

長時間座位時に生じる前腕皮膚血管機能低下は局所加温冷却で抑制される

血管機能の低下は心血管疾患をもたらします。本研究では、長時間の座位によって、前腕の皮膚血管拡張機能が低下することを示しました。一方で、局所的な皮膚の冷却と加温を交互に行うと、この機能低下が緩和されるだけでなく、皮膚血管収縮の反応性も向上することが明らかになりました。

日常生活では座って過ごす時間が長くなりがちですが、座りすぎは健康に悪影響を及ぼすことが知られています。特に、心血管疾患の原因となる血管機能が低下することが懸念されます。これまでの研究では、座りすぎによって足の血管機能が低下することが分かっていたましたが、腕の血管への影響については十分に調べられていませんでした。そこで、本研究では、長時間座ることが前腕の皮膚血管に与える影響、および、これに対して皮膚を冷やしたり温めたりすることによる効果を調べました。

健常な若年者 11 人を対象とし、75 分間にわたって座り続ける間に、腕の皮膚部位 4 か所に異なる温度の刺激を与えました。その結果、座り続けることで皮膚血管の拡張機能が低下していることが分かりました。しかしながら、皮膚の冷却と加温を交互に行うと、その低下が防げることも確認されました。一方、皮膚血管の収縮機能については、長時間座ることによる影響は見られませんでした。皮膚の冷却と加温を交互に行うとその機能が向上しました。

以上のことから、長時間座る際に皮膚への局所的な冷却と加温を交互に繰り返し行うことで、皮膚血管機能の低下を防ぐ可能性があることが明らかになりました。本研究成果は、室温の変化を利用するなど、血管機能の低下を防ぐ新しい方策の提案に貢献すると期待されます。

研究代表者

筑波大学体育系

藤井 直人 准教授

富田 雄大 (体育学学位プログラム博士前期課程1年)

研究の背景

私たちは日常の大半を座って過ごしていますが、長時間の座位は、心血管疾患の重要なリスク要因の一つとされています。心血管疾患につながるとされる微小血管の機能変化を追跡できれば、臨床的に有益ですが、長時間の座位が皮膚を含む微小血管機能に与える影響は、十分に解明されていません。

また、長時間の座位が下肢の血管機能を損なうことはよく知られていますが、上肢でも同様の血管機能障害が生じるかどうかについては、十分な証拠がまだ報告されていません。特に、全身の微小血管機能障害との関連を理解する上では、上腕の皮膚微小血管機能への影響を調べるのが重要です。一方、皮膚血流を繰り返し増加させることが皮膚微小血管機能を改善することが知られています。

そこで本研究では、長時間の座位が前腕の皮膚血管機能に及ぼす影響を評価し、その機能低下が座位中の局所温冷却によって軽減されるかを検討しました。

研究内容と成果

本研究では、11人の健康な若年者（うち女性 5 人、 26 ± 4 歳の筑波大学生）を対象とし、皮膚血管機能を評価するための静脈阻血テスト^{注1)}および動脈阻血テスト^{注2)}を実施し、その後 75 分間の座位姿勢を維持しました。この座位期間中、熱電素子を用いて前腕の 4 部位における皮膚温度を、参加者全員に対して、それぞれ以下の 4 条件で制御しました。① 33°C で 75 分間維持（コントロール）、② 3.5 分かけて 15°C まで低下→4 分間維持→3.5 分かけて 40°C まで上昇→4 分間維持（これを 5 回繰り返す、合計 75 分間）、③ 33°C で 4 分間維持→3.5 分かけて 40°C まで上昇→4 分間維持（これを 5 回繰り返す、合計 75 分間）、④ 40°C で 75 分間維持。長時間座位後、再度、静脈阻血テストおよび動脈阻血テストを実施しました（参考図）。

その結果、動脈阻血により引き起こされる閉塞後反応性充血（PORH）^{注3)}の振幅は、長時間座位後（条件①）に有意に減少しましたが、15°C の局所冷却と 40°C の局所加温を交互に繰り返す条件（条件②）では、この減衰が見られませんでした。一方、静脈阻血により引き起こされる 静脈周囲反射（VAR）^{注4)}の振幅は、長時間座位後（条件①）に統計学的な有意差は見られませんでした。15°C の局所冷却と 40°C の局所加温を繰り返す（条件②）と有意に増加しました。

以上のことから、長時間の座位は、PORH で評価される前腕の皮膚血管拡張機能を低下させますが、局所的な冷却と加温を交互に行うことで、この影響が緩和されることが分かりました。また、長時間の座位は、VAR で評価される前腕の皮膚血管収縮反応性には影響を与えないものの、局所的な温冷刺激によって収縮反応性が向上することが明らかになりました。

今後の展開

本研究により、皮膚の冷却と加温を交互に行うことで生じる皮膚血流変動が、長時間の座位による皮膚血管拡張機能の低下を抑制する可能性が示されました。この知見は、局所的な温度だけでなく、環境温の変化を利用して皮膚血流変動を促し、長時間の座位による血管拡張機能の低下を緩和する方策の検討につながると考えられます。

実験プロトコル

気温25℃ 相対湿度50%

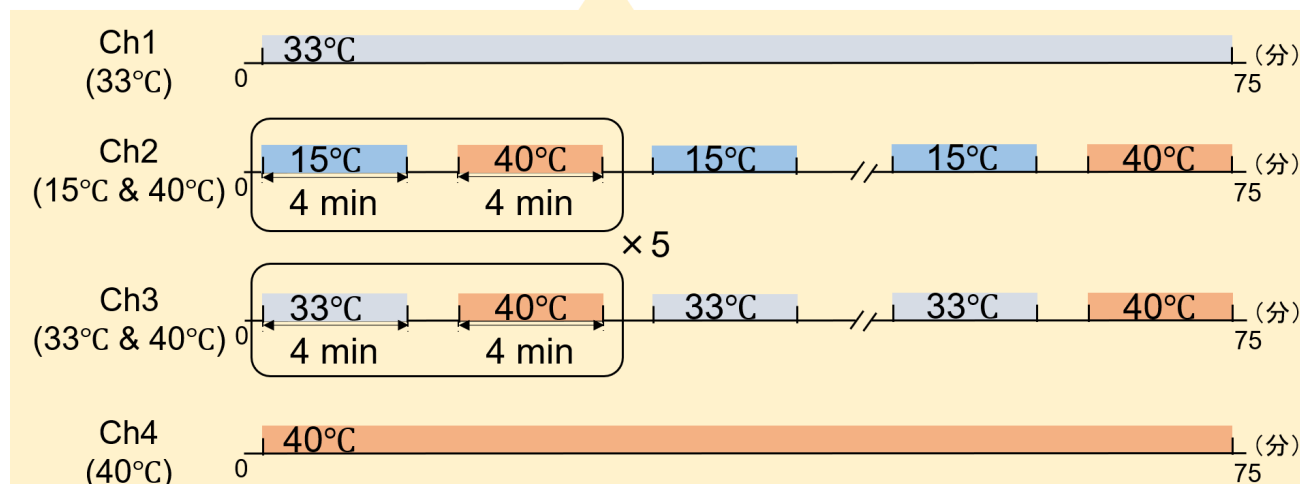
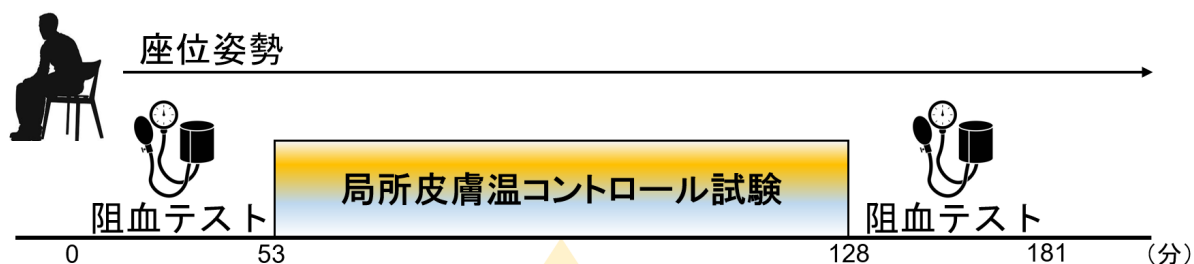


図 本研究で行なった実験の概要図

参加者は、気温 25℃、湿度 50%の環境下において、75 分間座位姿勢を維持した。その間、前腕皮膚 4 部位でそれぞれ異なる条件の温冷刺激（Ch1～4）を与えた。長時間座位の前後で静脈および動脈を阻血し、長時間座位および局所温冷却が皮膚血管機能に及ぼす影響を評価した。

用語解説

注 1) 静脈阻血テスト

上腕部にカフ（腕帯）を巻き、45mmHg のカフ圧により静脈の流れを止め（閉塞）、その後の皮膚血流の変化により皮膚血管の機能を調べる。

注 2) 動脈阻血テスト

上腕部にカフを巻き、210mmHg のカフ圧により動脈の血流を止め、その後の皮膚血流の変化により皮膚血管の機能を調べる。

注 3) 閉塞後反応性充血（post-occlusive reactive hyperemia; PORH）

動脈血流を一定時間閉塞した後、解放すると急激に血流が増加する反応。非侵襲的に皮膚微小血管拡張機能を評価する指標として用いられる。

注 4) 静脈周囲反射（Venoarteriolar reflex; VAR）

静脈血流を一定時間閉塞した後、解放すると急激に血流が減少する反応。これにより毛細血管損傷が防がれると考えられる。血管収縮の反応性を評価する指標として用いられる。

研究資金

本研究は、筑波大学ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センターの研究プロジェクトの一環として実施されました。また本研究は、筑波大学と株式会社富士通ゼネラルとの共同研究契約に基づいて実施されました。

掲載論文

【題 名】 Alternate Local Skin Cooling and Heating Ameliorates Impaired Forearm Skin Vasodilation Function Mediated by Prolonged Sitting.

(長時間座位による前腕皮膚の血管拡張機能の低下を局所的に皮膚の冷却と加温を繰り返すことが改善する)

【著者名】 Yudai Tomita, Kaname Tagawa, Takeshi Nishiyasu, and Naoto Fujii

【掲載誌】 *Microvascular Research*

【掲載日】 2025 年 2 月 20 日

【DOI】 10.1016/j.mvr.2025.104795

問合わせ先

【研究に関すること】

藤井 直人 (ふじい なおと)

筑波大学 体育系 准教授

URL: <https://exerphysiol.taiiku.tsukuba.ac.jp/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp