

理学療法基礎系 1

575 間歇的伸張運動が不動終了後のラットヒラメ筋の筋内膜コラーゲン線維網におよぼす影響

井上貴行¹⁾, 原田裕司²⁾, 沖田 実³⁾, 鈴木重行¹⁾

1) 名古屋大学大学院医学系研究科, 2) 名古屋大学医学部保健学科, 3) 星城大学リハビリテーション学部

key words 不動・筋内膜コラーゲン線維網・間歇的伸張運動

【目的】 臨床において、間歇的伸張運動は拘縮の治療方法の一つとして用いられているが、その治療効果を検証した報告は少ない。一方、拘縮の一病態として、筋内膜におけるコラーゲン線維の配列変化が骨格筋の伸張性・柔軟性低下に影響することが報告されている。そこで、本実験では拘縮に対する間歇的伸張運動の治療効果を検証する目的で、間歇的伸張運動が不動終了後のラットヒラメ筋の筋内膜コラーゲン線維網の形態変化におよぼす影響を検討した。

【方法】 Wistar系雄性ラットを無処置の対照群と両側足関節を最大底屈位で4週間ギプスで不動化する実験群に分け、実験群はさらに1) 不動のみの群(不動群)、2) 不動終了後に1、2週間、通常飼育する自然回復群、3) 不動終了後に1、2週間、ヒラメ筋に間歇的伸張運動を施す運動群に分けた。運動群には自作した他動運動機器を用い、麻酔下で足関節底背屈運動を4秒に1回のサイクルで1日30分、週6回実施することで間歇的伸張運動を施した。各群すべて4週間の不動直後に麻酔下で足関節背屈角度を測定し、自然回復群と運動群については不動終了後1、2週目にも同様に測定した。また、各群の実験終了後はヒラメ筋を採取し、4g重錘にて伸張した状態で組織固定を行い、細胞消化法の後に筋内膜コラーゲン線維網を走査電子顕微鏡で検鏡・写真撮影した。そして、コラーゲン線維走行を定量化するため、筋線維長軸方向と個々のコラーゲン線維のなす鋭角な角度(0-90°)を測定し、そのヒストグラムを求めた。なお、本実験は名古屋大学医学部動物実験倫理委員会の許可を得て行った。

【結果】 不動終了直後の足関節背屈角度は対照群に比べ実験群

の3群は有意に低値であった。また、自然回復群、運動群の足関節背屈角度は不動終了直後に比べ不動終了後1、2週目は有意に高値で、2週目においては運動群が自然回復群より有意に高値を示した。次に、筋内膜コラーゲン線維網の形態変化として不動群は筋線維長軸方向に対して横走するコラーゲン線維が多く、その走行のヒストグラムをみても40-70°付近に多い分布状況であった。一方、不動終了後2週目の自然回復群、運動群は筋線維長軸方向に対して縦走するコラーゲン線維が多く、その走行のヒストグラムも20-50°付近に多く分布していた。また、自然回復群と運動群を比較すると運動群がより対照群に類似していた。

【考察】 不動終了後2週目の筋内膜コラーゲン線維網の形態を自然回復群と運動群とで比較すると運動群がより対照群に類似しており、足関節背屈角度も運動群が自然回復群より有意に高値を示した。つまり、間歇的伸張運動は不動終了後の筋内膜コラーゲン線維の配列変化の改善に有効であり、このことが関節可動域制限の回復促進につながったと推察される。しかし、その作用機序などについては不明な点もあり、今後検討する必要があると思われる。

理学療法基礎系 1

576 関節不動化による骨格筋内コラーゲンの可溶性変化の検討

日比野 至¹⁾, 沖田 実²⁾, 井上貴行³⁾, 坂本淳哉⁴⁾, 片岡英樹⁴⁾, 中野治郎⁵⁾

1) 日本医療福祉専門学校, 2) 星城大学リハビリテーション学部, 3) 名古屋大学大学院医学系研究科
4) 長崎記念病院リハビリテーション部, 5) 長崎大学医学部保健学科

key words 関節不動化・コラーゲン可溶性・架橋結合

【目的】 組織内のコラーゲン線維は成熟とともに主にコラーゲン分子の末端に架橋が生成され、線維の強さや安定性が増すが、これは正常な生理反応であることから生理架橋と呼ばれている。一方、加齢とともにコラーゲン分子間にランダムに架橋が生成されることが指摘されており、これは老化架橋と呼ばれ、組織の柔軟性低下などの加齢現象の原因ではないかといわれている。そして、この架橋結合の生成過程では、架橋結合が少ないコラーゲンは中性塩、酸により可溶化されるが、さらに架橋結合の数や強度が増加するとペプシンなどの酵素による可溶化も制限を受け、不溶性のコラーゲンとなるといわれている。一方、臨床場面において、関節の不動化は骨格筋の伸張性・柔軟性低下を招き、筋性拘縮を惹起する。仮説として、この筋性拘縮の進行過程において、骨格筋内のコラーゲン線維の性質の変化、中でも老化架橋に類似した架橋結合の変化が影響していると考えている。そこで、本研究ではこの仮説を明らかにする目的で、足関節を最大底屈位で不動化したラットのヒラメ筋内コラーゲン線維の可溶性について検討した。

【方法】 8週齢のWistar系雄ラットを対象とし、無作為に両側足関節を最大底屈位の状態でギプスを用いて不動化する不動群と無処置の対照群に振り分けた。そして、不動期間は4週(5匹)、8週(4匹)とし、対照群は不動群と週齢を合わせるため、12週齢(5匹)、16週齢(5匹)までケージ内で通常飼育した。各不動期間終了後は、麻酔下で足関節背屈角度を測定し、次いでヒラメ筋を検索材料に、中性塩、酸、ペプシンそれぞれによる可溶性コラーゲンと不溶性コラーゲンを抽出した。そして、コラー

ゲンの定量としてコラーゲンに特有の構成アミノ酸であるヒドロキシプロリンの組織含有量を測定した。なお、本実験は星城大学が定める動物実験指針に準じて行った。

【結果】 足関節背屈角度は対照群に比べ不動4週後、8週後とも有意に低値であった。次に、中性塩、酸による可溶性コラーゲンは不動4週後、8週後とも対照群と有意差を認めなかった。しかし、ペプシンによるそれと不溶性コラーゲンは不動4週後、8週後とも対照群より高値であった。また、全コラーゲンも不動4週後、8週後とも対照群より高値であった。

【考察】 今回の足関節背屈角度の結果から、不動4週後、8週後とも筋性拘縮が発生していることは明らかであった。そして、コラーゲン線維の変化をみるとペプシン可溶性および不溶性コラーゲンについては不動4週後、8週後とも対照群より高値であった。したがって、不動後のヒラメ筋内のコラーゲン線維は分子間架橋結合の数やその強度が増加していることが推測される。また、このような変化は老化架橋に類似している現象であると推測され、筋性拘縮の一病態であると考えられる。