

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K20719

研究課題名(和文)脳血流動態を効果指標とした温度を活用した看護援助の開発

研究課題名(英文)development of nursing care utilizing thermal stimulation: verification of effects on cerebral activity

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)：本研究の目的は、足浴による前頭前野の脳血流量の変化と、足浴と関連する前頭前野の領域を明らかにすることである。22人の健康成人に、温湯による足浴(介入群)と皮膚温度に設定した温度の足浴(対照群)を実施した(クロスオーバー比較試験)。対象者はそれぞれの条件の足浴を10分間ずつ実施した。近赤外分光法(NIRS)を用いて脳血流量を測定し、NIRSのデータを脳MRI画像に重ね合わせて、関連する脳領域を特定した。その結果、介入群は対照群に比べて、左前頭極と右前頭極、右背外側前頭前野の脳血流量が有意に増加した。このことから脳神経の活動からも、温かい足浴は心地よい感覚を与えることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで足浴が脳活動に及ぼす影響を調査した研究は、近赤外分光法(NIRS)のみを用いた研究が多く、前頭前野の各領域への影響は明らかでなかった。本研究ではNIRSと一緒に脳のMRI画像を用いた。この方法は、MRIで示される脳の形状の個人差に応じてNIRSプローブの位置を修正できるため、前頭前野の各領域の脳血流量を捉えることができる。この方法を用いた結果、足浴が前頭前野の各領域に及ぼす影響を特定することができ、脳活動の指標からも足浴は快い感覚をもたらすことが明らかとなった。この結果は足浴が生体に及ぼす影響のメカニズムを理解する重要な知見であり、エビデンスに基づく看護実践に貢献できると考える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of the present study was to investigate the changes in cerebral blood flow in the prefrontal cortex due to footbath, and in the region in the prefrontal cortex associated with footbath. A comparative cross-over test was performed using warm footbath (WFB) and skin temperature footbaths (control condition). Both procedures were performed on 22 healthy adults. Each participant underwent one WFB and one control condition for 10 minutes. Variations in cerebral blood flow during the footbaths were measured using near infrared spectroscopy (NIRS), with subsequent magnetic resonance imaging (MRI) superimposition to identify the activated brain regions. Results showed that WFB induced significantly higher cerebral blood flow in the left frontal pole, right frontal pole and right dorsolateral prefrontal area than the control condition. The results of the central nervous system activities suggest that warm footbath may impart a pleasant feeling.

研究分野：基礎看護学

キーワード：看護技術 足浴 脳活動

様式 C - 19, F - 19 - 1, Z - 19 (共通)

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寝たきりや昼夜逆転、傾眠を予防、改善するため、看護師は音楽聴取や車椅子への乗車などに含まれる視覚、聴覚などの五感や皮膚感覚、深部感覚などの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。しかしながら、これらの看護援助の効果を検討した研究は、覚醒レベルや行動観察で評価したものが多く、科学的根拠のある脳の活動を促すための看護援助とは言い難い状況である。厚生労働省は、2015年現在日本の全人口の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、認知症の予防、改善に向けた科学的根拠のある看護援助の開発が重要であると考えられる。

看護師が提供する日常生活の看護援助には、五感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の他に、温罨法、冷罨法、リラクゼーションに含まれる温度覚への刺激は、普段から看護師が用いることの多い刺激の一つである。これまでに、看護技術で用いられる温度覚への刺激が自律神経活動や循環動態、主観的な感覚に及ぼす効果について調査した研究は多くあるものの、脳の活動に及ぼす効果について調査した研究はみあたらない。また、温度による反応は、温度覚への刺激のみならず、その温度を快と思うか、不快と思うかの快適感覚を伴うが、看護援助がもたらす快適感覚が脳の活動へ及ぼす影響についても明らかになっていない。脳や脊髄などの中枢神経系は、自律神経活動や循環動態の調節に関与していることは明らかである。この中枢神経系への影響を調査することで、温度覚への刺激を用いた看護援助の効果を科学的に解明する一助となり、ひいては脳の活動を促すための看護援助を開発できると考える。

脳の活動は、脳活動時に脳血管が拡張し、脳血流動態が変化するメカニズムを用いて評価が可能である。脳血流動態を測定する機器には近赤外分光法（以下、NIRS）や機能的磁気共鳴画像法（以下、fMRI）、PET、SPECTなどがある。その中の近赤外光を用いたNIRSは動きのある課題に非侵襲的に測定可能なため、広く研究に用いられている。看護分野では、NIRSを用いてアロマテラピーを使った嗅覚刺激による影響や口腔内刺激による影響などの研究はあるが、その数は少なくNIRSによる測定は浸透していない。またNIRSの特徴として時間分解能は優れているが、脳のどの部位の反応を捉えているかの空間分解能が低い欠点がある。一方、磁気共鳴画像法（以下、MRI）を用いて脳血流動態反応を視覚化できるfMRIは、空間分解能は優れているが、これを用いた研究も看護分野では少ない。本研究ではNIRSとfMRIの二つ機器を用いるプロトコールを作成し、温度覚への刺激を用いた看護援助が脳の活動に及ぼす影響を調査することとする。

2. 研究の目的

申請者は、温度覚への刺激を用いた看護援助の中で、温湯に足部から下腿までを浸す足浴を検証することとした。足浴は日本国内では頻繁に実施される看護援助であるとともに、身体への負荷が少なく、簡便に実施できるために選択した。

研究開始当初はNIRSとfMRIの二つ機器を用いるプロトコールを作成すると計画したが、fMRI測定中は身体を動かしてはいけないことや騒音が発生するため、足浴を実施する看護場面とはかけ離れた環境であることから、fMRIを用いた測定を取りやめた。ただNIRSのみの計測の場合、空間分解能が低いため、詳細な脳部位を特定することができない欠点に加えて、近赤外光が届く範囲が皮膚表面から3cmまでであるため、脳の深部を測定できない欠点がある。本研究では、NIRSの低い空間分解能を補う工夫として、MRIで撮像した脳画像にNIRSのプロープを重ね合わせる方法を用いて検証することとした。この方法は、MRIで示される脳の形状の個人差に応じてNIRSプロープの位置を修正できるため、各領域の脳血流を測定することが可能である。もう一つの欠点である深部の測定についてはこの方法では限界があるため、温度覚への刺激は快・不快の快適感覚を伴うことから、脳表層の中でも脳の活動が促されそうな、快・不快と関連している前頭前野の活動を調査することに目的を修正した。第一段階の研究では、足浴が前頭前野に影響を及ぼすのかについて調査するため、NIRSのみを用いて、前頭前野を左右に分けて確認をした結果、左の前頭前野の脳血流量が増加することが明らかとなった。

ここでは、第二段階の研究である、NIRSとMRIを用いて、足浴による前頭前野の脳血流量の変化と、足浴と関連する前頭前野の領域を明らかにした結果を提示し、本研究の成果を報告する。

3. 研究の方法

(1) 研究対象者

右利きの健康な大学生22名（男女各11名）とした。循環器疾患の既往や、足の皮膚に異常がある人は除外した。

(2) 実験内容

足浴の方法

足浴は、マッサージや洗浄は実施せず、両方の足を温水に浸すのみとした。静水圧や浮力による影響を統制するため、異なる湯温を用いた足浴を実施した（クロスオーバー比較試験）。湯温は研究対象者の特性により「温かい」「ぬるい」などの温度感覚が異なる可能性があるため、各研究対象者の下肢皮膚表面温度を測定し、それを基準に設定した。通常の温湯による足浴（以下、温湯浴）は、各研究対象者の下肢皮膚表面温度+10に設定した。対照条件として、下肢皮膚表面温度に設定した足浴（以下、対照条件）を実施した。実際の実験時の湯温は、温湯浴は38.4±

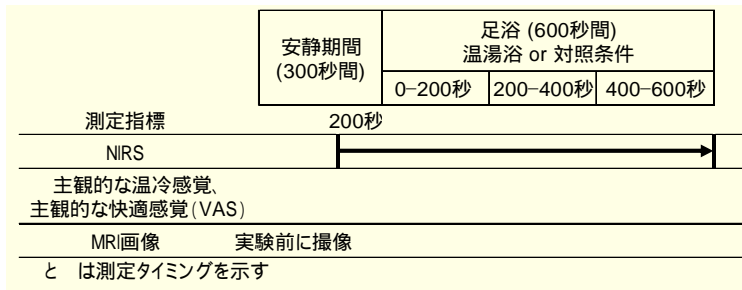


図 1. プロトコールと測定指標

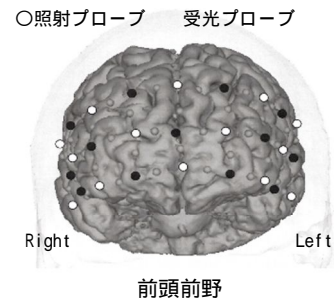


図 2. 参加者 1 名の画像に NIRS を重ね合わせた例

1.6 で、対照条件は 27.5 ± 1.4 だった。水位は各研究対象者の外踝から四横指上部まで満たした。足浴時間は 600 秒とし、足浴は座位で実施した。

プロトコール (図 1)

足浴を実施する前に 300 秒間の座位安静を設けた (安静期間)。安静期間 300 秒間の 270 秒時点で足浴バケツと同じ高さの台に足をのせるように指示し、30 秒後に足を足浴バケツに入れるように指示した。足浴後 (足浴 600 秒間終了後)、足を足浴バケツから出すように指示した。足浴中は、脳の活動に影響を与える可能性のある視覚情報を排除するために目を閉じることと、寝ないように指示をした。

(3) 測定指標 (図 1)

脳血流量の変化 (NIRS)

NIRS は LabNIRS (52ch) を用い、酸素化ヘモグロビン濃度と脱酸素化ヘモグロビン濃度を測定した。照射プローブと検出プローブの各ペア間の距離を 3cm に設定し、合計 42CH 測定した。プローブは、国際 10-20 法に基づいて装着した。ヘモグロビン濃度は、安静期間の 200 秒から足浴終了時まで測定した。

脳の画像 (MRI 画像)

画像の撮像には、MRI 装置 (Achieva 3.0T) を使用した。画像は、脳全体を T1 強調 3 次元グラディエントエコーで撮像した。MRI 画像は実験前に撮像した。

主観的な温冷感覚、主観的な快適感覚

主観的な温冷感覚と主観的な快適感覚は、視覚的アナログスケール (VAS) を用いて調査した。主観的な温冷感覚は、100mm を「熱い」、0mm を「冷たい」、主観的な快適感覚は、100mm を「気持ちよい」、0mm を「気持ち悪い」とした。足浴開始時、足浴終了間際、足浴終了後の 3 つの時点での感覚を覚えてもらい、足浴終了後に記録した。

(4) 分析方法

脳血流のデータ

本研究では、脳活動の指標として酸素化ヘモグロビン濃度の変化を採用し、得られたデータを z スコアに変換した。MRI 画像重ね合わせソフトウェア (Fusion) を用いて、各研究対象者の脳 MRI 画像に NIRS のプローブと CH を重ね合わせた (図 2)。各 CH は、各左右の前頭極、眼窩前頭皮質、背外側前頭前野、および下前頭回に割り当てた。各領域はブロードマン領域を参考に、2 人の研究者で位置を確認した。分析は足浴 600 秒間を 3 つの期間 (0~200, 200~400, 400~600 秒) にわけ、2 秒ごとの z スコアを用いて、Base (安静期間の 200~260 秒) と 3 つの期間の平均値をそれぞれ算出した。3 つの期間の各領域の温湯浴と対照条件の脳血流量の違いを統計学的に分析した。

主観的な温冷感覚、主観的な快適感覚

各時点 (足浴開始時、足浴終了間際、足浴終了後) での、温湯浴と対照条件の主観的な温冷感覚ならびに主観的な快適感覚を比較した。

4. 研究成果

脳血流量は、0-200 秒で左前頭極と右前頭極、右背外側前頭前野で、温湯浴は対照条件にくらべて有意に増加した ($P < 0.01$)。他の領域では温湯浴と対照条件間に有意な差はなかった。200-400 秒、400-600 秒ではどの領域においても温湯浴と対照条件間に有意な差はなかった。主観的な温冷感覚、主観的な快適感覚は、どの時点 (足浴開始時、足浴終了間際、足浴終了後) でも温湯浴は対照条件にくらべて有意に増加しており ($P < 0.01$)、温湯浴は対照条件よりも「温かい」「気持ちがいい」ものであった。本研究結果から、温湯浴は「温かい」「気持ちがいい」感覚を提供すること、両側前頭極と右背外側前頭前野の脳血流の有意な増加と関連しており、その変化は足浴開始直後に出現することが明らかとなった。

(1) 足浴は前頭前野の左前頭極と右前頭極、右背外側前頭前野の脳血流の有意な増加と関連していることから、脳活動の指標からも足浴は快い感覚をもたらす看護援助であることが明らかとなった。左前頭極の神経活動は、心地よい感情と関連していることが先行研究では

明らかであり、温湯浴による気持ちよい感覚が関連している可能性が示唆された。右前頭極と右背外側前頭前野は、エピソード記憶とエピソード記憶の想起に参与していることや、温熱刺激による様々な刺激を最終的に統合する領野であることが先行研究で示唆されている。本研究でもそれらによる脳血流量の増加が考えられるが、本実験のプロトコールからは詳細な機序については明らかにできなかった。両側前頭極と右背外側前頭前野以外の領野では、脳血流の有意な増加は観察されなかった。不快な感情が左背外側前頭前野の神経活動と関連していることや、眼窩前頭皮質や下前頭回は、それぞれ意思決定および言語処理ネットワークと関連していることが先行研究では示唆されている。本実験では、不快な感覚を伴わなかったことや、意思決定や言語の使用を伴うタスクを含まなかったため、これらの領野の脳血流量の増加との関連が観察されなかった可能性が考えられた。

これまで温湯浴（足浴）が脳活動に及ぼす影響を調査した研究は、NIRSのみを用いた研究が多く、前頭前野の各領野への影響は明らかにされていなかった。本研究の強みは、MRIで撮影した脳の形状の個人差に応じてNIRSプローブを使用する方法を使用したことであり、知る限りでは、足浴と前頭前野の各領野との関連を明らかにした最初の研究である。これらの結果は、足浴が生体に及ぼす影響のメカニズムを理解する重要な知見であり、エビデンスに基づく看護実践に大いに貢献できる結果である。

現在は、ここで報告した指標に加えて収集した自律神経活動指標や主観的な気分評価など、その他の生理的指標や客観的指標の結果との関連について分析をすすめている段階である。

- (2) 本研究から、少なくとも足浴開始直後に、一時的に両側前頭極と右背外側前頭前野の脳血流量が有意に増加することが示された。しかし、この脳血流の増加が、認知機能が改善するほどの効果があるのかについては、本研究では議論することはできなかった。今後は対象者に変更や認知機能の改善を示す指標を用いる（もしくは比較する）こと等を再検討する必要がある。また、本研究を実施したことで、足浴を繰り返し実施したときの効果や温度への順化が及ぼす影響等についても検討が必要であることが明らかとなった。脳の活動を促すための看護援助の開発を進めるためにも、これらを次なる研究課題として検討していく必要があると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kosuke Maeda, Masayo Kashiwagi, Chikako Okawara, Akihiro Shuda	4. 巻 14
2. 論文標題 Effects of warm footbath on cerebral activity in the prefrontal cortex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 お茶の水看護学雑誌	6. 最初と最後の頁 1-14
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kosuke Maeda, Masayo Kashiwagi, Chikako Okawara	4. 巻 9
2. 論文標題 Effect of foot bath on cerebral activity and indicators of physiological evaluation of the effect of foot bath: A literature review	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本看護評価学会誌	6. 最初と最後の頁 1-10
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 前田 耕助、習田 明裕	4. 巻 17
2. 論文標題 足部への異なる温度感覚刺激が左右の前頭前野の脳血流量に及ぼす影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本看護技術学会誌	6. 最初と最後の頁 61-70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.18892/jsnas.17.0_61	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2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 前田 耕助、加藤 智史、大庭 貴子、柏木 聖代、大河原 知嘉子、習田 明裕
2. 発表標題 温湯による足浴がもたらす脳活動への効果
3. 学会等名 日本看護科学学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田耕助
2. 発表標題 英語文献レビューによる足浴研究の現状と動向
3. 学会等名 日本看護研究学会
4. 発表年 2018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
--	---------------------------	-----------------------	----