

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 30 日現在

機関番号：22604

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2014～2015

課題番号：26893217

研究課題名(和文)脳血流量を効果指標とした温度を活用した看護技術の開発

研究課題名(英文)Innovation of the nursing skill using the temperature which made the cerebral blood flow an effect index

研究代表者

前田 耕助 (Maeda, Kosuke)

首都大学東京・人間健康科学研究科・助教

研究者番号：40736899

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,600,000円

研究成果の概要(和文)：背部への温度刺激が脳の活動に及ぼす影響を、近赤外分光法を用い脳血流量の変化から明らかにすることを目的とした。表面温度42℃、16℃のホットパックを3分間、同一対象者の背部に当て、左前頭前野の脳血流量の測定を行った。結果、16℃の温度刺激は42℃の温度刺激よりも温度刺激開始から60秒までは脳血流量に変化を促すことが明らかとなった。よって脳の活動を促す目的に、背部への冷たい温度刺激を意図的に用いることの有用性が示された。

研究成果の概要(英文)：This study was conducted to elucidate the effect of temperature stimulation to the back on brain activity by examining changes in cerebral blood flow using near-infrared spectroscopy. Hot compresses with surface temperatures of 42°C and 16°C were placed on the same subject's back for 3 min at a time and cerebral blood flow in the left prefrontal cortex were measured. The results of this study revealed that temperature stimulation at 16°C promotes changes in cerebral blood flow from the start of temperature stimulus to 60 sec as compared with 42°C. Therefore the utility of using a cold temperature stimulus to the back for the purpose of promoting brain activity intentionally was indicated.

研究分野：基礎看護学

キーワード：温度刺激 脳血流量 看護技術

1. 研究開始当初の背景

認知症や脳血管障害による意識障害が原因で呈する傾眠や寝たきり、昼夜逆転の症状を予防、改善するため、看護師は車椅子への乗車や音楽聴取などに含まれる特殊感覚や体性感覚への刺激を用いて、対象者の脳の活動を促し、覚醒を図ろうとしている。厚生労働省は、今後日本の全人口の65歳以上の高齢者が占める割合は25%を超え、2025年には高齢者の約5人に1人は認知症になると推測しており、今後認知症の予防、改善に向けたこのような看護技術の重要性は増すと考えられる。しかし、これらの看護技術の効果は、覚醒レベルや行動観察で評価しているものが多く、科学的根拠のある脳の活動を促すための看護技術とは言い難い状況である。

看護師が提供する日常生活の援助には、特殊感覚や体性感覚への刺激が多く含まれる。中でも、最も多くの業務時間を占める清潔ケアや温電法、冷電法、リラクゼーションなどに含まれる温度刺激は、普段から看護師が用いることの多い刺激の一つである。しかし、その温度刺激が脳の活動に及ぼす影響は、スケールを用いて評価したものや温度刺激に他の複数の刺激を加えて検証したものが多く、生理指標を用い、温度刺激そのものの脳の活動を評価した先行研究は少ない。これを科学的に証明することで、これまで看護師が用いている温度刺激そのものを変更する、温度刺激の活用方法を変更するなど、脳の活動を促す看護技術に発展できると考える。

脳の活動は、脳血流量が変化するメカニズム(神経血管カップリング)を用いて評価が可能である(Fox & Raichle 1986)。脳血流量を測定する機器にはfMRIやPET、SPECTなどあるが、近年、近赤外光を用い、皮膚表面より大脳皮質の脳血流の変化を推定できる近赤外分光法が、動きのある課題において非侵襲的に測定可能なため、広く研究に用いられている。

2. 研究の目的

本研究は、温度刺激を活用した脳の活動を促す看護技術の開発への基礎的な知見を得るために、温度刺激そのものが脳の活動に及ぼす影響を、近赤外分光法を用いて脳血流量の変化から明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1)研究期間、実験環境

外気温による温度感覚への影響を最小限とするため、皮膚表面温度と外気温の差が最も小さい時期である夏季(2015年8月~9月)に実施した。実験は1日で行い、体温の日内変動を考慮し、体温が上昇している午後1時から5時の間の3時間で実施した。

実験室は、24 m²の個室を使用し、室温25.7±0.9、湿度49.9±6.0%だった。気流による温度感覚への影響を最小限にするため、研究対象者が座る椅子は直接にエアコンの

風が当たらない位置に設定した。

(2)研究対象者

研究対象者は公募に応じた20歳以上の男性21名とした。事前準備として実験前日は通常通りの生活をしてもらい、当日は朝より飲酒、激しい運動を控え、食事、喫煙は実験2時間前までに済ませてもらった。

(3)実験課題

表面温度を42、16に設定したホットパック(質量500g)を研究対象者の背部にそれぞれ3分間当てた。

温度刺激の実施順は、封筒法にて無作為に決め、偏りはなかった。

温度刺激部位は、深部温に最も近い、背部を選択した。刺激範囲は、厚生労働省の2012年の国民健康・栄養調査報告の日本人男性の平均身長を基準に頸部から肩甲骨を覆うことができる30cm×30cm(以下、面積大)、頸部から肩甲骨間を覆うことができる30cm×15cm(以下、面積中)、頸部を覆うことができる15cm×15cm(以下、面積小)の3種類とした。

(4)測定指標：前頭前野の脳血流量

近赤外光を利用した頭部近赤外分光計測装置HOT121B(HITACHI社製)で測定した。プローブは、国際10-20法に基づき、Fz点(前頭正中部)を基準に装着した。神経活動時に酸素化ヘモグロビン濃度と同様に総ヘモグロビン濃度も上昇することから、本研究では総ヘモグロビン濃度を脳血流量とし測定を行った。前頭前野を活性化することで加齢に伴う認知機能を回復することができるという報告(Kawashima et al. 2005)と優位半球が左半球である可能性が高いことから、左前頭前野(ブロードマンエリア10)の脳血流量を測定した。測定は各温度刺激の実験開始から温度刺激終了時まで、経時的に行った。

(5)実験プロトコール

実験環境の室温に慣れるため、背部を露出できる後ろ開きの検査着に上半身のみ着替えてもらい、30分以上の座位安静とした。

研究対象者に測定機器を装着し、背部に温度刺激を当てやすいよう前傾姿勢をとってもらった。安楽な体位になるよう、椅子に着席し、前方の机(腹部程の高さ)の上に両手、両肘を置き、机に置かれた枕に顎を乗せてもらった。前傾姿勢中は脳血流量に影響を及ぼす顔面の皮膚や頭部の動き、および何かを考えることを最小限とするため、研究対象者の頭部を複数の枕で固定し、閉眼し可能な限り何も考えないよう説明した。

測定を開始し、前傾姿勢への慣れおよび脳血流量を安定させるため3分間安静とした。安静後、温度刺激を研究対象者の背部に静かに置き、重力にまかせて当てた(以下、刺激

開始) 刺激開始 3 分後、温度刺激を静かに取り除いた(以下、刺激終了)。

30 分以上の休憩・安静を挟み、赤外線サーモグラフィインフラアイ 3000 (富士通社製) を用い、背部の皮膚表面温度が実験開始時の ± 0.5 の範囲に戻ったのを確認後、次の温度刺激を開始した。各温度のすべての刺激面積(面積大、面積中、面積小)を終えた時点で実験終了とした。

(6) 分析方法

測定された脳血流量は相対値であり、個人差が大きく生じるため Zscore 化した。刺激開始直前 30 秒の Zscore 化した脳血流量を安静とし、その安静の平均を 0 としたときの 30 秒毎の変化量を算出した。統計学的分析には SPSS23.0 for Windows を使用し、有意水準は 5%未満とした。各群内での安静と各時間帯の比較を Wilcoxon の符号付順位検定を用い分析した。2 群間の比較を Mann-Whitney 検定、3 群間の比較は Kruskal-Wallis 検定後、Mann-Whitney 検定を Bonferroni の方法で調整し分析した。

(7) 倫理的配慮

研究対象者には研究内容と研究の参加や辞退は自由であることについて文書と口頭で説明し、同意を得た。実験の中止基準として、背部の皮膚に発赤や発疹、掻痒感の出現、脈拍数の異常値の出現を設け、研究対象者に温度刺激による危険が生じないように配慮した。なお本研究は、本学研究安全倫理審査委員会の承認を得て(承認番号 15027 番)行った。

4. 研究成果

(1) 結果

研究対象者の年齢は 22.1 ± 3.5 歳、身長は 172.2 ± 5.5 cm、体重は 64.4 ± 7.8 kg、体脂肪率は $15.6 \pm 4.3\%$ 、背部の皮下脂肪厚は 0.6 ± 0.2 mm だった。実験前の腋窩体温は 36.5 ± 0.3 、脈拍数は 63.8 ± 7.8 回/分、血圧は $113.6 \pm 9.5 / 68.0 \pm 6.5$ mmHg だった。

各温度刺激の脳血流量 (Zscore) の変化量の比較

各温度刺激の Zscore 化した脳血流量の変化量を図 1 に示す。42 の面積大では実験全体を通して $-0.01 \sim 0.17$ の範囲内で経過し、安静と比べすべての時間帯で有意な変化はなかった。42 の面積中は $-0.03 \sim 0.06$ 、42 の面積小は $-0.01 \sim 0.15$ の範囲内で経過し、42 の面積大と同様安静と比べすべての時間帯で有意な変化はなかった。16 の面積大は $-0.29 \sim -0.05$ 、16 の面積中は $-0.47 \sim -0.06$ 、16 の面積小は $-0.21 \sim -0.04$ の範囲内で経過し、いずれも刺激 30 秒 (-0.22 、 -0.30 、 -0.15)、60 秒 (-0.29 、 -0.47 、 -0.21)、90 秒 (-0.15 、 -0.21 、 -0.06) で安静と比べ有意に変化した。

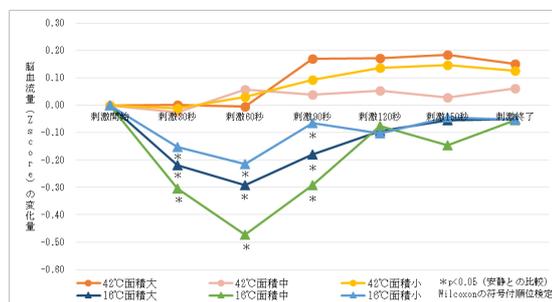


図 1 各温度刺激の脳血流量 (Zscore) の変化量 (安静との比較)

各刺激面積の脳血流量 (Zscore) の変化量 (絶対値) の比較

各刺激面積の Zscore 化した脳血流量の変化量 (絶対値) を図 2、図 3、図 4 に示す。面積大は刺激 30 秒 (42 : 0.18, 16 : 0.31) と 60 秒 (42 : 0.07, 16 : 0.18) で 16 は 42 に比べ有意に変化した (図 2)。同様に面積中の刺激 30 秒 (42 : 0.07, 16 : 0.30) と 60 秒 (42 : 0.14, 16 : 0.47) (図 3)、面積小の刺激 30 秒 (42 : 0.07, 16 : 0.16) と 60 秒 (42 : 0.11, 16 : 0.21) (図 4) で 16 は 42 に比べ有意に変化した。

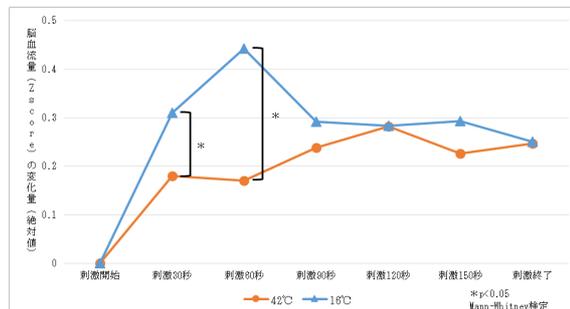


図 2 面積大の脳血流量 (Zscore) の変化量

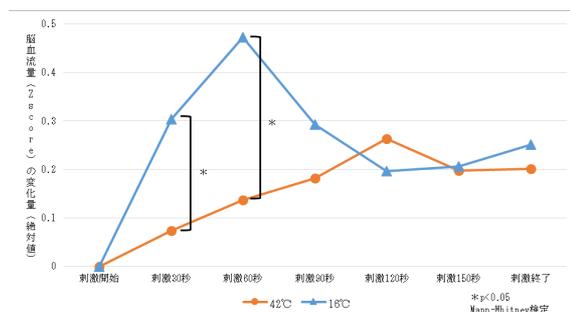


図 3 面積中の脳血流量 (Zscore) の変化量

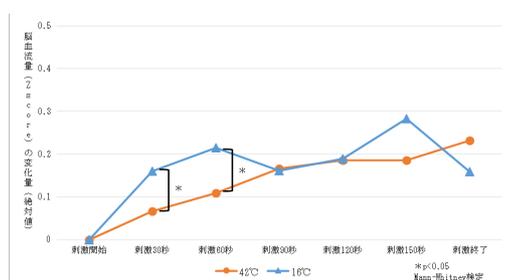


図 4 面積小の脳血流量 (Zscore) の変化量

刺激面積間の脳血流量 (Zscore) の変化量 (絶対値) の比較

刺激面積の Zscore 化した脳血流量の変化量 (絶対値) の比較では 42 の面積大、面積中、面積小はすべての時間帯に有意な差はなかった。16 の面積大、面積中、面積小の比較では、刺激 90 秒で面積大 (0.29) は面積小 (0.16) より有意に変化があった (図 5)。その他の時間帯では刺激面積間に差はなかった。

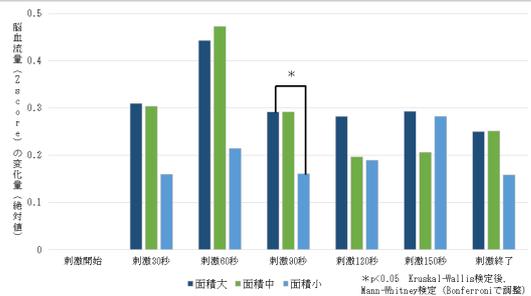


図 5 16 の刺激面積の脳血流量 (Zscore) の変化量

(2)考察

本研究では、健康な成人男性 21 名の背部に 6 種類の温度刺激 (2 つの温度×3 つの刺激面積) を当て、左前頭前野の脳血流量の測定を行った。実験に用いた 2 つの温度はいずれも安全とされる温度範囲内であった (飯田・山本 2004)。42 は入浴やシャワーなどで使用する温度に近く、日常生活の援助では温電法やリラクゼーションなどに用いられ、16 は冬に蛇口から出てくる冷水に近い温度であり、いずれも日常で体感する温度刺激だった。

左前頭前野の脳血流量の比較

健康成人における脳の神経活動時の近赤外分光法のデータの典型的变化は総ヘモグロビン濃度の上昇である。そのため、近赤外分光法を用いて前頭前野の脳血流量を測定した研究成果の多くは (Morioka et al. 2008) 脳血流量の上昇に焦点を当てている。一方、言語タスク時には前頭前野の脳血流量は上昇したが、パソコンゲーム時には脳血流量は減少した (Sakatani et al. 2006)。口腔顔面リハビリテーションに有用な触覚刺激装置による 85Hz の刺激は前頭前野の脳血流量を減少させた (Hiraba et al. 2014) などタスクの種類によっては前頭前野の血流減少を示すパターンが報告されている。このように複雑な神経ネットワークを有する前頭前野が活性化するための賦活酸素代謝変化はさまざまパターンを示すと推察されており、前頭前野における神経活動時にみられる血流増加、血流減少の解釈は難解で、今後の課題とされている。したがって本研究では、脳血流量の上昇及び減少の双方を含む変化量に焦点を当て、背部への温度刺激が左前頭前野の脳血流量に及ぼす影響について検討した。

16 の温度刺激による脳血流量の変化量は、安静と比べ刺激 30 秒、60 秒、90 秒で有意に変化した。加えて、16 の温度刺激の脳血流量の変化量 (絶対値) は 42 と比べ、刺激 30 秒、60 秒で有意に大きかった。この要因として、16 の温度刺激は当てた直後に冷たい感覚を生じるため、それに伴う驚きの感情の出現により一時的に脳血流量に変化を及ぼしたことが考えられた。これは実験時期が夏季であったこともその要因の一つと成り得る。脳波測定において大声による驚愕刺激が B 波を出現させたという報告 (古賀ら 2005) があり、夏季においては、16 の冷たい温度刺激による驚きの感情が 42 よりも脳血流量に変化を促したと推察できる。また、背部は普段 16 の温度刺激に積極的に暴露される頻度が少ないため、体感したことのない温度刺激が一時的に脳血流量に変化を促したことも考えられる。このことは、安静と比べ脳血流量に変化のなかった 42 は入浴やシャワーなどの温度に近く、違和感が少なかったことから裏付けられる。

温度の活用方法

温かい温度刺激は血管拡張径を増加させ、自覚的体感を向上させる効果がある (平山ら 2012) とされ、看護師が行う温電法は、その効果を用い鎮静やリラクゼーションなどの目的に用いている。本研究より 42 の温度刺激は安静と比べ脳血流量に変化はなかったことから、これらの温度刺激は脳血流量に変化を促す刺激ではないことが示された。前述した脳の神経活動時には脳血流量が上昇 (Morioka et al. 2008) もしくは減少 (Hiraba et al. 2014) すると考えられるため、脳血流量に変化がないことは脳の活動が鎮静化していると捉えることができる。これより、近赤外分光法の脳血流量の指標からも背部への 42 の温かい温度刺激は看護師が用いる温電法の目的に沿った効果を得られることが考えられた。また、42 の刺激面積間の脳血流量 (絶対値) の比較で差はなかったことから、3 つの共通刺激面積部分である頸部に 42 の温度刺激を当てることは脳の活動を鎮静化できることが示唆された。これは頸部には内頸動脈や総頸動脈、椎骨動脈など大きな血管が集中しており、それらの血管を拡張させ血流を改善させることでリラクゼーション効果を得られたことが考えられた。

16 は、看護師が意図的に用いる機会は少なく、避けられる温度刺激である。その理由として冷たい温度刺激を用いることは対象の同意を得にくいことや、不快に感じる、期待する効果は目に見えるものではないなどが推測される。しかし、本研究の結果では、温かい 42 よりも脳血流量に変化を促したことから、鎮静やリラクゼーション目的ではなく、脳の活動を促す目的では 16 の冷たい温度刺激が夏季においては有効であることが明らかとなった。この結果は、積極的に脳

血流量に変化を促すために、今まで安楽だと思っていた清潔ケア時の温かいタオルを冷たいタオルにあえて変えて使用するという看護技術に発展できる可能性が示唆された。他にも、脳血流量に変化を促すタッチングとしてあえて冷たい手で対象者に触れることや冷たい温度での足浴などの看護技術へも発展可能と考える。また、16 の刺激面積の脳血流量の変化量（絶対値）の比較で、刺激 90 秒で面積小に比べ面積大の変化量が大きかったことから、共通刺激面積部分である頸部を含む、より大きい面積の冷たい刺激が脳血流量に変化を促すことが推測でき、前述した冷たいタオルをより大きい面積のものに変更するなどの看護技術に発展可能と考える。これらより本研究の結果は、今まで用いられる機会の少なかった冷たい温度刺激を意図的に看護技術に取り入れていくことの有用性およびその可能性の基礎的な知見と成り得ることが示唆された。

(3) 今後の課題

本研究の調査対象は男性であるため、ホルモンバランスの変調による低温相、高温相がある女性に結果をそのまま適応することは難しい。高齢者の場合、体温調整機能の低下により暑さ・寒さに対する感受性が低下することから、深部体温は温度刺激による影響を受けやすくなるため、たとえ男性であっても成人男性とは異なる脳血流量の変化を示す可能性がある。また、本研究の実施期間は夏季であったため、季節による影響は否定できない。今後は対象を女性や高齢者にも拡大し、実施期間を広げて調査を行っていく。

(4) 結論

温度刺激を活用した脳の活動を促す看護技術の開発への基礎的な知見を得るために、温度刺激そのものが脳の活動に及ぼす影響を、健常成人男性 21 名の背部に 42、16 のそれぞれ異なる刺激面積の温度刺激を当て、近赤外分光法を用いて脳血流量の変化から検証した。結果、16 は 42 と比べ、刺激 30 秒、60 秒で左前頭前野の脳血流量に変化を促すことが明らかとなった。また、42 は刺激面積の違いによる脳血流量の変化はなく、16 は刺激 90 秒で小さい刺激面積より大きい刺激面積の方が脳血流量に変化を促すことが明らかとなった。

< 引用文献 >

Fox, P.T., Raichle, M.E. (1986): Focal physiological uncoupling of cerebral blood flow and oxidative metabolism during somatosensory stimulation in human subjects, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 83(3), 1140-1144.

Hiraba, H., Inoue, M., Gora, K., et al. (2014): Facial Vibrotactile Stimulation

Activates the Parasympathetic Nervous System: Study of Salivary Secretion, Heart Rate, Pupillary Reflex, and Functional Near-Infrared Spectroscopy Activity, *BioMed Research International*, 2014, 1-9. doi: 10.1155 (accessed 2016-2-1)

平山匡男, 西田浩志, 渡辺賢一, 他(2014): ラジウム温泉浴が健常成人の血管内皮能、生理学的検査値および自覚的体感に及ぼす影響, *新潟医学会雑誌*, 126(4), 217-226.

飯田智恵, 山本昇 (2004): 低温熱傷発症条件に関する実験的検討, *日本看護研究学会雑誌*, 27(1), 43-50.

Kawashima, R., Okita, K., Yamazaki, R., et al. (2005): Reading Aloud and Arithmetic Calculation Improve Frontal Function of People With Dementia, *Journal of Gerontology MEDICAL SCIENCES*, 60A(3), 380-384.

古賀義亮, 軽部幸浩, 谷口泰富 (2005): 脳波の時間周波数解析システムの開発とその解析結果, *駒澤大学心理学論集*, 7, 17-24.

Morioka, S., Yamada, M., Komori, T. (2008): Frontal Lobe Activity during the Performance of Spatial Tasks: fNIRS Study, *Journal of Physical Therapy Science*, 20, 135-139.

Sakatani, K., Yamashita, D., Yamanaka, T., et al. (2006): Changes of cerebral blood oxygenation and optical pathlength during activation and deactivation in the prefrontal cortex measured by time-resolved near infrared spectroscopy, *Life Sciences*, 78, 2734-2741.

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)

〔学会発表〕(計 0 件)

2016 年秋に発表予定

6. 研究組織

(1) 研究代表者

前田 耕助 (MAEDA, KOSUKE)

首都大学東京・人間健康科学研究科・助教
研究者番号: 40736899

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし