

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K14410

研究課題名（和文）マインドフルネス瞑想による過敏性腸症候群の症状改善と脳波正常化の効果検討

研究課題名（英文）Effects of Mindfulness Meditation on Irritable Bowel Syndrome Symptoms and Electroencephalogram

研究代表者

村椿 智彦（Muratsubaki, Tomohiko）

東北大学・医学系研究科・助教

研究者番号：70741007

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）：過敏性腸症候群（irritable bowel syndrome: IBS）に対する簡易マインドフルネス瞑想実施により、腹部不快感と腹痛の改善、マインドフル状態の増加、脳波 β_2 power%の変容を認めた。脳波変容は健常対照に比して、限局的であった。Long short-term memoryによるIBSと健常対照の脳波識別では、ベースラインの正答率69%であり、脳波に基づいてIBSと健常を識別できる可能性が示唆された。瞑想実施時の正答率は54%であり、ランダムな判定と同等の結果となった。マインドフルネス瞑想によりIBS特有の脳波を変容させたことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過敏性腸症候群（IBS）は一般人口における割合も高く、消化器症状とともに精神症状を伴うため、QOLを著しく阻害し、経済的損失も大きい。IBSに対するマインドフルネス瞑想の有用性を脳波を中心とした基礎研究および人工知能を用いた解析により検討することで、IBSに対する治療法を確立することに寄与する知見を得られたことは、学術的および社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：A single session of mindfulness meditation for irritable bowel syndrome (IBS) improved abdominal discomfort and abdominal pain, increased mindfulness, and altered EEG β_2 power%. The EEG alterations were localized compared to healthy controls. In the EEG discrimination between IBS and healthy controls based on long short-term memory, the baseline correct response rate was 69%. The possibility of discriminating IBS from healthy controls based on EEG was suggested. The correct response rate during mindfulness meditation was 54%, which was equivalent to a random decision. This result suggests that mindfulness meditation altered the EEG specific to IBS.

研究分野：行動医学

キーワード：過敏性腸症候群 マインドフルネス瞑想 脳波 機械学習 消化器症状

1. 研究開始当初の背景

過敏性腸症候群 (irritable bowel syndrome: IBS) は、腹痛や腹部不快感とともに下痢または便秘などの便通異常をきたす慢性疾患であり、その原因として器質的疾患を同定しえない機能的疾患である (福土他, 2014)。IBS の有病率は、一般人口の 10-15% である (Drossman et al., 2006)。IBS 患者の消化器症状は、ストレスによる発症もしくは増悪で特徴づけられ (福土他, 2006)、うつや不安などの心理的異常も多く (Kanazawa et al., 2004)、慢性に経過し、著しく quality of life や社会機能を障害する (福土, 2010)。IBS の症状や生活の質の改善には、心理療法的介入が有効であることが報告されており、メタアナリシスでは認知行動療法による症状の改善効果が報告されている (Ford et al., 2009)。

近年、マインドフルネスに基づく心理療法は新世代の認知行動療法として世界的に注目されている。マインドフルネスとは、「今現在」の体験に気づきを向け、評価判断することなく、あるがままに受け入れるという心理状態であり、仏教由来の瞑想を実践体系に取り入れられる。マインドフルネスに基づく心理療法は、古典的な認知行動療法よりも治療奏効率が高く、再発率も低いことから行動変容を要する多くの疾患群に応用されている。これまでにマインドフルネスは、ストレスや抑うつ・不安症状の低減 (Goyal et al., 2014)、不眠改善 (Ong et al., 2014)、well-being 増進 (Ravalier et al., 2016) にも役立つことが示唆されている。IBS に対するマインドフルネスに基づく治療は、無作為化比較試験により支持的な治療よりも IBS 症状を有意に改善し、3 か月フォローアップ時にも有意な効果を示している (Gaylord et al., 2011)。

IBS 患者は健常者と比べて、ベースラインにおける脳波 power spectra ならびに topogram においての α -power 減衰と β -power 増強を報告している (Fukudo et al., 1993; Nomura et al., 1999)。ストレスによる IBS の消化器症状の発症・増悪においては、視床下部-下垂体-副腎皮質軸の最初に位置するペプチドとして、corticotropin-releasing hormone (CRH) が R1 受容体を介して下部消化管運動を亢進させ、内臓知覚閾値を下げ、不安や抑うつをまねく (Fukudo et al., 1998, 2006)。IBS 患者において CRH 拮抗薬を投与すると、大腸運動の亢進と消化管症状の発現が抑制されるとともに (Sagami et al., 2004)、脳波の α -power 減衰と β -power 増強を正常化することが報告されている (Tayama et al., 2007)。これは、IBS の治療において、 α -power 減衰と β -power 増強を正常化することが消化器症状の改善とともに、重要であることを示している。システムティックレビューでは、マインドフルネス瞑想が健常者において安静時の α -power と β -power を増強させることを報告している (Lomas et al., 2015)。マインドフルネス瞑想による抑うつや不安症状の低減、IBS 症状の改善作用と健常者における脳波への効果を考えると、IBS におけるマインドフルネス瞑想は脳波の α -power 減衰と β -power 増強を正常化する可能性が考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、マインドフルネス瞑想により IBS における消化器症状が脳波の正常化を伴って改善すること、脳波を用いて IBS を診断する人工知能を作成し、またその精度からマインドフルネス瞑想の有効性を検証した。

3. 研究の方法

右利き男性の健常者 15 名と IBS 15 名を対象とした。順応期 10 分 (安静閉眼)、瞑想期 10 分 (呼吸瞑想)、回復期 10 分 (安静閉眼) の脳波 (Fp1/2, Fz, Cz, Pz) を測定した。各期前後に、主観的な腹部症状・気分 (0: 全くない~10: 非常に強い) そしてマインドフルネスの状態を Toronto Mindfulness Scale により評価した。脳波は周波数解析により α_1 , α_2 , β_1 , β_2 の power% を評価した。ベースラインからの変化量を一般化推定方程式により比較した。

脳波の機械学習は、1) 独立成分分析によるノイズ除去後、各条件の脳波スペクトル割合 (α_1 , α_2 , β_1 , β_2) を 10 秒ごとに抽出し、Long short-term memory による深層学習を実施した。2) 各条件期間について 10 分のデータを 0.5-45Hz の部分を離散ウェーブレット変換し、10 秒ごとにスペクトル解析した。得られたデータを入力とした Bidirectional Long Short-Term Memory (Bi-LSTM) と Convolutional neural network (CNN) により機械学習を実施した。

4. 研究成果

腹部不快は有意な交互作用を認め ($p=0.007$)、IBS 群は健常群に比べ瞑想後と回復期後の得点が有意に低下した ($p<0.05$)。便意は有意な交互作用を認め ($p=0.003$)、IBS 群は瞑想後の得点が順応期後に比べ有意に低下した ($p=0.016$)。マインドフルネス状態の変化は、体験への関心および

脱中心化とともに有意な条件の効果を認め ($p < 0.001$), 瞑想後に有意に増加した ($p < 0.05$)。脳波の 1-power 変化は Fz, Cz, Pz で有意な交互作用を認め ($p < 0.005$), 健常群において回復期の値は瞑想期に比べ有意に増加した ($p < 0.05$)。1-power 変化は, Fp1 において有意な条件の効果を認めた ($p = 0.026$)。2 変化は, Fp1/2, Fz, Cz, Pz において有意な条件の効果を認め ($p < 0.05$), 回復期の値は瞑想期に比べ有意に低下した ($p < 0.05$)。また Pz では有意な交互作用を認め ($p = 0.011$), 健常群でこの傾向が特に顕著であった ($p < 0.001$)。

Long short-term memory による深層学習による脳波識別は, 順応期では検証データの正答率は 69%であった。瞑想期では検証データの正答率は 54%であり, ランダムな判定と同等の結果となった。回復期では検証データの正答率は 65%であった。脳波に基づいて IBS と健常を識別できる可能性がある。順応期と回復期では IBS 患者に特異的な脳波が現れており, 瞑想期では両者の脳波の差が弱まるといえる。この結果は, マインドフルネス瞑想により IBS 特有の脳波を変容させたと考えられる。

Bi-LSTM の結果、訓練データでは急激に正答率が上昇したのに対し、真の検証データでは IBS と健常の識別正答率が低くなり、過学習の可能性がある。また、順応期、瞑想期、回復期での脳波を両群の判定した結果も真の検証データでは正答率が低く、各期での正答率の違いは見られなかった。そのため、マインドフルネスが脳波に与える影響は検討できなかった。CNN の結果、真の検証データの群と条件 (各期) を識別する正答率は 1/6 で、学習が反映されていなかった。LSTM の結果より精度が低く、離散ウェーブレット変換あるいは Bi-LSTM は今回のデータに不適だった可能性がある。

IBS において簡易マインドフルネス瞑想により、一部の腹部症状に改善を認めたが、脳波を正常化する効果は限局的であった。IBS の病態生理を正常化するには、単回の瞑想では効果が弱く、継続した瞑想実践が必要になることが考えられる。今後は IBS に対するマインドフルネス療法に関する先行研究や基礎研究をもとに治療プログラムによる効果を検証することが求められる。今回の人工知能による解析では、脳波に基づいて IBS と健常を識別できること、そしてマインドフルネス瞑想による脳波の変容を識別できることが示唆された。今後さらに識別精度を高めることにより、明確な診断マーカーが同定されていない IBS を診断する、あるいは治療効果を検証する補助となる可能性がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 0件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 村椿智彦, 井上ウィマラ, 金澤素, 福土審	4. 巻 26
2. 論文標題 治療的自己とマインドフルネス	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本心療内科学会誌	6. 最初と最後の頁 115-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 村椿智彦, 金澤素, 福土審	4. 巻 61
2. 論文標題 過敏性腸症候群に対するマインドフルネス療法	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 心身医学	6. 最初と最後の頁 341-346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15064/jjpm.61.4_341	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 1件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 村椿智彦
2. 発表標題 過敏性腸症候群に対する心理療法はどのようにするのか？
3. 学会等名 第2回日本神経消化器病学会セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村椿智彦, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 シンポジウム2「慢性身体疾患と不安」：過敏性腸症候群と不安
3. 学会等名 第14回日本不安症学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村椿智彦
2. 発表標題 治療的自己とマインドフルネス、コンパッションの関わり
3. 学会等名 第24回桂記念治療的自己シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村椿智彦, 清水悠生, 成田魁, 持田尚人, 岩崎淳也, 相澤祐一, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 Long short-term memory による過敏性腸症候群の脳波識別
3. 学会等名 第63回日本心身医学会総会ならびに学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村椿智彦, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 第23回治療的自己研究会シンポジウム「心身医療・心理療法の基礎を極める」：マインドフルネスとコンパッションから見た治療的自己
3. 学会等名 第25回日本心療内科学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村椿智彦, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 パネルディスカッション1「機能性消化管疾患の改訂ガイドラインを巡って」：過敏性腸症候群に対するマインドフルネス療法の現状と展望
3. 学会等名 第107回日本消化器病学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水悠生, 成田魁, 持田尚人, 村椿智彦, 岩崎淳也, 相澤祐一, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 脳波を用いた過敏性腸症候群の診断AI
3. 学会等名 第94回日本心身医学会東北地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村椿智彦, 金井貴英, 小松由弥, 橋目俊輝, 岩崎淳也, 相澤祐一, 鹿野理子, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 量み込みニューラルネットワークによる過敏性腸症候群の脳波識別
3. 学会等名 第92回日本心身医学会東北地方会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村椿智彦, 相澤祐一, 金澤素, 福土審
2. 発表標題 シンポジウム8「迷走神経求心路と自律機能」. マインドフルネス心理療法による消化器症状, 自律神経系への影響
3. 学会等名 第72回自律神経学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村椿智彦
2. 発表標題 就労者に対するマインドフルネスプログラムの効果
3. 学会等名 マインドフルネス精神療法研究第5回発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村椿智彦, 山田晶子, 鹿野理子, 金澤素, 井上ウイマラ, 福土審
2. 発表標題 就労者に対するマインドフルネス介入の維持効果
3. 学会等名 第2回日本心身医学関連学会合同集会
4. 発表年 2019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

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