

## 放射光微小血管撮影を用いた寒冷負荷血管反応の研究

佐藤藤夫<sup>1)</sup>、松下昌之助<sup>1)</sup>、兵藤一行<sup>2)</sup>、徳永千穂<sup>1)</sup>、佐々木昭暢<sup>1)</sup>  
榎本佳治<sup>1)</sup>、金本真也<sup>1)</sup>、平松祐司<sup>1)</sup>、榊原 謙<sup>1)</sup>

1. 筑波大学大学院 人間総合科学研究科 心臓血管外科
2. 高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光施設

【背景】四肢の末梢血管は、寒冷刺激により初期には収縮し、刺激の持続により拡張するといわれている(cold-induced vasodilation: CIVD)。この現象は、皮膚の温度やレーザードップラーを用いた皮膚血流量測定で観察されてきたが、深部の血管径 200  $\mu\text{m}$  以下細動脈の寒冷応答の検討は従来の手法では不可能であった。

【目的】細動脈の寒冷刺激反応を、血管径 50  $\mu\text{m}$  まで測定可能な放射光微小血管造影を用いて検討する。

【方法】ラットの後脚にラットコールドスプレーを 15cm の距離で 5 秒間連続噴射し、寒冷刺激を行った。実験1: 寒冷刺激部位の組織温度を連続 15 分間測定した。実験2: 放射光微小血管造影を用いて寒冷刺激部位の血管径を測定した。寒冷刺激から放射光血管造影までの時間により、I 群: 寒冷刺激中(5 秒間)〜3 秒後(n=6)、II 群: 寒冷刺激 15 秒後(n=6)、III 群: 寒冷刺激 30 秒後・900 秒後(n=6)、IV 群: 寒冷刺激 60 秒後(n=6)に分類した。各群の後脚動脈の 5ヶ所の血管径変化を、画像処理ソフト(NIH image)を用いて測定した。血管径の変化は血管拡張率で示した。【結果】(実験1) 寒冷刺激により組織温度は低下し、寒冷刺激 60 秒後に $-13.7 \pm 2.2^\circ\text{C}$ の最大低下を示した。(実験2) 測定対象とした動脈の寒冷刺激前の血管径は、 $197 \pm 59 \mu\text{m}$ (78~364  $\mu\text{m}$ )であった。血管拡張率は寒冷刺激中 1 秒: $9.1 \pm 20.8\%$ 、2 秒: $12.6 \pm 21.5\%$ ( $p < 0.05$  vs. 寒冷前血管径)、3 秒: $20.4 \pm 28.7\%$ ( $p < 0.05$ )、4 秒: $30.3 \pm 29.3\%$ ( $p < 0.05$ )、5 秒: $35.8 \pm 33.3\%$ ( $p < 0.05$ )であった。寒冷刺激後では、1 秒後: $38.7 \pm 44.4\%$ ( $p < 0.05$ )、2 秒後: $40.8 \pm 34.5\%$ ( $p < 0.05$ )、3 秒後: $44.6 \pm 39.9\%$ ( $p < 0.05$ )、15 秒後: $43.0 \pm 49.9\%$ ( $p < 0.0001$ )、30 秒後: $63.8 \pm 36.6\%$ ( $p < 0.0001$ )、60 秒後: $126.6 \pm 76.1\%$ ( $p < 0.0001$ )、900 秒後: $62.4 \pm 40.0\%$ ( $p < 0.0001$ )と全ての時点で収縮することなく拡張を示した。寒冷 60 秒後に最大値を示した。

【まとめ】放射光血管造影をラット後脚足部に行なうことにより、血管径 100~200  $\mu\text{m}$  の細動脈の寒冷刺激管反応を生体内で明らかにすることができた。放射光血管造影の空間分解能は 26  $\mu\text{m}$  であり、細動脈の寒冷刺激に対する血管径の変化を定量的に評価することが可能であった。深部の小動脈では寒冷刺激中より拡張が出現し、組織温度が最低温度を示したとき、血管拡張は最大となった。組織温度が寒冷前の温度に回復した後でも、血管拡張は継続した。放射光微小血管造影法により、寒冷刺激に対する末梢の深部細動脈の初期反応は、皮膚血流と異なり、収縮ではなく拡張であることが初めて明らかになった。