

短 報

緊張性振動反射が動作学習に与える影響

－脳血管障害患者の肘関節伸展動作に着目して－

田丸佳希¹⁾²⁾ 柳川明義³⁾ 佐々木梢⁴⁾ 松元一世⁵⁾

重田寛人⁶⁾ 西田斉二¹⁾ 杉原勝美¹⁾

¹⁾ 四條畷学園大学 リハビリテーション学部

²⁾ 大阪府立大学 総合リハビリテーション学研究科

³⁾ 畷生会脳神経外科病院 リハビリテーション科

⁴⁾ 奈良県総合医療センター リハビリテーション部

⁵⁾ ペガサスリハビリテーション病院 リハビリテーション部

⁶⁾ 北大阪警察病院 リハビリテーション技術科

キーワード

緊張性振動反射、動作学習、Internal Focus

要 旨

本研究は脳血管障害患者8名を対象に麻痺側肘関節伸展動作の介入時に、緊張性振動反射 (Tonic Vibration Reflex; TVR) を用いる事での動作学習への効果とその持続時間について明らかにする事を目的とした。研究デザインはクロスオーバー比較試験であり、条件① (肘関節屈曲伸展動作を自動運動で30回実施する条件)、条件② (条件①実施の際、肘関節伸展時に上腕三頭筋へのTVRを与えて実施する条件) の2条件である。各介入5、10分後に active-ROM を測定して効果を検討した。介入5分後では両群共に条件②が条件①よりも有意に肘関節伸展角度が大きかった。介入10分後では両群共に条件間で有意差を示さなかった。このことから TVR を用いた機能的介入は即時効果としての促通効果に繋がる一方で、長期的な効果は認められなかった。これは本研究での介入期間が短すぎたことから、運動段階での内在的 Feedback に繋がらなかった事で忘却したものと考えられた。

はじめに

振動刺激を用いることで筋緊張の抑制効果、あるいは収縮促通効果を生じさせることが報告されている¹⁻⁵⁾。これら振動刺激が身体にもたらす影響として骨格筋への刺激が脊髄内の介在神経を興奮させ、脊髄運動細胞の興奮を抑制させる効果が報告されている¹⁻³⁾。一方で当該筋に振動刺激を与えると筋紡錘を興奮させ、筋収縮が生じると述べる報告も見られる⁴⁻⁵⁾。この現象は緊張性振動反射 (Tonic Vibration Reflex; TVR) として知られている。このように振動刺激は筋緊張の変化をもたらす効果がある。しかし、このように筋緊張に作用する振動刺激を動作学習の視点で実施した研究報告は見られない。そこで本研究では、振動刺激により誘発される TVR を用いて、脳血管障害患者の麻痺側上肢肘関節伸展動作の学習に効果をもたらすかを明らかにすることを目的として研究を行った。

対象

脳血管障害患者 (左片麻痺) 8名 (年齢 64.2 ± 12.1 歳、上肢 Brs : III→IV移行期) である。対象者の除外基準としては、中等度から重度の感覚障害 (表在・深部感覚) を有する者、また著明な高次脳機能障害を有し、本研究の障害となる者を除外した。全対象者には本研究について口頭にて説明し、書面にて同意を得て行った。

＜方法＞

研究デザインはクロスオーバー比較試験である。実験環境は椅座位であり、Portable Spring Balancer を用いて、麻痺側上肢肩関節 60° 屈曲位を開始位置とした。比較条件として、条件① (自動運動のみで肘関節屈曲伸展動作を30回実施する条件)。条件② (条件①を実施する際、肘関節伸展時に上腕三頭筋への振動刺激を与えて実施する条件) の2条件とした。TVR の誘発には、ハンディーマッサージャー (MD-01 60Hz THRIVE

社製)を用いた。両条件終了5分、10分後にActive-ROMを測定して比較した。尚、各条件の実施にあたりWash-Out期間24時間を設けて実施した(図1)。肘関節角度の計測方法として、肩峰・上腕骨外側上顆・橈骨茎状突起にシングルマーカーを貼り付け、デジタルビデオカメラ(HC-V620M、60Hz Panasonic社製)で録画し、Dartfish解析ソフト(ダートフィッシュ・ジャパン社製)を用いて計測した。

統計学的解析には、SPSS(ver.12 for Windows IBM社製)を使用し、各条件介入5分・10分後の各条件をpaired t-testを用いて比較した(p<.05)。

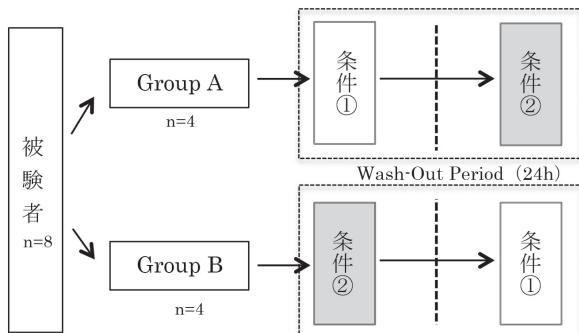


図1 クロスオーバー比較試験での介入デザイン

全被験者を無作為にGroup A4名・B4名を割り付け、Group Aでは条件①を実施後、24時間のWash-Out期間を設けて、条件②を実施した。Group Bでは条件②を実施後同様に条件①の手順で実施するクロスオーバーデザインとした。

< 結果 >

介入5分後のGroup Aの2条件比較では、条件①が $-14.5 \pm 4.2^\circ$ 、条件②が $-6.6 \pm 3.6^\circ$ であった(図2)。Group Bの結果は、条件①が $-12.3 \pm 2.2^\circ$ 、条件②が $-6.7 \pm 1.2^\circ$ であった(図3)。介入5分後ではGroup A・B共に条件②が条件①よりも有意に伸展角度の値が増加した。介入10分後Group Aでは、条件①が $-12.2 \pm 4.2^\circ$ 、条件②が $-9.2 \pm 3.5^\circ$ であった(図4)。Group Bは、条件①が $-13.5 \pm 3.6^\circ$ 、条件②が $-9.8 \pm 4.2^\circ$ であった(図5)。

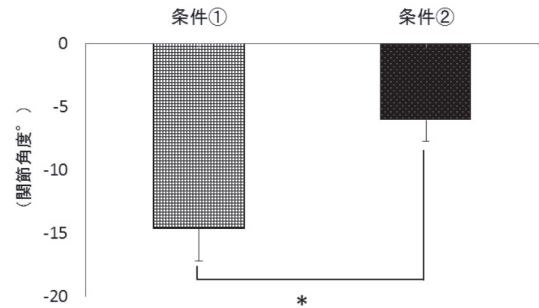


図2 (5分後) Group A 各条件比較結果

Group Aの介入5分後の各条件比較では、条件②が条件①よりも有意に伸展角度の値が大きい。

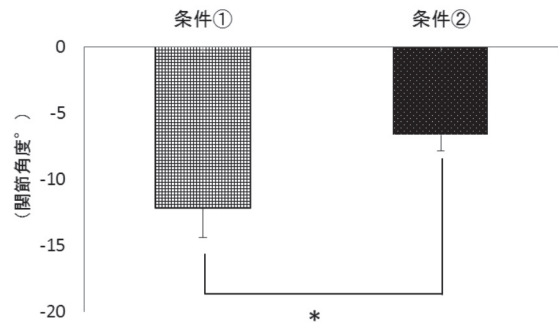


図3 (5分後) Group B 各条件比較結果

Group Bの介入5分後の各条件比較では、条件②が条件①よりも有意に伸展角度の値が大きい。

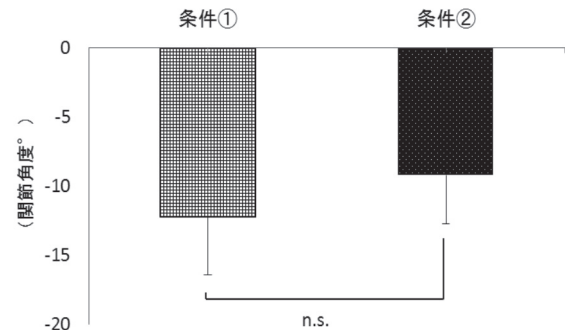


図4 (10分後) Group A 各条件比較結果

Group Aの介入10分後の各条件比較では、各条件で有意な違いは認めなかった。

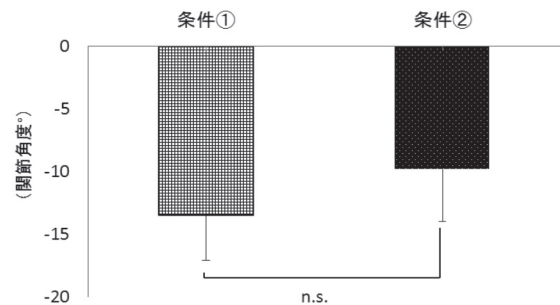


図5 (10分後) Group B 各条件比較結果

Group Bの介入10分後の各条件比較では、各条件で有意な違いは認めなかった。

〈考察〉

本研究では、振動刺激による TVR が動作学習を促進する効果があるか、またその効果の持続時間について検討する事を目的に研究を行った。本結果では、介入5分後において両群共に条件②が条件①よりも有意に伸展角度の値が大きかった。一方、介入10分後では各条件共に有意差を示さず、介入後の時間経過と共に効果が減少していた。これらの結果から本研究で用いた動作の特徴として肘関節の伸展動作を介入後に自動運動にて行う検査であり、どのように運動を行うかといった運動学習の段階が含まれていることが推察される。これら運動学習の段階として Fitts ら⁶⁾ は、言語-認知段階、運動段階、自動化段階の3段階に分類し、第1段階である言語-認知段階では、運動課題の目的を理解し、それを達成する為にどういった運動が必要であるかを知る段階。第2段階である運動段階では、感覚情報フィードバック (Action feedback) や結果の知識 (knowledge of results; KR) に基づき、動作の中で考え、誤りの修正や、余分な運動などを省いていき、宣言的知識から手続き的知識へと変換していく段階。第3段階である自動化段階では、運動が手続き化されることで運動に対する注意は減少し、言語は運動遂行に不必要となり自動化される段階であると述べている。この運動学習段階を踏まえて本結果を捉えると、まず、介入5分後に肘関節伸展角度の値が大きくなっていた背景には、2つの要素があると考えられる。1つは、多くの先行研究^{7,9)} から述べられているように振動刺激がターゲット筋の拮抗筋に対して、相反抑制として働くことである。これは本研究でいえば、上腕三頭筋への振動刺激が TVR を誘発し、拮抗筋である上腕二頭筋の痙性を抑制させ、肘関節の伸展角度に影響を与えたと推察される。2つ目は、上腕三頭筋への TVR が、本来の肘関節伸展動作に伴う筋収縮を生み、視覚的に捉える事で筋収縮のイメージが構築されやすくなったことで、Internal Forces での学習が動作中の言語-認知段階を促進したものと考えられる。一方、介入10分後では、両群で有意差を示さなかったことに関しては、本研究の介入手法において、介入回数を30回と設定した為、運動段階でのフィードバック学習量が不十分であり、学習の定着がなされる前に忘却してしまったものと考えられた。

〈まとめ〉

脳血管障害患者の麻痺側上肢肘関節伸展動作の訓練介入時に伴い、TVR を利用することで肘関節伸展動作の動作学習に効果を示すかを検討した結果、介入5分後の肘関節伸展角度の値が有意に大きくなったが、介入10分後では有意差を示さなかった。これにより TVR は、動作学習において、即時効果を示すことが明らかとなったが、10分後では学習効果が忘却していた。本結果を踏まえ、今後の展望としては振動刺激の刺激時間と効果の持続時間をより経時的に捉える事や、運動量についての細分化を行うことが重要であると考えられた。

文献

- 1) GAIL PD, Lance JW, Nweilson PD. : Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *Journal of Neurology, Neurosurgery Psychiatry* 29 (1) : 1-11, 1966.
- 2) Gillies JD, Lance JW, Neilson PD, et al. : Presynaptic inhibition of the monosynaptic reflex by vibration. *The Journal of physiology* 205 (2) : 329-339, 1969.
- 3) 野間知一、衛藤誠二、鎌田克也、他：脳卒中片麻痺上肢への痙縮筋直接振動刺激による痙縮抑制効果。作業療法 27 (2) : 119-127, 2008.
- 4) Burke D, Hagbarth KE, Lofstedt L, et al. : The responses of human muscle spindle endings to vibration of non-contracting muscles. *The Journal of Physiology* 261 (3) : 673-693, 1976.
- 5) Eklund G, Hagbarth KE. : Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental Neurology* 16 (1) : 80-92, 1966.
- 6) Fitts PM, Posner MI. : *Human Performance*. Wadsworth, Belmont, p162, 1967.
- 7) Ageranioti SA, Hayes KC. : Effect of vibration on hypertonia and hyperreflexia in the wrist joint of patients with spastic hemiparesis. *Physiotherapy Canada* 42 (1) : 24-33, 1990.
- 8) Eklund G, Hagbarth KE. : Normal variability of tonic vibration reflexes in man, *Experimental Neurology* 16, 80-92, 1966.
- 9) Gail P DE, Lance JW, Neilson PD. : Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 29 (1) 1-11, 1966.

Effect of the motion training using tonic vibration reflection

Yoshiki Tamaru^{1) 2)} Akiyoshi Yanagawa³⁾ Kozue Sasaki⁴⁾ Issei Matsumoto⁵⁾

Hiroto Shigeta⁶⁾ Saiji Nishida¹⁾ Katumi Sugihara¹⁾

¹⁾ Shijonawate Gakuen University Faculty of Rehabilitation

²⁾ Graduate School of Comprehensive Rehabilitation Osaka Prefecture University

³⁾ Tesseikai Neurosurgical Hospital Rehabilitation Department

⁴⁾ Nara Prefecture General Medical Center Rehabilitation Department

⁵⁾ Pegasus Rehabilitation Hospital Rehabilitation Department

⁶⁾ Kitaosaka Police Hospital Rehabilitation Department

Key words

Tonic Vibration Reflex, motion training, Internal Focus

Abstract

The purpose of this study was to examine effective use of TVR (Tonic Vibration Reflex) in motor training. Research Condition 1 : The first condition consists of extending and flexing of a test subject's elbow joint 30 times without the use of TVR with a range of motion test of five and ten minutes. Research Condition 2 : The second condition consists of using TVR on the triceps of the test subject's elbow joint before extending and flexing the test subject's elbow joint again 30 times with a range of motion test of five and ten minutes. Results : After completing both tests, results shows that there is a significant and visible difference of the extension angle of the elbow joint while using TVR during the first five minutes of testing with both research conditions. However, there was not any significant or visible difference after the use of TVR after the ten minutes intervals of testing. Conclusion : TVR has an immediate effect in motor training. However, the TVR effect is only for a short amount of time. The possible reason for these results may be the short amount of time that was used to conduct the testing.