

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 4 月 3 日現在

機関番号：83903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11209

研究課題名（和文）認知症患者に対する表情分析AIを用いたグループアクティビティの適正レベルの検討

研究課題名（英文）Appropriate Level of Group Activity for Dementia Patients Using Facial Expression Analysis AI

研究代表者

神谷 正樹（Kamiya, Masaki）

国立研究開発法人国立長寿医療研究センター・病院・作業療法士

研究者番号：40790506

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）：本研究は、集団リハビリテーション(リハ)中の軽度認知障害(MCI)とアルツハイマー型認知症(AD)者の感情の違いを、表情分析を用いて探索的に検討することを目的とした。当センターの集団リハに参加した30名の患者を対象とし、課題中に対象者の顔を正面から小型カメラで撮影し、人工知能で感情値(怒り、軽蔑、嫌悪、恐怖、喜び、悲しみ、驚き)を推定し、各課題の感情値を算出した。身体活動と同時に認知的な思考が要求される二重課題や製作活動はAD者には難易度が高く、MCI者では、製作活動のような多様な認知機能を使用する課題が喜びを惹起していた。また、二重課題訓練では転倒に対する不安の感情がADで高くなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究から、軽度認知障害やアルツハイマー型認知症患者のリハビリテーションにおいて、表情の観点からそれぞれの疾患に快・不快刺激となる課題について明らかとなった。これは、認知機能が低下した患者が認知症予防や認知機能維持のために継続的なプログラムに参加することに繋がると考えられる。また、認知機能が低下した患者の重症度に応じたプログラム難易度付けが可能で、患者にとって難易度が高すぎるプログラムを避けることで、行動・心理症状の出現や拒否を防ぐことも可能である。また、専門家のいない地域のサービスなどで、レベルに応じたプログラムが実施可能であり、病院以外でのリハビリテーション実施場所の拡大に繋がる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to explore the differences in emotions between people with mild cognitive impairment (MCI) and Alzheimer's disease (AD) during group rehabilitation using facial expression analysis. Thirty patients who participated in a group rehabilitation at our center were included in the study. During each task, the subject's face was photographed from the front with a small camera, and the emotional values (anger, contempt, disgust, fear, joy, sadness, and surprise) were estimated by artificial intelligence. Dual tasks and production activities, which require cognitive thinking simultaneously with physical activity, were more challenging for AD patients, while tasks that used diverse cognitive functions, such as production activities, elicited pleasure in MCI patients. In addition, feelings of anxiety about falling were higher in AD during the double task training.

研究分野：リハビリテーション学

キーワード：表情分析 アルツハイマー型認知症 軽度認知障害 人工知能 リハビリテーション

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本邦における認知症有病率が増加の一途をたどる中、老人介護施設や病院などで、認知症の人に対して活動機会の増加や身体機能の維持のためにグループアクティビティが行われている。グループアクティビティは、集団で運動や製作活動など多くの感覚刺激や運動刺激に基づく活動プログラムであり、小集団の活動は特に参加頻度が上がると報告されている。ただし、認知症の人のグループアクティビティの効果を裏付けるエビデンスは、まだ不十分である。また、認知症に対するリハビリテーションは、本来、脳の活動を積極的に賦活するとともに、誤りをさせないエラーレス学習を活用して行うべきであり、提供されるアクティビティの内容は、認知症の認知機能や意欲の低下の重症度に応じて、最も適切な難易度で意欲的に取り組むことができるものに個別化されるべきである。すなわち、重症度の異なる軽度認知障害(MCI)やアルツハイマー型認知症(AD)などでは、それぞれの能力に応じたりハビリテーションプログラムを検討する必要がある。

しかし、どのような課題が MCI や AD の人に適しているかを決定することは容易ではない。その中、認知症の人の行動や医療者の実施したケアに対して、認知症の人の表情が評価されている。実施したケアが患者に適切であったかを検討することは重要であるが、適切な内容、難易度の治療を提供ができたかを客観的に測る評価は乏しい。また、認知症における言語表出や理解能力の低下を考慮すると、回答の信頼性には疑問があり、正確な評価のためには、表情分析のような客観的な評価が重要である。

一方で、表情の評価は観察評価であり、人手や専門技術を必要とする問題点もある。この問題を解決するために、近年、顔面の表情認識を基に Artificial Intelligence(AI)を用いた表情分析の報告が増えている。この手法では、様々な顔面筋の動作の組み合わせを判別可能な形に符号化する Facial Action Coding System を使用し、Artificial Intelligence によって自動的に顔面の筋の位置を基本的な普遍的な感情に変換する Automatic Facial Expression Analysis(AFRA)が機械学習によって行われる。例えば、Garrido S ら(2018)は、表面筋電法を用いて認知症者の音楽の好みを調査し、表情の変化を捉えており、Artificial Intelligence を用いた表情分析においても、同様に表情の変化を捉えることが可能と考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、表情分析を用いた MCI および AD の感情の違いについて探索的に検討することを目的とし、集団形態のリハビリテーション実施中に、MCI 者と AD 者の顔面の表情に対し、AI を用いた感情分析を試みた。加えてこの感情分析により、MCI や認知症の人のグループアクティビティに対する参加度や課題の選好、支援の方向性について検討した。

3. 研究の方法

Study participants

対象は、2021年9月から2023年7月までに国立長寿医療研究センターに受診し、外来リハビリテーションを実施した30名であった。

対象者の診断は、MCI 14名、AD 16名であった。MCI は Petersen の基準に準拠し、全例健忘型 MCI であった。AD は National Institute of Neurological and Communicative Disorders and Stroke AD and Related Disorders Association (NINCDS-ADRDA) の基準に基づき、probable AD または possible AD または AD + Cardiovascular Disease (CVD) と診断されたものが含まれる。MCI と AD 以外の認知症、例えばレビー小体型認知症 (DLB)、血管性認知症 (VaD)、前頭側頭型認知症 (FTD)、うつなどの神経・精神疾患、アルコール依存などの疾患を既往に持つ患者は本研究から除外した。

Rehabilitation

当センターで行なっている認知症のリハビリテーションは、外来患者と家族介護者のための総合的なリハビリテーション・プログラムである。週1回、1回60~80分、1クラス4~8人のグループで、1家族につき1人のセラピストが担当するテラーメイドのリハビリテーションプログラムである。プログラムは、a.有酸素運動、b.認知訓練、c.運動療法と認知訓練を組み合わせた二重課題訓練、d.製作活動の4種類を実施している。具体的に、有酸素運動は20分程度、立位で足踏みやステップ動作をしながら、インストラクターの指示に合わせて簡単な上肢動作などを行う。認知訓練は、机上訓練でありトランプを用いて色や模様を素早く合わせる注意機能の課題や絵カードを用いて数字や絵を記憶して数分後に想起するような記憶機能の課題などを中心に行っている。二重課題は、立位で足踏みやステップをリズム良く踏みながら、前方のスクリーンに映し出される認知課題を同時に回答する課題である。製作活動は、紙や絵の具、木のパーツ、のり、はさみなどを用いて、指先を使って一つの作品を作る手工芸である。これらのリハビリテーションは、認知症及びリハビリテーション専門医の指示に基づき、作業療法士、理学療法士、言語聴覚士が実施した。

Assessment

主要評価は、リハビリテーション実施中に撮影され、表情分析によって算出された対象者の感情値である。副次的な評価は、リハビリテーション実施後に、対象者の楽しさの気分を Visual Analog Scale (VAS)を用いて課題毎に評価した。この尺度では、0 は非常につまらないことを示し、10 は非常に楽しいことを示す。また、リハビリテーション実施中の自主性と参加度を評価するために、Reaction Scale を用いた。その他の基本情報として、年齢、性別、教育歴、罹病期間が収集された。精神機能の評価には、抑うつを Self-rating Depression Scale (SDS)、主観的健康感を General Health Questionnaire (GHQ) を使用し、認知機能の評価には、Mini-Mental State Examination-Japanese (MMSE-J) を使用し、Behavioral and Psychological Symptoms of Dementia (BPSD) の評価には Neuropsychiatric inventory (NPI) を使用した。日常生活活動 (ADL) の評価には Barthel Index (BI) を使用し、活動性の指標としては Frenchay Activities Index (FAI) を用いた。

Procedure

患者の表情の撮影には、Insta360 GO 2 (Insta 360 Japan Co., Ltd.) を使用した。このカメラは、Insta360 GO 3 (Insta 360 Japan Co., Ltd.) と同様に世界最小のアクションカメラであり、リハビリテーション実施中の対象者の注意散漫を最小限にすることができる。a. 有酸素運動、c. 二重課題訓練など、立位で行うプログラムの際は、カメラの三脚を用いて対象者の約 1m 前方にカメラを設置し、カメラの高さは対象者の顔に調節した。b. 認知訓練や d. 製作活動など机で行うプログラムでは、机上にて対象者の正面にカメラが位置するように設定した。撮影した動画の表情分析は、Kokoro sensor (CAC Corporation, Tokyo, Japan) を用いた。Kokoro sensor による感情値算出は、Ekman(1978) の Facial Action Coding System 理論に基づいており [12]、900 万件以上のデータを用いてディープラーニングが行われた。このシステムでは、表情中の約 70 億のデータポイントを目元や口元に分けて解析し、anger、contempt、disgust、fear、joy、sadness、surprise の 7 つの感情値および neutral などの状態を 0 から 100 の値で推定可能することが可能である。分析された値と表情筋の動きは、妥当性の検証も行われている。また、本研究の撮影期間は、COVID-19 の感染拡大期であったため、感染対策として口元がアクリル素材で透明になっているマスクを使用した。

Analysis

第一に、MCI と AD の各評価項目の Mean \pm Standard Deviation (SD)、中央値 (interquartile range: IQR)、総数 (%) を算出し、背景情報の比較を行った。統計解析は、正規分布の有無により unpaired t-test または Mann-Whitney U-test、あるいは Chi-squared test を用いた。

第二に、集団リハビリテーション時における表情分析の実行可能性を検討するため、Kokoro sensor 解析後の解析可能割合を算出した。これは、各課題中の全フレーム数あたりの解析された値のフレーム数とした。また、解析対象区間は、各課題開始時を対象者の体が動き始めたり、課題の物品を手にする時点から、療法士に終了を伝えられ手を止めた時点までとした。

第三に、リハビリテーションの 4 課題における各々の感情値、VAS、Reaction Scale のそれぞれの MCI-AD 間の差を検討した。ここでの感情値は、解析対象区間における各感情値の時間的な平均値を使用した。本研究では、通常のリハビリテーション中の評価のため、途中で会話や休憩、待ち時間などが生じる。そのため、感情値の natural の値が 50 以上の時間の感情値は使用せず、neutral の値が 50 未満の時間の感情値を解析対象とした。統計解析は、正規分布の有無により unpaired t-test または Mann-Whitney U-test を行った。

第四に、Kokoro sensor から算出された joy の感情値と VAS、Reaction Scale の相関をみるため、統計解析を正規分布の有無により Pearson product-moment correlation coefficient または Spearman's rank correlation coefficient を算出した。

すべての解析は SPSS version 28.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) で行い、統計的有意性は $p < 0.05$ とした。

4. 研究成果

Demographics (Table 1)

MCI 群と AD 群の間で、MMSE-J ($p < 0.001$)、RCPM ($p = 0.001$)、NPI ($p = 0.010$)、GHQ ($p = 0.045$) に差を認めた。年齢、性別、教育歴、罹病期間、FAB、BI、FAI、SDS は両群間に有意差は認めなかった。

感情値の解析可能割合

撮影時間は、有酸素運動は 13.96 ± 4.78 分、認知課題は 15.68 ± 4.11 分、二重課題は 10.62 ± 6.44 分、制作活動は 19.51 ± 5.12 分であり、解析割合は、有酸素運動は 46.99 ± 28.16%、認知課題は 54.33 ± 37.41%、二重課題は 54.16 ± 34.01%、制作活動では 46.55 ± 39.88% であった。

MCI と AD のリハビリテーション中の感情値、VAS、Reaction Scale の比較

感情値では、二重課題は、fear と surprise の値が MCI 群より AD 群で有意に高く (p=0.016, 0.016)、制作活動では joy が AD 群より MCI 群で有意に高かった (p=0.012) (Figure 1)。その他の課題や感情値では、両群間に有意差を認めなかった。

Table1 Comparison of the MCI and AD

	MCI (n=14)	AD (n=16)	p-values
Age (years) †	77 (6)	80 (7)	0.276
Male (%) ‡	8 (57.1)	7 (43.8)	0.464
Education (years) †	13 (2)	12 (2)	0.096
Estimated onset of dementia (months) †	70 (30)	88 (44)	0.240
MMSE-J §	24 [24-25]	19.5 [13-21]	<0.001
FAB §	14 [12-15]	10 [9-13]	0.059
RCPM §	32 [28.5-34]	24 [19-25.5]	0.001
NPI §	0 [0-2]	3 [1-8]	0.010
BI §	100 [100-100]	100 [100-100]	0.648
FAI §	23 [18-27]	16.5 [11-22.5]	0.114
SDS §	35 [30-40]	32 [27.5-35.5]	0.983
GHQ §	0 [0-1]	2 [1-4.5]	0.045

The average (standard deviation: SD), total number (%), and median [interquartile range: IQR] of each MCI and AD endpoint were calculated.

† Unpaired t-test, ‡ Chi-squared test, § Mann-Whitney U test.

MCI: mild cognitive impairment, AD: Alzheimer's disease, MMSE-J: Mini-Mental State Examination Japanese, FAB: Frontal Assessment Battery, RCPM: Raven's Colored Progressive Matrices, NPI: Neuropsychiatric inventory, BI: Barthel Index, FAI: Frenchay Activities Index, SDS: Self-rating Depression Scale, GHQ: General Health Questionnaire.

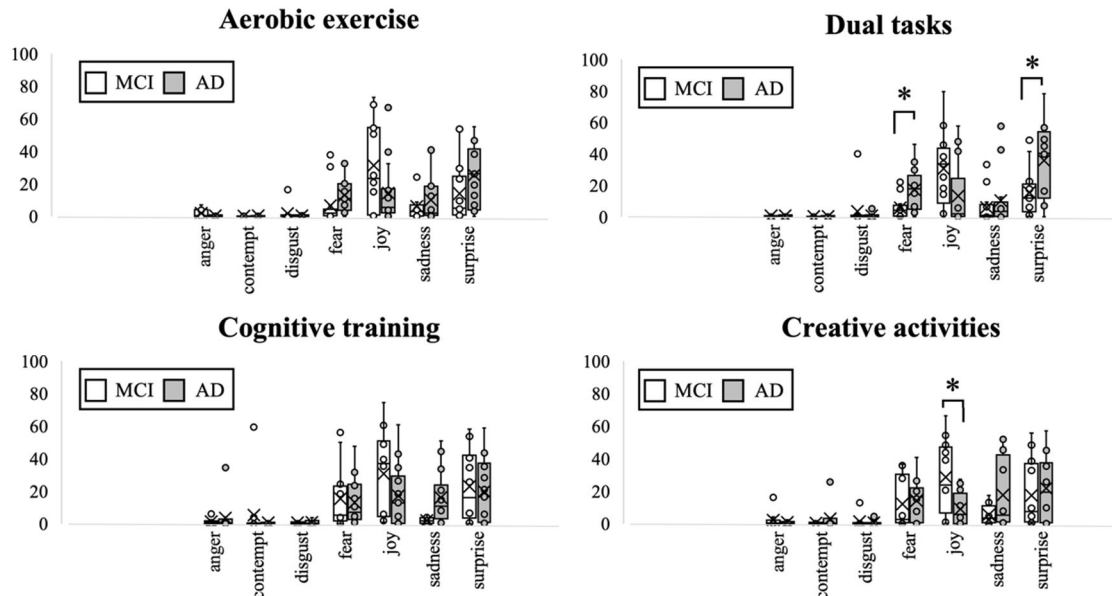


Figure1 Differences in each emotion during rehabilitation

The average (standard deviation: SD) of each MCI and AD endpoint were calculated.

Unpaired t-test. * Significant at the 0.05 level.

MCI: mild cognitive impairment, AD: Alzheimer's disease,

VAS や Reaction Scale は、MCI 群と AD 群の間に有意差を認めず、いずれも概ね楽しいと評価し、課題に意欲的に参加していた (Table 2)。

Table2 Comparison of the response to rehabilitation between MCI and AD

	Aerobic exercise		Cognitive training		Dual task		Handicraft activity		p-values
	MCI	AD	MCI	AD	MCI	AD	MCI	AD	
VAS †	8.0(1.8)	8.3(1.6)	7.1(1.7)	8.7(1.7)	7.9(1.9)	8.4(1.6)	8.6(1.0)	8.5(1.4)	0.624 ^a , 0.050 ^b , 0.475 ^c , 0.782 ^d
Reaction Scale ‡									
Degree of participation	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	1 ^a , 0.350 ^b , 1 ^c , 0.350 ^d
Autonomy	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	4[4-4]	1 ^a , 0.350 ^b , 1 ^c , 0.350 ^d

The average (standard deviation: SD), and median [interquartile range: IQR] of each MCI and AD endpoint were calculated.

a: Aerobic exercise MCI vs AD, b: Cognitive training MCI vs AD, c: Dual task MCI vs AD, d: Handicraft activity MCI vs AD

† Unpaired t-test, ‡ Mann-Whitney U test.

MCI: mild cognitive impairment, AD: Alzheimer's disease, VAS: Visual Analog Scale.

感情値と VAS の相関(Figure 2)

全ての課題において、両群ともに感情値の joy と VAS 有意な相関は認めなかった。

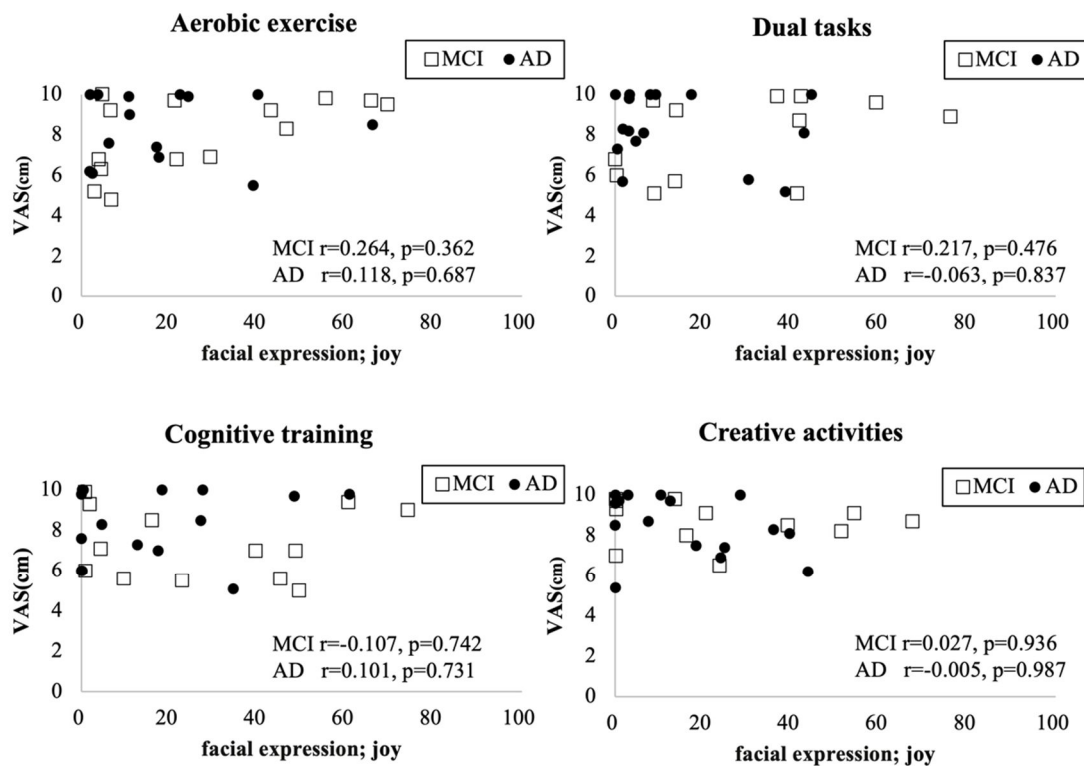


Figure2 Relationship between facial expression and VAS

Pearson product-moment correlation coefficient.

VAS: Visual Analog Scale, MCI: mild cognitive impairment, AD: Alzheimer's disease,

Conclusions

本研究では、MCI および AD 者のリハビリテーション実施中の表情分析および主観的な気分の評価を行った。AD では難易度が高く転倒リスクの高い課題で fear や surprise の感情値が高くなり、低下した認知機能を使用する課題では joy の感情値は低かった。一方で、様々な認知機能を使用する製作課題は MCI 者に喜びの感情をもたらした。MCI 者や AD 者の非薬物療法では、これらの感情分析の結果を活かして、課題の選択や難易度の調節を行うべきであると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 5) 神谷正樹、大沢愛子、大高恵莉、加藤健治、吉見立也、植田郁恵、加賀谷斉、近藤和泉
2. 発表標題 軽度認知障害およびアルツハイマー型認知症者のリハビリテーションプログラム施行時における表情分析を用いた感情推定に関する探索的検討
3. 学会等名 第12回認知症予防学会学術集会
4. 発表年 2023年～2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

第12回認知症予防学会学術集会 浦上賞受賞

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	近藤 和泉 (Kondo Izumi) (50215448)	国立研究開発法人国立長寿医療研究センター・病院・病院長 (83903)	

	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	大沢 愛子 (Osawa Aiko)		

6. 研究組織（つづき）

	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	大高 恵莉 (Otaka Eri)		
研究協力者	加藤 健治 (Kato Kenji)		
研究協力者	吉見 立也 (Yoshimi Tatsuya)		
研究協力者	加賀谷 斉 (Kagaya Hitoshi)		

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