

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 5 日現在

機関番号：17301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011 ～ 2012

課題番号：23650419

研究課題名（和文）地球温暖化に伴う熱中症の防止と紫外線防御の相対的な対策に関する保健健康情報

研究課題名（英文）Health information about relative measures between prevention of heatstroke in global warming and defense to Ultraviolet rays

研究代表者

大渡 伸 (Ohwatari Nobu)

長崎大学・熱帯医学研究所・准教授

研究者番号：80128165

研究成果の概要（和文）：地球温暖化の進行に伴い、熱中症による緊急入院患者が増加している。屋外における熱中症対策と共に紫外線対策が必要である。しかし、熱中症対策と紫外線対策は二律背反する。本研究は、紫外線対策を考慮した熱中症対策に有効な衣服や熱耐性の獲得に関する情報を提供し、熱中症と紫外線障害を回避する健康情報を公開する事で社会貢献を目指す。

研究成果の概要（英文）：In progress of the global warming, urgent inpatients due to the heat stroke are increasing in late years. In the outdoors, ultraviolet rays measures are necessary with heat stroke measures. However, heat stroke measures and the ultraviolet rays measures do antinomy. This study provides information about the clothes which are effective for heat stroke measures in consideration of ultraviolet rays measures and the heat-tolerance acquisition and we aim at the contribution to society by showing healthy information avoiding heat stroke and ultraviolet rays obstacle.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：スポーツ科学・応用健康科学

キーワード：保健健康情報

1. 研究開始当初の背景

私は、35年間体温調節に関する温熱生理学の研究を行ってきた。また、1995年より紫外線が強い高地に生息する哺乳類の紫外線防御から始まり、ヒトを含む哺乳類の紫外線防御について研究を推進してきた。

紫外線防御研究を始めた頃は、夏期の暑熱下で暑さを凌ぐ熱中症対策に適した、肌の露出面積が広い服装であった。従って、紫外線の悪影響について警鐘を鳴らす研究に重点を置いていた。しかし、紫外線障害が周知されてきた2006年前後から服装が大きく変化した。十数年に渡る屋外の服装調査による写真を見ると、街の雑踏風景はカモメの群れからペンギンの群れを見るが如く、服装は明色

系から暗色系に様変わりしている。紫外線防御を主眼とした暗色系の服装が大半を占める中、屋外で熱中症に罹り病院搬送となる症例が激増した。これは、暗色系服装の温度上昇は顕著でうつ熱により体温上昇を誘発するため、過剰な紫外線防御対策が主要な一原因と考えられる。

2. 研究の目的

近年、熱中症が増加している。屋外では、熱中症対策と紫外線対策の関係は二律排反性が高く、紫外線障害が周知された結果、過剰

な紫外線対策が熱中症発症の要因となる事例が増えている。本研究は、適正な紫外線対策を提示し、その状況で最も効率良い熱中症対策を検討する。服装改善により、屋外における熱中症回避法を、健康情報として発信し社会貢献する事を目的とする。

3. 研究の方法

太陽光中約6%の紫外線の受光部位は、二足歩行するヒトの体では遍在する。通常、屋外では座位、立位、歩行中の三姿勢に集約され、ヒトの姿勢・方向と太陽光角の相対角度および天候、時間、季節により、受光する部位および面積が異なってくる。また太陽入射光と受光面のなす角度が直角に近い程、受光部の光エネルギーは強くなる。

【実験】

ヒトの身体における太陽光の受光部位を、以下の方法で検証した。

被験者：実験の目的、方法および熱中症の危険性について説明し、被験者の承諾を得たボランティア学生18名(内女性8名)であった。実験中は、紫外線防御クリームとイオン飲料水を十分に常備した。

実験期間：2012年の7月24日から9月19日の快晴日で、10:30~15:00に行った。直射日光下での測定時間は、歩行動作測定で一測定が1分間の試行を9回行った。また、座位、立位の測定では、被験者1人の全測定時間は7分間であった。非測定時は日陰で休息して熱中症の危険回避に努めた。

服装、場所：身体を受光部位の検証の為、身体にフィットした運動競技用の服装とした。測定場所は、直射日光下の大学グラウンドである。

(1) 太陽光との水平角度が、 0° 、 30° 、 60° 、 90° および -30° 、 -60° となる歩行ライン12mを設定し、自然な歩行運動中の映像を水平ビデオ撮影した。また、高さ4.5mのやぐらから 0° 、 30° 、 60° 、 90° について同様の俯角ビデオ撮影を行った。

歩行の一サイクル画像から、歩行動作の変曲点で受光が著名となる8姿勢と、開始姿勢と同様となる終止姿勢を加えた9画像(図1. 参照)を抽出して、太陽光受光部位を検証した。

8姿勢とは以下の状態である。(但し、A：右足、B：左足；又はA：左足、B：右足)

①前方へ踏み出したAの踵が着地した時点で、A、Bともほぼ一直線に伸びている。

②Aへ体重移動し、Bを引き付けABの大腿がほぼ垂直に揃い、Bの下腿が最も上がっている。

③Bの下腿を振出し、体重が乗ったAの足首と、Bの足首が揃った状態。

④Bの大腿を前上方へ振出し前方へ重心を移動し、Bの大腿が最も上がった状態。

⑤前方へ踏み出したBの踵が着地した時点で、A、Bともほぼ一直線に伸びている。

⑥Bへ体重移動し、Aを引き付けABの大腿がほぼ垂直に揃い、Aの下腿が最も上がっている。

⑦Aの下腿を振出し、体重が乗ったBの足首と、Aの足首が揃った状態。

⑧Aの大腿を前上方へ振出し前方へ重心を移動し、Aの大腿が最も上がった状態。

⑨①の状態となり歩行の1サイクルとなる。また、上記の足の動作に伴い、左右の上肢・肩および脊椎や骨盤などの相対的動作が連動する。



図1. 歩行運動から抽出した9画像

(2) 自作の円形回転盤上で座位、立位の姿勢にて、回転盤を回転させたビデオ撮影を行った。太陽光に対し水平角度が 0° から 60° 毎の6方向から、回転盤を1回転させ被験者のビデオ撮影を行った。このビデオ映像から太陽光に対し 30° 毎の12画像を抽出して受光部を検証した。

また、紫外線暴露量に応じ呈色反応を示すUVラベル(H：高感度；日油技研工業株式会社)を体の40ポイントに貼り、紫外線暴露量の相対的評価を行った。

(3) 市街地で服装調査を行い、1、2の実験結果から市民の服装の紫外線防御および熱中症対策を検証して、市民認識に関する問題点および改善点について検討した。

4. 研究成果

(1) 人体の体表面は曲面により構成されているが、その曲がり具合を表す曲率(半径rの円の曲率は $1/r$)は体の各部位により異なり、複雑な曲面で構成されている。曲率

が大きい程筋肉質の角張った男性に多い体型で、曲率が小さいのは皮下脂肪が多めのなだらかな輪郭の女性の体型に多い。また、女性固有の乳房やお産のための骨盤の形状やサイズなど、曲率に特徴的男女の性差が表れている。

なだらかな丘と岩場の丘で例えると、一定方向からの太陽光に対しなだらかな丘では太陽光に曝される面積が広がるが、岩場の丘では陰影ができ暴露面積は減るが暴露部位の光エネルギー密度が高い傾向が解る。この様に男女の体型の特徴からも、同様の傾向が顕われていた。

(2) 10:30~15:00の実験時間で、太陽への仰角が大きい11:00~13:30では髪の長さや髪型から女性の頸部は、頭部や髪の影となり直射日光に曝されていなかった。しかし、髪が短い男性では頸部の一部に太陽光が当たっていた。その他の時間帯では、太陽光の暴露面積に関し髪型に因る差は有るが、男女共に頸部は直射日光に曝されていた。髪型による太陽光遮蔽の効果は認められる。

(3) 今回の被験者は18~24歳の男女で、肥満に分類される者は居なかった。しかしながら、全身的な肥満体型や内臓脂肪の蓄積され腹部が出た体型においては、太陽紫外線に曝される面積は広がる。さらに、朝・夕の時間帯の太陽紫外線の密度は低い、正午に比較し太陽の仰角は小さくより広範囲に、太陽紫外線に曝される。従って、これ等の体型では、太陽紫外線の総被曝量は増大し、紫外線影響のリスクは高まるであろう。

(4) 背が前屈傾向にある者の背部の暴露面積は広い傾向が見られた。近年、若者の多くに胸部の前屈傾向が見られる。また、加齢によっても胸部から腹部にかけての前屈傾向が進行する。この場合も、太陽紫外線に曝される面積は広がる。従って、これ等の体型では、太陽紫外線の総被曝量は増大し、紫外線影響のリスクは高まる。

(5) 熱中症のリスクが高い高温・多湿の環境下で、体温を36~37°Cの正常体温に維持するには皮膚血管の血流量の調節による非蒸発性熱放散が、発汗に先行して誘発される。特に、手部や足部に密に存在する動静脈吻合

が拡張し、前腕・上腕、下腿・大腿の皮膚温を上昇させ、体幹部へ還流する血液を効率的に冷却する。

(6) 上記の非蒸発性熱放散に因っても体温上昇を抑制できない場合は、蒸発性熱放散である発汗が誘発される。非蒸発性熱放散による心機能による強制対流や血管が疎な表皮の熱伝導に比較し、汗の気化熱による体温上昇抑制であるため効果は強力である。しかし、汗の源は塩分を含めた水分であるため水分摂取が推奨されている。

(7) ヒトの体は春から初夏にかけ、徐々に暑さに強くなる暑熱耐性の夏の体に変化してきた。一般に気温28°Cを超えると熱中症のリスクが高まると言われてきたが、最近では25~26°Cでも熱中症が発生している。特に、小中学校で発生している。エアコンにより暑熱耐性の夏の体への変化を阻害している可能性が高い。科学が進化する事により人間の機能は退化しているのかもしれない。

(8) 熱中症の原因は体温上昇に伴う脳温の上昇により、温度による脳組織の機能不全または機能損傷による。一般的な熱中症対策グッズは、脳温上昇を抑制のがメインで脳へ至る総頸動脈から内頸動脈および椎骨動脈を冷却する装具である。確かに、高温を感知するメイン・センサーは脳に存在するが、常に脳温を冷却する方法が正鵠を得ているのか不安が生じる。体温調節が、脆弱な幼児や機能低下が見られる高齢者にとっては不可欠であるが、壮年の体温調節の正常な人にとって正確な温度情報が得られない状況では、体温調節機能が減弱するのではないかと危惧している。

【長崎大学職務発明規程第4条の規定に基づき、発明（考案）届出書の作成中で、研究成果については、後日追加報告いたします。】

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)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大渡 伸 (Ohwatari Nobu)
長崎大学・熱帯医学研究所・准教授
研究者番号：80128165

(2) 研究分担者

山内 正毅 (Yamauchi Masaki)
長崎大学・教育学部・教授
研究者番号：00128232