩行開始から終了時までの 10 m の所有時間をストップウォッチにて測定した。足関節背屈自動運動角度と 10 m 最大歩行速度は 3 回測定し, 最大値を代表値とした。

III. 結 果

B 期にて運動錯覚が生じ, VAS は平均 55 ± 5 mm であった。身体描画について A 期では, 他の身体部位に対して両側下肢を太く描いており, 「足が太い感じがして, 斜めに立っているような感覚がある」と述べていたが, B 期後には両側の足が細くなり, 「足が細くなり, 床の上にまっすぐに立っている感覚がある」と述べ, 加

図1 KiNvis実施場面

えて両側の足底に線が引かれていた。左足関節背屈自動運動角度は A1 期 2°, 2°, 2° であり, B 期では 5°, 5°, 6° に改善し, A2 期は 4°, 6°, 6° と効果が持続した。10 m 最大歩行速度は A1 期では 0.77 m/sec, 0.72 m/sec, 0.96 m/sec であり, B 期では 1.23 m/sec, 1.14 m/sec, 1.40 m/sec と改善を認め, A2 期では 1.29 m/sec, 1.12 m/sec, 1.26 m/sec と効果が持続した (表 1)。

IV. 考 察

本症例は Hughes grade 4 で軸索型の回復遅延例の可能性があった。そのため, 発症初期から症状の回復が思わしくなく, 長期の臥床期間を呈し当院に転院となった。150 病日には身体機能の向上がみられたが, 左足関節の背屈機能障害が残存した。本症例の病態の仮説として, 経過のなかで長期臥床により四肢の不動, 不使用の期間があり, 皮質脊髓路の興奮性が低下し, 筋出力も低下しているのではないかと推測した。また, 身体描画にて身体イメージの評価を実施すると, 他の身体部位に対して両側下肢を太く描いており, 求心性情報の減少により体部位再現脳領域の狭小化が生じ, 身体イメージが変容していると推測した。そのため, 運動錯覚を引き起こすことで, 一次運動野の興奮性が増大すること^{1,2)}や不動状態の四肢に対して KiNvis を実施することで最大随意筋収縮の低下を予防できる¹⁰⁾と報告されている KiNvis が有効であると考えた。その結果, KiNvis を実施した B 期において運動錯覚が生じ, 身体イメージの変化もみられ, 左足関節背屈自動運動角度と歩行速度の改善を認めた。

KiNvis は一人称視点の映像を観察させ運動錯覚が生じることで, 一次運動野の興奮性が増加するだけでなく, 運動前野や補足運動野といった運動関連領域が活動することが明らかとなっている¹¹⁾。また, 先行研究において, 対象者の自己の四肢に比べると錯覚強度は低下するが, 他者の四肢を用いて KiNvis を実施しても運動関連領域の活動がみられている¹¹⁾。本来, KiNvis は自己の四肢を用いて運動錯覚を誘発するが, 本症例の場合は両側の足関節の背屈機能障害が残存していたため, 他者の足関節の映像を用いた。KiNvis 実施時の運動錯覚の程度は VAS で 55 ± 5 mm であり, 先行研究²⁾においても平均 58.5 ± 16.7 mm であったことから錯覚の程度は先行研

表 1 足関節背屈自動運動角度と歩行速度の変化

	A1 期			B 期			A2 期		
	1 日目	2 日目	3 日目	4 日目	5 日目	6 日目	7 日目	8 日目	9 日目
背屈自動運動角度 (°)	2	2	2	5	6	6	4	6	6
10 m 最大歩行速度 (m/sec)	0.77	0.72	0.96	1.23	1.14	1.40	1.29	1.12	1.26

究と同程度であり、他者の足関節の映像を用いても脳活動の変化を起こすに当たり十分な運動錯覚が生じていたのではないかと考えられた。

身体描画による描写の変化として、A期においては他の身体部位に対して両側下肢が太く描かれており、身体描画の先行研究を参考にすると⁹⁾、身体イメージが変容していることが推測された。しかし、B期では両下肢をA期よりも細く描き身体各部位間のバランスがとれていることや、症例の内観としても「まっすぐに立っているような感じがする」などの身体イメージの再形成と捉えられる変化がみられた。このことからKiNvisを実施したことで身体イメージが再形成されたのではないかと推測する。

足関節背屈自動運動角度に関しては、A1期と比較しB期において改善を認め、A2期まで背屈角度が維持した。KiNvisにより運動錯覚が生じ、身体イメージの再形成が起こったと考えられ、一次運動野や運動関連領野の興奮性が増大したことで、筋出力調整能力が向上し、左足関節背屈自動運動角度が改善したのではないかと推測する。KiNvisは実際の運動が起こらずとも視覚フィードバックにてあたかも運動しているかのような錯覚を生じさせる。本症例の場合、臥床期間や不動期間が長く、足関節に背屈機能障害があったために予測情報である運動イメージの形成が変容していたことと、足関節背屈運動の視覚フィードバック情報が得られていなかったと考えた。KiNvisにて運動イメージが再形成し、視覚フィードバック情報が補償されたことで、実際の運動予測とフィードバック情報が一致し、足関節背屈運動の筋出力の向上につながり足関節背屈運動角度の改善に至ったのではないかと考えた。

歩行速度に関しては、A1期からB期にかけて改善を認め、A2期まで維持した。先行研究にて、KiNvisと類似した方法であるMirror Therapyにて運動錯覚を生じさせることで歩行能力が向上することが明らかとなっている¹²⁾。KiNvisにおいても視覚フィードバックを用いた運動錯覚法であることからMirror Therapyと同様の効果が得られたと考えられ、運動錯覚の惹起と身体イメージの再形成が起こり、足関節背屈自動運動角度が向上したことにより、足関節背屈運動の筋出力の向上が図れたためではないかと推測する。

本研究の限界として、一症例であることや研究デザインの再検討が必要である。今後、検討を重ね、KiNvisの対象や効果を明らかにしていく必要がある。

引用文献

- 1) Kaneko F, Yasojima T, Kizuka T: Kinesthetic illusory feeling induced by a finger movement movie effects on corticomotor excitability. *Neuroscience*, 2007, 149: 976-984.
- 2) Aoyama T, Kaneko F, Hayami T, et al.: The effects of kinesthetic illusory sensation induced by a visual stimulus on the corticomotor excitability of the leg muscles. *Neurosci Lett*, 2012, 514: 106-109.
- 3) 日本神経治療学会(編):ギラン・バレー症候群, フィッシャー症候群診療ガイドライン2013. https://www.neurology-jp.org/guidlinem/gbs/sinkei_gbs_2013_02.pdf (閲覧日2017年7月30日).
- 4) 尾花正義, 工藤文夫:Guillain-Barré症候群の障害特徴—「早期回復群」と「回復遅延群」との比較. *リハ医学*, 1994, 31: 555-558.
- 5) Langer N, Hänggi J, Müller NA, et al.: Effects of limb immobilization on brain plasticity. *Neurology*, 2012, 78: 182-188.
- 6) Jenkins WM, Merzenich MM, Ochs MT, et al.: Functional reorganization of primary somatosensory cortex in adult owl monkeys after behaviorally controlled tactile stimulation. *J Neurophysiol*, 1990, 63: 82-104.
- 7) Lissek S, Wilimzig C, Stude P, et al.: Immobilization impairs tactile perception and shrinks somatosensory cortical maps. *Curr Biol*, 2009, 19: 837-842.
- 8) Malouin F, Richards CL, Durand A, et al.: Effects of practice, visual loss, limb amputation, and disuse on motor imagery vividness. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23: 449-463.
- 9) Morioka S, Matsuo A, Abe M, et al.: Body image of the unilateral spatial neglect patients with self-portrait drawing. *J Phys Ther Sci*, 2005, 17: 39-42.
- 10) Inada T, Kaneko F, Hayami T: Effect of kinesthetic illusion induced by visual stimulation on muscular output function after short-term immobilization. *J Electromyogr Kinesiol*, 2016, 27: 66-72.
- 11) Kaneko F, Blanchard C, Lebar N, et al.: Brain regions associated to a kinesthetic illusion evoked by watching a video of one's own moving hand. *PLoS One*, 2015, 10: e0131970.
- 12) Sütbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, et al.: Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 2007, 88: 555-559.