

## 21 拘縮に対する筋伸張運動の効果 - 筋伸張運動がコラーゲン線維 におよぼす影響-

キーワード 拘縮・コラーゲン線維・筋伸張運動

沖田 実<sup>1)</sup>, 吉村俊朗(MD)<sup>1)</sup>, 中野治郎<sup>2)</sup>, 佐伯 彩<sup>3)</sup>

大久保篤史(OT)<sup>4)</sup>, 江口勝美<sup>5)</sup>

1) 長崎大学医療技術短期大学部, 2) 広島大学大学院生  
3) 百合野病院, 4) 長崎北病院, 5) 長崎大学医学部第一内科

【目的】これまでわれわれは、ラットの足関節に発生させた尖足拘縮に対して筋伸張運動を行い、ヒラメ筋の組織・形態変化におよぼす影響を検討してきた。そして、筋伸張運動は、拘縮の要因と考えられている筋内の結合組織の増生や筋線維・筋内膜の短縮の改善に有効であることを報告した。今回はさらに、同様の実験モデルを用い、筋膜を構成しているコラーゲン線維に対する筋伸張運動の影響を免疫組織学的染色や電子顕微鏡による微細形態の変化から検索し、拘縮に対する筋伸張運動の効果を検討した。

【対象と方法】実験動物は8週齢のWistar系雄ラット24匹で、これを対照群(n=6)と実験群(n=18)に分けた。実験群のラットは、両側足関節を最大底屈位の状態で4週間ギプス固定し、その後ギプスを解除し、6匹のラットから両側ヒラメ筋を摘出した(I群)。また、実験群の残りのラットは6匹ずつ非運動群(NS群)と運動群(S群)に分けた。そして、S群には、非伸縮性のテープを用い、麻酔下で足関節を背屈位に保持することでヒラメ筋を伸張し、これを1日30分間(6日/週)、延べ2週間行い、NS群には同期間麻

酔のみをかけた。実験終了後は両側のヒラメ筋を摘出し、各群あたり6筋の凍結切片は、I、III、V型コラーゲン抗体を用いた酵素抗体染色を行い、残りの筋は電子顕微鏡用試料とした。

【結果】対照群と比較し、I群はIII型コラーゲンが筋周膜、筋内膜の両方に、V型コラーゲンは筋内膜において増生していた。同様にNS群もIII型コラーゲンが筋周膜、筋内膜で増生していたが、V型コラーゲンは対照群と差はなかった。一方、S群はIII、V型コラーゲンとも筋内膜においては対照群と差はなく、筋周膜におけるIII型コラーゲンの増生のみが認められた。次に、電顕による微細形態変化として、実験群すべてにコラーゲン細線維の肥大が認められた。

【考察】今回の結果から、拘縮の要因とされている筋内の結合組織の増生は、主にIII、V型コラーゲンの影響によるものであり、加えて、NS群、S群ともにV型コラーゲンは対照群と差がないことから、V型コラーゲンは筋線維萎縮の改善に伴って変化すると推察される。また、諸家の生化学的検索でも筋の不動態によりIII型コラーゲンが増加することが報告されており、今回の結果は、組織切片上でもその事実を明らかにした。さらに、不動態による筋内膜のIII型コラーゲンの増生は、その後の自然回復では変化しないものの、筋伸張運動を行うことで減少させることができると考える。ただ、その機序は不明であるが、このことが先に報告した筋伸張運動による筋内膜の短縮の改善、すなわちコラーゲン線維の再配列に関係しているのではないかと考えられ、今後さらに検討が必要である。一方、コラーゲン線維は架橋結合の増加によって肥大するといわれており、今回も同様の結果が示された。しかし、筋伸張運動ではこの変化を改善させることは難しく、運動方法や他の治療手段についても検討が必要である。

## 22 荷重休止間隔がラットヒラメ筋の廃用性萎縮に及ぼす影響

キーワード 荷重休止間隔・廃用性筋萎縮・ヒラメ筋

山崎俊明, 灰田信英, 立野勝彦(MD)

金沢大学医学部保健学科

【はじめに】筆者らは、理学療法の一手段である荷重を使い、廃用性筋萎縮の進行を効率的に抑制する方法を、動物実験により検討してきた。その結果、1日1時間の荷重でヒラメ筋の廃用性萎縮の進行抑制が可能であり、その際の条件として荷重時間、頻度、間隔および開始時期が重要な因子であることを報告してきた。本研究では、近年の社会的状況として定着しつつある週休2日制の影響を検討した。具体的には、廃用性筋萎縮の進行抑制に関しては、2日連続の休日の影響が多であることが推測されるため、その影響を単純化した実験モデルを用い、荷重効果の観点から調べ、臨床に役立つ基礎データを得ることを目的とした。

【方法】Wistar系雄ラット(体重219±4g)28匹のヒラメ筋を実験材料とした。廃用性筋萎縮は、後肢懸垂法によりラットの後肢を非荷重として作製した。実験方法は、まずラットを4群(各7匹)に分け、1群を対照群(C群)、他3群を実験群とした。実験群は2週間の後肢懸垂を実施し、その間に懸垂のみで荷重しない群(S群)、1日1時間の荷重を週5日実施し2日連続休

止する群(A群)、および同様な荷重を2日連続実施し1日休止する群(B群)に分類した。なお、荷重は懸垂をはずした四肢荷重状態とし、実験期間におけるA群とB群の荷重回数および総荷重時間は同じに設定した。分析項目は、先行研究と同様に、体重、ヒラメ筋湿重量、筋線維タイプ構成比率、および断面積とした。各群の比較には分散分析を行い、有意水準は5%とした。

【結果】平均ヒラメ筋湿重量は、C群(110mg)、B群(67mg)、A群(63mg)、S群(56mg)の順で小さく、A群とB群間を除き有意差を認めた。タイプ1線維の構成比率は、C群(75.5%)、B群(71.4%)、A群(70.4%)、S群(65.4%)の順で小さく、筋湿重量と同様に、A群とB群間を除き有意差を認めた。断面積の平均値に関しては、タイプ1線維でS群はC群の49%に減少したが、A群は58%、B群は63%で、すべての群間に有意差を認めた。タイプ2線維の断面積においても同様な傾向を認めたが、A群とS群間に差はなかった。

【考察】筋湿重量およびタイプ構成比率の結果は、荷重による効果を示したが、荷重休止間隔の違いによる有意な差は認められなかった。断面積はA群よりB群が有意に大きく、荷重休止間隔が萎縮抑制に影響することが示唆された。また、A群のタイプ2線維の断面積はS群と差がなく、荷重効果は認められなかったことから、先行研究と同様に筋線維タイプによる反応の違いも推測された。本研究における1日1時間荷重は、毎日実施すれば翌日の開始までは24時間間隔であり、休日を考慮したA群の荷重休止間隔は72時間、B群は48時間である。つまり、廃用性筋萎縮の進行抑制に関しては、荷重休止間隔は72時間より48時間の方が効果的と考えられる。臨床的には、本研究結果を加味した対策を工夫し、理学療法の効果をより明確にする必要がある。