

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K17520

研究課題名（和文）運動閾値未満の磁気刺激のリハビリテーション治療への併用効果

研究課題名（英文）Effect of peripheral magnetic stimulation below the motor threshold combined with rehabilitation treatment

研究代表者

松浦 広昂（Mastuura, Hiroataka）

藤田医科大学・医学部・講師

研究者番号：80801696

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000 円

研究成果の概要（和文）：運動閾値未満の電気刺激を用いる経皮的電気刺激は痙縮，慢性疼痛の軽減，運動機能改善等に有効であると報告されているが，電気刺激では刺激時に皮膚のビリビリ感などが生じるため，臨床的にはあまり用いられていない．われわれは運動閾値未満の磁気刺激を与える小型の器機を開発した．この器機の刺激強度は運動閾値未満かつ感覚閾値未満であるため，刺激時の疼痛は生じない．2021年度はこの器機を装着しながらのリハビリテーションを行い，その実現可能性を検討した．2022年度は足関節底屈筋群の痙縮に対して本装置を用いて即時的な痙縮軽減効果を呈した脳卒中患者の1例報告を学会で発表し，2023年度は同報告を論文として投稿した．

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動閾値未満の電気刺激を与える経皮的電気刺激は，痙縮，慢性疼痛の軽減目的に有効であり，リハビリテーション治療との併用効果も報告されているが，電極を皮膚に貼付するなどの煩雑さがある．磁気刺激はより簡便な刺激が可能であるが，装置が大きいという欠点を持つ．しかし，運動閾値未満の刺激強度であれば大型の装置は必要なく，われわれは磁石を利用した小型軽量の磁気刺激器機を開発した．本機器による磁気刺激の有用性の可能性を示したことで，運動閾値未満の磁気刺激という新たな治療法の選択肢ができたと考える．

研究成果の概要（英文）：Transcutaneous electrical nerve stimulation reduces spasticity but can cause skin irritation due to electrode attachment. Peripheral magnetic stimulation stimulates nerves and muscles without electrodes, reducing pain by avoiding direct stimulation of skin pain receptors. In the fiscal year 2021, we conducted rehabilitation using this device and examined its feasibility. In 2022, we presented a case report at a conference on the immediate spasticity reduction effect of this device on the plantar flexor muscles in a stroke patient. In 2023, we submitted the same report as a paper for publication.

研究分野：ニューロリハビリテーション，嚥下障害

キーワード：磁気刺激 運動閾値 感覚閾値

1. 研究開始当初の背景

四肢に対する電気刺激療法は筋力増強、筋疲労の抑制、痙縮の軽減、関節可動域の拡大、血流の改善、褥瘡の予防などに日常的に臨床場面で用いられており、脳卒中治療ガイドラインにおいても慢性期の脳卒中で下垂足がある患者、手関節背屈筋・手指伸筋などの中程度の麻痺、痙縮、麻痺側の肩関節可動域と亜脱臼の改善効果はグレード B、麻痺側上肢の痙縮に対する装具と電気刺激の併用はグレード C1 と記載されている。運動閾値未満の電気刺激を用いる経皮的電気刺激は痙縮、慢性疼痛の軽減、運動機能改善等に有効であると報告されているが、電気刺激では刺激時に皮膚のピリピリ感などが生じるため、臨床的にはあまり用いられていない。一方、四肢に対する末梢磁気刺激(peripheral magnetic stimulation; PMS)の研究は経頭蓋磁気刺激に用いるコイルや PMS 専用装置附属のコイルを用いて近年行われるようになってきている。それらのコイルを用いた運動閾値未満の刺激も技術的には可能であるが、装置自体が大きくコイルも重く常に保持が必要であることから実際には用いられていない。

2. 研究の目的

四肢に対する末梢磁気刺激(PMS)の研究は、経頭蓋磁気刺激に用いるコイルや PMS 専用装置附属のコイルを用いて近年行われるようになってきている。それらのコイルを用いた運動閾値未満の刺激も技術的には可能であるが、装置自体が大きくコイルも重く常に保持が必要であることから実際には用いられていない。

そこで、運動閾値未満の刺激強度であれば小さな装置で代用できる可能性があるため、われわれは磁石を利用することにより、運動閾値未満の出力を持つ小型軽量の磁気刺激器を開発した。この小型磁気刺激器装置は重量 108 g と軽いことから上肢や下肢に装着して他のリハビリテーション治療との併用は容易である。また、磁気刺激は皮膚に存在する侵害受容器を刺激しないことから運動閾値未満かつ感覚閾値未満の刺激も可能であり、衣服の上からの刺激が可能で電極の貼付が不要という利点があるために、その有効性が証明されれば臨床応用は容易であり、有用であると考えられる。本研究の目的は、本小型磁気刺激装置による運動閾値未満の磁気刺激の安全性や有効性を検討することである。

3. 研究の方法

2021 年度はこの器機を装着しながらのリハビリテーションを行い、その実現可能性を検討した。回復期リハビリテーション病棟入院中の脳卒中患者 10 名の麻痺側前腕、運動器疾患患者 10 名の健側大腿に器機を装着し、通常訓練を行った。患者に器機の使用感を 7 段階の Likert Scale で尋ねた。

2022-23 年度は脳卒中発症後、足関節底屈筋群の痙縮を合併した患者に対して本装置を用いて、その即時的な痙縮軽減効果について、MAS (Modified Ashworth Scale) や該当神経の Hmax/Mmax を価した。ABA プロトコル(1 日目: 30 分間の小型磁気刺激装置を用いた刺激, 2 日目: 30 分間の小型磁気刺激を装着するが刺激を行わない sham 刺激, 3 日目: 30 分間の小型磁気刺激装置を用いた刺激)で評価した。また、運動機能の改善について 10m 歩行速度も評価した。

4. 研究成果

2021 年度はこの器機を装着しながらのリハビリテーションを行い、その実現可能性を検討したが、回復期リハビリテーション病棟入院中の脳卒中患者 10 名の麻痺側前腕、運動器疾患患者 10 名の健側大腿に器機を装着し、通常訓練を行った。患者に器機の使用感を 7 段階の Likert Scale で尋ねたところ、結果は良好であり、磁気刺激を行いながらの通常訓練が十分実用的と考えられた。

2022 年度は脳卒中発症後、足関節底屈筋群の痙縮を合併した患者に対して本装置を用いて、その即時的な痙縮軽減効果について、MAS や該当神経の Hmax/Mmax を価した。ABA プロトコル(1 日目: 30 分間の小型磁気刺激装置を用いた刺激, 2 日目: 30 分間の小型磁気刺激を装着するが刺激を行わない sham 刺激, 3 日目: 30 分間の小型磁気刺激装置を用いた刺激)で評価したところ、本刺激直後において sham 刺激直後には見られない MAS や該当神経の Hmax/Mmax の低下を認める結果となり、本刺激の即時効果を示唆するものであった。また、評価期間中、10m 歩行速度も改善していた。同報告を学会で発表した。

2023 年度は同報告を論文として出版した。Matsuura H, Aoyagi Y, Nomura M, Sasa N, Mizuno E, Wada Y, Kagaya H: Immediate Reduction in Spasticity of Ankle Plantar Flexors in a Stroke Patient after Treatment with a Spinning Permanent Magnet Device.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1 . 著者名 Hirotaka Matsuura, MD, PhD; Yoichiro Aoyagi, MD, PhD; Makoto Nomura, RPT, MS; Naoki Sasa, RPT, MS; Emi Mizuno, MD; Yuji Wada, MD, PhD; PhD; Hitoshi Kagaya, MD, PhD	4 . 巻 40
2 . 論文標題 A case of immediate reduction in spasticity of ankle plantar flexors in a stroke patient by using a spinning permanent magnet device	5 . 発行年 2023年
3 . 雑誌名 Progress in Rehabilitation Medicine	6 . 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2490/prm.20230040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1 . 発表者名 松浦広昂，青柳陽一郎，野村真，佐々直紀，水野江美，和田勇治，加賀谷齊，大高洋平
2 . 発表標題 脳卒中患者の足関節底屈筋群の痙攣に対して小型磁気刺激装置（spining permanent magnet ; SPM）を用いて痙攣が軽快した一例
3 . 学会等名 第6回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4 . 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	加賀谷 齊 (Kagaya Hitoshi)		
研究協力者	太田 喜久夫 (Ota Kikuo)		
研究協力者	前田 寛文 (Maeda Hirofumi)		

6．研究組織（つづき）

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	谷川 広樹 (Tanikawa Hiroki)		
研究協力者	藤村 健太 (Fujimura Kenta)		

7．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------