

令和 2 年 6 月 22 日現在

機関番号：82636

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2019

課題番号：16K12945

研究課題名（和文）経頭蓋直流電気刺激と言語聴覚療法を併用した慢性期失語症のリハビリテーションの研究

研究課題名（英文）Study on language training combined with transcranial direct current stimulation for chronic aphasia

研究代表者

井原 綾（Ihara, Aya）

国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報工学研究室・主任研究員

研究者番号：30390694

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：慢性期失語症のニューロリハビリテーションの確立を目指して、タブレットで行う呼称と文表出の訓練効果が経頭蓋直流電気刺激（tDCS）を併用することによって向上するかを検証した。実験では tDCS を与えるセッションと疑似刺激を与えるセッションを設け、tDCS 使用の影響について長期効果と汎化を調べるために各訓練を終了して2週間後の呼称と文表出の成績をセッション間で比較した。実験結果から、訓練終了2週間後のパフォーマンスは tDCS を併用した方がより改善したことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

失語症がおかれている社会的背景として、保険制度上、慢性期に受けられるリハビリの回数に制限があることや、身体のリハビリと比べて言語のリハビリを受けられる施設が少ないことなどの問題がある。また、慢性期になるとリハビリの効果が得られにくいといった問題もある。そのような問題に対して、本研究は慢性期失語症のタブレットによる言語訓練及び tDCS 併用の有用性を示し、失語症の新しいリハビリテーション環境を創造する基盤となりうる。

研究成果の概要（英文）：Toward establishment of neurorehabilitation for chronic aphasia, we verified whether the effect of tablet-based language training was enhanced by use of transcranial direct current stimulation (tDCS). The participants with chronic aphasia took part in tDCS session and sham stimulation session. In order to investigate the long-term effect and the generalization effect of tDCS use, the performances of naming and sentence production at 2 weeks post-trainings were compared between the two sessions. The results showed greater improvements after trainings with tDCS compared to after trainings with sham stimulation.

研究分野：神経科学

キーワード：失語症 ニューロリハビリテーション ニューロモジュレーション 経頭蓋直流電気刺激 tDCS 言語機能 機能促進 発話

1. 研究開始当初の背景

失語症は主に脳血管障害に起因する言語機能の障害で、患者数は高次脳障害の中で最多の約50万人にのぼる。失語症の機能改善では言語聴覚士が行う言語リハビリテーションが中心的役割を果たすが、保険制度上、慢性期に受けられるリハビリの回数に制限があることや、身体のリハビリと比べて言語のリハビリを受けられる施設が少ないことなど、社会的な問題がある。また、慢性期になるとリハビリの効果が得られにくいといった問題もある。

それに対して、近年、慢性期失語症の機能改善に対する新しいアプローチが報告されている。一つ目の手法は、非侵襲的脳刺激法によるニューロモジュレーションである。経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) は、頭皮上の2つの電極に微弱な電流を流す手法で、陽極電極を置いた部位では機能促進効果が、陰極電極を置いた部位では抑制効果があり (Nitsche & Paulus, 2000)、その効果は刺激後も持続することから、治療やリハビリでの応用が期待されている。失語症に対する tDCS の有効性を示すデータも報告されているが (Floel et al., 2011; Marangolo et al., 2011; Vestito et al., 2014)、2017年に Clinical Neurophysiology に掲載された tDCS の治療ガイドライン (Lefaucheur et al., 2017) によると、「十分なエビデンスが得られていない」という段階であり、今後さらなる研究が必要である。

そして、2つ目の手法は、タブレットやスマホ等で行う言語訓練である。失語症者が病院での週一回の言語リハビリに加えて、iPad を用いて家庭で訓練を行った群と行わなかった群で比較すると、iPad で訓練した群の方が訓練後のテストの成績が有意に高くなったという報告がある (Des Roches et al., 2014)。

2. 研究の目的

本研究では、従来法では効果が得られにくい慢性期失語症にも有効なリハビリテーションの確立を目指して、タブレットを使用した言語訓練と tDCS の併用した機能改善の効果を明らかにする。研究代表者は健常者を対象にした研究において、左下前頭部への tDCS によって、語彙検索・選択の機能を促進することを明らかにした (Ihara et al., 2015)。本研究では、左下前頭部への tDCS により語彙検索・選択の機能を高めることで、慢性期失語症の発話機能の改善効果があるかを検討する。

3. 研究の方法

本研究では、失語症の言語訓練法として、刺激促進法の1つである deblocking 法 (Weigl, 1981) を用いた。失語症の場合、言語情報処理の能力は、理解、呼称、復唱、読み書きなど言語モダリティによって異なる。Deblocking とは、障害のないモダリティで特定の単語や文に回答してから10分以内には、以前にはできなかったモダリティで正しく回答できる現象である。本研究では、慢性期失語症の被験者に対して、deblocking 法による呼称と文表出の言語訓練を行い、その際に tDCS を併用することによって、機能促進が増強されるという仮説を立てた。

(1) 言語訓練アプリの構築

機能が保たれている単語の聴覚的理解の課題を行った後に、機能が損なわれている呼称と文表出の課題を行う deblocking 法をタブレットで実装するためのアプリケーションを製作した。聴覚的理解課題では、画面上に並んだ6枚の写真を見て、音声で提示された単語に合う写真をタッチして回答する。呼称課題では画面に提示された写真を見て、その名称を言う。文表出課題では画面に提示された写真の対象を使って、短い文章を話す。コンテンツとして、親密度の高い単語を語彙のデータベースから選定し、それらに対する音声と写真の素材を入れて、刺激提示と回答取得を行うアプリケーションを構築した (図1)。

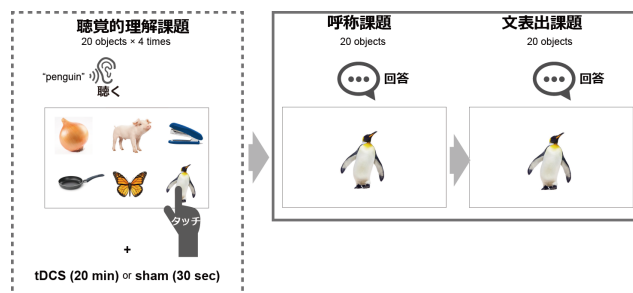


図1 deblocking 法による言語訓練

(2) 失語症者を対象とした tDCS 実験

慢性期失語症者 8 名に対して tDCS 実験を行った。事前に、聴覚的理解は可能で、呼称ができない単語を抽出して、被験者ごとに実験に使用する単語を選定した。

実験では、被験者はタブレットを用いて、聴覚的理解の課題（事前刺激）の後、呼称と文表出の課題を行った。聴覚的理解の課題時に、tDCS を与えるセッション（週 2 回×2 週）と疑似刺激を与える sham セッション（週 2 回×2 週）を設け、クロスオーバー試験を行った。tDCS は左下前頭部に陽極電極、右前額部に陰極電極を装着して 1.5 mA で 20 分間刺激を与えた。tDCS 使用の影響について長期効果と汎化を調べるため、各セッション終了 2 週間後に訓練語と共に訓練に使用しなかった語（非訓練語）に対して、呼称と文表出の課題を実施した。

呼称と文表出の課題に対する被験者の全回答は録音し、録音音声に対してオフラインで正誤判定を行った。呼称の回答については 1 名の判定者が行い、文表出の回答については 5 名の判定者が呼称の正答に加えて関連語を表出したか、また文法的な誤りがなく、有意味な文を表出したかの 2 段階で正誤を判定した。

4. 研究成果

訓練最終日の呼称、関連語表出、文表出の成績は、tDCS 条件と sham 条件共に訓練前より有意に高く、tDCS の併用による訓練効果の向上は認められなかった。一方、訓練終了 2 週間後のパフォーマンスは sham 条件と比べて、tDCS 条件で改善されたことを示した。呼称の正答率は、訓練語、非訓練語によらず、tDCS 条件では sham 条件と比べて有意に高かった。また、訓練語に対する関連語の表出と文生成は tDCS と sham 条件ともに、訓練前と比べて有意な改善が見られた一方、非訓練語に対する関連語の表出と文生成は、sham 条件では訓練前と有意な差はなかったのに対して、tDCS 条件では訓練前と比べて有意な改善が認められた。これらの結果は、意味表象へのアクセスを要するタスクを実行しているときに、左下前頭部に陽極 tDCS を与えることにより、deblocking 効果が強化され、直後の呼称と文表出のパフォーマンスが向上するという仮説を支持する。本研究は、tDCS を用いた失語症のニューロリハビリテーションの可能性を示唆する。

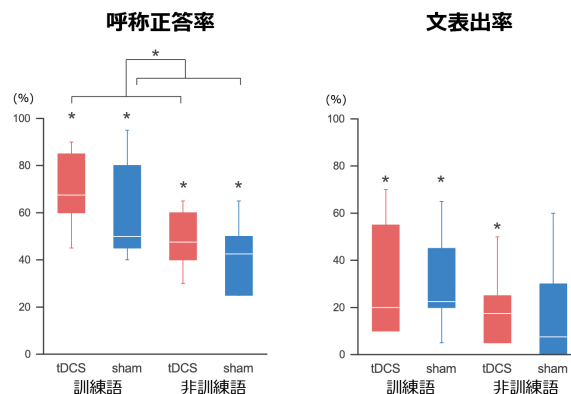


図2 訓練終了 2 週間後の呼称正答率と文表出率

<引用文献>

- Des Roches, C.A., Balachandran, I., Ascenso, E.M., Tripodis, Y., and Kiran, S. (2014). Effectiveness of an impairment-based individualized rehabilitation program using an iPad-based software platform. *Front Hum Neurosci* 8, 1015.
- Floel, A., Meinzer, M., Kirstein, R., Nijhof, S., Deppe, M., Knecht, S., and Breitenstein, C. (2011). Short-term anomia training and electrical brain stimulation. *Stroke* 42, 2065-2067.
- Ihara, A.S., Mimura, T., Soshi, T., Yorifuji, S., Hirata, M., Goto, T., Yoshinime, T., Umehara, H., and Fujimaki, N. (2015). Facilitated lexical ambiguity processing by transcranial direct current stimulation over the left inferior frontal cortex. *J Cogn Neurosci* 27, 26-34.
- Lefaucheur, J.P., Antal, A., Ayache, S.S., Benninger, D.H., Brunelin, J., Cogiamanian, F., Cotelli, M., De Ridder, D., Ferrucci, R., Langguth, B., Marangolo, P., Mylius, V., Nitsche, M.A., Padberg, F., Palm, U., Poulet, E., Priori, A., Rossi, S., Schecklmann, M., Vanneste, S., Ziemann, U., Garcia-Larrea, L., and Paulus, W. (2017). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation

- (tDCS). *Clin Neurophysiol* 128, 56-92.
- Marangolo, P., Marinelli, C.V., Bonifazi, S., Fiori, V., Ceravolo, M.G., Provinciali, L., and Tomaiuolo, F. (2011). Electrical stimulation over the left inferior frontal gyrus (IFG) determines long-term effects in the recovery of speech apraxia in three chronic aphasics. *Behavioural brain research* 225, 498-504.
- Vestito, L., Rosellini, S., Mantero, M., and Bandini, F. (2014). Long-term effects of transcranial direct-current stimulation in chronic post-stroke aphasia: a pilot study. *Front Hum Neurosci* 8, 785.
- Weigl, E. (1981). *Neuropsychology and neurolinguistics : selected papers*. The Hague: Mouton

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 井原綾, 種村純, 宮崎彰子, 八木真美, 伊澤幸洋, 高山みさき, 池野雅裕, 戸田淳氏, 花山耕三, 椿原彰夫, 平岡崇, 安永雅
2. 発表標題 経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) による失語症者の呼称改善
3. 学会等名 第43日本高次脳機能障害学会学術総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井原綾
2. 発表標題 脳波による語学力評価と言語機能のニューロモジュレーション
3. 学会等名 第9回Cinetシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井原綾
2. 発表標題 失語症のニューロリハビリテーション研究、経頭蓋直流電気刺激 (tDCS) による言語機能改善
3. 学会等名 第42回日本高次脳機能障害学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井原綾, 種村純, 宮崎彰子, 八木真美, 池野雅裕, 花山耕三, 椿原彰夫, 平岡崇, 安永雅, 戸田淳氏
2. 発表標題 tDCSによる失語症の発話促進効果
3. 学会等名 第41回Fm 研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井原綾
2. 発表標題 tDCSによる言語理解の促進
3. 学会等名 第一回 関西 Clinical Current Stimulation Forum
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井原綾、早川友恵、曾雌崇弘
2. 発表標題 ニューロモジュレーションによる言語理解の促進
3. 学会等名 第35 回日本生理心理学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Aya Ihara
2. 発表標題 Neuroimaging and brain stimulation study on language comprehension
3. 学会等名 NECTEC-NICT Joint Workshop (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井原綾
2. 発表標題 tDCSによる言語機能の促進
3. 学会等名 第47回日本臨床神経生理学会学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 井原綾
2. 発表標題 高次脳機能障害の新しいリハビリ手法-ニューロリハビリと訓練アプリ
3. 学会等名 平成29年度 岡山リハビリテーション講習会（招待講演）
4. 発表年 2018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	種村 純 (Tanemura Jun) (90289207)	川崎医療福祉大学・リハビリテーション学部・教授 (35309)	