

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：26402

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2016

課題番号：16K14322

研究課題名(和文)非侵襲性経頭蓋脳刺激による運転挙動への影響を探るための基礎的検討

研究課題名(英文)Effect of non-invasive transcranial direct current stimulation on driving performance

研究代表者

朴 啓彰 (Park, Kaechang)

高知工科大学・地域連携機構・客員教授

研究者番号：60333514

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：経頭蓋電気刺激(tDCS)は、ドライビングシュミレータ(DS)で評価される運転挙動を向上させることが知られている。一方、健常中高年者に高頻度で認められる白質病変(LA)は、危険運転行動や交通事故の脳内リスク因子であることが既に報告されている。tDCSによるDS運転評価の変動がLAによってどのように影響を受けるのかを調べた過程で、LAとDS酔いの有意の高い相関性を見出した。LAを有する場合は有しない場合より、tDCSによるDS酔いの軽減効果は著明であった。但し、LA被験者のDS運転評価はtDCSによる改善効果はなかった。LAはシミュレーション酔いの脳内メカニズム解明に有用であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Divers with leukoaraiosis, a common finding of brain MRI and a human factor causing traffic accidents and dangerous driving behaviors, were examined whether a transcranial direct current stimulator(tDCS) affected the driving performances as well as drivers without LA by means of a driving simulator (DS). At first, LA is significantly associated with DS sickness, especially when LA exists in both the frontal and parietal lobe. tDCS could reduce DS sickness, while driving performances evaluated by DS could not be improved. LA may be a useful tool to elucidate the mechanism of simulation sickness.

研究分野：交通工学・脳医学

キーワード：白質病変 高齢ドライバー シミュレーション酔い tDCS ドライビングシュミレータ

1. 研究開始当初の背景

白質病変 (leukoaraiosis; LA) は、大脳白質内に存在する細胞外間隙であり、脳の老化現象と見なされている。LA は軽度なものを含めて一般健常中高年者の約 40%に見られるが¹⁾、殆どはその存在に気付かずに生活している。しかしながら、LA が危険運転行動や交通事故の脳内リスク因子であることは、既に報告されている^{2) 3)}。一方、経頭蓋電気刺激 (transcranial direct current stimulation; tDCS) は、ドライビングシミュレータ (driving simulator; DS) で評価される運転挙動を向上させることが知られている⁴⁾。この LA で被験者をグループ分けした場合における、tDCS による DS 運転挙動の影響は未だ調べられていない。

2. 研究の目的

先行研究において、高グレード LA の被験者では DS 操作中に激しい酔い (DS 酔い, DS sickness: DSS) が高頻度で生じることが判明した。この為、高グレード LA と DSS の関連性、低グレード LA における tDCS による DS 運転評価が向上するかを本研究の目的とした。

3. 研究の方法

3 - 1 被験者と MRI 検査

被験者は、日頃から運転をしている健常中高年者 18 名 (男性 10 名、女性 8 名、年齢 47-79、平均年齢 65.00) を解析対象とした。MRI 撮影は、協力機関である医療法人健会高知検診クリニック脳ドックセンター内で行われた。撮像機器として、超伝導型 MRI (ECHELON Vega 1.5T; (株) 日立メディコ製) を用いた。白質病変は、T1 強調画像、T2 強調画像、フレア画像を総合的に読影して、専門医が診断を行った。白質病変は、フレア画像で高信号域として認められる。また、18 名のうち 12 名が 6 ヶ月以上の期間を経て再度 DS を行い、tDCS による DSS の影響を調べた。

3 - 2 ドライビングシミュレータ (DS)

DS はフォーラムエイト社の可搬型ドライブ・シミュレータを用いた。このシミュレータは、運転場面を表示する液晶ディスプレイ (1 画面) と音声案内用のスピーカー、運転に最低限必要なステアリング、方向指示器、アクセル、ブレーキ、運転シートならびにコンピュータから構成されている。運転場面作成のソフトウェアとして、UC-win/Road (フォーラムエイト製) を使用している。独自にプログラムした走行コースを、被験者毎に練習 1 回、本測定 1 回の計 2 回走行した。1 回の所要時間は約 20 分である。コース内容には、対向車歩行者有り 車線変更、交差点対向車有り、車線変更、左折後に 車線変更、交差点対向車有り、作業記憶課題、800m 直進走行後右折、作業記憶課題、

交差点対向車あり、車線変更、交差点歩行者有りあり、800m 直進走行後、交差点対向車有りが含まれている。

3 - 3 DSS グレード (DSSG) の定義

DSS のレベルを評価するために 5 つのグレード (DSSG-5) を新たに定義した。グレード 1 は、DSS はなく、違和感や気分の悪化もない。グレード 2 は、DSS はないが、違和感はある。グレード 3 は、DSS はないが、酔った気分がある。グレード 4 は、練習中ではなかったが、本測定中に DSS があり中止した。グレード 5 は、練習中に DSS があり中止したと各々定義した。また、3 つのグレードに分けた DSSG-3 も採用した。グレード 1 は、DSS はなく、違和感や気分の悪化もない。グレード 2 は、DSS はないが、違和感や軽く酔った気分がある。グレード 3 は、酔いのために DS を中止した。

3 - 4 tDCS の使用法

tDCS はニューロコム (DC-Stimulator Plus, neuroConn GmbH, Ilmenau, Germany) を使用した。電極は国際 10/20 法に従って、生理食塩水に浸した後、両側前頭部 (F3&F4) に装着した。被験者は座位にて、安静な状態で 1.5mA、20 分の電気刺激を行った。コントロールには、同様に電極を装着させて sham stimulation を行った。

4. 研究成果

4 - 1 LA グレードと DSS の関係

LA は 3 つのグレードに分類した。グレード 1 は LA がないか、あるいは存在しても、点状の高信号域が前頭葉の片側にある場合、グレード 2 は両側前頭葉に存在する場合、グレード 3 は両側前頭葉ならびに頂葉に存在する場合とした。LA グレードと DSSG-3 との分布は LA の広がり と DSSG の強度は正の相関が見られた (図 1)。

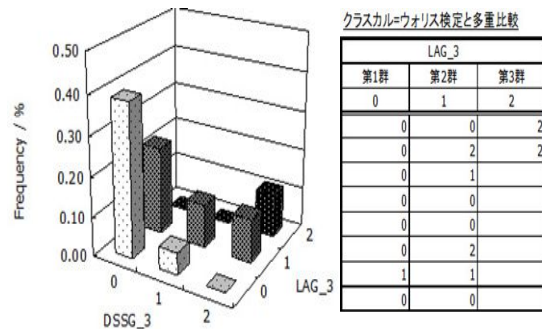


図1 LAグレードとDSSGの分布

LA グレードと DSSG の相関性について、クラスカル=ウォリス検定を行うと有意であった (P 値 = 0.0251)。また、65 歳以上の高齢被験者 12 名に限定すると、クラスカル=ウォリス検定は有意ではなかった。LA は年齢とは関係なく、DSS を引き起こす原因となる可能性が示唆された。DSS の原因に感覚矛盾説がある⁵⁾。感覚矛盾説とは、体性感覚や前庭

感覚による感覚情報や、眼から入ってくる視覚情報や、さらに位置覚情報等が合わさった多感覚情報がうまく統合できないために酔いが生ずるといふ仮説である。LA の存在が脳内情報の伝達系に何らかの影響を及ぼしていると推察されているが、本研究結果は、感覚矛盾説を支持していると考えられる。

3 3

4 - 2 tDCS と DSS の関係

tDCS によって、DS で評価される運転能力が向上することが報告されているので、18名の被験者の中から、12名(LAなしが5名、LAありが7名)が新たにエントリーして、tDCSによるDSSの変化が生じるのかを調べ、かつLAの存在でtDCS効果が影響されるのかを検証した。tDCSによるDSSGの減少が見られた(図2)。ウィルコクソンの符号付き寿に検定ではゆういであつた(図3)。

LAのない被験者は、被験者番号4,5,7,9,10であり、LAあり被験者において、tDCSによるDSSGの減少効果は著明であると見なされる。

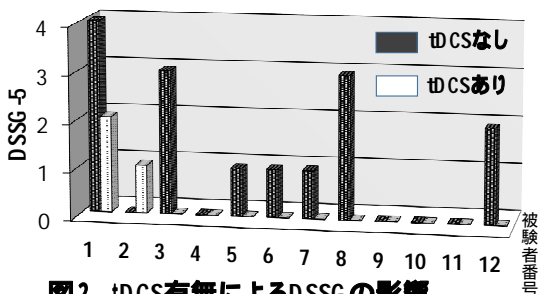


図2 tDCS有無によるDSSGの影響

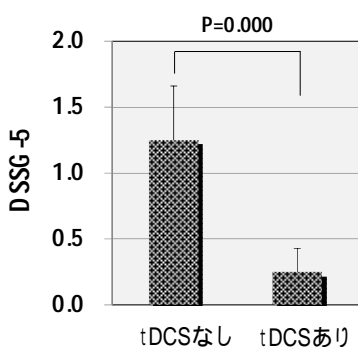


図3 tDCSによるDSSG平均値変化

4 - 3 tDCS と DS から見る脳高次機能に及ぼす影響

DS の各シミュレーション場面から抽出された注意機能・視空間認知機能・プランニング機能では、tDCS による有意な評価向上を見出すことはできなかった。今後は、直線走行の車線逸脱などの単純運転挙動における DS 評価法を構築して、tDCS の影響を調べる予定である。

引用文献

- 1) Park K, Yasuda N, Toyonaga S, et al., Significant association between leukoaraiosis and metabolic syndrome in healthy subjects, *Neurology*, 2007 Sep 4;69(10):974-978..
- 2) 朴啓彰, 片岡源宗, 永原三博, 熊谷靖彦, "脳ドックデータと運転挙動との関連性について", 第8回 ITS シンポジウム, CD-ROM, 2009
- 3) Park K, Nakagawa Y, Kumagai Y, and Nagahara M, Leukoaraiosis, A common brain magnetic resonance imaging finding, as a predictor of traffic crashes. *PLoS One*, 2013, 8(2):e57255.
- 4) Nakano K, Park K, Zheng R, et.al., Leukoaraiosis significantly worsens driving performance of ordinary older drivers, *PLoS One*, 2014, 9(10):e108333.
- 5) Sakai H et. al., Prefrontal transcranial direct current stimulation improves fundamental vehicle control abilities, *Behavioural Brain Research* 273 (2014) 57-62
- 6) R B Tootell, J B Reppas, A M Dale, et al., Visual motion aftereffect in human cortical area MT revealed by functional magnetic resonance imaging. *Nature* 1995, 375(6527):139-41
- 7) 木竜徹, 小林直樹, 飯島淳彦, 映像酔い: 電子情報通信学会誌 96(1), 36-40, 2013.
- 8) 氏家弘裕, 渡邊洋, 映像酔いと立体画像: 視覚の科学 34(2), 60-64, 2013.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

朴啓彰, 中野倫明, 山田宗男 経頭蓋電気刺激(tDCS)によるドライビングシュミレータ酔いの軽減効果 ITS シンポジウム論文集 CDROM, 2017(査読なし)

中野倫明, 高齢ドライバの運転意識や運転能力と今後求められる運転支援の対策, 車載テクノロジー, 4(4), 89-63, 2017(査読なし)

〔学会発表〕(計1件)

朴啓彰, 中野倫明, 山田宗男 第15回 ITS シンポジウム, 経頭蓋電気刺激(tDCS)によるドライビングシュミレータ酔いの軽減効果, 2017年12月7~8日 九州大学 伊都キャンパス 椎木講堂

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕なし
出願状況(計0件)
取得状況(計0件)

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

朴 啓彰 (KAECHANG Park)
高知工科大学・地域連携機構・客員教授
研究者番号：60333514

(2)研究分担者
中野 倫明 (TOMOAKI Nakano)
名城大学・理工学部・教授
研究者番号：7032977

山田 宗男 (MUNEO Yamada)
名城大学・理工学部・教授
研究者番号：70509653

(3)連携研究者
溝渕 光 (HIKARU Mizobut)
高知工科大学・地域連携機構・研究員
研究者番号：20231615

大田 学 (MANABU Ohta)
高知工科大学・地域連携機構・研究員
研究者番号：80727082