

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24570258

研究課題名(和文) 暑熱寒冷暴露時の体温調節反応パターンの解析と評価に関する研究

研究課題名(英文) Analysis of the thermoregulation pattern during hot and cold exposure

研究代表者

田井村 明博 (TAIMURA, Akihiro)

長崎大学・水産・環境科学総合研究科(環境)・教授

研究者番号：10136624

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では暑熱寒冷暴露時の体温調節反応パターンから「環境温度変化に対する調節能力」を解析・評価することが目的であった。局所寒冷負荷実験の皮膚温の反応パターンから分類することで、より詳細な個人差の分析が可能であること、さらに温度感覚との関連性から、温度変化に対して温度感覚の変化が遅い場合、冷感覚の感受性に関して劣るということが推察された。また、運動鍛錬者の方が耐寒性に優れ、運動様式別に耐寒性を検討した結果、耐寒性に大きな差は見られなかったが、浸漬部を使う種目の鍛錬者は皮膚温が下がっても温度感覚はあまり下がらないことから、冷刺激による侵害刺激にも慣れていることが推測された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of study to clarify thermal adaptation during hot and cold exposure. As a results, skin temperature response pattern during cold water immersion is useful analysis for evaluate individual differences. And, the order of skin temperature and thermal sensation responses are related to thermal sensitivity. Trained subjects have high cold tolerance and wide sensation threshold against temperature changes.

研究分野：環境生理学(含む体力医学)

キーワード：寒冷耐性と適応 寒冷血管拡張反応 温度感覚

1. 研究開始当初の背景

近代科学によるアメニティ（快適環境）の追求が、人工環境による快適性の提供とともに、人類が少なくとも数万年かけて獲得してきた自然環境への適応能力を低下させるとの危惧がある。例えば冷房病とされる「だるさ」「冷え」「胃腸障害」等の自律神経失調を訴える者が多発している（栃原、1997）。また同様に寒冷に対して四肢末端や駆幹部などにも「冷え」を自覚し、随伴症状及び苦痛を感じる状態となる「冷え性」がある（定方、2000）。冷え性愁訴者を対象として寒冷血管拡張反応（CIVD；Cold-Induced Vasodilation）からみた局所耐寒性に関する研究が行われており、基礎代謝量の低下や手足の末梢部の低温度という「冷え性」愁訴者の特徴が報告されている（Nagashima et al., 2002；渡辺ら、1997；鈴木ら、1997；野村ら、2002；田井村ら、2004a、b）。一方、暑熱環境下においては、運動鍛錬者・暑熱適応者は暑熱暴露時に皮膚血流量の増大と少ない発汗量で効率的な熱輸送を行っている（＝調節能に優れている）という報告（Yamauchi et al. (1997) や Matsumoto et al. (1999)）がある。我々は、冷え性群は局所寒冷暴露時に指先の皮膚温の反応が低温度で推移し不安定であるという傾向がみられ、また急激な局所的な温度変化に対して感覚が敏感になり、快適に感じる温度範囲が狭い可能性を報告した（田井村ら、樋口ら、2006）。また局所寒冷暴露中に2回目以降の血管収縮反応は起こらず、寒冷刺激による痛みの程度も小さかった。このことはKreh et al., (1984) による痛みの強さと血管収縮の程度には密接な関係があるとの報告を支持しており、動静脈吻合（AVA: Arteriovenous anastomoses）の働きが鈍化していると推察した。さらに、冷え性群では指先皮膚温の反応が低温度で推移していたことに着目し、

運動鍛錬者を対象に局所寒冷暴露時の平均指皮膚温の変動係数と寒冷血管拡張反応諸値との関連を解析した結果、これら間には強い関連が認められた。

2. 研究の目的

本研究では寒冷暴露時の体温調節反応パターンから「環境温度変化に対する調節能力」を解析・評価し、快適環境の追求による自然環境への適応能力の低下や猛暑、大きな寒暖差によって引き起こされる「熱中症」、また「冷え性」等の不定愁訴や「生活習慣病」に関連する自律神経失調症予防のための基礎的資料を提供するとともに、暑熱と寒冷適応との関連、さらには身体運動と調節能との関連性について明らかにすることを目的とする。「暑熱寒冷暴露時の体温調節反応パターンが温度刺激に対する「調節能力」の指標となる」という仮説を立て、以下の3つの実験を行い検討した。

- (1) 生活環境温度の違いによる局所寒冷血管拡張反応からみた耐寒性。
- (2) 局所寒冷負荷時における浸漬指の温度感覚を連続的に測定し、局所寒冷負荷時における局所寒冷血管拡張反応と温度感覚の関連性。
- (3) 運動鍛錬者と非鍛錬者の局所寒冷暴露時の体温調節反応の比較。

3. 研究の方法

(1) 健康な成人学生を対象とし、室温 27℃、相対湿度 50%の人工気象室で、局所寒冷暴露実験を行った。身長、体重、体脂肪率の測定を行った後、人工気象室に少なくとも実験開始 30 分前に入室、安静着座状態を保たせ、サーミスターセンサーと血流計のプロープを取り付け5本の冷水に中指を20分間浸漬後、15分間の安静を保たせ実験終了とした。浸漬した中指の皮膚温、皮膚血流量及び温度感覚を測定した。

(2) 被験者は20代前半の健康な男子学生で

あった。実験に先立ち、書面と口頭にて実験について詳細な説明を行ったうえで、実験参加への同意を書面にて得た。被験者は半袖・半ズボン姿で温度 26 に設定した人工気象実験室に少なくとも実験開始の 30 分前までには入室してもらい安静着席状態を保った。その間に被験者の逆利き手の中指爪床部に温度と血流のセンサを取り付け浸漬指には防水用のワセリンを塗布した。各測定部位の温度、血流量が安定していることを確認してから実験を開始した。実験は開始してから安静を 10 分間保った後、逆利き手の中指の第二関節までを 5 の冷水に 20 分間浸漬した。浸漬後は再び 10 分間安静を保ち実験終了とした。実験中は常に浸漬指先が心臓の高さになるようにいす椅子の高さを調節した。

(3) 被験者は日頃運動を行っている男子成人学生とほとんど運動を行っていない男子成人学生であった。実験は室温 26 °C、湿度 50 %RH に設定された人工気象室内で行い、10 分間の安静の後、左手中指を 5°C の冷水に 20 分間浸漬、その後、再び 10 分間の安静を保たせた。皮膚温・血流量・温度感覚・温度快適性を測定した。

4 . 研究成果

(1) 被験者を北部出身者と南部出身者の 2 群に分けて分析した結果、北部出身者の寒冷耐性が優れていることが推察された。さらに、各被験者の皮膚温の反応パターンからクラスター分析により分類したところ 3 種類のパターンに分類され、居住地域の属性による分析よりも詳細な個人差の分析が可能であることが示唆された。(Figure 1)

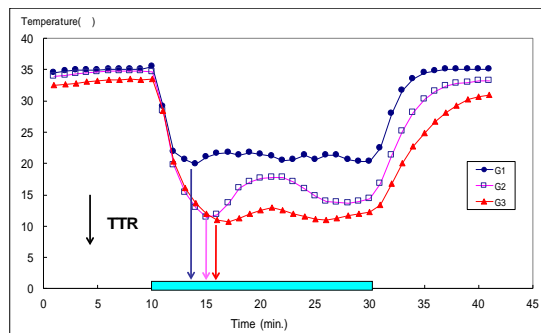


Fig. 1 Time course of finger skin temperature before and during immersion and recovery

(2) 被験者を温度感覚が最初に上昇する S 群と指皮温が最初に上昇する T 群の 2 つのグループに分けた。局所寒冷負荷時における様々な指標の比較から、S 群のほうが T 群よりも局所寒冷耐性に優れていることが示唆された。また S 群のほうが T 群よりも高い傾向が見られた BMI と TBI の相関をみると正の相関が確認でき、T 群のほうが S 群と比較して痩せ型で手指の平均温度が低いことから冷水浸漬後、温度変化に対して温度感覚の変化が遅く、冷感覚の感受性に関して劣るということが推察された。

(Figure 2-1,2-2)

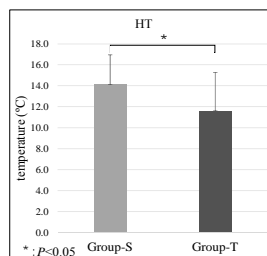


Fig. 2-1 Highest Temperature (HT)

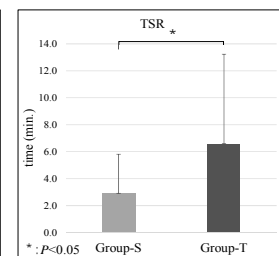


Fig. 2-2 Time of Sensation Rise (TSR)

(3) CIVD 諸値から運動鍛錬者の方が耐寒性に優れていた。運動鍛錬者の様式別に耐寒性を検討した結果、耐寒性に差は見られなかったが、浸漬部を使う種目は皮膚温が下がっても温度感覚はあまり下がらず、刺激に慣れていると推測された。運動環境においては、より気温の高い環境で活動している人の方が、熱放散を促進するために血管の拡張運動が盛んに行われる。そのため寒冷曝露時に一度収縮した血管を早く拡張させ、耐寒性に優れていることが推測された。(Figure 3-1,3-2)

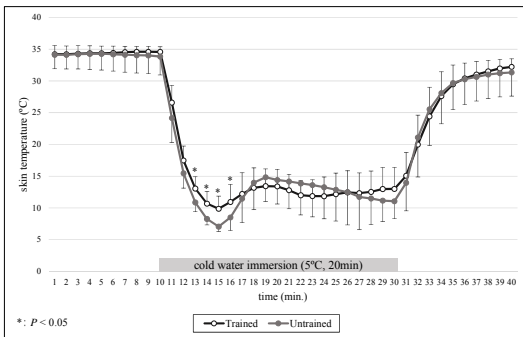


Fig. 3-1 The middle finger skin temperature during cold water immersion.

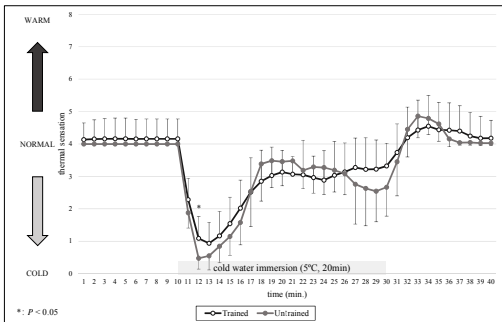


Fig. 3-2 The middle finger thermal sensation during cold water immersion.

本研究では寒冷暴露時の体温調節反応パターンから「環境温度変化に対する調節能力」を解析・評価し、快適環境の追求による自然環境への適応能力の低下や猛暑、大きな寒暖差によって引き起こされる「熱中症」、また「冷え性」等の不定愁訴や「生活習慣病」に関連する自律神経失調症予防のための基礎的資料の提供と、暑熱と寒冷適応との関連、さらには身体運動と調節能との関連性について明らかにすることが目的であった。

皮膚温の反応パターンからクラスター分析により三種類のパターンに分類され、被験者の属性による分析よりも詳細な個人差の分析が可能であること、さらに温度感覚との関連性から、温度変化に対して温度感覚の変化が遅く、冷感覚の感受性に関して劣るとということが推察された。また、CIVD諸値から運動鍛練者の方が耐寒性に優れ、浸漬部を使う種目の鍛練者は皮膚温が下がっても温度感覚はあまり下がらず、刺激に慣れていると推測された。今後、温度感覚の反応パターンとの関連性についてもより詳細に検討することが必要である。

< 引用文献 >

Daanen HA. Finger cold-vasodilation: a review, *Eur J Appl physio*, 2003; 189: 411-426.

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3件)

足利さくら、本村麻衣子、長野央歩、宮城 舜、田井村明博;局所寒冷負荷時の皮膚温と温度感覚に関する研、査読無、*Proc.日本生理人類学会誌*, 19 (S1),2014, pp.138-139.

足利さくら児玉将太郎、本村麻衣子、宮城舜、鷺塚 愛、田井村明博;局所寒冷血管拡張反応と温度感覚に関する研究、査読無、*Proc.日本生理人類学会誌*, Vol.18(1)、2013, pp.198-199.

朱 文龍、鷺塚 愛、大塚雄記、田井村明博;日本滞在中国人の手指における温熱血管収縮反応に関する基礎的研究、査読無、*Proc.日本生理人類学会誌*, Vol.16(S1)、2012, pp. 84-85.

(学会発表)(計5件)

足利さくら、田井村明博他、定期的な運動が局所寒冷負荷時の皮膚温と温度感覚に与える影響、第72回日本生理人類学会大会、2015年05月30日、北海道大学(北海道・札幌市)。

長野央歩、田井村明博他、局所寒冷負荷時の乱調反応パターンの解析、第70回日本生理人類学会大会、2014年06月22日、九州大学大橋キャンパス(福岡県・福岡市)。

足利さくら、田井村明博他、局所寒冷負荷時の皮膚温と温度感覚に関する研究、第70回日本生理人類学会大会、2014年06月22日、九州大学大橋キャンパス(福岡県・福岡市)。

足利さくら、田井村明博他、局所寒冷血管拡張反応からみた寒冷耐性と温度感覚の関連性の検討、第69回日本生理人類学会大会、2013年10月27日、同志社大学京田辺キャンパス(京都府・京田辺市)。

田井村明博、管原正志他、夏季の生活環境の違いが暑熱耐性に与える影響、第67回日本体力医学会、2012年09月15日、長良川国際会議場(岐阜県・岐阜市)。

6 . 研究組織

(1)研究代表者

田井村 明博 (TAIMURA, Akihiro)
長崎大学 水産・環境科学総合研究科(環境)・教授

研究者番号: 8 3 4 3 8 4 1 1

(2)研究分担者

管原 正志 (SUGAWARA, Masashi)
西九州大学・健康福祉学部・教授

研究者番号: 2 0 0 3 9 5 6 4