

体力医学に関する最近のトピック No. 5 : 運動効果の個人差をエピジェネティクスで探る

河野 史倫 (松本大学)

習慣的な運動は、あらゆる人・ライフステージにおいて健康維持に有益であるものの、運動効果の獲得には個人差も大きい。2007年の報告¹⁾では、若齢・高齢の男女に16週間のレジスタンストレーニングを行わせた結果、骨格筋サイズが顕著に増大した群、あまり増大しなかった群、トレーニング効果が得られなかった群に分類された。これらのサブグループは年齢・性別と関係なかったが、運動に対するインスリン様成長因子 (IGF-1) 遺伝子発現の増加応答性と関連が見られた。持久性トレーニングにおいても同様の個人差が報告されている。24週間の走運動トレーニングによって VO₂ max が118%増加した被験者がいる一方で、最も変化が小さかった被験者ではわずか7%しか増加しなかった²⁾。さらに、Bonafigliaらの報告³⁾では、短期間(4週間)の持久性トレーニング後の骨格筋におけるクエン酸合成酵素活性および毛細血管密度データは非トレーニング群に比べ、ばらつきが大きくなっており、早期の骨格筋適応で既に個人差が生じていたことも明らかにされた。

運動効果に個人差が生じる背景として、エピジェネティクスによって運動効果を記憶する仕組み(マッスルメモリー)が注目されている。Adam P. Sharplesの研究チームは、7週間のレジスタンストレーニング後に同期間トレーニングを中止(脱トレーニング)し、7週間の再トレーニングを実施した場合、初回トレーニング時よりも再トレーニング時の方が筋力・除脂肪体重の増加が顕著であったことを報告した⁴⁾。さらに、初回のトレーニングによって生じた骨格筋のDNAメチル化の増減は脱トレーニング後も維持され、再トレーニングでは低下する変化のみがさらに進んだ。この変化は再トレーニング時に遺伝子転写が活性化されやすくなったことを表し、脱トレーニング中も遺伝子の運動応答性が保持されることを示唆した。同研究チームは2025年に、2ヵ月間の高強度インターバルトレーニング後の脱トレーニング期間においてもDNAの低メチル化が残存したことを報告した⁵⁾。総じて、運動トレーニングによって骨格筋に生じるエピジェネティクスは運動応答性を高める作用を有し、これらはトレーニング中止後も残存することでマッスルメモリー形成の一要因となっていると考えられる。したがって、運動効果の個人差は、過去の生活習慣によって形成されたマッスルメモリーによる刺激応答性の強弱に起因する可能性が高く、より詳細なエピジェネティック機構の解明は『将来に効果を持ち越せる運動方法』の確立にもつながると言える。最近では筋不活動などによって生じる“負のマッスルメモリー”に着眼した研究も見受けられ、個人差の仕組みの解明に今後の期待が寄せられる。

【参考文献】

- 1) Bamman MM et al. Cluster analysis tests the importance of myogenic gene expression during myofiber hypertrophy in humans. *J Appl Physiol.* 102: 2232-2239, 2007.
- 2) Ross R et al. Precision exercise medicine: understanding exercise response variability. *Br J Sports Med.* 53:1141-1153, 2019.
- 3) Bonafiglia JT et al. Examining interindividual differences in select muscle and whole-body adaptations to continuous endurance training. *Exp Physiol.* 106:2168-2176, 2021.
- 4) Seaborne RA et al. Human skeletal muscle possesses an epigenetic memory of hypertrophy. *Sci Rep.* 8:1898, 2018.
- 5) Pilotto AM et al. Human skeletal muscle possesses an epigenetic memory of high-intensity interval training. *Am J Physiol Cell Physiol.* 328: C258-C272, 2025.