

血管運動神経系障害と皮膚温についての考察

Vasomotor nervous system disorders and skin temperature

○魚橋慶子

○Keiko Uohashi

東北学院大学

Tohoku Gakuin University

キーワード: 血管運動神経 (vasomotor nervous), 皮膚温 (skin temperature), 自律神経 (autonomic nerve), 更年期障害 (climacteric disturbance, climacteric disorder, menopausal syndrome), 矛盾脱衣 (paradoxical undressing)

連絡先: 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学 工学部 機械知能工学科 魚橋慶子,
Tel.: (022)368-7284, Fax.: (022)368-7070, E-mail: uohashi@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

1. はじめに

血管運動神経系障害とは、血管径の調整を行う血管運動神経の不調を原因とする障害のことである。具体的な症状としては冷え、のぼせ、ほてり、発汗、動悸などが挙げられる。これらは更年期障害の症状として挙げられることがある。しかし同時期ならびにその他の時期において自律神経失調症とされたり、他の疾患が原因とされたり、特段の理由無しとされたりすることもある。

本発表では血管運動神経系障害の原因を探る端緒として、皮膚温についての調査結果ならびに血管運動へ関連しての考察結果を述べる。

最初に、被験者が体の一部に血行不良または血行の良さを感じるときに、赤外線放射温度計を用いて皮膚表面温度を測定した結果を述べる。

続いて血管運動神経系障害と呼ばれる症状には、血管運動神経や自律神経の不調からではなく、血管自体に備わる血管径調整機能から説明できる症状があることを説明する。

最後に、血管運動系障害と呼ばれる症状の原因を調査するために調査すべき事項、どのような測定機器の開発が望まれるのかを提案する。

2. 測定方法

赤外線放射温度計を用い、女性 1 名の皮膚表面温度を測定した。主として冬季・夏季の、手足・胴体などに冷えを感じる時・感じない時・温かさを感じる時、それぞれ複数回数、日常生活の合間に自宅または職場で測定した。

測定期間、測定回数、測定期間における被験者の年齢・状況は下記である。

<期間 1> 2016 年 2 月 8 日～4 月 17 日

300 回. 47 歳. 手・足・肩 (背面) に冷え・温かさを感じる日, 眼の周り・側頭部表面に血行不良・良の繰り返しを感じる日が多い。

<期間 2> 2016 年 8 月 14 日～10 月 9 日

67 回. 47 歳. 肩 (背面) に血行不良・温かさを感じる日, 眼の周り・額 (左右端) に

血行不良・良の繰り返しを感じる日が多い。
＜期間3＞ 2017年2月11日～2月23日

28回、48歳。手・足に冷え・温かさを感じる日が多い。背部・下側目蓋などにも血行不良・良の繰り返しを感じる日は多いが、手足以外は意識しなければ気付かない程度。期間1よりも冷え・温かさの程度が減少した自覚あり。期間3後半は、期間3前半よりも冷え・温かさや血行不良・良の程度が減少した自覚あり。

「冷え症」を体の一部に耐えがたい冷えを感じる症状とすれば、被験者に冷え症の自覚は無い。

測定部位は次の部位である。

- A：頬（左・右）
- B：肩（左・右）
- C：上腕内側（左・右）
- D：上腕外側（左・右）
- E：手第四指先内側（左・右）
- F：掌（左・右）
- G：足第二趾付け根内側（左・右）
- H：足裏（土踏まず内側）（左・右）
- I：胸（胸骨下端隣接部）
- K：太腿後側（左・右）

（注）一部の項目のみを測定した回がある。

日常生活を阻害しないよう、測定し易い位置を選らんだ。手足の測定部位として、皮膚が冬季に荒れにくい部位を選んだ。

冷えを感じる時、温かさを感じる時、食後ある程度時間を経たとき（直後、3時間後、5時間後など）、就寝前後、就寝中の、測定可能なときに皮膚温を測定した。冷え・温かさのピーク時の測定に努めたこと、毎日定時に測定することの困難さから、測定時刻が設定された。

3. 測定結果

期間1の就寝中、背・腕などに冷えまたは温か

さ（熱さ）を感じ覚醒したときが数日あった。2016年3月5日の皮膚温測定結果をTable 1に挙げる。

Table 1 皮膚温（時刻は24時間制。アルファベットは前節測定部位の記号。温度の単位は℃）。

skin temperature.

| 時刻 | A | B | C | D |
|------|------|------|------|------|
| 0:40 | 32.7 | 36.8 | 35.6 | 33.6 |
| 2:25 | 32.3 | 41.4 | 34.4 | 36.8 |
| 2:35 | 31.3 | 39.0 | 39.3 | 37.6 |
| 7:30 | 39.6 | 41.7 | 40.8 | 39.4 |

| 時刻 | E | F | G | H | I | K |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 0:40 | 27.5 | 33.8 | 27.1 | 28.4 | 38.0 | 36.1 |
| 2:25 | — | — | — | — | — | — |
| 2:35 | — | — | — | — | — | — |
| 7:30 | 43.3 | 34.5 | 38.3 | 39.4 | 44.1 | 43.3 |

Table 1において、就寝直前0時40分は夕食約4時間20分後、背・腕が冷えた気がした2時25分は夕食約6時間5分後、腕・足など暖かくなった感じがした2時35分は夕食約6時間15分後である。起床直後は7時30分の測定であり、冷え・温かさと特には感じていない。I：胸以外は左右の平均値である。記号「—」は測定しなかったことを表す。2時25分、2時35分は被験者が一時的に起床し測定した。冷えた気がした部位の皮膚温が、就寝直前よりも高かったり、特には暖かさを感じない起床時が夜中よりも一層高くなったりした。

期間1の2月平日昼間は、約16～18℃の室内で過ごす時間が長かった。その室内において、期間1を通じてG：足第二趾付け根内側の皮膚温が20℃未満であるのを観測したのは、1回（2016年2月15日18:10頃）のみであった（屋外からの入室直後を除く）。期間3の平日昼間は、約14

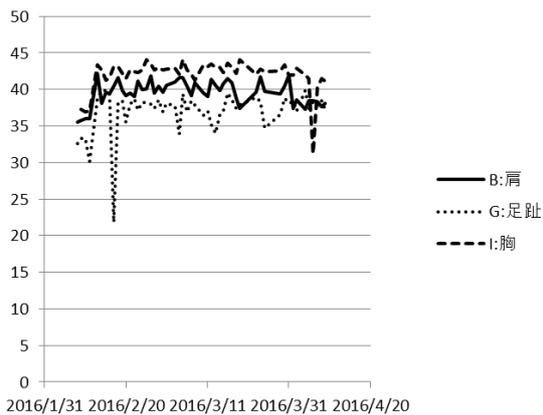


Fig.1 期間1の皮膚温（起床直後）
（縦軸は温度 [°C]）.

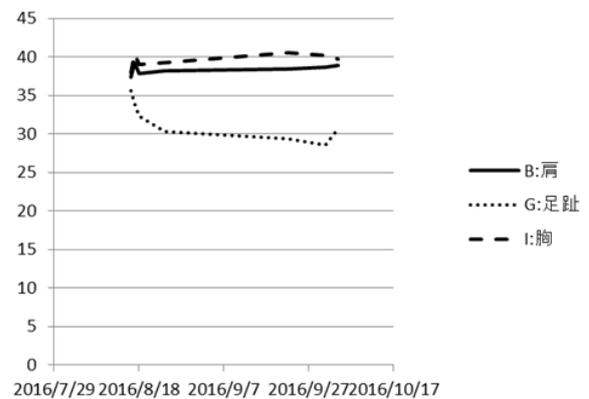


Fig.3 期間2の皮膚温（起床直後）
（縦軸は温度 [°C]）.

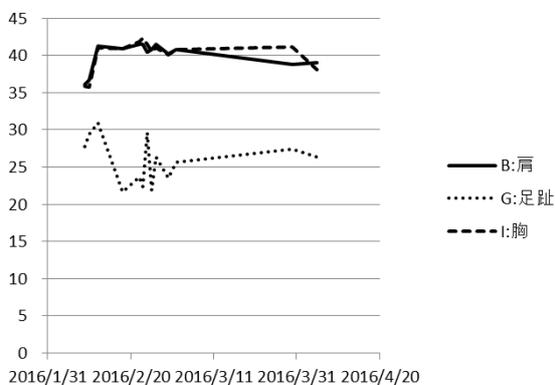


Fig.2 期間1の皮膚温（15:00～18:00に1回観測した値）（縦軸は温度 [°C]）.

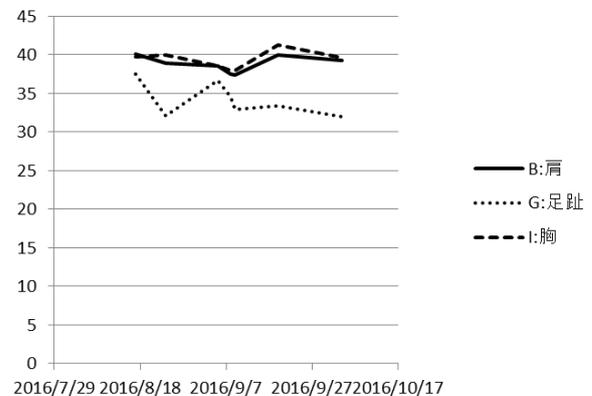


Fig.4 期間2の皮膚温（15:00～18:00に1回観測した値）（縦軸は温度 [°C]）.

～16°Cの室内で過ごす時間が長かった。その室内において、期間1の2日間（2017年2月22～23日）、G：足第二趾付け根内側の皮膚温を15:30～17:30に2回ずつ測定した。すると合計4回すべて20°C未満を観測した。居室移動による室温低下が、期間1、3の違いの原因だと思われる。

夏季は冬季よりもB：肩、I：胸の皮膚温が概して低く、起床直後ではG：足第二趾付け根内側の皮膚温も低い傾向にあった。昼間は、夏季の方がG：足第二趾付け根内側の皮膚温は高い傾向にあった（Fig.1-4）。H：足裏も部位Gと同様の傾向であった。（Fig.1-4において、測定しなかった日の値を線形補間した。特にFig.2-4で長い線分が目立つのは、そのためである。）

E：手第四指先内側について、冬季（期間1の2月）は夏季（期間2の8月）よりも、30°C未満を観測する日の割合と40°C台を観測する日の割合がともに多く、日内変動が大きかった。F：掌は部位Eにやや似た傾向である。

他の部位については、夏季・冬季の差が不明瞭であった。ただし夏季・冬季とも同一日内では、気温・室温の高い時刻に皮膚温が高くなる場合が頻繁にみられ、月単位の傾向と時間単位の傾向が相反していた。

なお期間2平日昼間は、25～28°Cの室内で過ごす時間が長かった。

4. 考察

熱さを感じるときの皮膚温が、熱さを感じないときの皮膚温よりも低いときが複数回あった。皮膚温そのものではなく、皮膚温の変化量により熱さを感じることが示唆される。熱中症の罹患が、気温ではなく気温差によることに類似する。

夏期と冬季で傾向が異なるのは、気温・室温、着衣・寝具による被服気候の影響が血液分布に表れるからだと考えられる。さらに虚血部位の経年変化も表れている可能性がある。しかし被験者の、以前の時期に皮膚温を測定した記録がないため、経年による影響と気候による影響との判別が困難であった。

また被験者は体調の左右差を自覚しているが、左右の皮膚温に明確な差を見出せなかった。

5. まとめ

本研究では同一被験者に対し1年余に渡り複数回かつ複数部位について皮膚温の日内変動・季節間変動を観測した。冷えを感じやすい者と感じ難い者の皮膚温を比較すると有意差がみられると限らないという、他研究結果がいくつかある。有意差がなくなる理由として、冷えを感じる部位は反動で温かくなるときがあること、気温・室温・温度変化量で冷え・温かさの感じ方が変化することを、本研究は示唆している。

使用した赤外線放射温度計は狭い面積の温度を測定するものであった。したがって個々の血管の伸縮を調べたり、心肺機能・自律神経系機能を調査したりするには至らなかった。

また被験者を複数名とすることや、主観的な「冷え感」の有無によらない血管運動をとらえることも、重要だと思われる。血行が良くなる場合、静脈流の増加により静脈の冷たさを感じることがある。冷えと血流の関係を調べる際は、冷えのす

べてを血行不良へ分類しないよう、注意が必要である。

6. 今後の課題

6.1 血管運動神経系障害というのは本当か

以下「裏付け」不十分な内容もあるが、種々の現象を自然に説明する方法を提案する。

血管運動神経系障害と呼ばれる症状の原因が特定されないことは、冷え・熱さを感じる部位の血管や自律神経系へホルモンが直接作用すること、主原因を求め過ぎるからだと考えられる。

たとえば更年期障害、月経前症候群、排卵期症候群の症状のうち、血管運動神経系障害と呼ばれる多くの症状の主原因は、子宮内膜または内臓内壁の肥厚または充血による他部位の虚血性貧血だと思われる。卵胞ホルモン（エストロゲン）と黄体ホルモン（プロゲステロン）の分泌量自体によらず、一方の割合が過多であるときに肥厚または充血が起こると考えられる。男性においても、これら女性ホルモンに対応する男性ホルモンの分泌バランスによる内臓内壁の肥厚または充血により、（更年期障害などの）血管運動神経系障害と呼ばれる症状が発現すると思われる。

更年期障害に関するアンケート調査では、「お腹が張ると頭痛がする」などの患者の声が挙げられる。お腹の張りを消化器の不調ではなく、充血と仮定すれば、血管に関する様々な症状が説明できる。自律神経の活動は腹部以外の虚血に対応するための活動であり、自律神経が不調になるのではないと思われる。たとえば動悸の発生は、虚血の反動で血管が急激に拡張した（この現象は血管自体の性質）ときに心拍数を上げ血圧を維持するため、自律神経がきちんと働くからだと考えられる。

日単位の症状変動はホルモンバランスから説明される。一方、時間単位・分単位・秒単位の症状

変動は、胃など充血しやすい器官の活動により説明できると考えられる。たとえば月経前に空腹感を強く感じる症状は、黄体ホルモンが満腹中枢にはたらくからだという説がある。しかし胃の幽門から腸へ食べ物を送り出したあと、胃が鳴動しながら他の期間よりも大きく動くため、空腹感が増すと考えられる。

症状の現れ方は、虚血量の変化に関連すると思われる。月経周期などにより虚血量が大きく変化する時期は、虚血の度に体全体へ虚血が広がりめまい・(位置が不特定な)頭痛などが起こると考えられる。しかし虚血が慢性化すると、(自律神経ではなく血管自体の性質により)収縮し難くなった血管の血流が増加し、収縮し易い血管付近の不調が始まると思われる。ホットフラッシュ(顔が急に熱くなる)、目・耳の不調、側頭部痛などは、頭・顔の周辺部分に虚血が偏る症状であろう。その他の更年期障害や、慢性化した虚血に重なる月経前症候群なども、血管の性質から説明可能だと思われる。自律神経の不調とされがちな不眠症状も、胃の消化活動に連動した、顔などの血流変化から説明することができる。

高所(低温かつ低酸素)で長時間過ごす者や鉄欠乏性貧血の者にも、ホットフラッシュ(顔が急に熱くなる)などの代表的更年期障害症状がしばしば現れる。酸素または鉄を集めるために血液が胴体へ集中し、周辺部位の虚血が慢性化するからだと考えられる。

寒冷地で遭難し死亡する者が衣服を脱いだ姿で発見されることが、時折報告される。この脱衣は矛盾脱衣と呼ばれ、神経系の異常が原因とされている。しかし、特に筋肉の虚血が慢性化し筋肉の周辺(腱、筋膜など)に虚血が偏る段階では、冷えの反動で狭い部分の血流が増加し、高温を感じやすくなり、脱衣することが考えられる。矛盾脱衣者の皮膚温の測定結果を我々は知らないが、通常の生活者でも起こる程度、40℃台かもしれない。

6.2 調査すべきこと

調査すべきことは、前節に挙げたことを裏付ける事項である。本資料を読んだ方々の助けを借りるため、列挙する。

各部位につき1箇所の温度や血流を測定するのではなく、筋肉、腱、筋膜、皮膚、内膜、内壁などの血流を逐次的に測定すれば、充血・虚血と種々の症状との関連が明確になるとと思われる。たとえば目のピントを合わせる筋肉・腱、目に入る光量を調節する筋肉・腱、三半規管の血流、鼓膜につながる血流、その他顔の筋肉・腱・筋膜を個別に調査すれば、神経系症状と捉えられていることのかなりは、血流の変動により正確に説明できると考えられる。

食事による皮下脂肪量・内臓脂肪量の変動が少ない者ならば、子宮内膜・内臓内壁の厚さの変動を、(家庭用体重計で測定される)体脂肪量・内臓脂肪面積の変動により類推できると考えられる。しかし大雑把な類推しかできないため、秒単位・分単位で子宮内膜・内臓内壁の厚さ・滞留血液量が詳しく測定できれば、体内の血液分布を調べる大変な助けとなる。

内膜・内壁の血管密度が高いときは、圧力上昇によりお腹の張りを感じやすいと思われる。しかし血管密度は高くなく内膜・内壁が肥厚するのみのとき、お腹の張りを感じにくいと思われる。ゆえに自覚症状のない場合でも、内膜・内壁の充血状態を調べる方法があればよい。

「内臓が血行不良」という表現が、しばしば使われる。しかし内臓を筋肉部分と内膜・内壁に分け、逐次的に血流を調べる方法があればよい。

血管運動神経系障害と呼ばれる症状の「困り感」の高い者が、調査対象の重点に置かれる。したがって虚血の程度や変動の大きい者が調査対象から外されることは、原因が解明されない理由の一つである。ゆえに症状の軽重によらず比較すること

や、男性と女性の比較、更年期障害・月経前症候群・排卵期症候群同士の比較などを、血管の時間変動の面から進めればよいと考えられる。

ホルモンの直接作用に重点を置き過ぎ、現象の説明が不自然な例を、最後に1つ述べる。排卵後の基礎体温上昇の主原因は卵巣の熱産生であると、考えられる。基礎体温の高温期に交じる突然の低温（逆もあり）、黄体ホルモンの変化に比例しない基礎体温変化が、大変自然に説明できる。なお卵巣の細胞が固く、卵巣からホルモンを産生することが困難になるのが早い者が、更年期障害症状の発現の早い者だと思われる。卵巣の産生エネルギーを正確に測定することや、卵巣の固さを非侵襲で測定すること、そしてどの部分の固さを調べればよいのか考察することは、工学・医学の境界領域だと考えられる。

- 7) 東北大学加齢医学研究所心臓病電子医学分野
「自律神経失調症という病名はありません」
<http://mec1.idac.tohoku.ac.jp/>

参考文献

- 1) 医学大辞典 第20版, 南山堂 (2015)
- 2) 楠幹江: 女子学生における冷え性の自覚と下肢皮膚温について, 安田女子大学紀要, **40**, 253/257 (2012)
- 3) 西川桃子, 我部山キヨ子: 冷え症の定義, 測定, 特徴および妊婦の冷え症に関する文献レビューと今後の研究の方向性, 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻紀要 健康科学, **6**, 57/65 (2009)
- 4) 日本血管生物医学会 (編): 血管生物医学事典, 朝倉書店 (2011)
- 5) 堀畑友希, 杉田典大, 吉澤誠: 赤外光カメラを用いた映像脈波に関する研究, 計測自動制御学会東北支部 第301回研究集会, 301-8 (2016)
- 6) 山田祐也, 田中明, 杉田典大, 吉澤誠, 山家智之: 顔の色変化からの生理情報の抽出と応用, 計測自動制御学会東北支部 第298回研究集会, 298-4 (2015)