

ミトコンドリアによる筋線維タイピング—持久性運動の伴う変化—

池田 真一（筑波大学 生物学類 4年） 指導教官：宮崎 淳一（筑波大学 生物科学系）

骨格筋線維はその特性により、速筋線維 (Type II 線維) と遅筋線維 (Type I 線維) に分類でき、Type II 線維は、さらに比較的遅筋的な性質に近い Type IIA と Type IIB のサブタイプに分けられる。このタイピングの基準となっているのは通常 myosin heavy chain (以下 MHC) 成分であり、MHC I のみを含む線維を Type I 線維、MHC IIA のみを含む線維を Type IIA 線維、MHC IIB のみを含む線維を Type IIB 線維としている。

骨格筋が運動を継続するためには ATP が必要であるが、もともと筋中にある ATP の量はわずかであるため、運動を継続しながら ATP を合成し続けなければならない。骨格筋においてはその多くの部分をミトコンドリア (以下 Mt) が行っている。筋線維タイプ別の Mt 容量は、遅筋線維である Type I 線維で多く、速筋線維である Type IIB 線維では少なく、Type IIA 線維は両者の中間である。

持久性運動によって骨格筋では「遅筋化」という適応が起こる。筋線維タイプあるいは MHC 成分は速筋型から遅筋型へと変化する。具体的には遅筋 (Type I) 線維の増加や遅筋型の MHC I を含むハイブリッドファイバーの著しい増加が起こり、筋線維の特性は Type IIB (MHC IIB) → Type IIA (MHC IIA) → Type I (MHC I) の方向

へとシフトする。Mt では、容量の増加や酸化的リン酸化能の向上などが起こることが知られている。

一般的に筋線維のタイプを分類するには MHC 成分が用いられているが、Mt も筋線維タイプにより局在が異なり、遅筋線維に多く、持久性運動による適応も同じように起こると言われている。しかし、実際にマウスの足底筋を調べてみると MHC I と Mt の局在が必ずしも一致しないことがわかった。これは、「持久性運動によって Master gene が働き、これにより遅筋化に関する全ての gene を ON にする」という今まで信じられていた考えに疑問を投げかける事実である。そこで、持久性運動による遅筋化の過程における MHC と Mt (タンパク質) の発現制御機構を探る第一段階として、持久性運動モデルを使って、MHC と Mt の適応変化の様子を観察した。

マウス用に 1 日 24 時間、運動をモニタリングできるランニングホイールを製作し、それを使って自発的持久性運動を 14 週間おこなわせた、ランニング群 15 匹と、コントロール群 6 匹のヒラメ筋、足底筋、前脛骨筋を摘出し、SDS-PAGE により MHC 成分の定量をそれぞれの筋肉で行った。また、マイクロトームを用いて 10 μ m のシリアル切片を作成し、免疫組織染色法を用いて MHC、Mt の局在を観察した。