

無汗が睡眠に与える影響についての基礎的検討
～ 健常者における睡眠時の発汗活動とその季節変動～研究分担者 朝比奈正人 同和会神経研究所・神経内科津田沼
坂口正雄 スキノス東御研究所

研究要旨

目的：深部体温は夜間に低下し、睡眠中は低く保たれる。この睡眠時の体温低下に発汗活動が関与するならば、無汗症患者では睡眠に影響が出る可能性がある。しかし、健常者および無汗症患者における睡眠時の温熱性発汗を評価した報告はない。本研究では健常者の睡眠時の発汗活動を解析し、睡眠時の体温調節における発汗の役割について考察する。

方法：被験者は73歳の健常男性。発汗（左大腿前面）、皮膚温（左大腿前面）、敷布団表面の温度・湿度（被験者腰部）、室温を就寝～起床間で経時的に測定した。測定期間は2016年10月～2017年11月、計130日の測定を行った。発汗測定にはSKN-1020（スキノス社）を用いた。掛布団は表と裏がガーゼ、中央に脱脂綿で構成した肌掛けを用い、寒期にはその上に綿布団をかけた。

結果：就寝後、皮膚温の上昇に関連して温熱性発汗がみられた。春期（3～5月）、夏期（6～8月）、秋期（9～11月）、冬期（12～2月）それぞれの測定項目の平均値に関しては、発汗速度は春期に最も高値でその他の季節では差はみられなかった（春期 0.049 ± 0.014 、夏期 0.036 ± 0.016 、秋期 0.034 ± 0.013 、冬期 0.038 ± 0.015 mg/min/cm²）。皮膚温は秋期で最も高かった（春期 36.0 ± 0.2 、夏期 35.8 ± 0.2 、秋期 36.5 ± 0.5 、冬期 36.2 ± 0.2 ）。布団温度（春期 34.4 ± 1.0 、夏期 35.3 ± 1.1 、秋期 33.8 ± 1.2 、冬期 32.7 ± 1.4 ）と室温（春期 18.5 ± 4.6 、夏期 28.6 ± 3.1 、秋期 20.3 ± 4.3 、冬期 13.3 ± 1.8 ）は夏期で高く、冬期で低かった。布団湿度は夏期で高かった（春期 56.6 ± 9.2 、夏期 68.5 ± 11.6 、秋期 56.0 ± 8.5 、冬期 $53.3 \pm 5.5\%$ ）。睡眠中の継時的な発汗活動に関しては、夏期では就寝時から皮膚温が高く、発汗活動も持続的にみられた。他の季節においては、就寝時の皮膚温は低く、皮膚温の上昇に伴い発汗がみられた。睡眠中の発汗は冬期においても認められた。

結論：睡眠中の温熱性発汗活動は、冬期も含め年間を通して確認された。このことは発汗が睡眠中の体温調節に季節を問わず関与していることを意味する。特発性後発性全身性無汗症（AIGA）のような無汗を呈する疾患では、季節を問わず睡眠中の体温調節に異常をきたす可能性があり、今後、AIGAにおける睡眠障害について検討することが望まれる。

A. 研究目的

ヒトの生理活動には季節変動、日内変動など周期的変化がみられることが知られている。例えば深部体温は夜間に低下し、睡眠中は低く保たれ、覚醒前から再び上昇する。この睡眠時の体温低下の生理学的機序は十分明らかにされていないが、熱産生の低下、皮膚血流を介した放熱、発汗などの関与が考えられる。睡眠時の体温低下は良質の睡眠を得るのに必要と考えられ、体温調節に問題のある無汗症患者では睡眠に問題が生じる可能性があるが、無汗症患者および健常者における睡眠時の温熱性発汗を評価した報告はない。本研究では健常者の睡眠時の発汗活動を解析し、睡眠時の体温調節における発汗の役割について考察する。

B. 研究方法

実験開始時73歳の健常男性の被験者において就寝から起床までの間の局所発汗、皮膚温、敷布団温度、敷布団湿度、室温を継時的に測定した。測定は長野県東御市の一般家屋で行われ、測定開始5分後に就寝し、起床直後に測定を終了した。掛布団は表と裏がガーゼ、中央に脱脂綿で構成した肌掛け（パシーマ、龍宮）を用い、寒期にはその上に綿布団をかけた。測定を行った期間は2016年10月～2017年11月で、測定日数は計130日であった。発汗速度の測定には発汗計SKN-1020（スキノス社）を用い、測定プローブを左大腿前面に装着した。皮膚温測定用サーミスタを左大腿

前面に装着して皮膚温を測定した。寝床内の温度と湿度の測定にはHMI32（Vaisala社、フィンランド）を用い、被験者腰部の部位に一致する敷布団表面の温度と湿度を測定した（図1）。

統計解析は、季節間の相違については一元配置分析を行い、有意差が診られた場合にTukey HSDを用いて多重比較を行った。



図1. 測定装置

（倫理面への配慮）

本研究は厚生労働省の定める臨床研究に関する倫理指針に基づいて行った

C. 研究結果

一晚の各測定値の平均値に関しては、年間を通じた発汗の最低値は 0.015 mg/min/cm²

(11月)、最大値は0.095 mg/min/cm²(8月)であった。皮膚温の最低値は35.4 (8月)、最高値は37.7 (10月)、布団温度の最低値は29.5 (2月)、最高値は39.4 (8月)、布団湿度温の最低値は39.1%(4月)、最高値は83.2%(7月)、室温の最低値は9.4 (1月)、最高値は31.6 (8月)であった。

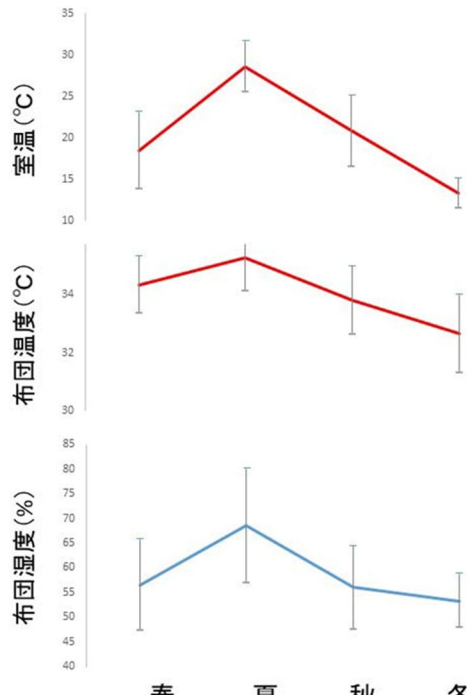


図2. 室温、布団温度、布団湿度の季節変化

各測定値の季節ごとの平均値に関しては、室温は春(3~5月)18.5±4.6、夏(6~8月)28.6±3.1、秋(9~11月)20.8±4.3、冬(12~2月)13.3±1.8であり、夏に有意に高く、冬で有意に低かった。布団温度は春34.4±1.0、夏35.3±1.1、秋33.8±1.2、冬32.7±1.4であり、冬で有意に低かった。布団湿度は春56.6±9.2%、夏68.5±11.6%、秋56.0±8.5%、冬53.3±5.5%であり、冬で有意に低かった(図2)。

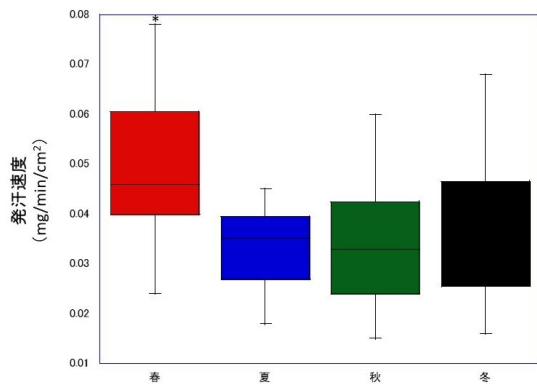


図3. 発汗の季節変化

発汗は春(0.049±0.014 mg/min/cm²)で最も高く、夏(0.036±0.016 mg/min/cm²)、秋(0.034±0.013 mg/min/cm²)、冬(0.038

±0.015 mg/min/cm²)の間で有意差を認めなかった(図3)。皮膚温は秋で有意に高く(36.5±0.5)、春(36.0±0.2)、夏(35.8±0.2)、冬(36.2±0.2)の間で有意差を認めなかった(図4)。

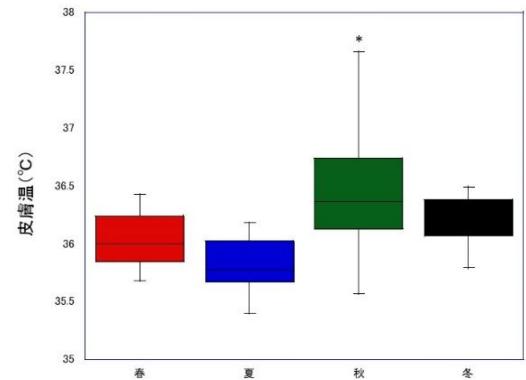


図4. 皮膚温の季節変化

睡眠中の経時的な発汗活動に関しては、夏では就寝時から皮膚温が高く、発汗活動も持続的にみられた(図5B)。夏の発汗波の振幅は、冬(図5D)よりも大きい、春(図5A)や秋(図5C)に比べてむしろ小さい印象であった。夏の就寝中の皮膚温、布団温度、布団湿度は測定中は一貫して高く推移した。春(図5A)、秋(図5C)、冬(図5D)においては、就寝時の皮膚温は低く、皮膚温と布団温度の上昇に伴い発汗活動がみられ、発汗に伴い布団湿度が上昇した。

D. 考察

体温の日内周期に関する過去の研究は、生理的至適温(中性温)域で行われた報告がほとんどであるが、今回の研究では四季を通して測定を行い、年間を通した室温の幅は20以上で(最低9.4、最高31.6)、冬期と夏期の平均寝室温の差は15以上であった(冬期13.3、夏季28.6)。この温度環境は関東¹⁾や関西^{2, 3)}における戸建家屋の寝室の実態と一致し、実臨床に反映できる記録を収集できた。

健常者では、深部温は日中高く、夜になると下降し始め、就寝後にさらに低下して維持され、覚醒前から再び上昇し始める⁴⁾。就寝前半にみられる深部温の下降には、熱産生の減少、皮膚血管の拡張に伴う熱放散の増加、汗の気化熱による冷却などの関与が推測される。今回の測定で、夏期では発汗が睡眠初期からみられ、睡眠中で持続してみられた。この結果は、夏期においては全睡眠時間において発汗が体温調節に参与していることを意味する。一方、春期、秋期、冬期においては睡眠初期には発汗はみられず、睡眠初期の深部温の低下⁴⁾には、主に熱産生の減少と皮膚血流増加による熱放散のみで対処していると推測される。しかし、睡眠後半になると寝具内の温度および皮膚温が上昇し、それに伴い発汗が生じた。春期、秋期、冬期では、寝具内温度および皮膚温が上昇する睡眠後半の体温調節に発汗が関与すると考えられた。室温の低い冬期であっても睡眠中の体温

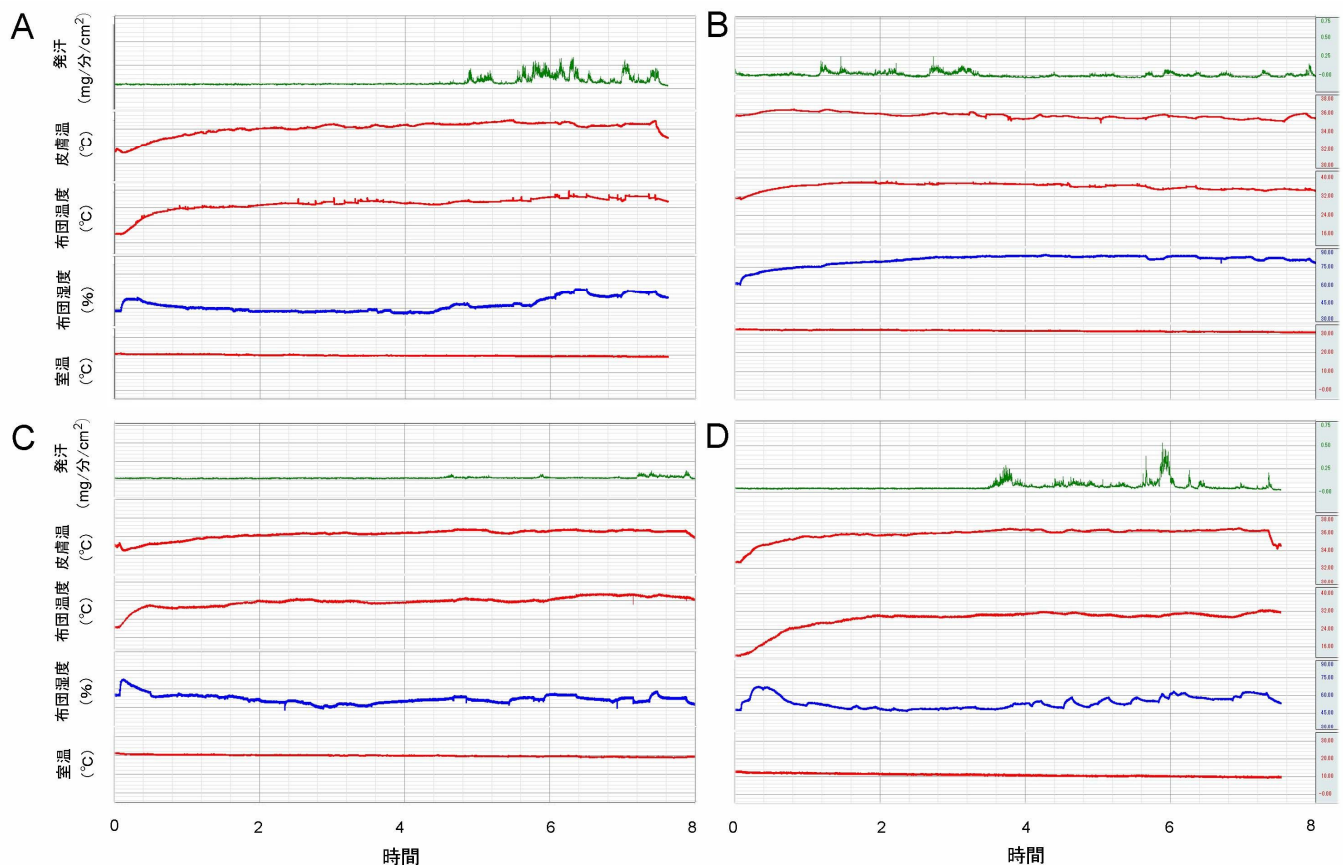


図5. 春期 (A)、夏期 (B)、秋期 (C)、冬期 (D) の代表的な睡眠中の測定記録

調節に発汗が関与していることは驚きであり、これは発汗が障害された患者では季節を問わず睡眠に問題が生じる可能性を示唆する。特発性後天性全身性無汗症 (AIGA) などの全身性無汗を呈する疾患では、夏の暑熱環境や運動時における深部温上昇に伴う熱中症などが問題とされてきた⁵⁾。しかし、今回の研究によれば、無汗症患者では季節を問わず睡眠中の体温調節に問題があり、睡眠の質が悪化している可能性が示された。

本研究では睡眠中の発汗は春期で最も多く、夏期、秋期、冬期で差がみられなかった。最も暑い夏期ではなく、春期に発汗が多いことを考察する。本研究で測定した温熱性発汗は、蒸発する気化熱で皮膚を冷却するものであり、流れ落ちる過剰な汗は冷却に役立たない。つまり、全て蒸発する量の汗を持続的に分泌することが最も効率的な発汗と言える。図5Aに示すように夏期の発汗は、時間当たりの分泌量 (発汗速度) は少ないが、持続的に発汗がみられている。これは夏期では暑さに順応し、効率よい発汗が行われていると推察される。一方、徐々に暑くなる春期では、まだ暑さに順応できていないため、過剰な発汗が生じている可能性がある。

文献

- 1) Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K: Effects of season on sleep and skin temperature in the elderly. *Int J Biometeorol* 54: 401-409, 2010
- 2) 亀ヶ谷佳純, 磯田憲生, 佐々尚美, 久保博子, 東実千代: 夏期の寝室温熱環境が高齢者と若齢者の終夜睡眠に与える影響。

- 3) 中村恵子, 久保博子, 磯田憲生: 冬期の戸建て住宅における温熱環境の実測調査: 居住者による心理的評価(ポスターセッション).
- 4) Aschoff J: Circadian timing. *Ann N Y Acad Sci* 423:442-468, 1984
- 5) 佐藤貴浩, 中里良彦, 朝比奈正人, 他: 特発性後天性全身性無汗症診療ガイドライン。

E. 結論

睡眠中の温熱性発汗活動は、冬も含め年間を通して確認された。このことは季節を問わず発汗が睡眠中の体温調節に重要な役割をはたしていることを意味する。AIGAを代表とする無汗を呈する疾患では、季節を問わず睡眠中の体温調節に異常をきたす可能性があり、今後、AIGAにおいて無汗が睡眠に与える影響について検討することが望まれる。

G. 研究発表

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得
該当なし
2. 実用新案登録
該当なし
3. その他
該当なし