

令和 6 年 5 月 6 日現在

機関番号：37116

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10698

研究課題名（和文）失語症患者の自動車運転適性に関する研究

研究課題名（英文）The study of driving fitness for patients with aphasia.

研究代表者

加藤 徳明（KATO, NORIAKI）

産業医科大学・医学部・非常勤医師

研究者番号：50593365

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）：失語症の運転適性判定には、失語の有無で有意差を示さなかった、TMT Part-A、Reyの複雑図形模写・3分後再生、FAB、Tapping Span forward・Backward、Visual Cancellation Task図形の2課題、CPTの各課題の反応時間が利用できると考えられる。また、TMT-A、Tapping Span forwardは運転適性に大きく寄与していることが示唆された。

経頭蓋直流電気刺激は失語症者の言語野への陽極刺激により言語機能への効果はあったと考えられる。ただし、運転能力が向上するまでの効果は認めなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

失語症者に実施する神経心理学的検査は、注意機能等の検査であっても失語の影響で成績が低下することがあるため、失語症者の運転再開は検査の解釈が難しく、厳しめの判断をしている医療機関もあった。本研究では、どの検査を利用すれば適切に運転能力を判断できるかを示したため、失語症者の社会復帰に貢献するものと考えられる。経頭蓋直流電気刺激は、言語機能へのわずかな効果を示すことができ、注意機能への効果も報告されているため、言語訓練や運転シミュレーター訓練への補助的な利用が期待される。

研究成果の概要（英文）：It was shown that TMT Part-A, Rey-Osterrieth complex figure test, Frontal Assessment Battery, Tapping Span forward/Backward, two figures of Visual Cancellation Task, and Continupus Performance Tasks can be used to determine driving fitness in patients with aphasia. It was also suggested that TMT-A and Tapping Span forward greatly contribute to driving fitness.

We suggested that transcranial direct current stimulation has some effects on the language function of patients with aphasia through anodal stimulation on the language cortex. However, there was no effect on improving driving ability.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：失語症 自動車運転 神経心理学的検査 経頭蓋直流電気刺激

1 . 研究開始当初の背景

自動車運転には注意や遂行機能など様々な機能が必要であり、脳障害者の運転再開前に認知機能を評価することは重要である。2013 年に「自動車運転再開とリハビリテーションに関する研究班」を組織し、机上検査と我々が開発した簡易自動車運転シミュレーター (SiDS) を合格した後に実車教習を行う「高次脳機能障害者の自動車運転再開に関する指針」¹⁾を作成し、高次脳機能障害の判断と程度も定めた。しかし、失語症患者では注意機能検査であっても言語機能や聴覚的把持が関わる検査では成績が低くなり本来の能力より低く見積られることがあるため、結果の解釈が難しい。

また、近年、経頭蓋直流電気刺激 (transcranial direct current stimulation : tDCS) で失語症が改善したという報告^{2,3)}が散見される。そこで、机上検査の成績が低い失語症患者に tDCS を実施後に評価をすれば結果が解釈しやすくなるのではないかと考えた。さらに、tDCS は前頭葉への刺激で注意機能が改善したという報告^{4,5)}もあり、我々も平成 24 年度の文科省科研費研究にて左前頭葉への陽極刺激により、効果には患者により差があったが Trail Making Test (TMT) は刺激群で改善を認めたとの結果を得ている。前頭葉刺激により失語と注意機能の両方の改善が得られれば運転能力が向上する可能性がある。

2 . 研究の目的

(1) 研究

失語症で成績が低くなる注意・遂行機能の検査を明らかにする。また、運転適性評価のうち失語症患者に利用できる検査を定め、有効な検査を明らかにする。

(2) 研究

失語症患者に tDCS を実施すると言語機能が改善し注意・遂行機能を把握しやすくなり、さらに運転能力が向上するか検証する。

3 . 研究の方法

(1) 研究 の対象

当院に入院または外来通院中の脳障害者を対象とした。研究 はそのうち失語症患者とした。選択基準は、四肢に明らかな麻痺を認めない。もしくはごく軽度の麻痺でありハンドル・ペダル操作に支障がない。検査に支障をきたす視力・視野障害がない。自動車の運転経験がある者とした。ただし、痙攣発作を有する者 (あるいは脳波に発作波を有する者)、けいれん発作のコントロール不良の者、検査の内容や指示を理解できない者は除外した。

(2) 研究 の方法

研究期間の初期で、過去に運転適性評価を実施した患者うち実車評価を合格した者の中で、失語症者と非失語症者の下記院内評価の成績を比較し、失語症の有無で有意差がない検査を求めた。

*院内評価：Mini-Mental State Examination (MMSE) , TMT, Reyの複雑図形 (ROCF) , 標準言語性対連合学習検査 (S-PA) , Frontal Assessment Battery (FAB) , 標準注意検査法 (CAT) の Tapping Span , Symbol Digit Modalities Test (SDMT) , Visual Cancellation Task (VCT) 所要時間 , Continuous Performance Test (CPT) 反応時間

次に、2019年2月より、新たにTMT-日本語版 (TMT-J) の使用を開始したため、以後の患者に関して失語症の有無で有意差がない検査を再検討した。また、判定に際して有効性が高い検査を明らかにするために、失語症者のうち院内評価の合格者と不合格者とで、上記検査に関して有意差を示す検査を検討し、重回帰分析で有効である検査を抽出した。

(3) 研究 の方法

対象者の割付：無作為に A 群、B 群の 2 群に割り付けた。

介入方法：両群ともに、40 分の言語訓練の初めの 20 分間に介入を行った。対象者の頭部に tDCS 装置電極を装着し、A 群は左前頭葉 (10-20 法で Broca 野) と左側頭葉 (Wernicke 野) , B 群は左前頭葉と右頭頂葉に同時陽極刺激とし、1mA で 20 分間の通電する介入を各群 3 日間

連続で行った。いずれの群も陰極は右肩峰に設置した。

評価項目：介入開始1週間以上前と介入終了後に、TMT-J Part A・B, FAB, CAT の Auditory Detection (AD)・SDMT・VCT・Positon Stroop Test, Stroke Drivers' Screening Assessment (SDSA), 簡易自動車運転シミュレーター (SiDS)・Honda セーフティナビ (HondaDS) 運転操作課題の反応時間を測定する検査, 100 語呼称検査, 実用コミュニケーション能力検査 (CADL) 短縮版, を実施した。

解析：全例の介入前と介入後の評価値を Wilcoxon の符号付順位検定にて比較した。また, A 群と B 群の 2 群間で評価値の差 (介入後測定値-介入前測定値) を Mann-Whitney 検定で比較した。統計処理には SPSS Ver28.0 を用い, 有意水準は $p < 0.05$ とした。

4. 研究成果

(1) 研究の結果

過去に運転適性評価を実施した患者において, 90名の患者が実車評価を実施しており, 実車評価を合格した75名の中で, 失語症者22名と非失語症者53名の成績を比較した。失語症の有無で有意差を示さなかった検査は, TMT Part-A, ROCF模写・3分後再生, FAB, Tapping Span forward・Backward, VCT図形A・B所要時間, CPT SRT・X・AX課題反応時間であった (表1)。

表1 失語の有無で院内検査を検討

		失語症群 (n=22)	非失語症群(n=53)
MMSE		27.8±2.6*	29.1±1.2
TMT	Part-A(秒)	40.2±13.3	38.6±20.3
	Part-B(秒)	119.4±73.7**	83.5±32.3
ROCF	模写	35.2±1.1	35.0±2.3
	3分後再生	22.0±7.1	22.1±6.8
S-PA	有関係対語3回目	9.1±1.4*	9.8±0.5
	無関係対語3回目	3.6±2.9*	5.4±2.9
FAB		15.6±1.5	16.2±1.7
CAT	Tapping Span forward	6.0±1.1	6.1±1.1
	backward	5.5±1.4	5.7±1.5
	SDMT達成率(%)	37.1±8.5**	44.3±9.7
VCT	「3」所要時間(秒)	102.7±17.5*	93.0±16.6
	「か」所要時間(秒)	137.4±26.5**	114.6±19.1
	「図形A」所要時間(秒)	54.8±13.3	50.1±9.7
	「図形B」所要時間(秒)	63.5±17.4	57.7±11.3
CPT SRT課題	反応時間(m秒)	324.9±64.0	335.2±63.8
	X課題 反応時間(m秒)	482.5±51.5	490.8±77.6
	AX課題 反応時間(m秒)	455.5±53.7	479.1±85.6

t 検定 VS 非失語 *; $p < 0.05$, **; $p < 0.01$

TMT-Jの使用開始後の2019年2月以降の患者を対象にした再検査では, 実車評価まで合格した47名中, 失語症者15名, 非失語症者32名の比較で, 表1で有意差を示さなかった検査の多くは, 再検査でも有意差を示さなかった。TMT-AとTapping Span forwardは有意差を示したが, 失語症の方が成績は良好であった (表2)。また, 失語症者36名のうち院内評価と実車評価を含め最終的な合格者15名と不合格者21名の比較では, TMT-J Part-A, ROCF3分後再生, FAB, Tapping Span forward, VCT図形A・B, CPT AX課題が有意差を示し, これらを独立変数とした重回帰分析 (ステップワイズ法) ではTMT-AとTapping Span forwardが抽出された。

表2 失語の有無で有意差を示さなかった検査を再検討

		失語症群 (n=15)	非失語症群(n=32)
TMT-J	Part-A(秒)	37.1±8.3*	43.9±10.9
ROCF	模写	35.2±1.0	34.0±3.8
	3分後再生	26.2±5.7	20.8±7.4
FAB		15.3±1.4	16.1±1.6
CAT	Tapping Span forward	6.7±0.9**	5.8±1.0
	backward	5.4±1.3	5.0±1.1
VCT	「図形A」所要時間(秒)	50.0±7.2	49.0±12.3
	「図形B」所要時間(秒)	58.0±11.3	61.3±16.0
CPT	SRT課題 反応時間(m秒)	338.6±61.8	363.6±74.0
	X課題 反応時間(m秒)	501.5±56.2	507.6±69.3
	AX課題 反応時間(m秒)	461.9±63.0	503.8±81.7

t 検定 VS 非失語 * ; p<0.05, ** ; p<0.01

(2)研究 の結果

12名の失語症者が研究に参加し、全例が男性で、平均年齢57.6±10.3歳、脳出血8名・脳梗塞4名でA群7名、B群5名であった。失語症重症度評価尺度(Boston Diagnostic Aphasia Examination: BDAE .0~5の6段階評価で数値が大きいほど軽度)では、1が2名、2が1名、3が2名、4が6名、5が1名であった。

介入前後の評価値を比較 (Wilcoxonの符号付順位検定)

AD正答率で介入前52.6±25.3%、介入後65.4±24.9% (p<0.01, n=10)と、介入後に有意に改善した。また、有意な傾向だが、Position Stroop Test正答率が改善し、HondaDSの反応時間の標準偏差(反応のばらつき)が減少した(表3)。

表3. 介入前と介入後の測定値および介入前後比較

			介入前	介入後	p値
TMT-J	Part-A(秒)		54.1±15.2	55.3±23.2	NS
	Part-B(秒)		127.8±37.0	119.9±49.8	NS
FAB			12.0±3.4	12.4±3.2	NS
CAT	AD	正答率(%)	52.6±25.3	65.4±24.9	0.007
		的中率(%)	42.9±17.7	49.4±21.8	NS
	SDMT	達成率(%)	27.1±8.0	27.8±6.5	NS
	VCT	「3」所要時間(秒)	149.7±89.6	152.9±113.7	NS
		「か」所要時間(秒)	199.5±155.4	198.4±170.9	NS
		「図形A」所要時間(秒)	75.0±39.4	69.4±29.8	NS
		「図形B」所要時間(秒)	97.7±74.3	93.7±63.2	NS
	Position Stroop test	所要時間(秒)	163.1±34.3	163.8±49.1	NS
		正答率(%)	81.4±22.8	92.1±8.8	NS (0.058)
SDSA		コンパステスト	19.5±8.3	19.1±8.4	NS
SiDS	注意配分検査	赤 平均値(秒)	1.05±0.26	1.08±0.25	NS
		標準偏差(秒)	0.19±0.17	0.27±0.26	NS
		黄 平均値(秒)	0.83±0.27	0.84±0.20	NS
		標準偏差(秒)	0.19±0.18	0.21±0.17	NS
HondaDS	運転操作課題	平均反応時間(秒)	0.52±0.12	0.50±0.08	NS
		標準偏差 (秒)	0.15±0.08	0.11±0.04	NS (0.050)
100語呼称検査			74.7±31.1	76.3±30.0	NS
CADL短縮版			107.3±18.8	110.4±16.4	NS

NS: not significant

A群、B群で評価値の差(介入後測定値-介入前測定値)を比較(Mann-Whitney検定)

Visual Cancellation Task[か]正答率がA群0.83±3.53、B群-3.76±3.10 (p<0.05)と、A群は刺激後に有意に改善した。その他の検査で有意差はなかった。

(3)考察

研究より、当院で運転適性判断に実施する検査の中で、MMSE、TMT-B、S-PA、CATのSDMT、VCT[か][3]の所要時間は失語症では注意機能等に関わらず低下することが示唆され、失語症者

の院内評価の合否判定の使用には注意を要することが分かった。今回、院内評価のみでなく実車評価まで実施して合格となった患者に対象を限定したことで、注意機能等は正常に近い患者であったと判断でき、その上で失語の有無で有意差を示さなかった(もしくは失語症者の方が成績は良好であった)検査である、TMT-J Part-A、ROCF模写・3分後再生、FAB、Tapping Span forward・Backward、VCT図形の2課題、CPTの各課題の反応時間は、失語症者の判定に利用できると考えられる。また、TMTは日本語版が発行されたが、TMT-J Part-Aは失語症の判定に使用しやすいことが再確認でき、Tapping Span forwardとともに運転適性に大きく寄与していることが示唆された。失語症者の運転適性判定に際して、TMT-J part A、VCTの図形課題、CPTを利用することは、高次脳機能障害学会が発行している「神経心理学的検査法の適応と判断」⁶⁾や福岡県安全運転医療連絡協議会の最低限実施する神経心理学的検査⁷⁾に採用しており、結果の判断に迷う場合は、TMT-AとCPT AX課題の結果により注目すべきと考えられた。

研究 では、介入前後で成績が改善した結果からは、ADやPosition Stroop Testは発話を含む検査であり、言語機能への効果はあったと考えられる。ただし、その他の注意機能やシミュレーター検査での改善はなく、注意・遂行機能を把握しやすくなり、さらに運転能力が向上するまでの効果は認めなかった。メタ解析⁸⁾でも、呼称能力は改善するが、コミュニケーション能力までは効果がないと述べており、応用的な能力までの改善は難しいと考えられる。2群の比較では、A群でVCT[か]でみる仮名の判別力が有意に良かったが、その他は有意差がなく明確な結果とは言えず、サンプルサイズが小さいとはいえ運転能力までは改善するとは言えない結果であった。言語訓練や運転シミュレーター訓練中にtDCSを実施するなど補助的な活用が望ましいと考える。

<引用文献>

蜂須賀研二，自動車運転再開の指針と判断基準案，蜂須賀研二（編），高次脳機能障害者の自動車運転再開とリハビリテーション 2，2015，103-108

Baker JM, Rorden C, Fridriksson J. Using transcranial direct-current stimulation to treat stroke patients with aphasia. *Stroke* 41, 2010, 1229-1236

Marangolo P, Fiori V, Sabatini U, et al, Bilateral Transcranial Direct Current Stimulation Language Treatment Enhances Functional Connectivity in the Left Hemisphere: Preliminary Data from Aphasia, *J Cogn Neurosci* 28, 2016, 724-738

Kang EK, Baek MJ, Kim S, Paik NJ, Non-invasive cortical stimulation improves post-stroke attention decline, *Restor Neurol Neurosci* 27, 2009, 645-650

Au-Yeung SS, Wang J, Chen Y, Chua E, Transcranial direct current stimulation to primary motor area improves hand dexterity and selective attention in chronic stroke, *Am J Phys Med Rehabil* 93, 2014, 1057-1064

加藤徳明，福岡県での運転再開支援の取り組み，日本安全運転医療学会誌 3，2023，7-15
日本高次脳機能障害学会，運転に関する神経心理学的検査法検討小委員会，脳卒中，脳外傷等により高次脳機能障害が疑われる場合の自動車運転に関する神経心理学的検査法の適応と判断，Available from URL: <https://www.higherbrain.or.jp/wp/wp-content/uploads/2023/10/f0f389bacc7ce46456099a345beba636-1-1.pdf> (2024年5月5日)

Elsner B, Kugler J, Mehrholz J, Transcranial direct current stimulation (tDCS) for improving aphasia after stroke: a systematic review with network meta-analysis of randomized controlled trials, *J Neuroeng Rehabil* 17, 2020, 88

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Noriaki Kato
2. 発表標題 Neuropsychological examination of driving fitness for patients with aphasia
3. 学会等名 International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Noriaki Kato
2. 発表標題 A synthetic judgement of the simple driving simulator for driving evaluation
3. 学会等名 International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noriaki Kato
2. 発表標題 Useful tests to evaluate driving fitness in patients with aphasia
3. 学会等名 RehabilWeek 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

失語症および高次脳機能障害患者への経頭蓋直流電気刺激の効果に関する研究
http://www.uoeh-u.ac.jp/kouza/rihabiri/homepage/kenkyu_project.html

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	佐伯 寛 (Saeki Satoru) (20269070)	産業医科大学・医学部・教授 (37116)	
研究分担者	岡崎 哲也 (Okazaki Tetsuya) (40352314)	産業医科大学・医学部・非常勤医師 (37116)	

	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	中山 陽子 (Nakayama Yoko)		

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