

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500586

研究課題名(和文) 手指感覚情報処理時の自律神経性手指循環制御機構に対する脳皮質活性変調の効果

研究課題名(英文) Relationship between finger blood flow and cerebral blood oxygenation during concentrated 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・准教授

研究者番号：00304428

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円、(間接経費) 1,110,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、感覚情報処理時の手指循環動態変動と感覚認知に関連する大脳皮質活性との関係を明らかにすることであった。手指感覚識別課題(点字解読)遂行時の手指皮膚血流量と前頭皮質部の組織酸素動態の変化を調査した。その結果、点字解読時に手指皮膚血流量は減少し、前頭皮質部組織酸素動態は増加することが分かった。また高齢者において、これらの反応量に負の相関関係が認められた($r = -0.42$)。さらに学習効果により、手指皮膚血流量と組織酸素動態の反応が速くなることが判明した。これらの研究成績は、点字解読時の手指血流量や前頭皮質部脳組織酸素動態の反応が加齢や学習の影響を受けることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：We hypothesized that the changes in blood flow of the finger during concentrated finger perception reflect cerebral cortex activation. To identify this hypothesis, we measured finger skin blood flow (FSBF) and cerebral blood oxygenation (CBO2) in prefrontal cortical areas during Braille reading performed under the blind condition. FSBF was decreased during Braille reading (decreased by -32%). On the other hand, CBO2 was increased during Braille reading (increased by 2%). These responses to the discrimination task were also observed in elderly peoples. Moreover, a significant relationship was observed between the changes in FSBF and CBO2 ($r = -0.42$). The responses in FSBF and CBO2 became gradually fast by learning effect evoked by repeated tests. These findings suggest that the modulation of finger skin blood flow during a tactile discrimination task is related to cerebrocortical activity.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：手指感覚 自律神経性循環調節 脳血流量 手指皮膚血流量 点字解読 加齢性変化 学習

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で委ねられ、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と脳皮質活性の関連性について解明、およびそれらの反応の加齢や学習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脳活性状況を反映しているかもしれない。しかしながら、感覚機能に関連する循環応答と高位中枢神経活動の関連性についての研究報告はない。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脳皮質活性化の関連性について明らかに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動態と脳皮質活性の変動について

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 8 名 (平均年齢: 23.7 ± 3.8 歳, 男性 3 名, 女性 5 名) であった。手指感覚識別課題として、右手示指を使用して机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 (レーザー血流量計)、および近赤外線分光法 (near-infrared spectroscopy; NIRS) による前頭皮質部の脳組織酸素動態の変動を測定した。これらのデータは、アナログ/デジタル変換器を介してサンプリング周波数 256Hz 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と前頭皮質部組織酸素動態の応答特性について検討した。

(2) 手指感覚情報処理に関連する手指循環応答と脳皮質活性に対する加齢性変化

点字解読経験のない健常高齢者 (60 歳以上) 25 名を対象として実験を行った。(1) の研究課題同様に、机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と前頭皮質部組織酸素動態

の応答について分析した。

(3) 手指感覚情報処理の学習にともなう手指循環調節能と脳皮質活性の変化について
研究対象は、点字解読経験のない健常成人 9 名であった。被験者は机座姿勢をとり、10 分の安静の後、右手示指を使用して 1 つの点字プレートの解読作業を 15 秒間行った。この実験課題を 3~5 分間の休息を取りながら、8 回繰り返し実施させた。この課題施行時にみられる手指皮膚血流量、および前頭葉部の脳組織酸素動態を同時に計測し、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検討した。

4. 研究成果

(1) 手指感覚情報処理時にみられる手指循環動態と脳皮質活性の変動について (図 1)

点字解読中に手指皮膚血流量は $-31.7 \pm 19.0\%$ まで減少した。手指血流量の経時的変動はゆっくりと減少し、その減少量は解読中に維持していた。また、変動のピーク値までの到達時間は平均で 12.8 ± 3.5 秒であった。一方で、前頭葉部の脳組織酸素動態は点字解読中にゆっくりと増加した ($1.7 \pm 0.7\%$)。また、脳組織酸素動態変動のピーク値までの到達時間は平均で 14.8 ± 2.1 秒であった。この脳組織酸素動態変動の経時変化は皮膚血流応答と似ていた。これらの研究成績は、前頭皮質部の活動と皮膚血流応答との関連性を示唆する。

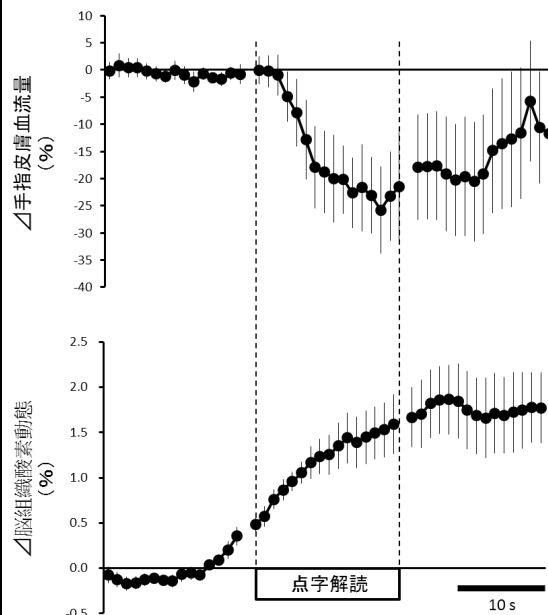


図 1. 点字解読時の手指皮膚血流量と脳組織酸素動態変動の経時変化

(2) 手指感覚情報処理に関連する手指循環応答と脳皮質活性に対する加齢性変化

65 歳以上の高齢者を対象として、測定データに対する加齢の影響と手指循環動態および脳皮質活動の関連性について検討した。手指皮膚血流量は点字解読中に $-29.0 \pm 14.6\%$

まで減少し、前頭皮質部の脳組織酸素動態が $2.1 \pm 0.9\%$ まで増加した。また、高齢者で観察された手指皮膚血流量と前頭皮質脳組織酸素動態の変動値には負の相関関係がみられた ($r = -0.42, p < 0.05$)。これらの研究成績は、点字解読課題への注意・集中が前頭葉部の脳活動に反映することを示唆する。さらに、その課題への注意集中の度合いは末梢部（手指）で起こる皮膚血流応答との関連性が示された。

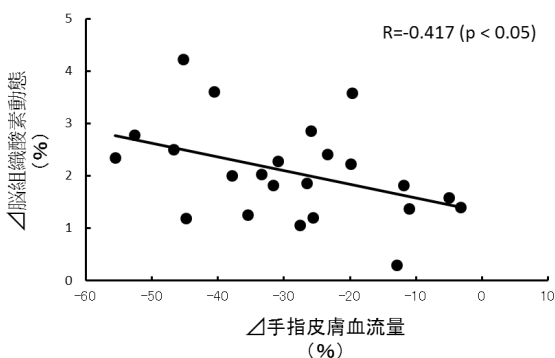


図 2. 手指皮膚血流量と前頭皮質脳組織酸素動態変動の関連性

(3) 手指感覚情報処理の学習にともなう手指循環調節と脳皮質活性の変化について

点字解読の学習課程における手指循環調節、および脳皮質活性の変化を明らかにすることを目的として実施した。1 回目の点字解読時に手指皮膚血流量は $-21.4 \pm 13.8\%$ まで減少し、2 回目から 8 回目の反応は $-16.1 \pm 26.4\% \sim -37.9 \pm 20.0\%$ まで減少し、繰り返し課題を実施することの影響は少なかった。一方で、反応のピーク到達までの時間は 1 回目 13.4 ± 1.3 秒から、8 回目 8.4 ± 2.7 秒と徐々に速くなる傾向が観察された。前頭葉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、反応のピーク到達までの時間は 1 回目 15.2 ± 1.1 秒から、8 回目 2.5 ± 0.6 秒と徐々に速くなっていった。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皮質活性の予測制御（見込み的な活性）に参与し、その結果が手指循環動態の反応特性に反映したのではないかと考えた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 12 件)

- 1) 久保温子, 村田伸, 大田尾浩, 堀江淳, 村田潤, 宮崎純弥, 山崎先也, 溝田勝彦, 浅見豊子: 運動器不安定症高齢者の身体・認知・心理機能の特徴. 総合リハビリテーション 41(4): 379-384, 2013.
- 2) 白岩加代子, 村田伸, 堀江淳, 大田尾浩, 村田潤, 宮崎純弥: 地域在住高齢者の睡眠状況と Quality of Life の関係. ヘルス

プロモーション理学療法研究 3(3): 103-107, 2013.

- 3) 村田潤, 山形茂生, 古本節子, 村田伸, 大山美智江, 坂田栄二, 北谷典文, 谷都美子: 慢性期脳卒中片麻痺患者における美顔器使用が顔面部の感覚・運動機能および形態に与える効果について. ヘルスプロモーション理学療法研究 3(2): 59-63, 2013.
- 4) Murata J, Matsukawa K, Komine H, Tsuchimochi H: Modulation of radial blood flow during Braille character discrimination task. Acta Physiologica Hungarica 99(1):25-33, 2012.
- 5) Murata J, Murata S, Horie J, Ohtao H, Miyazaki J: Relationship between orthostatic blood pressure changes and postural sway during standing up from a chair in older adult females. International Journal of Gerontology 6(3): 182-186, 2012.
- 6) Higashijima M, Murata J, Ueda T, Han M: Clinical advantages of eating positions of the mid-neck on swallowing function. Journal of Physical Therapy Science 24(9): 837-840, 2012.
- 7) Kubo A, Murata S, Otao H, Murata J, Horie J, Miyazaki J, Yamasaki S, Mizota K, Asami T: Significance of the elderly living in the community being able to stand on one leg with eyes open. A study of physical, cognitive, and psychological functions: Journal of Physical Therapy Science 24(7): 625-628, 2012.
- 8) Kubo A, Murata S, Otao H, Horie J, Murata J, Miyazaki J, Yamasaki S, Mizota K, Asami T: Comparison of physical function by age and MADS complex diagnosis in community dwelling elderly women. Journal of Physical Therapy Science 24(6): 527-530, 2012.
- 9) 古後晴基, 村田伸, 村田潤, 安部田章, 上城憲司: マッサージによる足趾容積変動および手背部の皮膚温度変化. ヘルスプロモーション理学療法研究 2(1): 19-22, 2012.
- 10) 仲村匡平, 村田伸, 村田潤, 古後晴基, 松尾奈々: ホットパックの湿熱法と乾熱法との違いが筋血流量に及ぼす効果. ヘルスプロモーション理学療法研究 2(1): 23-26, 2012.
- 11) 江渡文, 村田伸, 堀江淳, 大田尾浩, 村田潤, 宮崎純弥, 山崎先也, 溝田勝彦: 地域在住高齢者に手指運動機能評価を行う意義 女性高齢者と男性高齢者の比較. ヘルスプロモーション理学療法研究 2(2): 47-52, 2012.

- 12) 久保温子, 村田伸, 大田尾浩, 堀江淳, 村田潤, 宮崎純弥: 在宅高齢者における運動器不安定症該当者の身体・認知・心理機能の特徴 .日本在宅ケア学会誌 16(1): 44-50, 2012.

〔学会発表〕(計 2件)

- 1) 村田 潤, 他 3 名: 高齢者の手指感覚閾値に対する手指容積変化の影響 . 第 7 回日本作業療法研究学会学術大会, 2013 年 10 月 5 日, 広仁会館(広島市).
- 2) 村田 潤, 他 4 名: 座位保持における圧切替型エアクッションの利用が下腿部の容積変動に与える影響について . 第 47 回日本作業療法学会, 2013 年 6 月 29 日, 大阪国際会議場(大阪市).

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村田 潤 (MURATA JUN)
(長崎大学)(医歯薬学総合研究科)(准教授)
研究者番号: 00304428

(2) 研究分担者

村田 伸 (MURATA SHIN)
(京都橋大学)(健康科学部)(教授)
研究者番号: 00389503

(3) 研究分担者

田平 隆行 (TABIRA TAKAYUKI)
(西九州大学)(リハビリテーション科学部)(准教授)
研究者番号: 50337432