

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：32406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350774

研究課題名(和文) 脊髄損傷者の快適なスポーツ実施のための体温管理戦略

研究課題名(英文) The strategy of thermoregulation to do sports for individuals with a spinal cord injury

研究代表者

依田 珠江 (Tamae, Yoda)

獨協大学・国際教養学部・准教授

研究者番号：40348818

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では脊髄損傷者の自律性体温調節反応と行動性体温調節に重要な温熱的快・不快感の関係を明らかにすることを目的とし、次のような実験を行った。まず健常者で実験を行い、脊髄損傷者で実施可能なプロトコルを決定した。次に、脊髄損傷者、健常者各8名を被験者として環境温を10分で2.5℃ずつ漸増的に27℃から40℃させるプロトコルでの暑熱暴露実験を実施した。自律性体温調節反応と温度に関する感覚を調べた結果、脊髄損傷者は健常者に比べ、障害部位より下位で熱放散反応ができないが、温度の変化を感じることは健常者と同等であることがわかった。

研究成果の概要(英文)：The aim of the present study was to evaluate the effect of increased ambient temperature on thermoregulatory responses and perceptual responses of thermal sensation and comfort in individuals with a spinal cord injured (SCI). At first, we did preliminary experiments to decide the protocol for SCI subjects in mild heat and cool environment in abled-body people. Eight male participants with a SCI (SCI) and 8 male able-bodied (AB) participants volunteered for next study. Ambient temperature in the chamber was kept at 27.5 °C for 20 minutes (baseline) and was then increased to 40 °C over 50 minutes (2.5 °C every 10 minutes). Body core temperature in SCI remained unchanged, however the mean skin temperatures were lower in SCI than in AB. This may be explained by the lack of autonomic vasomotor activity below the level of lesion. SCI participants perceived the change in ambient temperature similarly AB participants.

研究分野：環境生理学

キーワード：脊髄損傷者 体温調節 温熱的快適感 温度感覚

1. 研究開始当初の背景

近年、温暖化の影響で日本の夏は暑く、猛暑日が連続することが当たり前となっている。このような環境下での身体活動には体温調節の面で注意が必要で、中でも子供や高齢者、そして障害のある人など体温調節機能の弱い人々にとっては本人の意識だけでなく周囲の配慮も重要である。障害者、特に脊髄損傷者は求心性入力も遠心性出力も低下あるいは失われているため、麻痺部の発汗機能および血管運動障害により健常者と比べ、深部体温が変化しやすい (Attia et al. 1983、Yamasaki et al. 2001)。またその反応についても障害の部位が脊髄の上位になればなるほど減弱する (Price and Campbell 2003、Price 2006)。日本の障害者スポーツの現場ではまだまだ体温調節関連の情報、そして体温管理の方法は行き届いていない。障害のある人が安心してスポーツ活動を実施するためには、体温管理のための早急な対策が必要である。脊髄損傷者は自律性体温調節反応が減弱しているが、行動性体温調節はどのような影響を受けているのだろうか。頸随損傷者を対象とした温熱環境に関する意識・実態調査では、「体調が悪くなってから暑さ、寒さに気づく」と答えた人が約 60%、そして回答者の約 95% が「暑さ、寒さは苦手」と温熱的に不快な状態を訴えている (三上ら 2005)。しかし脊髄損傷者の行動性体温調節を検討した研究は今のところほとんど行われていない。自律性体温調節が減弱している脊髄損傷者の行動性体温調節、つまり『温熱的快・不快感』は体温および自律性調節反応の変化に対してどのような対応を示すのだろうか。

2. 研究の目的

本研究では行動性体温調節を引き起こす『温熱的快・不快感』に着目し、脊髄損傷者におけるこの感覚と自律性調節反応の関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 実験のプロトコルの有用性を確認するため、健常者 (男性 7 名) を対象として実験環境温度を 3 条件設定し、各環境温度下での自律性体温調節反応および温熱的感覚を測定した。実験は人工気候室にて行い、環境温 29 の温熱的中性域でベースラインのデータを 30 分測定し、その後 40 分間で暑熱負荷実験では環境温を漸増的に 29 から 35 に上昇させ、寒冷負荷実験では漸増的に 29 から 23 に低下させ、その後到達した温度を 20 分間保った。との対照実験として環境温を 29 に 90 分間保持する実験も行った。以上の 3 条件で、温度負荷の強さ (危険度) と自律性体温調節反応 (鼓膜温、皮膚温 8 か所、皮膚血流量 (前額および胸部)、発汗量 (前額および胸部)、血圧、心拍) と温熱的感覚 (主観的溫度感覚、快適感覚) を調べた。

(2) 上記の研究結果をもとに脊髄損傷者 8 名と健常者 8 名 (いずれも男性) を対象に、

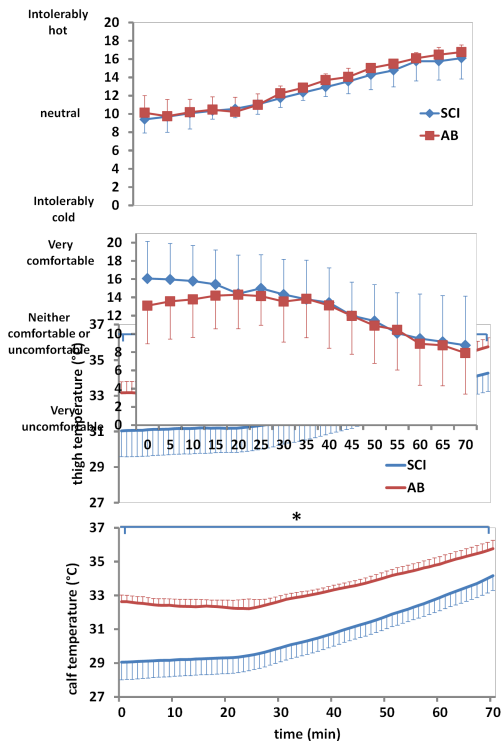
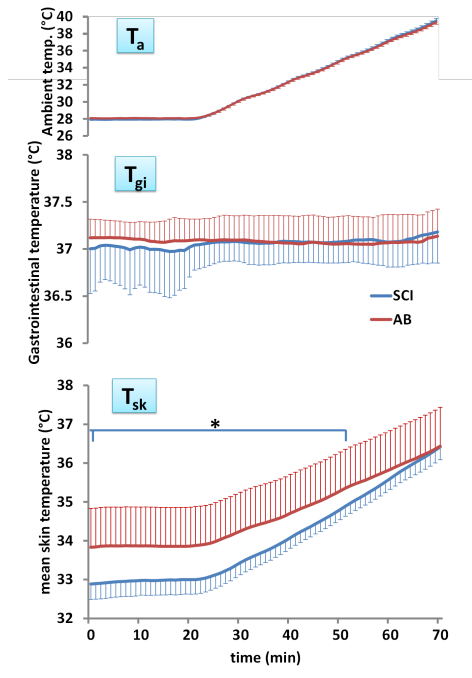
暑熱環境下の自律性調節反応および温熱的感覚を測定した。27.5 の環境温度下で 20 分間のベースラインのデータを測定し、その後 50 分間、10 分毎 2.5 環境温度を漸増的に 40 まで上昇させた。腹腔内温をテレメータピルで、皮膚温 (10 か所)、皮膚血流量 (前額および大腿)、発汗量 (前額および大腿) を測定した。また被験者は 5 分毎に温度感覚、温熱的快適感、喉の渇き感覚をヴィジュアル・アナログ・スケールにより申告した。

(3) 腕および脚エルゴメータ運動時の主観的溫度感覚および運動強度を着衣の量を変えて測定した。被験者は腕および脚の運動が可能な男性健常者 (5 名) とした。実験は腕、脚運動条件とも運動開始前に 15 分間のベースラインのデータを測定し、その後 4 分毎、脚運動条件では 40W から 30W ずつ 180W までステップ負荷を、腕運動条件では同様に 20W から 15W ずつ 95W まで負荷を上げ、最大で 5 ステージ、24 分間の運動を行った。運動終了後 30 分間、回復期のデータを測定した。着衣は半袖・短パン (半半) と長袖・長ズボン (長長) の 2 設定とし、2 運動条件 × 2 着衣条件で各被験者 4 回の実験を行った。呼気ガス、心拍、皮膚温 (8 か所) を測定し、各負荷ステージ最後の 1 分間に温度感覚と主観的運動強度 (全身・腕 or 脚・呼吸循環系) を被験者に口頭で申告させた。運動は疲労困憊での途中終了を可とした。

4. 研究成果

(1) 鼓膜温は暑熱、寒冷負荷実験とも大きな変化はなく、皮膚温は環境温が上がるとう上昇し、環境温が下がると低下した。発汗量には大きな変化は見られなかった。また温熱的感覚は環境温度変化とともに生じた。この温度変化範囲では健常者の場合、血管の収縮・拡張による自律性調節によって深部体温は維持できることが示された。よって本実験条件は負荷としては過度のものではなく、その一方で環境温変化を感知することのできる温度設定であることがわかり、脊髄損傷者に対しても実施可能と推察された。

(2) 上記実験の結果と、脊髄損傷者を含めた障害者スポーツ研究の専門家であるイギリス・ラフバラ大学の Vicky Tolfrey 教授からの助言をもとに、特に脊髄損傷者の場合、自律性の耐暑反応が減弱していることから、暑熱環境での温度感覚について焦点を絞って実験プロトコルを設定し、分析を試みた。実験を実施するにあたり、被験者の安全確保のため、(1) の実験よりも皮膚温センサーの数を増やし、特に頸部の温度変化を注意深く観察することとした。深部体温はベースライン (脊髄損傷者群 (以降 SCI 群) 37.0 ± 0.5 、健常者群 (同 AB 群) 37.1 ± 0.2) から実験終了時 (SCI 群: 37.2 ± 0.3 、AB 群 37.1 ± 0.3) までほとんど変化せず、群間にも差は見られなかった。前額の皮膚温は群間に相違は見られなかったが、大腿と下腿の皮膚温は大腿の皮膚血流量とともに実験を通して



SCI 群が AB 群よりも低かった。環境温が上昇するにつれ、温度感覚は“暑い”に変化し、温熱的快適感は“不快”になっていき、SCI 群、AB 群ともベースラインから実験終了までほぼ同様に群間に差は見られなかった。脊髄損傷者は健常者に比べ、障害部位より下位では熱放散反応がないが、温度の変化を感知することは健常者と同等に行っていることが示唆された。

(3) 腕および脚運動実験は予備実験で先行研究を参考に設定した負荷では腕運動が継

続できないと判断し、負荷を低めに調整したが、ほとんどの被験者が最終負荷ステージの途中で終了となった。本実験の条件では温度感覚に対して腕、脚運動と着衣の影響はほとんど見られなかった。一方、主観的運動強度は同じ運動条件では着衣の影響は温度感覚同様見られなかったが、全身、呼吸循環系に比べ、腕の主観的運動強度は高い傾向が見られた。今回は人工気候室を使うことができなかったため、着衣の条件を変えて同じ運動を課した際の感覚を調べたが影響は見られず、この条件が効果的ではなかった可能性も考えられる。今後は環境温度を変えて検討する必要がある。

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 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

Tamae Yoda et al., The effect of increased ambient temperature on thermoregulatory responses in spinal cord injured people, 16th International Conference on Environmental Ergonomics, 2015 年 7 月 3 日, Portsmouth (United Kingdom)
Michael Hutchinson Tamae Yoda Victoria Goosey-Tolfrey, The effect of hydration status on perceptions of thirst and performance in visually impaired athletes, The UK High Performance Conference for Paralympic Sport Science and Sport Medicine, 2015 年 3 月 13 日, St George's Park (United Kingdom)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕
 出願状況 (計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 出願年月日：
 国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
 発明者：
 権利者：
 種類：
 番号：
 取得年月日：

国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

依田 珠江 (YODA, Tamae)
獨協大学・国際教養学部・准教授
研究者番号：4 0 3 4 8 8 1 8

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：