

令和 3 年 8 月 23 日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02715

研究課題名(和文) 言語訓練への応用を目的とした吃音における経頭蓋直流電流刺激の効果に関する研究

研究課題名(英文) the effect of tDCS as a speech therapy tool for stutters

研究代表者

村瀬 忍(廣島忍)(Murase, Shinobu)

岐阜大学・教育学部・教授

研究者番号：40262745

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,700,000円

研究成果の概要(和文)：経頭蓋直流電流刺激(tDCS)は非侵襲的に皮質の興奮性を変化させることが知られており、失語症患者だけでなく正常話者においても言語機能の促進が報告されている。そこで本研究では、発話非流暢だけでなく言語処理にも正常話者との違いが認められる吃音者を対象に、経頭蓋直流電流刺激(tDCS)を行って、発話非流暢の変化を観察した。ブローカ野に陽性、右眼窩部に陰性の電極を装着し、2mAで20分の刺激を1週間の間隔を空けて2回実施した。今回の刺激によって、吃音者の発話非流暢には変化が観察できなかった。言語処理と吃音との関連性は確認できなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、脳卒中のリハビリテーションや精神疾患の治療において、侵襲性のないtDCSなどが、ニューロリハビリテーションとよばれ注目されている。本研究は、治療法が確立されていない吃音の治療にtDCSが効果があるかどうかを検証することが目的であった。しかし、本研究では、吃音の治療にtDCSが効果があることは確認できなかった。ニューロリハビリテーションの手法が吃音の改善に効果があることの発見は、吃音者にとって大きな福音となると考えられることから、今回の結果を踏まえ、さらなる検討が必要であると考えられた。

研究成果の概要(英文)：Transcranial direct current stimulation (tDCS) is known to non-invasively alter cortical excitability, and has been reported to enhance language function not only in aphasia patients but also in normal speakers. In this study, we performed transcranial direct current stimulation (tDCS) to an adult who stutter and observed changes of his speech fluency during conversation. In addition to speech dysfluency, the subject exhibited abnormal language processing in the measure of ERP. The anode electrode was attached to Broca's area and the cathode electrode was attached to the right orbital part. Stimulation at 2 mA for 20 minutes was performed twice with an interval of 1 week. Results of the study revealed no change in the subject's speech dysfluency. Further research was strongly required.

研究分野：聴覚言語障害学

キーワード：吃音 経頭蓋直流電流刺激 P600 tDCS

1. 研究開始当初の背景

経頭蓋直流電流刺激 (tDCS) は非侵襲的に皮質の興奮性を変化させることが知られており、近年の研究では、tDCS をリハビリテーションに応用することにより、脳卒中後の運動機能 (Marquez, et. al 2013 など) や、失語症などの言語機能の改善 (吉田ら, 2015 など) が示されている。特に、ブローカ野への tDCS によって語想起が促進されることは注目できる。吃音は発話の非流暢を特徴とする言語障害であるが、原因が解明されておらず、対症療法として言語訓練が行われているものの、その効果は限定的であることが知られている。有病率が 1% と吃音に悩む人は多く、効果的な支援の方法の開発が待たれている。

2. 研究の目的

吃音者の言語処理の特徴には個人差が大きいことが考えられるため、本研究では事象関連電位 (ERP) を用いて、言語の意味処理課題において N400 が惹起されない吃音者、および言語の統語処理課題で P600 が惹起されない吃音者を抽出し、これらの吃音者についての tDCS の効果を明らかにすることとした。従って本研究では、まず初めに (研究 1) P600 を測定できる ERP 課題を確定することとした。P600 は、潜時 500ms 付近で中心・頭頂部優位に出現す陽性成分で、統語的逸脱において出現することが知られている (Osterhout & Holcomb, 1992)。特に、一時的に構文の曖昧性が生じる袋小路文 (garden path sentence) においては、P600 が生じることが報告されている (Osterhout, Holcomb, & Swinney 1994 など)。研究 1 では、日本語の袋小路文において、ERP の P600 が惹起されるかどうかについて確認することを目的とした。

次に研究 2 として、N400 および P600 が惹起されない吃音者を抽出し、その吃音者を対象に、tDCS が日常会話の流暢性を変化させるかどうかを検討した。

3. 研究の方法

【研究 1】

対象者：日本語を母語とする大学生 13 名 (年齢 平均 20,8 歳 SD=±0.9) を対象に、ERP を計測した。13 名は全て女性で障害・疾病等はなかった。HN 利き手テストの結果、右利き 9 名、左利き 2 名、両利き 2 名であった。

ERP の計測：記録は脳波計 (日本光電社製 E E G1200) を用い、電極は国際 10-20 法に従って銀 / 塩化銀電極を頭皮上に配置した。基本電極は両耳朶とした。探査電極は、Fz、Cz、Pz、F3、F4、C3、C4、P3、P4 であった。電極間抵抗値は全て 10k 以下にした。

刺激：刺激は 袋小路文 構文の再構成を生じない短文 構文の再構成を生じない重文の 3 種類を用意した。それぞれの例を表 1 に示す。

表 1 実験に用いた刺激文の例					
	1 語目	2 語目	3 語目	4 語目	5 語目
①	祖父が	庭で	転んだ	孫を	助け起こした
②	祖父が	庭で	転んだ		
③	祖父が	庭で	転んで	孫を	呼んだ

手続き：刺激文はパソコンのモニター上に 1 語ずつ提示した。刺激文の提示方法は Murase, et al. (2016) に準じて行なった。刺激文の数は 300 文で、それらをランダムに 15 文ずつ配置した 20 セットの刺激文を作成した。対象者には 10 セット 150 文を 1 セットずつ連続して提示し、休憩を挟んで残りの 10 セット 150 文を提示した。対象者には、3 語目の動詞に対する主語が 1 語目でないと判断したら、合図の後反応ボタンを押すように指示した。

分析：標的語の提示前 100ms 間の平均電位をベースラインとし、標的語の提示から 100ms の平均電位を算出した。

【研究 2】

対象者：対象者は吃音者 2 名であった。N400 については、Murase, et al. (2016) の手続きに従

った。P600 については研究 1 の方法で測定した。ERP の測定は、tDCS 刺激の半年前までに行な
った。その結果、1 名において N400 および P600 が確認できなかった。従って、この 1 名を tDCS
刺激の対象とした。また、ERP 測定で N400 および P600 が観察できない正常話者を 2 名選び、吃
音者と比較した。いずれの対象者にも、口頭および文書による同意を得た。

tDCS 刺激方法：刺激装置には neuroConn GmbH 社製 DC-STIMULATOR を使用した。電極は、生理
的食塩수에浸した 7x5 cm のものを使用した。電極の設置は、弘光・緑川 (2016) に従って、陽極
を T3-Fz (ブローカ野)、陰極を F7 Cz (右眼窩部) に装着した。刺激電流強度は 2 mA、刺激時
間は 20 分とした。

実験手続き：実験は tDCS による 20 分間の刺激 (real tDCS) と、偽刺激 20 分間 (sham tDCS) の
2 回を行なった。いずれも刺激の直後に、文章の音読と実験者との自由会話を行なった。2 回目
の実験を、同様の方法で、1 週間の時間を空けて実施した。

吃音の評価：言語聴覚士の資格を持つ者 1 名と、吃音の評価のトレーニングを受けた者 1 名とが、
対象者の音読および自由会話の評価を行った。評価方法は吃音検査法 (2013) の非流暢性頻度の
算出に基づいた。

4. 研究成果

【研究 1】

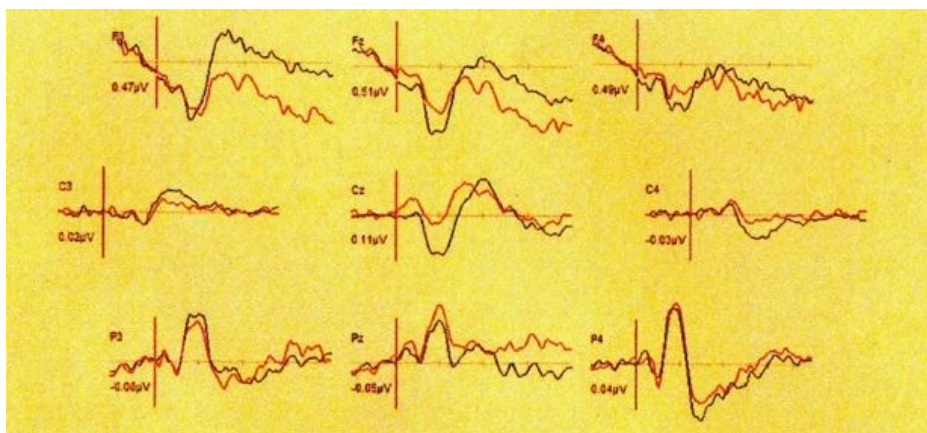


図 1 13 名の grandaverage 波形

黒線が の袋小路文で、赤線が の構文の再構成を生じない重文である。Pz における潜時
500ms 以降で、袋小路文の電位が陽性方向に偏位していると考えられた。そこで刺激文 と の、
Pz における、潜時 500ms から 700ms 間の平均電位をそれぞれ求め、t 検定を行なった。図 1 の波
形の目視では陽性成分が観察できたものの、袋小路文と構文の再構成を生じない重文との間に、
統計的に優位な差は認められなかった ($t = -0.944$, $p = 0.37$)。しかし、同潜時におけるピーク電
圧を検討したところ、袋小路文において、5%水準で優位に陽性方向への偏位が大きいことがわか
った ($t = -2.25$, $p = 0.049$)。

これまで、袋小路文において P600 が認められることが報告されているが、今回の実験では、
統計的 P600 が確認できたとは断言はできなかった。対象者は潜時 500ms から 700ms で対象者は
文の意味を再分析している(大石, 2006)と考えられるものの、ピーク音圧の時間はさまざまで、
分析の時間にはばらつきが大きい可能性がある。ERP 波形そのものも、対象者によるばらつき
が大きかったことから、対象者や刺激語を増やして確認をする必要があると考えられた。

今回は用意した刺激で P600 が観察できるものとみなし、研究 2 を実施した。

【研究 2】

real tDCS 条件と sham tDCS 条件で 1 回目、および 2 回目を、tDCS 刺激前の対象者の
発話と比較した結果、吃音者の発話の流暢性に変化は認められなかった。正常話者の発話に
も変化は認められなかった。実験終了後、2 週間以内に ERP を測定したが、ERP において
も、実験前後での変化は認められなかった。

【総合考察】

正常話者に対してブローカ野への tDCS 刺激の効果について、意味流暢性課題への効果の検討が行われている。意味性流暢性課題とは、例えば、野菜の名前を 1 分間でより多く想起することを対象者に要求する者である。正常話者での検討の結果、Cattaneo et al. (2011) は、tDCS 刺激の直後、意味性流暢性課題で流暢性が増加したことを示した。今回の実験で対象とした吃音者は、言語の意味処理において明らかな N400 が観察されなかったことから、言葉の意味処理が正常話者とは異なると考えられた。従って、tDCS の刺激により、言葉の意味処理に何らかの変化が生じ、吃音の現象が観察できるのではないかと仮定した。しかし、tDCS の刺激による吃音の変化は認められなかった。刺激を 2 回行った結果においても、明らかな吃音の変化は認められなかった。このことから、吃音と言葉の意味処理との結びつきは、本研究においては明らかにできなかった。一方で、弘光・緑川 (2016) は正常話者を対象に、意味性流暢性課題と音韻性流暢性課題との両方への tDCS の効果を検討し、音韻性課題のみで効果があることを報告している。tDCS による刺激が、意味性流暢性に影響を及ぼさない可能性も、今後は検討すべきであろう。

今回、対象者が少なく、確定的な結果を得ることができなかった。また、リハビリテーションの分野では複数回の tDCS 刺激が実施されていることを考えると、刺激回数についてもさらに検討が必要である。

引用文献

- Cattaneo Z., Pisoni A., & Papagno C. (2011) Transcranial direct current stimulation over Broca's region improves phonemic and semantic fluency in healthy individuals, *Neuroscience* 183, 64-70.
- 弘光健太郎・緑川晶 (2016) 経頭蓋直流電流刺激 (tDCS) によって認められた音韻性流暢性と意味性流暢性との解離, *人文研究紀要*, 83, 145-157.
- Marquez, J., van Vliet, P., McElduff, P., Lagopoulos, J., & Parsons, M. (2013) Transcranial direct current stimulation (tDCS): Does it have merit in stroke rehabilitation? Systematic review, *International Journal of stroke*, 10(3), 306-316.
- Murase S, Kawashima, T., Satake, H. & Era, S. (2016) An event-related potential investigation of sentence processing in adults who stutter, *Neuroscience Research*, 106, 29-37.
- 大石衡聴 (2006) 解析器の再分析処理を統率する原理について, *Cognitive Studies*, 13(3), 455-466.
- Osterhout, L. & Holcomb, P.J. (1992) Event-related potentials elicited by syntactic anomaly, *Journal of Memory and Language*, 31, 785-806.
- Osterhout, L., Holcomb, P.J. & Swinney, D.A. (1992) Brain potentials elicited by garden-path sentences: Evidence of the application of verb information during parsing, *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 786-803.
- 小澤恵美・原由紀・鈴木夏恵・森山晴之・大橋由紀江・餅田亜希子・坂田善政・酒井直美 (2013) 吃音検査法 第2版、学苑社、東京
- 吉田数典・白山義洋・白石純一郎・佐伯覚 (2015) 経頭蓋直流電流刺激の臨床 失語症, *総合リハビリテーション*, 43(4), 333-339.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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	松下 光次郎 (Matsushita Kojiro) (30531793)	岐阜大学・工学部・准教授 (13701)	
研究分担者	山本 崇裕 (Yamamoto Takahiro) (80585646)	岐阜大学・大学院医学系研究科・特任助教 (13701)	
研究分担者	鈴木 祥隆 (Suzuki Yoshitaka) (00794033)	岐阜大学・教育学部・助教 (13701)	

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