

研究代表者 所属・職：スポーツ科学部・准教授

氏 名：西村 直記

研究課題名：炭酸泉入浴時の皮膚血管拡張機序の解明 — 熱中症予防対策への応用に向けて —

取り組み状況

本研究の目的は、炭酸泉への浸漬部位のみに観察される皮膚血管拡張反応や温熱感覚上昇の機序を明らかにし、これらの結果を、実際のスポーツ現場や高齢者の熱中症予防対策に応用することである。

1. カプサイシン溶液塗布による皮膚血管拡張および温度感覚上昇機序の検討

これまで申請者らが行ってきた研究結果から、炭酸泉への浸漬部位でみられる皮膚血管拡張反応は、経皮的に吸収された CO_2 により生じた H^+ によって活性化される TRPV1 (カプサイシン受容体) チャンネルが関与するとの仮説を立てている。そこで、被験者の両側前腕部 (約 $7 \times 5 \text{cm}$) に、0.05% 濃度のカプサイシン溶液を塗布することで TRPV1 チャンネルを活性化させた後、右前腕を炭酸泉 (1000ppm) に、左前腕を水道水にそれぞれ 10 分間浸漬させた際の皮膚血管反応と温度感覚及び痛みの感覚の変化を左右の前腕で比較・検討した。尚、水温による温度感覚への影響を無くすために、水温はいずれも 34°C に設定した。

2. リドカイン塗布による皮膚血管拡張および温度感覚上昇機序の検討

炭酸泉への浸漬部位でみられる皮膚血管拡張反応に対する TRPV1 チャンネルの関与について検討するために、被験者の両側の前腕屈側部位 (約 $7 \times 5 \text{cm}$) に、リドカイン (電位作動性 Na^+ チャンネルのブロック) を塗布した後、右前腕を炭酸泉 (1000ppm) に、左前腕を水道水 (水温はいずれも 34°C) にそれぞれ 10 分間浸漬させた際の皮膚血管反応と温度感覚及び痛みの感覚の変化を左右の前腕で比較・検討した。

研究成果の内容

1. カプサイシン溶液塗布による皮膚血管拡張および温度感覚上昇機序の検討

水道水 (左前腕部) への浸漬部位では皮膚血管反応はほとんどみられず、温度感覚の上昇もわずかであった。温度感覚の上昇についてはカプサイシン塗布によるものであると考えられる。他方、炭酸泉 (右前腕部) への浸漬部位では、浸漬開始後間もなくして温度感覚が上昇し、浸漬開始約 1 分後から皮膚の紅潮が認められ、それに伴って皮膚血流量も漸増した。また、炭酸泉への浸漬中は痛みの感覚が増強した。さらに、炭酸泉浸漬後では、炎症反応とみられる皮膚血管拡張範囲の拡張が認められた。これは、経皮的に吸収された CO_2 により生じた H^+ が TRPV1 (カプサイシン受容体) チャンネルを活性化させると同時に、カプサイシンによっても TRPV1 チャンネルが活性化された結果であると考えられた。よって、炭酸泉への浸漬時にみられる皮膚血管反応および温度感覚の上昇には、TRPV1 チャンネルが関与している可能性があると推察された。

2. リドカイン塗布による皮膚血管拡張および温度感覚上昇機序の検討

炭酸泉への浸漬部位でみられる皮膚血管拡張機序に関して、TRPV1 の活性時には細胞外から細胞内へ Na^+ や Ca^{2+} などの陽イオンが流入し、これにより静止膜電位の上昇や活動電位が発生し、皮膚血管拡張作用のあるメディエーター (CGRP や substanceP など) が放出されることによると考えられる。そこで、リドカインクリームを塗布する事により、電位作動性 Na^+ チャンネルをブロックさせた後、炭酸泉へ浸漬させた。その結果、リドカインクリーム塗布部位での血管拡張開始は明らかに遅延したが、時間経過と共に徐々に血管拡張反応

が観察された。しかしながら、リドカイン塗布部位と非塗布部位での温度感覚には差が認められなかった。炭酸泉への浸漬後では、リドカインクリーム塗布部位の皮膚の紅潮はより顕著となったが、経皮麻酔効果（痛みの感覚の喪失）はしばらく持続した。これらの結果から、皮膚血管拡張に関しては、 Na^+ のみならず TRPV1 チャンネルや電位作動性 Ca^{2+} チャンネルからの Ca^{2+} の流入が、血管拡張作用のあるメディエーターの放出に関与している可能性を示唆するものである。しかしながら、温度感覚上昇の機序に関しては、更なる検討が必要である。