

## ■ 理学療法基礎系 18

### 501 不動化したラット膝関節の関節包コラーゲン線維に対する持続的他動運動の影響

#### — コラーゲン線維間架橋の免疫組織化学的検討 —

吉田大輔<sup>1)</sup>, 坂本淳哉<sup>2)</sup>, 中野治郎<sup>3)</sup>, 沖田 実<sup>4)</sup>

1) 管整形外科病院リハビリテーション科, 2) 長崎記念病院リハビリテーション部, 3) 長崎大学医学部保健学科  
4) 星城大学リハビリテーション学部リハビリテーション学科

**key words** 関節不動化・関節包コラーゲン線維間架橋・持続的他動運動

**【目的】** 関節を不動化すると、その周囲に存在する軟部組織の伸長性が低下し、関節可動域制限が生じる。そして、この伸長性低下には軟部組織を構成する結合組織、中でも、コラーゲン線維の変化が深く関与しているといわれている。すなわち、コラーゲン線維の分子内・分子間架橋が形成されることにより組織が伸長しにくくなると考えられている。一方、臨床では関節可動域制限に対する理学療法手段の一つとして、持続的他動運動(Continuous Passive Motion; 以下、CPM)を用いることが多い。しかしながら、関節周囲軟部組織の一つである関節包について、そのコラーゲン線維間架橋に着目し、CPMの有効性を検討した報告は現在のところ見当たらない。本研究の目的は、ラット膝関節を不動化する過程でCPMを実施し、関節包のコラーゲン線維間の架橋形成に対する影響を免疫組織化学的に検討することである。

**【方法】** 実験動物には8週齢のWistar系雄ラット10匹を用い、すべてのラットの右膝関節を4週間最大屈曲位でギプスで不動化した。そして、不動化を継続する群(以下、不動群)とその過程で膝関節に対しCPMを行う群(以下、CPM群)に振り分けた。なお、すべてのラットとも左膝関節は無処置とし、これを対照群とした。CPM群の各ラットに対しては、6日/週の頻度で麻酔を行い、ギプスを解除し、角速度10度/秒で膝関節の屈伸運動を30分間実施した。実験期間終了後は麻酔下で各ラットの膝関節を採取し、10%ホルマリン固定、脱灰処理を経てパラフィン包埋した。その後、矢状面で5 $\mu$ m厚に薄切し、抗AGE抗体

ならびに抗ペントシジン抗体を用いた免疫組織化学的染色を行い、膝関節包のコラーゲン線維間架橋形成について検討した。

**【結果】** 抗AGE抗体、抗ペントシジン抗体のいずれを用いた免疫組織化学的染色の結果でも、膝関節包は不動群が対照群より濃染しており、その傾向は後方関節包において著明に認められた。一方、不動群とCPM群の染色像を比較すると、前方・後方関節包ともCPM群の方が淡染しており、その染色性は対照群と類似していた。

**【考察】** 今回、不動群で観察された染色像は、コラーゲン線維間に架橋結合が多いことを意味し、関節包の伸長性低下を示唆する所見と思われる。一方、CPM群は不動群より淡染していたことから、コラーゲン線維間の架橋形成が不動群より少ないのではないかと推測される。そしてこの作用機序としては、CPMによる関節運動が関節包の栄養状態や結合組織の基質の流動を促し、コラーゲン線維同士の長期接触を防いだためと推察される。つまり、CPMは不動によって起こる関節包の伸長性低下を防止する効果があると思われる。

## ■ 理学療法基礎系 18

### 502 ラット膝関節拘縮モデルを簡便に作成する方法の試み

松崎太郎<sup>1)</sup>, 細 正博(MD)<sup>2)</sup>, 武村啓住<sup>2)</sup>, 由久保弘明<sup>1)</sup>, 小島 聖<sup>3)</sup>, 渡辺晶規<sup>4)</sup>, 立野勝彦(MD)<sup>2)</sup>

1) 金沢大学大学院医学系研究科, 2) 金沢大学医学部保健学科, 3) 宇野病院リハビリテーション部, 4) 金沢市立病院理学診療科

**key words** 関節固定・ラット・関節拘縮

**【背景および目的】**

近年、関節拘縮について関節内部の変化を調査した研究が見られるが、外科的侵襲を伴うものや固定範囲が大きく手技が比較的煩雑であるなどの問題点があるものが多い。今回の研究の目的は、ラット膝関節を固定して拘縮モデルを作成するにあたり、手技が簡便な方法を考案すること、ならびにその方法での関節固定で生じた関節構成体の変化を病理組織学的に観察することである。

**【対象と方法】**

対象として9週齢のWistar系雄ラット6匹(体重240g-280g)を用いた。対象を麻酔後、アルミ製金網で自作した固定用器具を用いて左後肢を膝関節最大屈曲位にて固定し、股関節と足関節は固定の影響が及ばないように留意した。その後2週間飼育し、膝関節屈曲拘縮モデルを作製した。固定期間中、右後肢は自由とし、ラットはケージ内を移動でき、水、餌は自由に摂取可能であった。固定期間中は創と浮腫の予防に留意し、また外れた場合には速やかに再固定を行った。ギプス解除直後に膝関節伸展可動域を測定し、エーテル麻酔で安楽死させた後に、股関節を離断し標本として採取した。対照として右後肢も同様に標本とした。採取した後肢をホルマリン液にて組織固定後に脱灰し、膝関節の切り出しを行った後に中和、パラフィン包埋を行い、ヘマトキシリン・エオジン染色を行ない光学顕微鏡下で関節構成体を病理組織学的に観察した。

**【結果】**

本手法においては1匹あたり約5分程度と簡便に固定可能で

あった。膝関節可動域は実験開始時には差は見られなかったが、2週間の関節固定により実験終了時では対照と比較して約30°の伸展制限が生じた。また、体重の変化は実験開始時と比較して実験終了時には平均13.1g増加していた。病理組織学的観察では、実験側において関節腔内に向かって周囲の滑膜様組織から線維増殖が生じていた。増殖した組織が大腿骨と癒着しているものも観察された。大腿骨と癒着が生じている部分においては大腿骨の関節軟骨の欠損が観察され、関節軟骨表面に膜様組織が出現しており、組織中では微小血管の増生が見られた。大腿骨表面の膜様組織が癒着した部分が断裂したと考えられる標本では断裂部に出血および炎症細胞浸潤が観察された。

**【まとめ】**

今回の実験では固定期間が2週間と比較的短くても関節構成体の変化は顕著であった。この手法によって関節を簡便に固定でき、拘縮モデルを作製して実験を行っていく事は有効である事が示唆されたが、今後、固定期間等を考慮して更なる検討が必要である。