

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：32612
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2020
課題番号：18K10686
研究課題名（和文）肩関節ブレイン・マシン・インターフェースを駆動する脳活動の大脳半球優位性について

研究課題名（英文）Cerebral hemispheric dominance of brain activity driving the shoulder joint brain-machine interface.

研究代表者
赤星 和人（AKABOSHI, Kazuto）

慶應義塾大学・医学部（信濃町）・講師

研究者番号：20212409
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：慢性期脳卒中患者に対し、肩関節BMI訓練を、肩関節挙上の運動企図時の、同側（非損傷）半球ERD、対側（損傷）半球ERD、に基づいて1回ずつ実施し、BMI訓練における、両側運動野のERDの大きさや変化、および成功率を比較検討した。脳卒中患者において、どちらの半球のERDをフィードバックに用いても、脳活動をトレーニングした方向へ誘導できることが明らかになった。これは、これまでは障害側半球の興奮性を増加させるアプローチが主流だった中枢性運動麻痺の治療に関して、特に近位機能に対する新たな治療戦略における基礎となる重要な情報を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義
脳卒中後遺症による運動機能障害は、社会復帰を妨げたり、要介護の原因になるため、本邦にとって重要な課題である。今回、この後遺症を回復させる新たな治療理論が提唱されたことは高い学術的意義を持ち、健側半球を運動機能回復のために使用する手法が開発される基礎的なデータとして今後も応用されていくと考えられる。

研究成果の概要（英文）：BMI training was performed to improve shoulder elevation in chronic stroke patients. BMI training using the non-injured hemisphere as a trigger and BMI training using the injured hemisphere as a trigger were performed respectively. We compared the size and change of ERD in bilateral motor cortex and the success rate of BMI training. The results showed that the ERD of either hemisphere could be used as feedback to guide the brain activity in the trained direction in stroke patients.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：ブレイン・マシーン・インターフェース 脳卒中 片麻痺 損傷脳

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、脳卒中後の運動障害に対して、さまざまな介入が試みられ、麻痺側上肢機能が改善するという報告が増えてきているが、重度の運動麻痺に対する有効な手段は限られている (Liu M, et al. 2012)。われわれは、脳卒中後の重度上肢麻痺に対して、運動を企図した際の脳活動を頭皮表面脳波から測定し、麻痺側手指に装着した装具により手指の機能回復を促す手指 BMI システムを開発し、重度麻痺患者の手指機能の改善を報告してきた。

その一方で、麻痺側上肢を効率的に使用するためには、手指の回復のみでは十分ではなく、肩関節・肘関節や肘関節の回復も重要となる。そこで、われわれは、肩関節機能の機能回復を目的とする肩関節 BMI システムを、平成 25 年度から平成 29 年度の文部科学省脳科学研究戦略推進プログラム「BMI 技術を用いた自立支援、精神・神経疾患等の克服に向けた研究開発」資金を基に開発した。麻痺側肩関節を屈曲する運動企図を行った際の非損傷半球の ERD を基に、肩関節 BMI を駆動するシステムとした。

非損傷半球 ERD を用いた理由は 2 つあり、肩関節の運動は、両側性支配が強い (Hasegawa K, et al. 2017) 指関節は、ほとんど対側支配である、損傷半球 ERD を用いた指関節 BMI システムと、今後、システムの統合を図る際に、リソースの配分を考慮した、ことがあげられる。

2. 研究の目的

脳卒中患者において、上記の様に開発が進んできた肩関節機能の機能回復を目的とする肩関節 BMI システムを開発し、運動企図時の非損傷半球の ERD を利用して、その臨床効果を検討してきた。しかし、損傷半球の ERD を利用した方がより効率的となるかどうかは、いまだ検証されていない。

本研究は、非損傷半球からの ERD、損傷半球からの ERD、の 2 種類の信号に基づいて、肩関節 BMI システムを駆動し、神経生理学的評価と脳機能画像評価と合わせて、その効果を比較することで、今後の肩関節 BMI システムの臨床応用への基礎となる知見を得ることを目的とする。

3. 研究の方法

【対象】健常者 (右利き) 脳卒中患者を対象とする。脳卒中患者の選定基準は、当院外来へ通院可能、発症後 3 ヶ月以上経過、脳梗塞または脳出血、発作回数は 1 回、もしくは 2 回以上発作があるが同じ半球内である、片麻痺を有する、20 歳から 80 歳、MRI の撮影が可能、課題遂行に支障のある高次脳機能障害を認めない、頭蓋骨欠損を認めない、とし、文書で説明と同意を得る。

【方法】肩関節 BMI 訓練を、肩関節挙上の運動企図時の、同側 (非損傷) 半球 ERD、対側 (損傷) 半球 ERD、に基づいて 1 回ずつ実施する (順番はランダムとし、少なくとも 1 週間以上間隔をあける)。評価指標は、BMI 訓練における、両側運動野の ERD の大きさや変化、および成功率、fMRI による評価 (安静時 fMRI、左・右肩関節運動企図を課題とする task-related fMRI、拡散テンソル画像)、経頭蓋磁気刺激 (TMS) による両側三角筋の運動誘発電位 (MEP) とする。

【期待される結果】対側半球 ERD、同側半球 ERD、の 2 つの条件を比較することで、BMI 訓練介入前の状態から、どちらの訓練方法が優れるかを確認し、脳卒中患者の脳活動に合わせた BMI システムを構築する基礎的な知見を得ること。

【年度計画】

1) 2018 年度: 特定臨床研究の倫理審査委員会 (慶應義塾大学医学部を予定) MRI 対応筋電図計測システムを導入しパイロット試験、健常者での実験開始、脳卒中患者のリクルート。

2) 2019 年度: 健常者および脳卒中患者で実験、

3) 2020 年度: 実験を終了、データ解析し、成果を発表する。

【複数の研究者により実施する研究計画】研究責任者: 研究統括、倫理審査、データ統括、成果発表。研究分担者: 被験者のリクルート、評価訓練の統括、データ解析、成果発表。

4. 研究成果

2018 ~ 2019 年に、湘南慶育病院から慶應義塾大学医学部リハビリテーション医学教室への研究フィールドへの移行、体制の再構築、介入に関する feasibility が実証された。必要な倫理申請、承認が完了し、研究保険への加入が行われた。

2020 年は慢性期脳卒中患者に対し、肩関節 BMI 訓練を、肩関節挙上の運動企図時の、同側 (非損傷) 半球 ERD、対側 (損傷) 半球 ERD、に基づいて 1 回ずつ実施し、BMI 訓練における、両側運動野の ERD の大きさや変化、および成功率を比較検討する。最大 10 秒間にわたって安静状態を取り続けることを指示された後、最大 10 秒間にわたって「腕を動かすイメージ」を実施

した。課題はディスプレイ上に繰り返し提示されるので、被験者はその都度指示に従って運動課題を繰り返し最大 200 試行実施した。対側半球 ERD、同側半球 ERD、の 2 つの条件を比較した結果、脳卒中患者において、どちらの半球の ERD をフィードバックに用いても、脳活動をトレーニングした方向へ誘導できることが明らかになった。これは、これまでは障害側半球の興奮性を増加させるアプローチが主流だった中枢性運動麻痺の治療に関して、特に近位機能に対する新たな治療戦略における基礎となる重要な情報を得た。

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 0件）

1. 著者名 丸山祥、松本仁美、岡和田愛実、新藤恵一郎、赤星和人、金子文成	4. 巻 54
2. 論文標題 KINVIS療法と従来型運動療法による複合療法にADOC-Hを加えたアプローチによって生活での手の使用が促進した1症例	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 作業療法ジャーナル	6. 最初と最後の頁 1437-1442
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	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 岡和田愛実、金子文成、新藤恵一郎、川上途行、牛場潤一、米田将基、奥山航平、赤星和人、里宇明元
2. 発表標題 肩関節機能改善を目的としたBrain-Machine Interface 脳卒中重度片麻痺患者2例の単一事例実験デザイン
3. 学会等名 第57回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2020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
研究分担者	新藤 恵一郎 (SHINDO Keiichiro) (70338177)	慶應義塾大学・政策・メディア研究科(藤沢)・特任准教授 (32612)	
研究分担者	川上 途行 (KAWAKAMI Michiyuki) (80424133)	慶應義塾大学・医学部(信濃町)・講師 (32612)	

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
---------	---------