

令和 4 年 6 月 18 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K10712

研究課題名(和文) 手指感覚トレーニングに伴う脳皮質活性の変化と手指血流応答の関連性

研究課題名(英文) Effect of sensory training on changes in cerebral cortex activity and finger blood flow response during finger perception

研究代表者

村田 潤 (Murata, Jun)

長崎大学・医歯薬学総合研究科(保健学科)・准教授

研究者番号：00304428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、交感神経性循環調節能を指標とする新しい客観的な感覚機能評価法の開発に向けた取り組みである。課題内容は、感覚情報処理時にみられる手指血流応答と感覚認知に関連する大脳皮質活性の特徴について明らかにするとともに、手指感覚トレーニングに伴う学習効果の影響について解明する試みである。その結果、感覚情報処理時にみられる手指血流応答は感覚トレーニングによって応答特性(反応量と反応時間)が変化することが判明した。さらに、前頭前野の皮質活性においても同様の傾向が観察された。これらの研究成績は、血流応答を指標とする新しい客観的な感覚機能評価法の開発の可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

リハビリテーションの臨床現場実施されている感覚機能検査は定性的評価が一般的であり、定量的に示すことが困難である。そのため治療介入の効果判定を詳細に検討することも難しいのが現状である。本研究で示された感覚トレーニングにともなう手指感覚識別機能の変化と血流応答の特性変化の関連性は、感覚機能評価における血流調節機能を指標としたこれまでにない新しい客観的・定量的な評価法の開発の可能性を示すと考える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop a new quantitative evaluation method for tactile sensory function using the circulatory regulation function as an index. Therefore, we investigated the responses in cerebral cortex activity and finger blood flow during concentrated finger perception, and examined the learning effect to tactile sensory training on finger circulatory regulation. As a result, it was found that the finger blood flow response to concentrated finger perception was modulated by tactile sensory training. In addition, a similar tendency was observed in cortical activity in the prefrontal cortex. These results show the possibility of developing a new quantitative evaluation method for tactile sensory function using the blood flow response.

研究分野：リハビリテーション科学

キーワード：手指感覚 点字解読 感覚トレーニング 手指皮膚血流量 脳組織酸素動態 自律神経活動

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトの手の感覚機能は運動・動作能力と極めて密接な関係があり、リハビリテーション医療分野においては運動機能再構築に影響を与える因子として重要視されている。感覚機能の評価はリハビリテーション診断および治療効果の判断において極めて重要であるが、現在臨床で用いられている感覚検査は対象者の主観的判断に委ねられ、客観的・定量的に評価するのは困難である。本研究は、交感神経性循環調節能を指標とする新しい客観的な感覚機能評価法の開発に向けた取り組みである。課題内容は、手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能と脳皮質活性化の関連性についての解明、および手指感覚トレーニングにともなう学習効果の影響について検討することであった。本研究を通して、新しい客観的な感覚機能評価法の臨床応用のための基盤となる知見を得たいと考えた。

### 2. 研究の目的

手指感覚は高位中枢の神経ネットワークによって認知される。感覚情報処理時の手指循環動態は高位中枢における認知システムの学習効果を反映して変調するかもしれない。そこで本研究において、手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節と手指感覚トレーニングの関連性について明らかにすることを研究目的とした。さらに、日常的に点字を利用する視覚障害者の点字解読能力は健常者に比べて著しく優れており、手指感覚情報処理時の循環応答が健常者に対して行われる手指感覚トレーニング後の反応と類似する可能性がある。そこで、点字解読において高度に学習が確立している視覚障害者を研究対象としてデータを収集し、短期的な感覚トレーニングを実施した健常者群で得られるデータの反応特性と比較することであった。

### 3. 研究の方法

#### (1) 手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能の変動について

研究対象は点字解読経験がなく、手指機能に障害のない健常成人者6名であった。手指感覚識別課題として、利き手手指を使用して機の裏面に設置した点字プレート(幅3mm、高さ1mmの凸を点字模様に従って配列)の解読作業を15秒間行った。この課題施行時にみられる手指皮膚血流量(レーザー血流計)、および前頭部の脳組織酸素動態(近赤外分光法:NIRS)の変動を測定した。このデータは、アナログ/デジタル変換器を介してサンプリング周波数1000Hzでコンピュータに同時記録された。解析はoff-line下で実施され、課題遂行前30秒間のデータをベースライン値として変化率を算出し、点字解読時にみられる手指血流量の応答特性について検討した。

#### (2) 手指感覚トレーニングにともなう手指循環調節能の変化

点字解読経験のない健常者(14名)を研究対象として、点字を解読させるトレーニングを実施した。このトレーニングは1日20文字分の点字を解読する課題であった。このトレーニングを週3回の頻度で4週間実施した。このトレーニング期間の前後に(1)の研究課題同様に、機の裏面に設置した点字プレートの解読作業を15秒間実施させたときの手指血流量応答と触圧覚閾値の測定・分析を行い、トレーニングによる効果の検討を行った。

#### (3) 日常的に点字を活用している視覚障がい者の点字解読時にみられる手指循環調節能の特徴について

視覚障がい者(7名)、および視覚障がい者群と年齢を一致させた健常成人(7名)を対象として実験を行った。これらの被験者に対して、(1)の研究課題と同様の点字解読時の手指血流量応答と触圧覚閾値の測定・分析を行った。

### 4. 研究成果

#### (1) 手指感覚情報処理時にみられる手指血流応答と脳皮質活性の関連性について

点字解読中に手指皮膚血流量は減少し、前頭部の脳組織酸素動態は増加した。さらに、繰り返し実施する課題への学習効果にともなう反応特性の変化について、1回目の点字解読時に手指皮膚血流量は $-20.0 \pm 14.3\%$ 、2回目 $-30.4 \pm 20.0\%$ 、3回目 $-17.9 \pm 16.2\%$ であった。一方、反応のピーク到達までの時間は1回目10秒から、3回目7秒と繰り返し実施することで徐々に速くなる傾向が観察された。前頭部の脳組織酸素動態の反応においても同様の傾向が示された。これらの研究成績により、点字解読課題への学習効果が前頭前野部の皮質活性の予測制御(見込み的な活性)に反映する可能性が考えられた。

(2) 手指感覚トレーニングにともなう手指循環調節能の変化

図1は、点字解読トレーニング期間中にみられた10個の解読所用時間の推移について示している。初回は平均で約400秒間をかけて遂行していたのに対して最終回は約160秒間で遂行可能となっており、トレーニングにかかる所用時間は減少していた。その成績は、点字解読課題に対する学習効果が表れていたことを示す。一方、点字解読時の手指皮膚血流量の変動はトレーニング実施前-40%まで減少する反応が観察されたが、トレーニング後には-23%まで反応量が減弱した(図2)。さらに、循環応答のピーク値までの到達時間がトレーニング後に約3秒程度短縮していた。これらの研究成績は、感覚識別時の手指循環動態の応答特性が感覚トレーニングによって変化するとともに、学習効果によってフィードフォワード的な制御機構が賦活される可能性が示された。

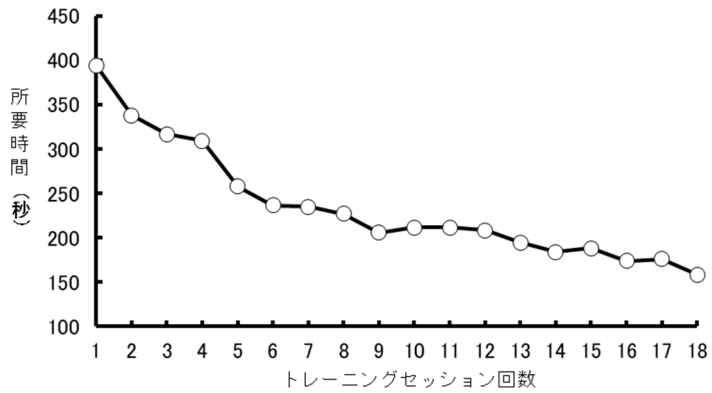


図1. 介入期間における10個の点字コード解読に要した遂行時間の推移

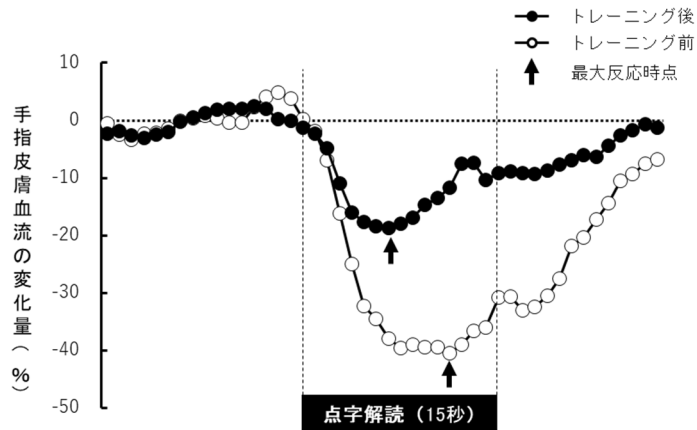


図2. 点字解読時の血流応答における感覚トレーニングの影響

(3) 日常的に点字を活用している視覚障がい者の点字解読時にみられる手指循環調節能について

両群ともに、手指皮膚血流量は点字解読時に減少した。ただし、その減少量は視覚障がい者群において $-23.4 \pm 5.2\%$ であったのに対して、健常者群においては $-48.0 \pm 8.3\%$ まで減少した。また、点字解読時の血流応答は視覚障がい者群において、健常者群よりも先行して起こり、さらにピーク値までの到達時間も視覚障害者群において速かった(図3, および4)。これらの研究成績は、点字の日常使用による高度の学習効果によって、見込み的な中枢性手指循環制御が発達した可能性を示唆する。

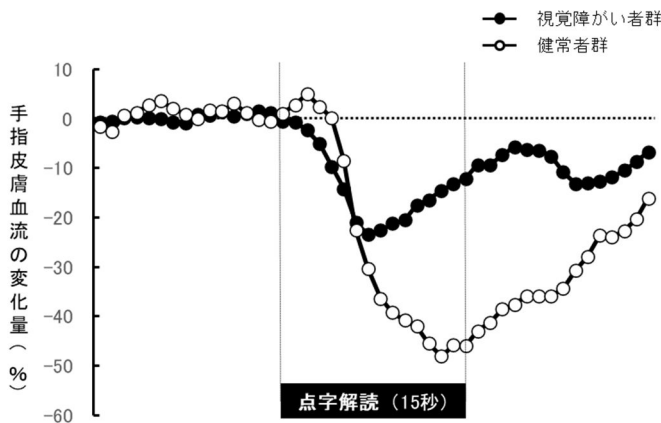


図3. 点字解読時の血流応答における視覚障がい者と健常者の比較影響

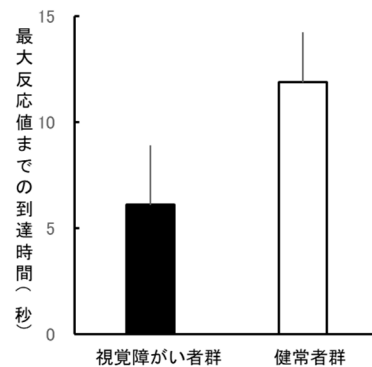


図4. 血流の最大反応値までの到達時間における視覚障がい者と健常者の比較

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 Jun Murata, Shin Murata, Shigeki Yamagata, Michie Ohyama, Haruki Kogo, Naho Umeki	4. 巻 28
2. 論文標題 The attenuating effect of a dynamic cushion on the development of leg edema in wheelchair users with spinal cord injuries	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Technology and Health Care	6. 最初と最後の頁 447-452
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3233/THC-192045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Wataru Shimoda, Jun Murata, Akira Nakatani, Katsuya Satoh	4. 巻 49
2. 論文標題 Concurrent Validity of the ABC Dementia Scale with Other Standard Scales: A New Comprehensive Instrument for Assessing Dementia in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dementia and Geriatric Cognitive Disorders	6. 最初と最後の頁 617-627
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000513485	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 梅木 奈穂, 村田 潤, 大山 美智江, 坂田 栄二	4. 巻 10
2. 論文標題 上体前傾角度センサーによる警告音を用いた介護業務中の不良姿勢に対する抑制効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 203-207
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 弓岡 まみ, 村田 伸, 兒玉 隆之, 中野 英樹, 相馬 正之, 佐藤 洋介, 村田 潤, 中江 秀幸	4. 巻 10
2. 論文標題 パーキンソン病患者の浮き趾と身体機能との関連	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 143-146
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 相馬 正之, 村田 伸, 大田尾 浩, 甲斐 義浩, 中江 秀幸, 佐藤 洋介, 村田 潤	4. 巻 10
2. 論文標題 低座面高での端坐位姿勢が足趾把持力発揮に及ぼす影響について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 81-84
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 古後 晴基, 山下 裕, 村田 伸, 鳥山 海樹, 村田 潤, 東 登志夫	4. 巻 10
2. 論文標題 圧痕性浮腫の病態を識別する圧痕深度評価法におけるカットオフ値	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 55-60
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Umeki N, Murata J, Higashijima M	4. 巻 2019
2. 論文標題 Effects of training for finger perception on functional recovery of hemiplegic upper limbs in acute stroke patients.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Occupational Therapy International	6. 最初と最後の頁 6508261
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2019/6508261	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kogo H, Murata J, Murata S, Yamashita Y, Higashi T	4. 巻 4
2. 論文標題 Characteristic lower limb pitting edema post-stroke - identification of risk factors: a comparison between the normal and hemiplegic side in stroke patients and healthy elderly controls.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Physiotherapy & Physical Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 164
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 村田 潤, 梅木 奈穂, 古後 晴基, 大山 美智江, 山形 茂生	4. 巻 8
2. 論文標題 背部および頭頸部のギャッチアップ時にみられる血圧変動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 187-191
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 古後 晴基, 山滝 奈海, 村田 潤	4. 巻 34
2. 論文標題 健常若年女性を対象とした股関節屈曲における大腿骨運動と寛骨運動の関係	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 理学療法科学	6. 最初と最後の頁 689-693
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 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Umeki N, Murata J, Kubota S, Kogo H, Yamaguchi T, Higashijima M	4. 巻 12
2. 論文標題 Relationship between motor paralysis and impairments in tactile sensitivity in elderly stroke patients	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Gerontology	6. 最初と最後の頁 310-313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijge.2018.03.002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 相馬正之, 村田伸, 太田尾浩, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介, 村田潤	4. 巻 8
2. 論文標題 足趾把持力および足趾圧迫力と身体機能との関係について 足関節固定ベルト使用の有無による検討	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 13-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9759/hppt.8.13	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 村田 潤, 梅木 奈穂, 古後 晴基, 大山 美智江, 山形 茂生	4. 巻 8
2. 論文標題 背部および頭頸部のギャッチアップ時にみられる血圧変動	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ヘルスプロモーション理学療法研究	6. 最初と最後の頁 187-191
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9759/hppt.8.187	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔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 村田潤, 古後晴基, 今村純平, 梅木奈穂
2. 発表標題 手指感覚情報処理時の循環調節能に対する中枢神経障害の影響について
3. 学会等名 日本ヘルスプロモーション理学療法学会 第9回学術集会
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
研究分担者	村田 伸  (Murata Shin)  (00389503)	京都橘大学・健康科学部・教授   (34309)	
研究分担者	田中 浩二  (Tanaka Koji)  (60613601)	群馬大学・大学院保健学研究科・准教授   (12301)	
研究分担者	古後 晴基  (Kogo Haruki)  (90640821)	西九州大学・リハビリテーション学部・准教授   (37201)	

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
---------	---------