

250. 拘縮筋の筋内膜コラーゲン線維網構築の変化—短縮位固定したラットヒラメ筋による検討—

【キーワード】

拘縮筋・弾性・コラーゲン線維網

長崎大学医療技術短期大学部

沖田 実・吉村 俊朗 (MD)

田原 弘幸・中野 裕之・井口 茂

加藤 克知・東 登志夫 (OT)

【目的】

長期間の安静臥床やギブス・装具固定などにより関節拘縮を発生することは多いが、その機序については様々な見解がある。近年は筋組織、特に筋組織内のコラーゲン線維の役割が注目され、その生化学的分析から拘縮筋の弾性低下はコラーゲン架橋結合が重要な要素であると報告されている。

ところで、骨格筋の力学的特性は収縮・弾性・粘性の3要素とされ、そのうち弾性要素は筋線維を取り巻く筋内膜のコラーゲン線維網構築に深く関連することが示されている。しかしながら、拘縮筋の筋内膜コラーゲン線維網構築を検索した報告はない。

本研究は、関節拘縮の機序を明らかにする目的で拘縮筋における筋内膜コラーゲン線維網構築の変化を形態学的に検討した。

【対象と方法】

実験動物にはWistar系雄ラット4匹を用いた。右後肢は足部を完全底屈位とし、足趾から膝関節まで4週間ギブス固定した(以下、固定側と略す)。また、左後肢は無処置のままで対照とした(以下、非固定側と略す)。

ギブス固定終了後は、エーテル麻酔下で両側ヒラメ筋を摘出し、4g重錘にて伸張させた状態で3%グルタルアルデヒドに浸漬固定した。その後、筋を3mm角程度に細切し、10%水酸化ナトリウム溶液に室温で約10日間浸漬し、帯白色透明になるまで十分水洗し、コラーゲン線維のみからなる構造物とした(細胞消化法)。そして、タンニン酸とオスミウムによる導電染色、脱水・置換、凍結乾燥、金蒸着し、筋内膜コラーゲン線維網を走査電子顕微鏡(JEOL社JSM 35C/LaB6Ⅲ-A、加速電圧15kV)で検鏡した。

解析にはコンピュータ画像処理プログラムを用い、筋内膜コラーゲン線維の直径を1対象当たり100本、計400本ランダムに計測し、固定側と非固定側で比較した。また、単位面積($2\mu\text{m}^2$)当たり筋線維長

軸とコラーゲン線維走行のなす角度を時計回り方向に0°~180°の範囲で算出し、同様に比較した。尚、統計処理にはstudentのt検定、カイ2乗検定を用い、有意水準は1%未満とした。

【結果】

筋内膜コラーゲン線維の直径は、非固定側が $36.1 \pm 9.3\text{nm}$ 、固定側が $45.2 \pm 9.9\text{nm}$ で有意差が認められた($P<0.0001$)。

形態学的には非固定側の筋内膜コラーゲン線維網構築は、筋線維長軸方向に対して横走する線維もみられたが、多くは縦走する線維によって織りなされていた。一方、固定側では筋線維長軸に対して横走する線維が多く観察された。そこで、筋線維長軸とコラーゲン線維走行のなす角度を算出し、ヒストグラムを描いた。その結果、非固定側は両端が高く、90°付近が低い分布を示し、反対に固定側は両端が低い台形様の分布を示した(図1)。また、50°~130°に分布するコラーゲン線維を横走する線維とし、その数を非固定側と固定側で比較すると有意差が認められた($P<0.0001$)。

【考察】

固定側ヒラメ筋における筋内膜コラーゲン線維の直径の有意な増大は、Scullyらが述べているように短縮位固定によりコラーゲン線維同士が接近し合い短縮・肥厚し、架橋結合した結果であると推察される。また、諸家の生化学的分析結果をあわせて考察するとコラーゲン線維の分子間架橋結合が拘縮筋の弾性低下の要素の一つであることは明らかである。

次に、短縮位固定したヒラメ筋の筋内膜コラーゲン線維網構築は、筋線維長軸に対して横走する線維が多く観察され、統計的にも有意な変化であった。筋内膜コラーゲン線維網構築は骨格筋の弾性要素に関連することから、固定側ヒラメ筋の弾性、特に直列弾性要素に構築上の変化が影響していると考えられる。また、ヒトの拘縮筋(短縮筋)でも筋内膜コラーゲン線維網構築への影響が推察され、治療の際に考慮すべき点であろう。しかしながら、今回の結果が関節固定によるものか、あるいは拘縮の機序の一つであるかは確定できず、今後の検討が必要である。

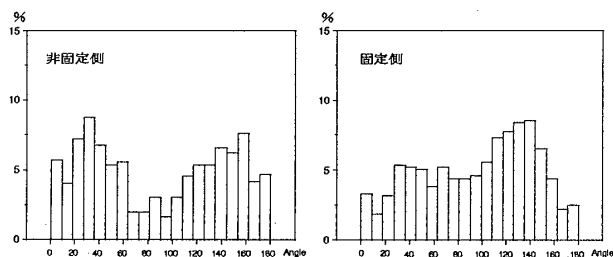


図1 筋線維長軸とコラーゲン線維走行のなす角度