



## 熱中症予防と皮膚の健康に大きく関連する発汗機能の解明



研究者所属・職名： 人間発達環境学研究科・教授

ふりがな こんどう なりひこ

氏名：近藤 徳彦

主な採択課題：

- [基盤研究（B）「運動と遺伝子が高温下での運動パフォーマンスに係る汗イオン濃度調節に及ぼす影響」（2017-2020）](#)
- [特別研究員奨励費「年齢や暑熱順化がイオン再吸収能力から評価した発汗機能に及ぼす影響」（2016-2018）](#)
- [特別研究員奨励費「高温高湿環境下での暑熱順化と脱順化が汗腺機能と皮膚血管拡張に及ぼす影響」（2018-2019）](#)

分野：環境生理学、運動生理学

キーワード：汗腺でのイオン再吸収能、運動・運動トレーニング、暑熱順化、年齢、発汗調節、汗イオン調節

### 課題

- **なぜこの研究をおこなったのか？（研究の背景・目的）**  
進化の過程で獲得したヒトの汗（発汗機能）は、高温下での安静時や運動時の体温維持、日常生活での皮膚の健康（保湿、炎症予防など）と密接に関わり（図1）、我々の生活の質（QOL）を支えている。発汗機能は汗の量と質（成分、主に塩分）の両面からの検討が必要であるが、これまでの研究はそれを汗の量から研究したものが多く、本研究では汗の成分調節（汗腺でのイオン再吸収能）から発汗機能を、評価法、運動の効果、暑熱順化（季節変化も含む）、加齢等も含め、詳細に検討する。
- **研究するにあたっての苦労や工夫（研究の手法）**  
汗の成分の連続測定から発汗機能（汗腺でのイオン再吸収能）の評価法を確立する
  - 1) 汗の成分を連続的に測定できる皮膚電気抵抗は皮膚の状態、汗の量と成分に影響されるため、抵抗値だけでは汗の成分の評価が難しい。
  - 2) そこで、発汗量と皮膚電気抵抗との関係を用いることで、汗腺でのイオン再吸収能の評価が可能となった。

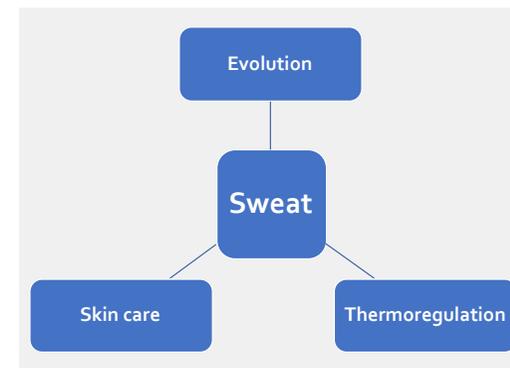


図1 汗と進化，体温維持および皮膚の健康との関連

## 熱中症予防と皮膚の健康に大きく関連する発汗機能の解明

### 研究成果

● どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

1) 運動が汗腺でのイオン再吸収能を高める

運動を実施すると血液中にアルドステロンが分泌され、これにより汗腺でのイオン再吸収能が高まる可能性がある。運動時（最大酸素摂取量の60%の運動負荷）と安静温熱負荷時（安静時に体温を上昇させる）での汗腺でのイオン再吸収能を比較すると運動時のそれが安静時のそれより高かった。

2) 皮膚の温度で汗腺でのイオン再吸収能は変化する

細胞の活動は温度に依存するため、皮膚の温度（30, 33および36℃）を変化させ、汗腺でのイオン再吸収能を測定した。その結果、皮膚温の上昇とともに再吸収能は高くなり、6℃の温度差でそれが顕著になった。

3) 高齢者でも暑さに慣れる運動トレーニングを実施すると汗腺でのイオン再吸収能が改善する

高齢者の熱中症予防の観点で、高温下での運動による暑熱順化と脱順化により汗腺でのイオン再吸収能がどのように変化するか検討した。9日間の暑熱順化で身体の部位（胸部）によってはそれが改善し、その改善は順化後1週間で消失した（図2 : Gerrett et al., *Exp Physiol*, 2020）。

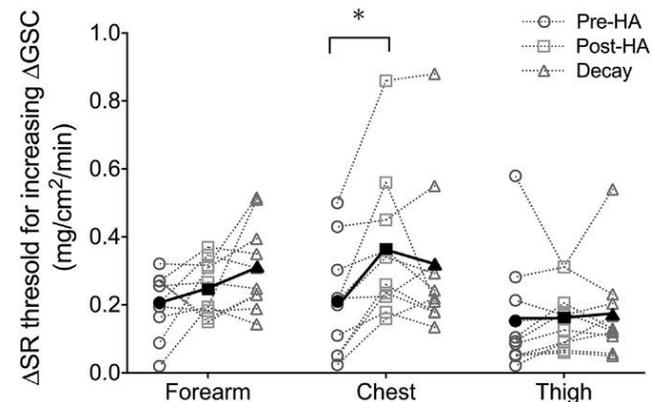


図2 暑熱順化・脱順化による高齢者の汗腺でのイオン再吸収能の変化

### 今後の展望

● 今後の展望・期待される効果

汗イオン濃度を低くすることで、汗の蒸発が促進し、体液の恒常性も維持しやすい。本研究では皮膚電気抵抗を用いたため、汗に含まれるイオン全てを相対値として測定している。汗には多くの成分が含まれるため、今後はそれらの絶対値を簡便に、また、汗の量とともに測定することが重要となる。現在、図3の測定法を考案し（Ohashi et al., *Anal Chem*, 2020）、健康に関連する汗成分（糖など）の分析を進めている。今後は日常生活での汗の量・成分が測定できるウェアラブルセンサーを開発し、人々のQOL維持・向上に貢献したい。

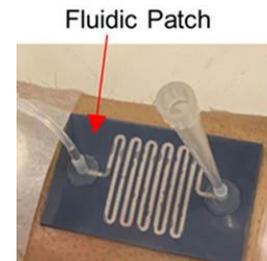


図3 汗の量と成分を測定するパッチ