

損傷回復過程における筋節構造の変化

犬塚 貴久

I. 序論

これまで、筋の適応能力や収縮機能を支える筋節に関する研究は数多く報告されている。本研究室ではこれまでに発育期における筋線維長の増加に対し、筋節数の生成が時間的遅延をもつため、中央部の筋節が引き伸ばされること（春日規克, 馬詰良樹, 体力科学(1983),32(2)), 同時期に一過性の筋張力低下が起こること（春日規克, デザルトスポーツ科学 (1986),7)を報告した。多くの筋節構造に関する報告は成長というダイナミックな筋構造の機能が変化する発育段階において観察・研究されたものである。筋損傷も筋構造の崩壊と再生といったダイナミックな変化を辿るが、筋損傷が筋節構造に及ぼす影響を述べた報告はない。運動をすることで筋線維は損傷を起こし、筋張力は低下する。本研究では、その張力低下は損傷量にのみ依存するだけでなく、筋節の乱れによる低下の可能性も十分に考えられると仮説し、損傷による筋節構造の変化を明らかにすることを研究の目的とした。

II. 方法

本実験では実験動物としてICR系雌性マウス6匹を用いた被験筋は、長趾伸筋とした。実験動物は、挫滅損傷を施した損傷群 (n=3: 以下 Damaged 群) と脚皮膚切開のみを施した対照群 (n=3: 以下 Control 群) を設けた。Control 群・Damaged 群ともに実験処置から15日間の通常飼育を経て損傷回復させた。15日後に十分な麻酔下にて屠殺し、被験筋を摘出した。摘出した筋は5%グルタルアルデヒドを含むロック液中にて24時間固定した後、実体顕微鏡下で単一筋線維を分離し、標本を作成した。また、作成した標本の顕微鏡カメラ撮影し、PCに取り込んだ画像から、単一筋線維の形態観察と筋線維長軸上の部位ごとの筋節長、100μmあたりの筋節数を算出した。

III. 結果と考察

1. 筋線維形態観察

挫滅損傷を与えることにより筋線維の崩壊が起こったが、損傷から15日後には構造的回復が確認された。また、Control 群と Damaged 群の筋線維長を比較したが、有意な差は認められなかった。これらの結果から挫滅損傷による筋線維（筋細胞）としての形態変化は無いものと判断された。

2. 筋節数

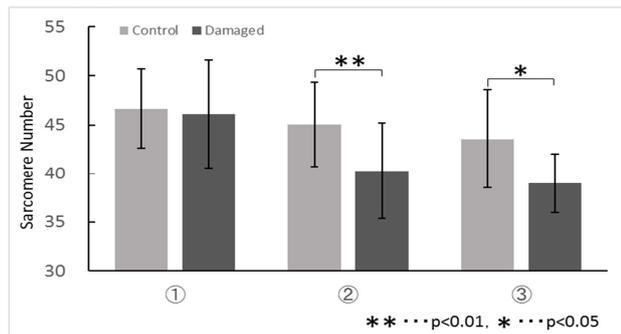


図1. 部位別100μmあたりの筋節数

筋線維の腱付近・筋四等分点・筋中央部の100μmあたりの筋節数を測定した結果、Control 群・Damaged 群ともに腱付近 (①), 筋四等分点 (②) よりも筋中央部 (③) の方が低い値を示し、先述同様に中央部の筋節長が他部位より引き伸ばされていることが考えられる。Control 群と Damaged 群を比較すると筋四等分点 (②) と筋中央部 (③) において Control 群より Damaged 群は有意に低い値を示した。この結果は、損傷からの回復に筋線維長に見合う筋節生成が行われていないという結果を示すものと考えられる。

3. 筋節長

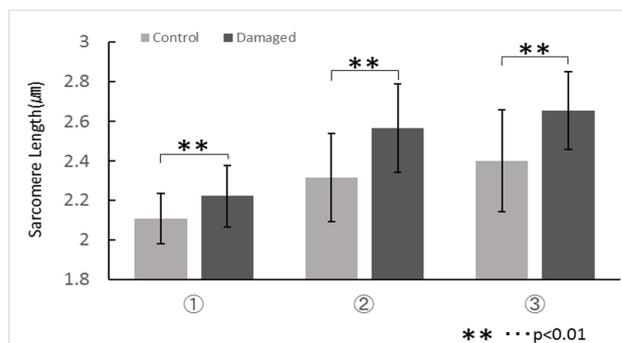


図2. 筋線維長軸上の部位別筋節長の比較

筋線維の腱付近・筋四等分点・筋中央部の筋節長を測定した結果、Control 群・Damaged 群ともに腱付近 (①), 筋四等分点 (②) よりも筋中央部 (③) 筋節長の方が大きな値を示した。これは実験に用いたマウスが7~8週齢と発育期であったため、筋線維長の増加に対し、筋節生成が追い付かず、中央部の筋節が引き伸ばされているという過去の報告 (1983) と一致するものであった。Control 群と Damaged 群の部位別筋節長を比較すると、腱付近 (①)・筋四等分点 (②)・筋中央部 (③) の全ての部位において Control 群より Damaged 群は有意に大きな値を示した。この結果から、筋損傷により筋節が引き伸ばされることが示唆された。

本来、筋節長は一定に保たれており、筋線維長に見合った筋節数が生成されるはずであるが、1~3に示したこれらの結果から筋損傷により筋線維長は変化しないのに対し、筋節が引き伸ばされ、微細構造に不均一が生じたことが確認された。筋節は筋線維長軸方向の最小単位であり、筋張力は筋節ごとに発揮されるとされているため、本実験で得られた筋損傷再生後にみられた筋節の不均一は筋発揮に大きなマイナスの影響することが考えられた。

IV. 結語

本実験により、筋損傷により筋節構造に乱れが生じることが確認された。しかし、本実験では損傷後15日を対象としたのみで、その後の機能回復や筋節再生過程は明らかにされていない。また筋張力との関連性も解明されていないため、今後も継続した検証が必要と考えられた。

(指導教員 春日規克)