

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K11289

研究課題名（和文）感覚障害に対するリハビリテーションの効果判定に利用できる定量的・客観的指標の開発

研究課題名（英文）Development of a new quantitative evaluation method for sensory disorders in rehabilitation

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） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、感覚識別時の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循環応答特性が加齢、および感覚障害によって受ける影響を明らかにするとともに、手指感覚機能の変化との関連性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加齢、および感覚障害によって応答特性（反応量と反応時間）が変化することが判明した。さらに、感覚情報処理時にみられる手指血流応答の反応量は手指触圧覚閾値と正の相関関係が認められた。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において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。本研究で示された加齢、および病態を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 effects of aging and sensory impairment on the response of finger blood flow during concentrated finger perception, and examined the relationship between the finger blood flow response to the discrimination task and the tactile pressure threshold of the finger. As a result, it was found that the finger blood flow response to concentrated finger perception was modulated by aging and sensory impairment (decrease in reaction volume and delay in reaction time). Moreover, the tactile-pressure threshold positively correlated with the mean change in finger blood flow during Braille reading. These results show the possibility of developing a new quantitative evaluation method for tactile sensory function using the blood flow response to the discrimination task.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：手指感覚 体性感覚機能障害 手指血流量 自律神経活動 感覚識別課題 手指触圧覚閾値 高齢者 脳卒中片麻痺者

## 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の加齢性変化の関連性についての解明、および脳血管障害にともなう感覚麻痺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

手指は運動器官としての役割だけでなく、外環境に直接接触して情報を集める感覚器官としての役割を持っているが、この手の感覚機能は加齢により減弱することが知られている。この機能差は手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能の変化と関連するかもしれない。そこで本研究において、若年者と高齢者の手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能を比較し、加齢性変化による特性変調について明らかにすることを研究目的とした。さらに、脳卒中にともなう身体機能障害では、運動麻痺以外にも50-85%の患者が体性感覚の機能障害を併発すると報告されている。中枢神経疾患にともなう感覚機能の異常も感覚情報処理時にみられる循環調節機能の特性変調に関連する可能性がある。そこで、脳卒中片麻痺者を研究対象としてデータを収集し、病態にともなう感覚異常と循環調節機能特性変調との関連性について検討することを研究目的とした。

### 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加齢性変化

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23名(23±6歳)、および地域在住高齢者20名(78±8歳)であった。手指感覚識別課題として、利き手示指を使用して機の裏面に設置した点字プレート(幅2mm、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)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15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) 手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能に対する感覚障害の影響

点字解読経験のない脳卒中片麻痺者(21名)を研究対象として、手指感覚識別課題遂行時の手指皮膚血流量の応答特性の麻痺側と非麻痺側の差との関連性について調査した。(1)の研究課題同様に、点字プレートを被験者の示指に押し当て、解読作業を15秒間実施させたときの手指血流量応答を麻痺側と非麻痺側の両方で測定した。

#### (3) 感覚障害にともなう手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能と手指触圧覚閾値との関係について

点字解読経験のない脳卒中片麻痺者16名でみられる手指感覚識別時の手指皮膚血流量の変動と感覚障害の重症度の指標となる手指触圧覚閾値との関連性について検討した。脳卒中片麻痺者の手指感覚閾値の測定にはSemmes-Weinstein Monofilamentsを使用し、麻痺側と非麻痺側の示指を測定部位とした。

### 4. 研究成果

#### (1) 手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能の加齢性変化

手指感覚識別時の手指皮膚血流量変動は、高齢者群で平均-6±6%と少ない変動であったのに対して、若年者群では識別中に平均で-15±13%程度まで減少した(図1参照)。また手指血流量の経時的変動において、若年者群は識別中の血流変動が速く起こるのに対して、高齢者群ではゆっくりと変動した。この影響は、両群における最大変動値到達時間の差にも表れた。本研究結果より、加齢による自律神経機能の低下が感覚識別時の手指血流量変動を減少させたと考えられた。また、この手指循環調節能の減弱は高齢者の感覚機能にも影響を及ぼしている可能性が示唆される。

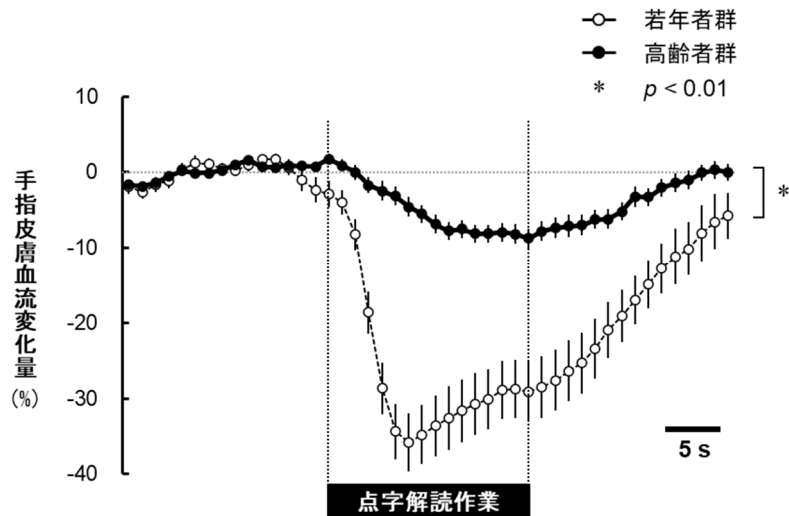


図 1 . 高齢者群と若年者群でみられる点字解読時の血流応答の比較

( 2 ) 手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能に対する感覚障害の影響

手指感覚識別時に手指の皮膚血流の応答量は非麻痺側で $-5.0 \pm 7.4\%$ まで減少していたが、麻痺側では $1.5 \pm 10.4\%$ とほとんど変化が観察されなかった(図 2 参照). さらに、麻痺側の最大変動値到達時間は $10.6 \pm 4.1$ 秒であり、非麻痺側の $9.8 \pm 3.4$ 秒より遅くなっていた. これらの研究成績は、脳卒中にともなう影響は自律神経性手指皮膚循環調節にも影響を及ぼし、手指感覚識別時の循環応答を減弱させているものと考えられた.

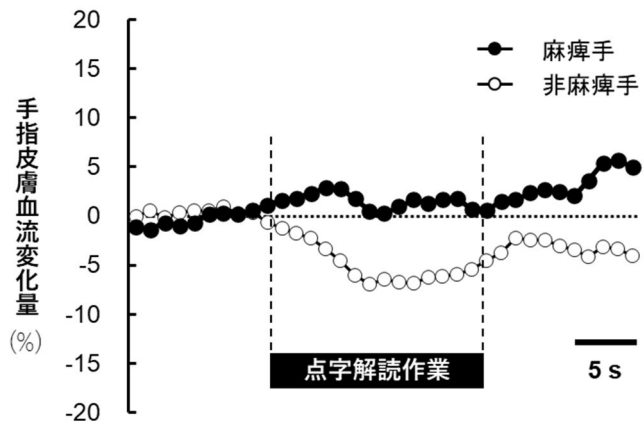


図 2 . 麻痺側および非麻痺側でみられる点字解読時の血流応答の比較

( 3 ) 感覚障害にともなう手指感覚情報処理時にみられる手指循環調節能と手指触圧覚閾値との関係について

Semmes-Weinstein Monofilaments を使用して測定された麻痺側、および非麻痺側における示指の触圧覚閾値はそれぞれ $3.89 \pm 0.76 \log_{10} \text{force}$ 、 $3.00 \pm 0.38 \log_{10} \text{force}$ であり、麻痺側において高値を示した. 中枢神経疾患にともなう感覚機能の異常は手指触圧覚の感覚感度減弱に影響を与えていた. さらに、麻痺側の手指触圧覚閾値と点字解読時にみられる血流応答量の間には正の相関関係が認められた( $r_s = 0.55$ ,  $p < 0.05$ ) (図 3 参照).

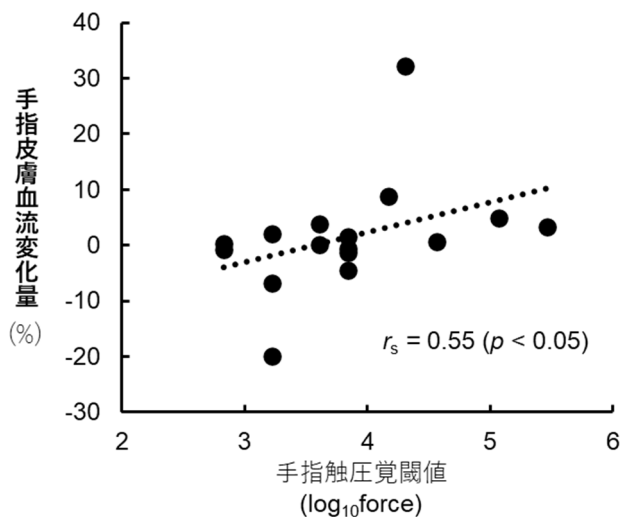


図 3 点字解読時の血流応答と手指触圧覚閾値の関係

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 9件）

|   |                    |
|---|--------------------|
| 1. 著者名<br>Ozaki M, Murata J, Sato K, Tanaka G, Imamura A, Iwanaga R   | 4. 巻<br>10         |
| 2. 論文標題<br>Effect of the Sway Bed on Autonomic Response, Emotional Responses and Muscle Hardness in Children with Severe Motor and Intellectual Disabilities: A Pilot Study | 5. 発行年<br>2022年    |
| 3. 雑誌名<br>Healthcare  | 6. 最初と最後の頁<br>2337 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/healthcare10112337  | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>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<br>-          |

|  |                   |
|--|-------------------|
| 1. 著者名<br>Ishibashi S, Murata J, Tokunaga A, Imamura A, Kawano K, Iwanaga R, Tanaka G                        | 4. 巻<br>10        |
| 2. 論文標題<br>Relationship between Sensitivity Tendency and Psychological Stress Reactivity in Healthy Students | 5. 発行年<br>2022年   |
| 3. 雑誌名<br>Healthcare   | 6. 最初と最後の頁<br>949 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/healthcare10050949   | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>Kogo H, Yamashita Y, Murata J   | 4. 巻<br>3           |
| 2. 論文標題<br>Associations of Exercise Habits and Circulatory Dynamics with Peripheral Lower Limb Body Composition in Healthy Community-dwelling Older Individuals | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Community Medicine and Health Solutions  | 6. 最初と最後の頁<br>27-34 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.29328/journal.jcmhs.1001017  | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                     |
|---|---------------------|
| 1. 著者名<br>村田 伸, 中野 英樹, 合田 明生, 森 耕平, 菊地 雄貴, 松本 典久, 満丸 望, 阪本 昌志, 村田 潤 | 4. 巻<br>12          |
| 2. 論文標題<br>地域在住女性高齢者におけるO脚の有無と身体機能との関連                              | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>ヘルスプロモーション理学療法研究  | 6. 最初と最後の頁<br>51-56 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.9759/hppt.12.51                      | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>尾崎 充希, 村田 潤, 佐藤 克也, 田中 悟郎, 岩永 竜一郎        | 4. 巻<br>9           |
| 2. 論文標題<br>揺動ベッドが重症心身障害児の自律神経反応と情動反応と筋緊張に与える効果について | 5. 発行年<br>2022年     |
| 3. 雑誌名<br>日本発達系作業療法学会誌                             | 6. 最初と最後の頁<br>74-80 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                     | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                   |
|---|-------------------|
| 1. 著者名<br>Murata J, Murata S, Kodama T, Nakano H, Soma M, Nakae H, Satoh Y, Kogo H, Umeki N                             | 4. 巻<br>9         |
| 2. 論文標題<br>Age-related changes in the response of finger skin blood flow during a Braille character discrimination task | 5. 発行年<br>2021年   |
| 3. 雑誌名<br>Healthcare  | 6. 最初と最後の頁<br>143 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>10.3390/healthcare9020143   | 査読の有無<br>有        |
| オープンアクセス<br>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<br>-         |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>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<br>11            |
| 2. 論文標題<br>足趾圧迫力発揮時における下肢筋活動量について                | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>ヘルスプロモーション理学療法研究                       | 6. 最初と最後の頁<br>113-116 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                   | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

|  |                     |
|--|---------------------|
| 1. 著者名<br>相馬正之, 村田伸, 甲斐義浩, 中江秀幸, 佐藤洋介, 村田潤 | 4. 巻<br>11          |
| 2. 論文標題<br>体幹の変化が足趾把持力に及ぼす影響               | 5. 発行年<br>2021年     |
| 3. 雑誌名<br>ヘルスプロモーション理学療法研究                 | 6. 最初と最後の頁<br>73-77 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし             | 査読の有無<br>有          |
| オープンアクセス<br>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<br>-           |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名<br>梅木奈穂, 村田潤, 大山美智江, 坂田栄二                  | 4. 巻<br>10            |
| 2. 論文標題<br>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<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>ヘルスプロモーション理学療法研究                        | 6. 最初と最後の頁<br>203-207 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)<br>なし                    | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>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<br>-             |

〔学会発表〕 計2件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>村田潤, 村田伸, 中江秀幸, 相馬正之, 佐藤洋介, 梅木奈穂, 古後晴基 |
| 2. 発表標題<br>パーキンソン病における手指感覚情報処理時の交感神経性循環制御機構変調について |
| 3. 学会等名<br>日本ヘルスプロモーション理学療法学会 第13回学術集会            |
| 4. 発表年<br>2023年                                   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>村田 潤, 村田 伸, 古後 晴基, 梅木奈穂          |
| 2. 発表標題<br>血液分布の変化にともなう手指容積変動と触圧覚閾値の関連性について |
| 3. 学会等名<br>日本ヘルスプロモーション理学療法学会 第12回学術集会      |
| 4. 発表年<br>2022年                             |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                   | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                 | 備考 |
|-------|---|---------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 村田 伸<br><br>(Murata Shin)<br><br>(00389503) | 京都橘大学・健康科学部・教授<br><br><br><br>(34309) |    |

6. 研究組織（つづき）

|                   | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                    | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                              | 備考 |
|-------------------|--|--|----|
| 研究<br>分<br>担<br>者 | 古後 晴基<br><br>(Kogo Haruki)<br><br>(90640821) | 令和健康科学大学・リハビリテーション学部・教授<br><br><br><br><br>(37131) |    |

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 |
|---------|---------|
|         |         |