

175

ラット軟骨における膠原線維の発達

安孫子幸子・松浦奈津江・小澤淳也 (PT)・甲斐 悟
川真田聖一 (MD)

広島大学医学部保健学科

key words

軟骨基質・膠原線維・成長

【目的】軟骨の膠原線維が、成長によってどのように変化するか調べることを目的として、光顕と電顕で観察した。

【対象と方法】胎生18日、生後0, 3, 6, 9日, 2, 3, 9週のWistar系雌雄ラットを、各群4匹以上用いた。正常ラットをエーテル深麻酔で屠殺して、両膝関節と胸部脊柱を採取した。光学顕微鏡用には、0.1 M リン酸緩衝10%ホルマリン溶液 (pH 7.4) で1日固定し、生後0日以降の試料はPlank-Rychlo液で脱灰して、脱水後パラフィン包埋した。膝関節と脊柱を矢状方向に薄切した切片 (厚さ5 μ m) を、アルデヒドフクシン・Masson-Goldner染色して、光学顕微鏡で観察した。一部試料は、0.1 M リン酸緩衝3%グルタルアルデヒド液 (pH 7.4) で固定し、脱水後エポキシ樹脂に包埋した。超薄切片を、0.5%ウーロン茶抽出物質 (OTE) で膠原線維が染まるように処理し、酢酸ウラニル・クエン鉛で二重染色して、電子顕微鏡で観察した。

【結果】脛骨の関節軟骨は、胎生18日には膠原線維は殆ど認められなかった。生後0から6日には、軟骨の最表面および靭帯の付着部に少量の膠原線維を認めた。生後9日には、骨端に結合組織が出現し、その周囲にも膠原線維が見られた。生後2から3週には軟骨表面に多量の膠原線維が染まったが、深くなるにつれ急激に減少した。生後9週には関節軟骨全体が膠原線維で一様に濃染した。電顕で関節表面の軟骨を観察すると、生後6日頃から急速に増加し、生後2週には大量の膠原線維が観察された。一方、骨端軟骨の軟骨柱では、膠原線維は、どの時期でも少量だった。

脊柱は、胎生18日には椎骨も軟骨で作られ、膠原線維はほとんど認められなかった。椎体に肥大した軟骨が見られたが、胸椎と椎間円板との境界は不明瞭だった。生後0から9日には、椎間円板周辺の線維輪に膠原線維が観察され、成長とともに、内部の線維輪でも膠原線維が増加し、上下の椎体方向に拡大した。生後2から9週には、椎間円板全体が膠原線維で濃染したが、髄核と軟骨柱では、染色されなかった。

【まとめ】軟骨の膠原線維は、成長とともに増加し、関節軟骨は表層から、椎間円板は周辺部から、膠原線維が増加した。一方、軟骨柱では、膠原線維の増加は認められなかった。軟骨は関節運動を円滑にしたり、荷重を支えるなど重要な役割を果たしている。膠原線維の増加様式と機能との関係について検討する必要がある。

176

ラットの前脛骨筋に対する経皮的電気刺激の影響

中居和代¹⁾・中野治郎¹⁾・沖田 実²⁾・豊田紀香¹⁾
片岡英樹³⁾・大久保篤史 (OT)¹⁾・友利幸之介 (OT)¹⁾
鎌塚幸子⁴⁾・西田まどか⁵⁾・吉村俊朗 (MD)²⁾
辻畑光宏 (MD)¹⁾

1) 長崎北病院 2) 長崎大学医学部保健学科
3) 長崎記念病院 4) 虹が丘病院
5) 長崎百合野病院

key words

経皮的電気刺激・筋線維肥大効果・筋内深度別

【はじめに】骨格筋に対する電気刺激においては、遅筋線維のタイプI線維に対しては低頻度の周波数、速筋線維のタイプII線維に対しては高頻度の周波数による刺激が有効とされている。しかし、ほ乳類動物の主な骨格筋のほとんどはタイプI・II線維から構成される混合筋であり、その分布状況は個々の筋によって異なり、また一つの筋内でも浅部、深部で異なっている。一方、通常の随意的な筋収縮は強縮した状態であり、筋線維が肥大するためには強縮を起こす必要がある。そして電気刺激により強縮を起こすためには50Hz以上の周波数が必要とされている。そこで、ラット前脛骨筋に対して周波数50Hzで経皮的に電気刺激を行い、筋線維肥大効果を筋線維タイプ別および筋内深度別で検索した。

【対象と方法】実験動物には、8週齢のWistar系雄ラットを用いた。ラットをネブタール麻酔し、右側前脛骨筋 (以下、刺激側) に対して電気刺激を行った。すなわち、右側前脛骨筋の近位部と遠位部に位置する皮膚に表面電極を貼付した後、電気刺激装置トリオシステム300を使用し、パルス巾250 μ m、電流4mA、刺激周波数50Hzで1日1回30分間通電した。実施頻度は週5日とし、延べ2週間継続して行った。なお、左側前脛骨筋には電気刺激を行わず非刺激側とした。実験終了後は麻酔下で両側前脛骨筋を採取し、液体窒素で冷却したイソペンタン液内で急速凍結させた。そして横断に薄切した後、H&E染色およびATPase染色 (pH10.5, 4.5, 4.2) を施して光学顕微鏡を用いて検鏡した。

【結果】検鏡により、前脛骨筋の筋線維タイプ分布状況を調査したところ、表面に近い浅層ではタイプIIB線維のみが分布、これに対して深層にはタイプI, IIA, IIB線維が混在していた。そこで、浅層と深層を区別して各筋線維タイプの筋線維直径を画像解析ソフトを用いて計測し、刺激側と非刺激側を比較した。その結果、刺激側の浅層のタイプIIB線維の平均筋線維直径は、非刺激側に比べて8.3%大きく有意差を認めた。また、深層のタイプIIB, IIA線維の平均筋線維直径は非刺激側と比較してそれぞれ、9.3%, 9.0%大きく有意差を認めた。しかしながら、タイプI線維に関しては両側で有意差を認めなかった。

【考察】今回の結果、タイプIIAおよびIIB線維では、浅層、深層にかかわらず電気刺激による筋線維肥大が認められた。また、タイプIIB線維については、浅層、深層とも同程度の筋線維肥大が得られ、筋内深度の違いによる影響はなかった。しかしながら、深層のみに存在するタイプI線維では筋線維肥大は認められなかった。したがって、今回行った電気刺激は、前脛骨筋に含まれるすべての速筋線維に対して筋線維肥大効果を及ぼすが、遅筋線維にはなんら影響を及ぼさないものと思われる。また、筋線維タイプによって効果が異なった原因は周波数の設定にあったと推測され、今後検討しなくてはならない点である。