

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月10日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K20877

研究課題名(和文) 瞑想が外傷性脳損傷患者の脳活動、認知機能に与える影響

研究課題名(英文) Focused attention meditation training modifies neural activity and attention in patients after traumatic brain injury

研究代表者

吉田 一生 (Yoshida, Kazuki)

北海道大学・保健科学研究所・助教

研究者番号：90638280

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：瞑想熟達者は未経験者に比較して高い認知パフォーマンスを有することが知られているが、瞑想訓練によって認知機能のパフォーマンスが向上するが、その背景にはどのような脳活動の変化が関与するかは明らかとなっていない。そこで、8週間の集中瞑想訓練を行い、その前後で安静時、瞑想時、注意課題時の脳波、安静時、注意課題時のfMRIを撮像した。結果、瞑想直後の注意課題において、訓練群では反応時間の短縮が得られ、注意機能を反映するP3bの電位が上昇した。また注意課題直前の瞑想時の波の位相同期値が注意課題実施時のP3bと相関を示すことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は8週間の集中瞑想が注意機能を向上させ、その背景にはF4-Pz、F4-Ozにおける波の位相同期値が関与することを示した研究である。これまで瞑想熟達者と未経験者の比較から、瞑想の効果を示唆してきた横断的研究が多い中、その研究を縦断的にしめし、かつその背景にある脳活動を示した点で学術的意義をゆうする。またリハビリテーションへの応用を考慮した場合、本研究のような縦断的データが重要であり、集中瞑想訓練のリハビリテーションへの応用可能性を示すという点で社会的意義を有す。

研究成果の概要(英文)：Cross-sectional studies have highlighted high cognitive performance and discriminative neural activity in experienced meditators. However, a causal relationship between neural activity changes and improvement of attention caused by meditation training remains to be elucidated. To investigate this, we conducted a longitudinal study which evaluated the results of electroencephalography (EEG) and functional magnetic resonance image (fMRI) during resting state, meditation, attention task before and after 8 weeks of meditation training. The meditation training group showed higher P3 amplitude during attention task and shorter reaction time. In addition, there were significant correlation between theta band phase synchrony index (PSI) during meditation and P3 amplitude during attention task. In contrast, these correlation were not observed in control group. These findings provide direct causal evidence of the effectiveness of meditation training.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：瞑想 注意訓練 脳波 fMRI リハビリテーション

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

外傷性脳損傷 (Traumatic Brain Injury: TBI) は頭部に物理的な衝撃が加わることで起こる脳損傷である。TBI 患者は身体機能障害は比較的軽微であるが、注意障害、記憶障害、遂行機能障害などの多彩な高次脳機能障害を呈する (Mills et al., 2001)。これまで数多くの注意機能障害に対する訓練が、特定の課題を繰り返し実施することによって注意機能を改善させるという方法をとってきた。しかしながらこれらの方法は机上の検査は改善させても、日常生活上の問題には汎化されにくい点、効果量があまり大きくない点が指摘されている (Rolling et al., 2009)。

機能的脳画像法による研究から TBI 患者の注意機能障害は外部に注意を向ける際に賦活する Central Executive Network (CEN) の障害であり、代償的に健常者よりも広範な領域が活動することが知られている (Olsen et al., 2015)。また、近年では TBI 患者はなにもしていないときの脳活動である Default Mode Network (DMN) の過活動があり、DMN と CEN の切り替えに障害があることが示唆されている (Jilka SR et al., 2014)。

DMN に作用しうる非侵襲的な方法としては瞑想があげられる。瞑想とはメンタルトレーニングの一種であり、注意、感情統制、個人の精神的、心理的成長を目的とした行為である (Tang et al., 2015)。瞑想熟達者は安静時の DMN の活動低下や、未経験者と比して高い認知パフォーマンスを有することが知られている。しかしながら、瞑想がどのように脳活動変化に関わり、どのような脳活動の変化が注意機能に作用しうるのかという検討が十分ではなかった。瞑想訓練をリハビリテーションに応用していくためには、縦断的研究のエビデンスが重要である。

2. 研究の目的

瞑想訓練を実施し、縦断的なデータから、瞑想訓練が注意機能を向上しうるか、また注意機能の向上が認められる場合、その背景にはどのような脳活動の変化があるのかを明らかにする。

3. 研究の方法

<対象者>

対象者は右利き健常成人 49 名 (23 females, Mage 21.53 ± 1.43 years)。瞑想経験がないものを対象とした。

<質問紙>

被験者は訓練前後で、日本語版 Mindfulness Attention Awareness Scale: MAAS (Fujino, Kajimura, & Nomura, 2015) に回答した。

<EEG>

脳波測定装置は electrode cap (Easycap GmbH, Herrsching, Germany) を使用した。電極は銀・塩化銀電極を用い、EEG キャップを用いて頭皮上に固定した。

EEG データは Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz, C3, C4, T7, T8, Cz, P3, P4, P7, P8, Pz, O1, O2, Oz の 20ch からデータ収集し、グラウンドは Afz (forehead) とし、基準電極は鼻尖とした。EOG は左右眼角 (outer canthi) と左瞳孔の垂直下に配置した。EEG、EOG データは NuAmps 40-channel amplifier (NeuroScan, Charlotte, USA) にて増幅された。インピーダンスは 10k 以下を保つこととした。サンプリング周波数は 500Hz であった。

<実験課題>

課題は Three tones oddball task を使用した。刺激は 300 回 pseudorandom に提示され、80% は 1000Hz の標準刺激、10% は 2000Hz のターゲット刺激、10% は 500Hz の deviant 刺激であった。刺激提示時間は 100ms、刺激間隔は 1.5s であった。

<訓練>

集中瞑想：被験者は訓練として瞑想方法のなかでも最も基本的な集中瞑想を 8 週間実施した。被験者は座位、閉眼にて呼吸に注意・意識を向け、その状態を維持するよう教示を受けた。自身の内省や周りの環境音によって注意・意識が呼吸からずれてしまったことを気づいたら、自身の注意を再度呼吸に向けなおしてもらった。被験者は毎週 1 回 30 分のグループでの瞑想訓練と、10 分間の毎日の Homework を実施した。

Relaxation program：コントロールの課題として Relaxation program を実施した。内容はクラシックの音楽鑑賞で、週に一度のグループ訓練、毎日の 10 分間の音楽鑑賞は集中瞑想群と同様の頻度で実施した。

<手順>

被験者は、性別をコントロールした層別ブロック法を用いてランダムに瞑想訓練群 (25 名、Mage = 21.65 ± 1.17) とコントロール群 (24 名、Mage = 21.39 ± 1.66) とに割り付けた。瞑想群はまず 3 分間の閉眼安静時脳波を計測し、直後の主観的な覚醒度と快・不快感情について Affect grid (Russell, Weiss, & Mendelsohn, 1989) に回答した。Affect grid は注意課題直前の覚醒度や快・不快感情が両群で異なっていないことを確認するために実施した。その後 Three tones oddball task 時の脳波を計測した。その後 5 分間の集中瞑想時の脳波を計測し、その直後、Affect grid に回答し、再度 Three tones oddball task 時の脳波を取得した。コントロール群は集中瞑想の代わりに 5 分間の安静時の脳波を計測し、それ以外の手順は瞑想群と同様であった。1 回目の 3 分間の安静と Three tones oddball までの試行を “T1”、2 回目の 5 分間の集中瞑想、あるいは安静時と Three tones oddball 課題までを “T2” とした。瞑想時は閉眼と

し、Three tones oddball 課題時は正面の fixation を眺めながら実施するように教示した。同様の測定を 8 週間の瞑想訓練、Relaxation 訓練の後に実施した。測定は訓練後少なくとも 2 週以内に実施することとした。

< 解析 >

解析には EEGLAB、ERPLAB(Delorme & Makeig, 2004; Lopez-Calderon & Luck, 2014)を使用した。高速フーリエ変換による周波数解析、加算平均による事象関連電位、ウェーブレット変換による時間周波数解析を実施した。

< 統計 >

年齢、性別、教育歴等の人口統計学的データは、パラメトリックな尺度には対応のない t 検定を、ノンパラメトリックな尺度には 二乗検定を使用した。

Oddball task の hit 率、反応時間、ERP データ、安静時および瞑想時の位相同期値、波、波のパワー値に対して群(瞑想群, コントロール群)、介入前後(pre, post)、瞑想前後(T1, T2)を要因とした 3 要因の混合計画分散分析を実施した。

4 . 研究成果

8 週間の訓練を完遂できなかった 3 名、Three tones oddball 課題にて瞬きや頭部の動きなどの原因により、加算回数が足りなかった被験者 7 名、安静時、あるいは瞑想時の脳波データに欠損があった 2 名を除外した。解析対象者は瞑想群 17 名 (Mage = 21.76 ± 1.14, 10 female)、Control 群 20 名であった (Mage = 21.35 ± 1.81, 10 female)。年齢、性別、教育歴、訓練回数に関して群間差がないことを確認した。

主な結果は以下のとおりである。

Three tones oddball task の反応時間において T1-T2 と group の有意な交互作用が得られ、反応時間の短縮を認めた。

Pz における P3 電位において、瞑想群はコントロール群に比して P3 電位の有意な上昇を認めた。

瞑想時、Fz において有意な 波の増大が確認された。

瞑想訓練後の F4 Oz 間の電極における 波の位相同期値と、直後の Three tones oddball 課題時の Pz における P3 電位には、有意な負の相関関係が確認された。

F4 Pz 間の電極における 波の位相同期値と直後の Three tones oddball 課題時の Pz における P3 電位には有意な正の相関関係があることが確認された。

このほか、同様の実験内容で fMRI を実施したが、予想した結果が得られなかった。具体的には安静時の fMRI で DMN の活動低下を検討するつもりであったが、前部帯状回と視床の機能的結合の増加が確認されるなど、予想に反した結果が得られた。瞑想訓練によって特性変化を得るには訓練頻度を上げる必要性があると考えている。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 6 件)

- (1). Yoshida K, Ogawa K, Mototani T, Inagaki Y, Sawamura D, Ikoma K, Sakai S. Flow experience enhances the effectiveness of attentional training: A pilot randomized controlled trial of patients with attention deficits after traumatic brain injury. *NeuroRehabilitation* 43 183-193 2018 (査読あり)
- (2). Murakami Y, Sakai S, Takeda K, Sawamura D, Yoshida K, Hirose T, Ikeda C, Mani H, Yamamoto T, Ito A. Autistic traits modulate the activity of the ventromedial prefrontal cortex in response to female faces. *Neuroscience Research* 133 28-37 2018 (査読あり)
- (3). Kim K, Hirayama K, Yoshida K, Yano R, Abe M, Otsuki M, Sakuraba S, Sakai S. Effect of exposure to short-wavelength light on susceptibility to motion sickness. *NeuroReport* 28(10) 584-589 2017 (査読あり)
- (4). Hoshi Y, Sasaki C, Yoshida K, Sato Y, Kato M, Sakuraba S, Sawamura D, Sakai S. Milestones for Communication development in Japanese Children with Spinal Muscular Atrophy Type I. *Journal of Health Sciences* 14 115-120 2017 (査読あり)
- (5). Ito A, Fujii T, Abe N, Kawasaki I, Hayashi A, Ueno A, Yoshida K, Sakai S, Mugikura S, Takahashi S, Mori E. Gender difference in ventromedial prefrontal cortex activity associated with valuation of faces. *Neuroscience* 328 194-200 2016 (査読あり)
- (6). Kawasaki I, Ito A, Fujii T, Ueno A, Yoshida K, Sakai S, Mugikura S, Takahashi S, Mori E. Differential activation of the ventromedial prefrontal cortex between male and female givers of social reputation. *Neuroscience Research* 103 27-33 2016 (査

読あり)

〔学会発表〕(計 7件)

- (1). Ito A, Yoshida K, Takeda K, Sawamura D, Murakami Y, Hasegawa A, Sakai S, Izuma K. The ventromedial prefrontal responses toward faces automatically represent belief about “being-liked”. 8th International Symposium on Biology of Decision Making, Paris, France 2018年5月
- (2). Sawamura D, Suzuki Y, Asano M, Kimura M, Honke T, Iwase Y, Horimoto Y, Yoshida S, Yoshida K, Sakai S. Acquiring chopstick dexterity with the non-dominant hand and changes in brain activity pattern. The 1st Asia-Pacific Occupational Therapy Symposium, Taoyuan 2017年10月
- (3). Kim K, Hirayama K, Yoshida K, Yano R, Abe M, Otsuki M, Sakuraba S, Sakai S. Effect of exposure to short-wavelength light on susceptibility to motion sickness. Symposium of the Society for the Study of Human Biology & International Association of Physiological Anthropology, Loughborough 2017年9月
- (4). 村上優衣、境 信哉、武田賢太、澤村大輔、吉田一生、廣瀬喬道、池田千紗、萬井太規、山本 徹、伊藤文人. 自閉症傾向が顔の選好判断および脳活動に与える影響. 日本健康行動科学会第16回学術大会, 札幌 2017年9月
- (5). 金 京室、平山和美、吉田一生、矢野理香、阿部正之、大槻美佳、桜庭 聡、境 信哉. 短波長光への暴露が Motion sickness の感受性に及ぼす影響. 日本健康行動科学会第16回学術大会, 札幌 2017年9月
- (6). Yoshida K, Ogawa K, Mototani T, Inagaki Y, Sawamura D, Ikoma K, Shinya S. Correlation between flow state and the effects of attention training: randomized controlled trial of patients with traumatic brain injury. The 12th world congress on brain injury (New Orleans) 2017年3月
- (7). Fujii T, Ito A, Jenkins R, Sanders J, Yoshida K, Murakami Y, Sakai S, Tanabe M. The effect of wearing a medical mask and sunglasses on perceiver’s impression. 31th International Congress of Psychology, Yokohama 2016年7月

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：境 信哉

ローマ字氏名：Sakai Shinya

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。