

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 4 月 22 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24657175

研究課題名(和文)暑い・寒いという印象が体温調節反応に与える効果およびその個人差の検討

研究課題名(英文)Effects of hot or cold impressions to thermoregulation and its individual variation

研究代表者

綿貫 茂喜(Watanuki, Shigeki)

九州大学・芸術工学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00158677

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円、(間接経費) 630,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は暑い・寒いという印象による視覚刺激が、実際の体温調節反応に影響を与えるかを明らかにすることを目的とした。その結果、常温環境下では暑い映像、寒い映像を呈示した時に、心拍変動や総末梢血管抵抗が有意に変化した。すなわち暑い映像条件では実際の暑熱曝露時の血管が拡張する傾向があり、寒い映像条件では血管が収縮、心拍数が低下する等の反応が見られた。さらに環境条件を寒くし、かつ暑い映像を呈示した場合、深部体温が寒い映像を提示した場合よりも有意に低下した。一方で、映像の効果が体温に見られない被験者もあり、印象の寄与には個人差があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to clear whether the actual thermoregulatory reaction was affected by visual stimulation gave a cold/hot impression. As a result, total peripheral resistance and heart rate variability has changed significantly in the normal temperature environment when participants were presented a hot image or a cold image. In other words, when exposed to the hot image conditions, blood vessels tended to expand as in the actual summer heat. When exposed to the cool image conditions, reactions of such heart rate decrease and blood vessel contraction was observed. In addition, in the case of actual cold environment, core temperature in hot image conditions was significantly lower than when presented cold image. On the other hand, it would appear that there were individual differences in the contribution of impressions, because some participants did not change body temperature by the image effect.

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：応用人類学

キーワード：全身的共関 体温調節

1. 研究開始当初の背景

外界の温度変化に伴って我々は暑さ寒さを感じ、体温を一定に保とうと意識・無意識的にそれらに対応する。既知の通り体温調節中枢は視床下部であり、自律神経系・内分泌系等を総合的に調節している。一方で、視床下部は体温調節に限らずヒトの情動(快、恐怖)や本能的行動(摂食、睡眠、性行動等)を司っており、その機能的な相互関係等はいまだ不明点が多いが、視床下部に入力された情報は統合的に処理され、自律神経系・内分泌系へ命令を送っていると考えられる。従って、体温調節系を考える際に末梢からの温度情報入力以外の要因を考える必要がある。

本研究に先立つ予備実験では、被験者に寒い印象を与える映像を呈示すると実際に寒冷環境に曝露した時の生理反応とほぼ同じ生理反応が生じることを示唆した。では寒い印象を暑熱環境で与えれば、つまり体温調節中への視覚情報と末梢からの温度情報に齟齬が生じた場合、どのような体温調節反応が生じるのかは明らかではない。

2. 研究の目的

そこで本研究では暑熱・寒冷環境下で暑い印象と寒い印象を与える映像を呈示し、両情報に齟齬が生じた場合はどちらが優位なのかを検討する。また結果は視覚情報が優位な人、末梢からの温度情報が優位な人と分かれることも考えられる。従って、そのような個人差に対して、どのような要因が影響するか遺伝子多型を含む観点から検討することも目的とする。

3. 研究の方法

本実験では、暑い印象を与える映像と、寒い印象を与える映像を呈示する。及びはゆるやかに風景が変化していく動画である。なお、いずれの映像にも音声は呈示しない。映像は目の位置から1.9メートル前方の視野対角46インチ、アスペクト比16:9の液晶デジタルテレビ(KPL-46X1000、SONY)を使用する。実験は九州大学芸術工学研究院に設置された人工気候室を用い、温度・湿度環境を厳密に制御して行われた。いずれの実験も実験手順は九州大学芸術工学研究院倫理委員会によって承認され、被験者は書面によって同意書にサインをした上で実験に参加した。

(1) 室温一定条件

予備実験を拡張させた第一実験では、映像のみの効果を判定するため人工気候室の気温を28℃、相対湿度を50%とし映像を呈示した。

被験者は15人の男子大学生(20-24才)であった。被験者は、ディスプレイの前に椅子に座る。実験者が部屋を出た後、灰色の画面を5分間に示された。そして、各映像(図1)

を10分間提示された。8分後、実験者は部屋に入り、参加者は温熱質問票に記入した。映像の順番はランダムに呈示され、灰色の画面の最後の3分の生理指標をベースラインとして使用した。実験参加者の服装は灰色のTシャツとショートパンツとした。

生理的な測定項目は以下のとおりである。心電図(ECG)電極を胸部に装着し、アンプ(AB-621G、日本光電、東京、日本)により増幅した記録した。インピーダンスカーディオグラフィは、インピーダンスカージオテープ電極とインピーダンスメータ(AI-601G、日本光電)を用いて測定し、微分波形を計算した(ED-601G、日本光電)。血圧は指用連続血圧計(Finapress 2300、Ohmeda、アムステルダム、オランダ)を用いて測定した。これらのアナログ信号は、1000HzのサンプリングレートでA/D変換器によりデジタル化し、パーソナルコンピュータ上に保存した。

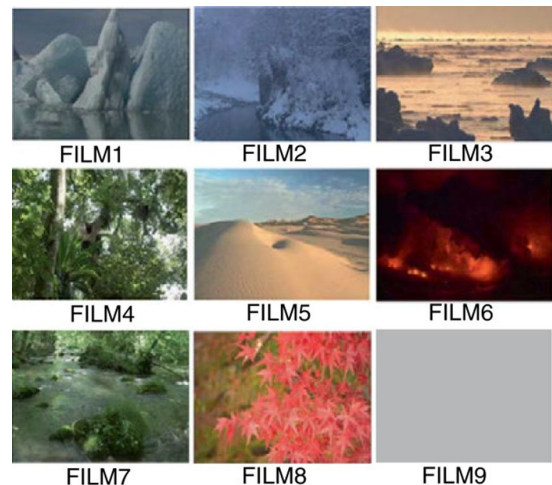


図1. 呈示した9つの映像 (Takakura et al., 2013 より一部改変)

(2) 温度可変条件

次の実験として、映像を呈示しつつ室温を変化させた場合、実際の体温調節系に齟齬が起こるかを検討した。

被験者は12名の男子大学生(20-25才)であった。被験者は気温28℃、湿度50%に設定された人工気候室において各種測定装置をつけた後、暑い印象を与える映像、寒い印象を与える映像、灰色画面の3つの映像を呈示された。また映像を呈示している間、暑熱曝露実験では28℃から、60分間で36℃までゆるやかに変化させ、寒冷曝露実験では28℃から、80分間で16℃までゆるやかに変化させた(図3)。映像3条件×温度環境2条件の計6条件はともに相対湿度は常に50%、風速は0.3m/s以下とした。実験参加者の服装は灰色のTシャツとショートパンツとした。

生理指標の測定項目は、心電図・インピーダンスカーディオグラム・連続指血圧等に加え、酸素摂取量及び二酸化炭素排出量・局所

発汗量・皮膚温・直腸温を実験の開始から終了まで連続で測定を行った。また、主観評価(映像の印象・全身温冷感・温熱性快適感・震え・発汗の有無)は実験開始時から10分間隔で行った。

直腸温は肛門括約筋から13cmの深さまで挿入した。皮膚温は、サーミスタを額・腹・前腕・手背・大腿・下腿・足背の7カ所にサージカルテープを用いて装着し、温度データロガ(LT8A、Gram)により5秒間隔で記録した。Hardy-Dubois7点による平均皮膚温を算出した(平均皮膚温 = $0.07 \times \text{額} + 0.35 \times \text{腹部} + 0.14 \times \text{前腕} + 0.05 \times \text{手背} + 0.19 \times \text{大腿} + 0.13 \times \text{下腿} + 0.07 \times \text{足背}$)。酸素摂取量および二酸化炭素排出量は、呼気ガス測定用マスク(ルドルフマスク、日本光電)を用いて、蛇管を通しMINATO社製AE-300S(呼気ガス法)で測定した。測定は呼気モードで行い、吸気は大気濃度とし、呼気のみ濃度を5秒毎に測定した。得られたデータは、A/D変換ボード(SBL21-501)を通しパーソナルコンピュータに取り込んだ。局所発汗率は、カプセルを前額・前腕の2カ所に装着し、局所発汗計ATMO CHART SS-100(KANDS、刈谷、日本)を用いて測定した。カプセルの内径は1.12cmであり、空気流量は0.3l/minであった。



暑い印象を与える映像 寒い印象を与える映像

図2. 提示した映像

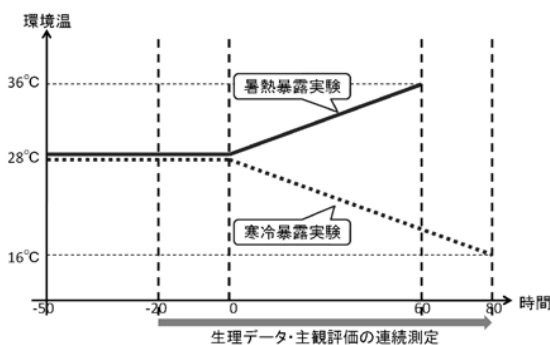


図3. 暑熱暴露条件・寒冷暴露条件の温度変化

(3) 個人差の検討

得られたデータをもとに、映像の影響が見られない個体や、耐暑耐寒反応の個人差の要因を検討するため、被験者からDNAを採取し、遺伝的な要因としてmtDNA多型との関係を検討した。なお、本研究は九州大学芸術工学研究院及び九州大学医学部ヒトゲノム倫理委員会の承認を得て行った。

4. 研究成果

(1) 室温一定条件

主な結果を表1に示す。総末梢血管抵抗、心拍出量、全身温冷感の変化と暑い・寒いという印象が有意に相関した。暑い印象の映像呈示では総末梢血管抵抗が低下、心拍出量が増加、全身温冷感が増加した。一方、寒い印象の映像呈示では、総末梢血管抵抗が増加、心拍出量が低下、全身温冷感が低下した。このような反応は実際の暑熱環境や寒冷環境に曝露した際の生理反応に近く、ヒトの体温調節機能は視覚情報によっても影響を受けることを示唆した。

表1. 室温一定条件での結果

	暑い印象	寒い印象	印象との相関
総末梢血管抵抗	↓	↑	-0.180*
心拍出量	↑	↓	0.310**
全身温冷感	↑	↓	0.445**

(2) 温度可変条件

暑い映像、寒い映像を呈示しながら、暑熱曝露、寒冷曝露を行った結果、特に暑い映像を呈示した際の、寒冷曝露条件で顕著な結果が得られた。すなわち、寒冷条件では深部体温が他の条件よりも有意に低下し、平均皮膚温が有意に高かった。これは温度一定条件でも見られた、暑い印象を呈示した際の総末梢血管抵抗の低下によると考えられる。すなわち実際は寒冷環境下にあるにも関わらず、視覚情報は暑い印象を与えたため、脳において実環境と印象の齟齬が起こったと考えられる。暑い印象の映像が、本来、寒冷曝露時に生じる血管収縮反応を阻害し、他の条件に比べて放熱が促進したため、結果として深部体温の低下につながったと考えられる。一方で、暑熱曝露条件では有意な差は得られなかった。従って、暑い印象の映像と寒冷曝露条件の組み合わせが最も脳内における視覚情報と体温調節機能の齟齬が起こりやすいと考えられる。また、予想通り深部体温が変化しない被験者、すなわち映像に体温調節反応が阻害されない被験者も存在した。

(3) 個人差の検討

映像呈示によって体温調節反応が変化しない被験者が、寒冷曝露条件において3名ほど見られた。1名はよく運動をする被験者であったため、生活習慣の影響が考えられた。さらに遺伝的背景の一つとしてエネルギー代謝に影響を与えるとされるmtDNA多型との対応を探したが、被験者数の少なさもあり、残念ながら関連を明らかにすることはできなかった。本研究で得られた成果を手がかりに、今後さらに被験者数を増やし検討を重ねる必要がある。

(4) まとめ

本研究から、仮説通り体温調節反応が視覚情報によって影響を受けることが示唆された。一方で、影響を受ける個体とそうでない個体にもたらす要因は、今後さらに検討をする必要がある。

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1件)

Takakura J, Nishimura T, Watanuki S. Visual information without thermal energy may induce thermoregulatory-like cardiovascular responses. J Physiol Anthropol.28;32:26、2013.

6．研究組織

(1)研究代表者

綿貫茂喜 (WATANUKI SHIGEKI)
九州大学大学院芸術工学研究院
デザイン人間科学部門・教授
研究者番号：00158677