

# 皮膚へのメントール塗布が運動時の 熱放散および呼吸循環反応に及ぼす影響

高柳 俊隆 (筑波大学大学院)

## 1. 目的

ヒトにおいて、皮膚の温度受容器から体温調節中枢 (視床下部) への求心性入力、体温を一定に保つ上で重要な役割を果たす。先行研究において、メントールは皮膚の感覚神経細胞に存在する冷受容器 (TRPM8) を選択的に活性化し (Jordt et al. 2003)、常温下運動時の発汗反応を抑制することが報告されている (Kounalakis et al. 2010)。暑熱下では常温下よりも皮膚温が高くなるため、皮膚の温度受容器からの求心性入力が大きくなり、メントール塗布による冷受容器からの求心性入力の影響が小さくなるかもしれない。もしそうであれば、メントール塗布が暑熱下運動の皮膚血管拡張・発汗反応に及ぼす影響が小さくなると考えられるが、このことは検討されていない。また運動時には深部体温の上昇に伴い換気量が増加するが、この反応は皮膚の温度受容器からの求心性入力の影響を受けないと考えられている。そのため、この換気亢進応答はメントール塗布の影響を受けないと考えられるが、これは直接検討されていない。

そこで本研究では、全身の皮膚にメントールを塗布することで暑熱下運動時の熱放散反応および換気反応に及ぼす影響を検討した。

## 2. 方法

(実験I) 健康な男性 10 名を対象とし、気温 30°C、湿度 50% に設定した環境制御室内において、半仰臥位での中強度一定負荷自転車運動を、運動前に全身の皮膚 (首より上、手甲、足甲を除く) にメントールを含まない溶液 (コントロール溶液) を塗布する条件 (コントロール条件: Con 条件) および 3% 濃度のメントール溶液を塗布する条件 (メントール条件: Men 条件) で行った。

(実験II) 健康な男性 8 名を対象とし、気温 35°C、湿度 50% に設定した環境制御室内において、実

験Iと同様のプロトコールを実施した。

## 3. 結果

温度感覚は塗布後の安静時および運動時において Men 条件で低値を示し (より冷たいと感じ)、低下の程度は運動時より安静時の方が大きく、また 30°C より 35°C の環境下で大きかった。

深部体温の指標である食道温 ( $T_{es}$ ) は、塗布後の安静時および運動時において Men 条件で高値を示し、Con 条件との差は 35°C の環境下においてより大きくなる傾向を示した。

皮膚血管拡張・発汗反応の深部体温閾値 (縦軸に皮膚血管拡張および発汗量、横軸に  $T_{es}$  をプロットして評価) は Men 条件で高値を示した。また Con 条件の深部体温閾値との差を比較すると、35°C の環境下においてその差がより大きいまたは大きい傾向を示した。

換気反応の感受性 (縦軸に換気量、横軸に  $T_{es}$  をプロットし、回帰直線の傾きを評価) は Con 条件と Men 条件で差はなかった (実験 I のみ評価)。

## 4. 結論

暑熱下 (30°C) において全身の皮膚に 3% 濃度のメントール溶液を塗布しても、深部体温上昇に伴う換気反応の感受性は影響を受けないことが示唆された。その一方で、運動時の熱放散反応が抑制され、深部体温の上昇が促進される可能性が示唆された。また、この運動時の熱放散反応の抑制と深部体温の上昇は、より高温の環境下 (35°C) でもみられた。これらの結果から、メントール塗布による冷受容器 (TRPM8) を介した熱放散反応の抑制および深部体温の上昇は、30-35°C の暑熱環境下でも起こり得ることが示唆された。