

令和 3 年 6 月 21 日現在

機関番号：24102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K06449

研究課題名(和文) 手指の皮膚血流変動の部位差と冷え性との関係について

研究課題名(英文) The association between regional differences in skin vascular response and hiesho

研究代表者

大西 範和 (OHNISHI, Norikazu)

三重県立看護大学・看護学部・教授

研究者番号：20176952

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：低温環境暴露時のLSFGによる足部の皮膚血流量分布は、サーモグラフによる皮膚温分布と相関したものの、時間的推移や分布のグラデーションに違いを認めた。冷え性では、二次元皮膚血流においても収縮閾値体温が高く、足趾で血流減少が顕著であった。LDFで認めた指尖皮膚血流の部位による波形の違いは、LSFGの画像上で明確に描出されなかった。3名で足趾及び足背部に皮膚血流分布の明確な左右差が認められたが、2名でそれを自覚していなかった。また、騒音暴露時の指尖皮膚温低下が冷え性群で大きく、冷えの自覚がかなり曖昧であることや、冷え性では温度以外の心理的なストレスに対しても血管収縮応答が強まっていることが推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

冷え性は、日本人の女性の約半分が自覚し、四肢末端の冷えなどで苦痛を覚えている。本研究では、冷え性の人で高い温度で四肢末端の皮膚血流量や皮膚温の低下が起こることを確認した。また、血流分布を調べることで、指先や足先でそれらが先行することや、温度低下に気づいていないケースもあるなど、温度低下の不快感が冷え性の自覚を引き起こす可能性を示した。また、騒音などの心理的ストレスに対しても冷え性の人血管収縮応答が強まるということが分かった。これらのことは、冷え性に心理的要因の関係が強いことを示唆し、暖めるだけでなく、何らかの心理的アプローチを工夫することが冷え性の症状緩和や改善に寄与する可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：Although the skin blood flow distribution measured by LSFG tended to correlate to the temperature distribution measured by thermography in foot, there were the difference in time constant and gradation of the distribution. Higher threshold body temperature of vasoconstriction and greater decrease in toe skin blood flow were observed in "Hiesyo" group. Discrepancy of changes skin blood flows among different skin areas recorded by LDF in finger was failed to observe in the records of LSFG. Two of 3 subjects did not recognize their regional differences of the skin blood flows and temperatures between left and right toe and dorsal foot. Decrease in finger skin temperature in response to noise was greater in "Hiesyo" subjects. It is considered that regional cold sensation might be ambiguous and skin vasoconstriction to psychological stress could also be augmented in "Hiesyo".

研究分野：環境生理学

キーワード：冷え性 皮膚血流量 体温 皮膚温 心理的ストレス

1. 研究開始当初の背景

日本人女性の約半数が日常的に四肢に強い冷えを感じる「冷え性」であるといわれる (大和ら 2002、今井ら 2007)。「冷え性」の成因は不明であるが、低温への感受性や、皮膚血流量が著しく減少することが関係すると考えられている (Nagashima ら 2002、Sadakata & Yamada 2007、Yamazaki 2015、尾形ら 2017)。冷えを感じる部分は、個人により様々で、足趾に感じるとする人は最も多い (桑原ら 2012-13)。この部位差には皮膚血流の違いが関係し、同じ部位内でも同様の差が生じる可能性がある。我々は、手指の複数皮膚部位間で血流変動が同期しない例を見出しており、この不均一性は、その部位の皮膚温や温度感覚に影響して、冷え性に関係する可能性がある。

現在、皮膚血流の観察には、レーザードップラー法 (Laser-Doppler Flowmetry, LDF) が多用される。LDF の短所は、測定範囲が直径約 1mm と狭いことであり、同一皮膚部位で血流差が大きいと、1 点で測定した値はその皮膚部位を代表しない可能性がある。血流分布は、主にサーモグラフで計測した皮膚温分布から評価されてきた。皮膚血流は皮膚の温度に影響を及ぼすが、環境温の影響も受け、皮膚温の変化が正確に血流変化を反映するとは限らない。一方、レーザ光が血球に当たって生じる散乱光強度の時間的揺らぎで血流分布を評価する Laser Speckle Flowgraph (LSFG) が最近実用化されている。低温環境暴露時に、LSFG による血流分布とサーモグラフによる温度分布を比較することで、サーモグラフで得られた皮膚温分布がどこまで血流分布を反映し得るかを確かめることは意義深く、冷え性に関する知見の確認に有用である。また、LDF の値と比較し、同一部位の皮膚血流の不均一性について、部位全体への影響や意義を明らかにすることができる。

これらのことは、寒冷暴露時の冷え性における皮膚血流減少や冷えの感覚の様相や要因について明らかにする一助となると考えられるが、心理的ストレスに対して血管収縮反応が生じることが分かっており、寒冷暴露だけでなく、非温熱性要因に対する血管収縮反応に、冷え性の有無で違いがあるか否かについては関心が持たれる。

2. 研究の目的

本研究では、低温環境暴露時に LSFG により皮膚血流量を二次元的に測定し、サーモグラフによる皮膚温分布との相関性を調べるとともに、分布の状態やその個人差の有無について冷え性との関連から検討する。また、LSFG と LDF の記録を比較し、皮膚血流量の不均一性の様相や生理学的意義について調べるとともに、「冷え性」を生む要因なり得るか否か検討する。さらに、音刺激に対する皮膚血流反応を冷え性自覚の有無で比較し、心理的な要因で生じる皮膚血管収縮反応に違いがあるか否か検討する。

3. 研究の方法

1) 低温環境暴露時の皮膚血流量について

健康な若年女性 23 名男性 1 名 (非冷え性自覚者群：女性 8 名、冷え性自覚者群：男性 1 名女性 15 名)を対象に、室温 32°C、相対湿度 50%の人工気候室で約 15 分間椅座位安静を維持した。その後 50 分かけて 32°Cから 20°Cまで室温低下させ、20 分間 20°Cを維持した。実験中、サーミスタ温度計による鼓膜温、足趾皮膚温、LDF (ALF-21, 株式会社アドバンス) による足趾皮膚血流量を 1 秒毎に測定し、LSFG (LSFG-PI-E, ソフトケア有限会社) による足部の皮膚血流分布画像、サーモグラフ (R300SR, InFRc G100EX, 日本アビオニクス株式会社) による足部の皮膚温分布、10 cmの Visual analogue scale を用いた主観的温冷感及び温熱的快適感を 5 分ごとに記録した。得られた値やそれらの相互関係を両群で比較した。

2) 心理的ストレス負荷時の皮膚血流量について

健康な成人男性 3 名、女性 27 名 (非冷え性自覚者群：女性 11 名男性 3 名、冷え性自覚者群：女性 16 名)を対象に、環境温 28°C、相対湿度 50%に設定した人工気候室内で、約 12 分間安静状態を維持し、体温や皮膚血流の安定を確認した後、工事の騒音 (最大 85dB の断続音) に 2 分間暴露した。騒音暴露は、10 分以上の間隔をはさみ 3 回繰り返した。その間鼓膜温、指尖の皮膚温と LDF による皮膚血流量を 1 秒毎に、騒音暴露前後に LSFG を用いて手掌の皮膚血流分布画像を撮影した。得られた分布状態や値を冷え性の自覚の有無で比較した。

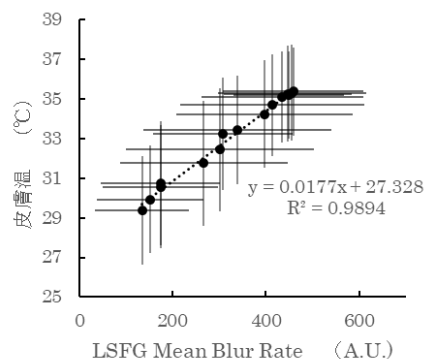


図 1. LSFG による皮膚血流量とサーモグラフによる皮膚温との相関関係

4. 研究成果

1) 低温環境暴露時の皮膚血流量

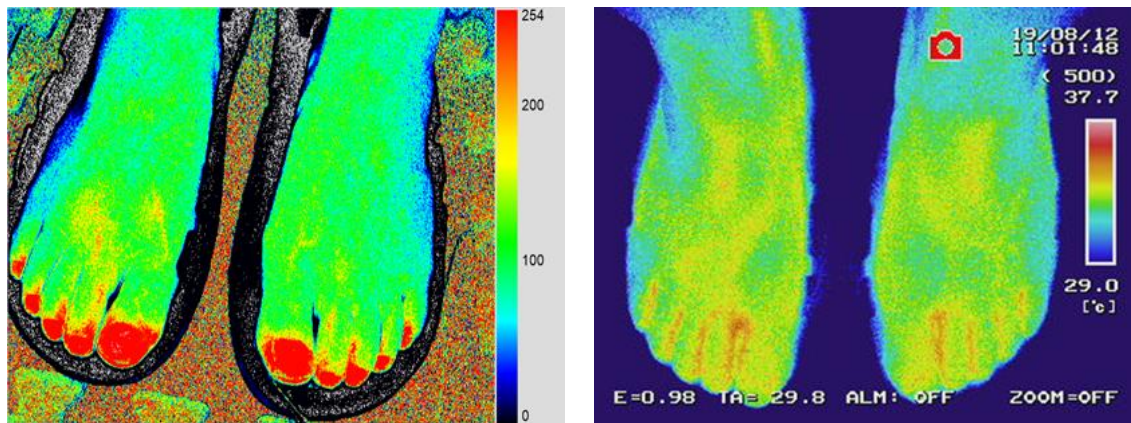


図 2 環境温 20°Cにおける LSFG による血流画像 (左) とサーモグラフィによる皮膚温画像 (右)

定常な環境条件においては、サーモグラフィで測定した皮膚温分布と LSFG で測定した皮膚血流量分布は一致する傾向にあり、両者の画像から算出した皮膚血流量と皮膚温の間には有意な正の相関関係が認められた (図 1)。しかし、皮膚血流量は足趾に局限して多く、皮膚温分布との間に高低差やグラデーションの様相に違いが認められた (図 2)。手指や足趾の皮膚には、動静脈吻合 (Arteriovenous anastomosis, AVA) があり (Grant & Bland 1931)、LSFG による皮膚血流分布はそれを反映し、皮膚温分布は環境温の影響を受けつつ AVA でもたらされた熱が移動する軌跡を反映すると考えられた。室温の低下に伴い、LSFG による皮膚血流量は特に足趾で減少したが、減少開始時の鼓膜温は冷え性群で高い傾向にあり、二次元皮膚血流においても閾値が高いことがわかった。また、皮膚温は、室温下降とともに低下したが、血流量は比較的維持される場合もあり、被験者の特性や環境条件により、温度分布の変化で血流分布を正確に評価できない場合があると推察された。一方、主観的温冷感は、LSF による皮膚血流量より、サーモグラフィによる皮膚温との相関性が高く、感覚は皮膚の深度 1mm 付近の血流量よりも表層の皮膚温に依存すると推察された。

LDF で測定した指尖皮膚血流には、部位による波形の違いが記録された。その部位による違いは、LSFG の画像上で明確に描出されず、LDF で測定される極めて局限された皮膚部位間の現象であり、熱放散に対する影響は小さいものと推察された。しかし、LDF を用いて 1 点で測定した皮膚血流をその部位の代表値とできるか否かについては、さらに追究を要すると考えられた。

また、3 名において足趾から足背にかけて皮膚血流と皮膚温の分布に明確な左右差が認められた (図 3)。差を生じた要因については不明であるが、この左右差があることに 2 名が気づいておらず、冷えの自覚はかなり曖昧で、皮膚温低下を意識するか否かに左右されると推察された。

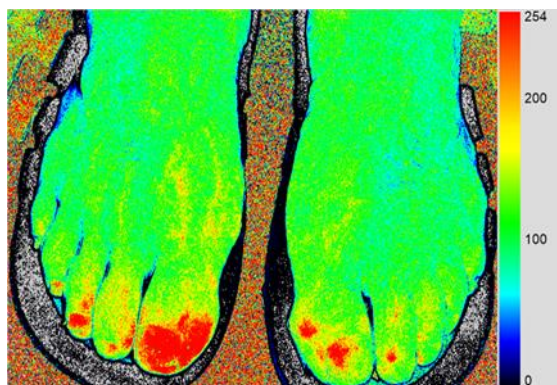


図 3 LSFG で測定した血流画像 (室温 32°C)

2) 心理的ストレス負荷時の皮膚血流量

指尖の皮膚温と皮膚血流量は、騒音開始直後から、冷え症群と非冷え症群共に低下した。指尖の皮膚温低下度は、冷え症群において非冷え症群と比べ有意 ($p<0.05$) に大きかった。冷え症群では、騒音刺激に対して血管収縮反応が強かったと推察され、低温刺激だけでなく、非温熱的な刺激である心理的なストレスに対しても、冷え性において交感神経活動が高まっている可能性が推察され、今後、冷え性の要因として心理的なストレスについて検討する必要があるものと考えられた。

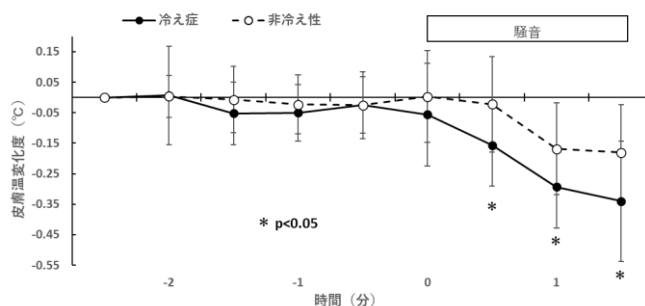


図 4 騒音負荷時の指尖皮膚血流量の変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 大西範和、相曽裕那、菅原啓太、平生祐一郎、西川真野、山根基
2. 発表標題 冷え症自覚の有無による騒音刺激時の皮膚血流変動の差異
3. 学会等名 第25回日本体力医学会東海地方会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norikazu Ohnishi, Minori Minamide, Mizuki Kobayashi, Yuichiro Hirao, Motoi Yamane, Naoki Nishimura
2. 発表標題 Observations of regional differences in finger skin blood flow fluctuations
3. 学会等名 2019 International Conference on Environmental Ergonomics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林梓、岸田紗季、山口華奈、平生祐一郎、山根基、大西範和
2. 発表標題 低温環境曝露時の laser-Doppler flowgraphy と laser speckle flowgraphy で測定した足趾皮膚血流量の比較
3. 学会等名 日本人間工学会東海支部2019年研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口華奈、岸田紗季、小林梓、平生祐一郎、山根基、大西範和
2. 発表標題 低温曝露時の足部皮膚表面における温度分布と血流分布の異同について - thermographyと laser speckle flowgraphyを用いて -
3. 学会等名 日本人間工学会東海支部2019年研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 平生祐一郎、菅原啓太、大西範和
2. 発表標題 緩やかな室温低下に伴う手足の主観的温冷感、皮膚温及び皮膚血流量の部位による違い
3. 学会等名 第39回日本看護科学学会学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 南出実愛、小林瑞季、今井紗英、井後佑那、伊藤巳華、平生裕一郎、大西範和
2. 発表標題 皮膚血流変動の部位差について - レーザードップラー法を用いて -
3. 学会等名 日本人間工学会東海支部2018年研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林瑞季、南出実愛、今井紗英、井後佑那、伊藤巳華、平生裕一郎、大西範和
2. 発表標題 皮膚血流変動の部位差について - Laser Speckle Flowgraphyを用いて -
3. 学会等名 日本人間工学会東海支部2018年研究大会
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
研究 分担者	山根 基 (Yamane Motoi) (50410634)	愛知みずほ大学・人間科学部・准教授 (33928)	

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