

93. 関節の固定肢位の違いが筋線維、並びにコラーゲン線維におよぼす影響

【キーワード】

固定肢位・筋線維・コラーゲン線維

沖田 実¹⁾・吉村 俊朗¹⁾・中野 治郎²⁾
田原 弘幸¹⁾・加藤 克知¹⁾

¹⁾長崎大学医療技術短期大学部

²⁾長崎北病院

【目的】

関節固定に伴う廃用性筋萎縮の発症は、固定肢位の違いで異なり、骨格筋の伸張位固定、つまり骨格筋に対する伸張刺激が廃用性筋萎縮の発症・進行に重要であると報告されている。また、SavolainenらやJozsaらは骨格筋内のコラーゲン線維の変化も固定肢位の違いで異なると報告しているが、この点についての明らかな考察は示されていない。

ところで、先にわれわれは、ラットヒラメ筋の短縮位固定により筋内膜コラーゲン線維網の構築が改変することを報告した。しかし、このコラーゲン線維網の構築学的変化は単に固定肢位の影響なのか、あるいはこの変化が拘縮の発症や進展を助長しているのかは明らかでなく、課題を残した。

そこで、本研究では、固定肢位の違いが筋線維、並びに筋内膜コラーゲン線維におよぼす影響を形態学的に検討し、コラーゲン線維網の構築学的変化の意義について考察を加えた。

【対象と方法】

実験動物には、ウィスター系雄ラット8匹(体重; 350~540g、週齢; 18~22週)を用いた。ラットの右足関節は、完全底屈位の状態(以下、底屈位固定群、n=5)と中間位の状態(以下、中間位固定群、n=3)で4週間ギブス固定した。固定終了後はエーテル麻酔下で両側のヒラメ筋を採取した。採取した筋は、4gの重錘で伸張した状態のまま3%グルタルアルデヒドに浸漬し、組織固定した。組織固定した筋は、筋腹中央部で2つに分割し、一部は、エボンに包埋後、光学および透過電子顕微鏡による検索に供した。また、他の一部は、筋線維を溶解するため10%水酸化ナトリウム溶液に浸漬し、その後、走査電子顕微鏡にて筋内膜コラーゲン線維を検索した。

定量的検索は、筋直径、筋節長、コラーゲン細線維直径、コラーゲン細線維走行とし、統計処理にはt検定および χ^2 検定を用い、有意水準は5%とした。

【結果】

1) 筋線維の変化

筋直径は、両条件とも非固定側に比べ固定側が有意に小さかった。また、固定側の筋直径を非固定側の平均直径に対する比率で求めると、底屈位固定群は $65.3 \pm 12.3\%$ 、中間位固定群は $72.0 \pm 12.2\%$ で底屈位固定群が有意に小さかった。

筋節長は、底屈位固定群では非固定側に比べ固定側が有意に短いが、中間位固定群では非固定側と固定側で有意差はなかった。

固定側の筋縦断面の微細構造をみると、底屈位固定群ではミオフィラメントの配列の乱れやZ帯の断裂等が観察された。しかし、中間位固定群では筋線維の構造上の変化は観察されなかった。

2) 筋内膜コラーゲン線維の変化

コラーゲン細線維直径は、両条件とも非固定側に比べ固定側が有意に大きく、固定側のコラーゲン細線維は肥大していた。

コラーゲン細線維走行は、底屈位固定群では非固定側に比べ固定側は筋線維長軸に対して横走する細線維が多く、特に筋線維長軸とほぼ直角をなす細線維が多かった。一方、中間位固定群では非固定側に比べ横走しているものの、筋線維長軸とほぼ直角をなす細線維は、底屈位固定群に比べ少なかった。

【考察】

今回の結果から、廃用性筋萎縮は、中間位固定群に比べ底屈位固定群で著しく、このことは従来の報告を支持した。また、筋内膜のコラーゲン細線維直径は、両条件とも肥大したが、これは、諸家の生化学的考察に基づくと、未熟なコラーゲンが新たに生成されたり、コラーゲンの分子間・分子内に強固な架橋結合が生じた結果と推測できる。

一方、筋節長を比較すると、中間位固定群では固定側と非固定側で有意差はないが、底屈位固定群では固定側の有意な短縮がみられた。また、底屈位固定群では固定側のコラーゲン細線維走行が筋線維長軸に対して横走し、特に、筋線維長軸とほぼ直角をなす細線維が多かった。したがって、ヒラメ筋を短縮位で固定すると筋線維の長軸方向への弾性が低下し、これには筋内膜コラーゲン線維網の構築学的変化が影響していると推察される。さらに、この際には筋線維自体にもミオフィラメントの配列の乱れやZ帯の断裂が生じ、これらの変化にもコラーゲン線維網の構築学的変化が関係していると思われる。そして、これらの様々な要因が絡み合い骨格筋の短縮、ひいては拘縮へと進展することが予想される。また、骨格筋に対する伸張刺激は、筋線維の弾性に関連するコラーゲン線維網の構築に対しても重要であることが示唆された。