

# ヒトの伸張性運動により誘発される筋痛・筋損傷に スルフォラファン摂取は有効か

宮下菜緒（筑波大学大学院）

## 1. 目的

過剰な運動刺激は活性酸素種の産生を高め、骨格筋内酸化ストレスを増大させる<sup>1)</sup>。その結果、筋組織の損傷等を引き起こすことから、酸化ストレスの抑制は重要である。抗酸化ストレス応答を司る Nrf2 は、生体の維持、防御に関与する。Nrf2 を活性化させるスルフォラファン (SFN) は、酸化ストレスに対する保護効果を誘導する。近年、マウスにおける SFN 摂取が運動誘発性の酸化ストレス、筋損傷を抑制すると報告された<sup>2)</sup>。しかし、ヒトにおける運動後の筋痛・筋損傷に SFN 摂取が及ぼす影響については未知である。そこで本研究は、ヒトにおける SFN 摂取が伸張性運動後の筋痛・筋損傷に及ぼす効果について検討することを目的とした。

## 2. 方法

【実験 1】運動習慣のない若年男性 6 名を対象とした。SFN サプリメント (10mg/1 粒, 3 粒/日) を摂取し、摂取前から毎週解析を行い、最大 2 か月間を実験期間とした。ヒト末梢血単核細胞の Nrf2 下流抗酸化遺伝子群である *NQO1*, *HO-1* の mRNA 発現量を解析した。抗酸化酵素遺伝子の遺伝子発現量が摂取前と比較して有意に増加した時点で、実験を終了し、SFN 摂取期間を検討した。【実験 2】運動習慣のない若年男性 16 名を対象とした。SFN 群 (8 名) と非摂取対照群 (8 名) に無作為に分け、実験 1 で定めた SFN 摂取期間を基に実験 1 と同様に SFN サプリメントを摂取させた。70% 最大随意筋力の負荷で非利き腕の上腕屈筋群における伸張性運動を行った。触診時筋痛 (Visual analog scale: VAS)、関節可動域、筋損傷マーカー (血清 CK)、酸化ストレスマーカー (血清 TBARS) の変化を SFN 摂取群と非摂取対照群で比較した。

## 3. 結果と考察

【実験 1】2 週間の SFN 摂取により、Nrf2 下流遺伝子 *NQO1* mRNA 発現量が有意に高値を示した。

【実験 2】SFN 摂取により、触診時筋痛 (VAS) が、運動 2 日後で有意に低値を示した (図 1)。また SFN 摂取により、運動 2 日後に関節可動域の低下が有意に抑制され、血清 CK 上昇が抑制される傾向が見られた ( $p = 0.081$ )。血清 TBARS も、運動 2 日後に有意に低値を示した。また、運動直後の血清 CK と運動 2 日後の血清 TBARS において、有意な正の相関が認められた (図 2)。

以上より、2 週間の SFN 摂取が Nrf2 を活性化させ、その下流抗酸化遺伝子が誘導されることで抗酸化能が増大することが推察された。また、そのことが伸張性運動後の酸化ストレスおよび筋痛・筋損傷の抑制につながることを示唆された。

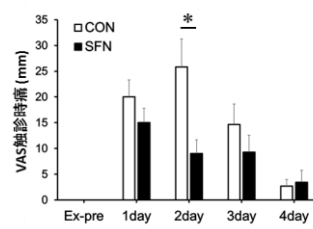


図 1. 触診時筋痛 (VAS)

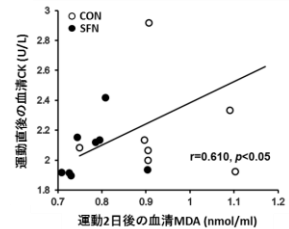


図 2. CK と TBARS の相関

## 4. 結論

本研究により、SFN 摂取による筋痛や筋損傷の抑制効果がヒトで初めて明らかになった。この成果は、アスリートにおけるパフォーマンス維持・向上に寄与するだけでなく、一般健常者の運動志向を高め、健康状態や QOL の向上をもたらす可能性がある。

## 5. 引用文献

- 1) Reid MB (2016) : Reactive oxygen species as agents of fatigue. *Med Sci Sports Exerc* 48: 2239–2246.
- 2) Oh S, Komine S, Warabi E, Akiyama K, Ishii A, Ishige K, Mizokami Y, Kuga K, Horie M, Miwa Y, Iwawaki T, Yamamoto M and Shoda J (2017) : Nuclear factor (erythroid derived 2)-like 2 activation increases exercise endurance capacity via redox modulation in skeletal muscles. *Sci Rep* 7: 1–11.