

皮膚温度感受性の日内変動に関する検証

山下穂南美¹⁾, 虎本紗代¹⁾, 栃原裕²⁾

¹⁾九州大学大学院芸術工学府, ²⁾九州大学芸術工学研究院

Study of Circadian Variation in Cutaneous Thermal Perception

Honami YAMASHITA¹⁾, Sayo TORAMOTO¹⁾, Yutaka TOCHIHARA²⁾

¹⁾ Graduate School of Design, Kyushu University, ²⁾ Department of Human Science, Faculty of Design, Kyushu University

Abstract: The aims of this study were to investigate circadian effects on cutaneous thermal perception. Nine healthy men participated in this study. Their cutaneous thermal thresholds for warm and cool sensations were measured during four times a day. Our results showed that skin temperature (T_{sk}) at cool thresholds on upper arm, forearm, and mean (weighted mean by Hardy and DuBois'7-point formula) were significantly lower in the morning than other times ($p < 0.05$). Those were found to have a positive correlation between T_{sk} and T_{sk} at thresholds on almost body region. For this reasons, it is suggested that T_{sk} at cool thresholds vary depending on the circadian variation of T_{sk} .

Key words: Cutaneous Thermal Sensitivity, Thermal sensation threshold, thermal perception, Circadian rhythm

要旨: 健康な成人男性 9 名を対象に、一日の 4 つの時間帯に温冷覚閾値の測定を行うことで、皮膚温度感受性の日内変動を検証した。仰臥位安静状態で 9 部位上にセンサーを当て、皮膚温と同じ温度から加温及び冷却をし、各温度変化を自覚した時点でスイッチを押してもらった。冷覚の自覚皮膚温は上腕、前腕、平均 (Hardy-Dubois7 点法による重みづけ平均) において早朝に他の時間より有意に低く、冷たさを自覚する温度は測定時の皮膚温に伴って早朝に最小の日内変動をしたと示唆された。

キーワード: 皮膚温度感受性, 温冷各閾値, 温度感覚, サーカディアンリズム, 日内変動

1. はじめに

空調設備の発達に伴って、室内での温冷感や温熱的快適感に関する研究は現在まで数多く進められてきた。環境温度は皮膚の温度受容器によって感知され、これを介して得られた温度情報によって温冷感や快適感は認知される。この皮膚からの温度情報は冷暖房の調節や飲食、衣服など体温調節のための行動に影響を及ぼすだけでなく、自律性体温調節を反応させる情報源でもある。よって、皮膚温度受容について研究することは健康で快適な室内環境を検討する上で重要だと言える。皮膚温度感受性に関して現在までに多くの研究が行われており、身体の部位差や年齢差、出生地域による差があることが報告されている。しかし、一日の中での変化に関して研究した事例は未だ見られない。ヒトの体温は日内変動することが知られており、皮膚温度受容も日内変動性を持つ可能性が考えられる。本研究では、一日 4 回にわたって温冷覚閾値の測定することで皮膚温度感受性の日内変動について検討を行った。

2. 方法

平成 24 年 9 月から 10 月にかけて、男子大学生 9 名を被験者とし、一日の 4 つの時間帯：早朝 (06:00)、昼 (12:00)、夕方 (18:00)、夜 (24:00) に実験を行った。被験者の着衣条件は T シャツとトランクスのみとした。実験環境は室温 27°C、相対湿度 50% とし、被験者は一日中実験室内に滞在した。30 分間の座位安静後、約 90 分間かけて仰臥位安静状態で全身 9 部位 (頬、胸部、腹部、上腕、前腕、手掌、大腿、下腿、足背) において温覚 (Warm) および冷覚 (Cool) の 2 種類の温冷覚閾値の測定を行った。温冷覚閾値の測定には、インタークロス社の温冷覚閾値計を使用した。センサーを測定部位に当てセンサー表面部の温度と接触部の局所皮膚温がほぼ等しくなった時点 (開始皮膚温) で加温および冷却を開始し、温覚・冷覚を自覚した時点でボタンスイッチを押してもらった。この時点での温度を自覚皮膚温、開始皮膚温から温度変化の自覚を申告するまでに要した温度を温度変化量とした。加温および冷却速度は ± 0.1°C/秒とした。全身 9 部位の自覚皮膚温を体表面積重みづけ平均することによって平均自覚皮膚温、平均温度変化量、平均皮膚温を算出した。

3. 結果および考察

3.1 温度変化量

温度変化量は温覚・冷覚共にいずれの部位にも時間による有意差は見られなかった。このことから、温度変化量は日内変動がないことが示唆された。

3.2 自覚皮膚温

温覚閾値はすべての部位および平均自覚皮膚温で時間による有意差は見られなかった。冷覚閾値は上腕、前腕および平均自覚皮膚温において時間による有意差が認められ($p<0.05$)、早朝にほかの時間より低い自覚温度を示した(図1下)。このことから、冷覚の自覚皮膚温には早朝に最低値を示す日内変動がみられ、早朝にほかの時間帯よりも冷たさを感じる温度が低いことが示唆された。

3.3 開始皮膚温

開始皮膚温は、温覚における頬において、冷覚における胸部、腹部、上腕、大腿および平均皮膚温において時間による有意差が認められた($p<0.05$)。これらの部位においては早朝に最も低値を示した(図1上)。また、時間による有意傾向が見られた手掌、足背の末梢部では朝に最低値を示さず、夜に最大値を示した。このことから、末梢部とそれ以外の部位では違う日内変動が見られ、末梢部では夜間の直腸温を低下させるために夜に最大を示し、それ以外の部位では深部体温に伴って早朝に最小を示したと考えられる。

3.4 開始皮膚温と自覚皮膚温の関係

冷覚の自覚皮膚温と開始皮膚温が共に早朝に最低値を示す日内変動をしたことから、自覚皮膚温と開始皮膚温の相関について調べた。冷覚測定時の腹部、前腕以外の7部位および平均において有意な正の相関が見られた($p<0.05$)。特に、手掌($r=0.87$)と足背($r=0.85$)の末梢部において強い正の相関が認められた($p<0.001$)。温覚においては、全ての部位および平均で有意な正の相関が見られた($p<0.05$)。この結果から、測定時の皮膚温が低いほど自覚皮膚温は低くなっており、冷覚の自覚皮膚温は皮膚温に伴って早朝に最小の日内変動をしたと推測される。

温冷覚閾値と皮膚温の関係について、手背における温覚・冷覚の刺激閾に対応する受容器温度は初期皮膚温度に依存することが報告されている(棚沢ら,1979)。しかし、Haganderら(2000)は手掌(拇指球)において、冷覚のみで自覚皮膚温と初期皮膚温との極めて弱

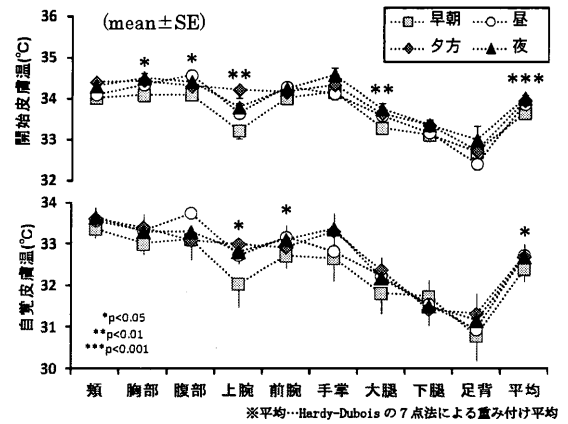


図1 部位別の冷覚開始皮膚温と冷覚自覚皮膚温

い相関が見られたことを報告している。今回の実験では、温覚・冷覚の自覚皮膚温は初期皮膚温に依存し、その相関は特に冷覚測定時の末梢部で強いことが示唆された。Stevensら(1998)は高齢者の温覚の鈍化に関して、低下した末梢循環が温覚に影響している可能性を指摘しており、温度受容には皮膚血管の血流状態が関係している可能性も考えられる。皮膚での温度受容に関する研究は未だ明らかでない部分が多いが、皮膚温や皮膚血流の低下が皮膚温度受容に影響を与えると推測される。そのため、自覚皮膚温が開始皮膚温に伴って変動し、温度変化量には日内変動が見られなかったのだと考えられる。

また、冷覚のみで自覚皮膚温の日内変動が見られた要因の一つとして、温点と冷点の特性の違いが挙げられる。人体の皮膚において温点よりも冷点の方が密度が高く、より皮膚表面部近くに分布しているため温感感受性よりも冷感感受性の方が高いことから、冷覚刺激に対してより顕著に日内差が生じたと考えられる。

4. 文献

棚沢一郎.1979.伝熱学的に見た人間の局部的温度感覚. 冷凍.54(626):991/997.
 Hagander LG., Midani HA., Kuskowski MA., Parry GJG. 2000. Quantitative sensory testing effect of site and skin temperature on thermal thresholds. Clin. Neurophysiol.111:17/22
 Stevens JC, Choo KK. 1998. Temperature sensitivity of the body surface over the life span. Somatosens Mot Res. 15:13/28

<連絡先>山下 穂南美
 〒815-0032 福岡県福岡市南区塩原4-9-1
 九州大学大学院 芸術工学府 芸術工学専攻
 E-MAIL h.yamashita.196@s.kyushu-u.ac.jp