

## 理学療法基礎系 18

### 709 筋線維タイプの構成が異なる骨格筋の廃用性筋萎縮に対する超音波の影響

荒木景子<sup>1)</sup>, 沖田 実<sup>2)</sup>, 中野治郎<sup>3)</sup>, 中村眞須美<sup>4)</sup>

1) 長崎北病院総合リハビリテーション部, 2) 星城大学リハビリテーション学部, 3) 長崎大学医学部保健学科  
4) 佐賀大学大学院医学系研究科

**key words** 筋線維タイプ構成・廃用性筋萎縮・超音波

**【目的】**各種組織・細胞に超音波(US)を照射すると、線維芽細胞成長因子(FGF)の発現を促すとされ、筋細胞におけるFGFの発現は筋線維肥大機構に深く関連している。つまり、USは廃用性筋萎縮の予防にも効果が期待でき、これまで我々もラット足関節のギプス固定期間中に下腿後面にUSを照射すると、腓腹筋に含有するFGFが増加し、廃用性筋萎縮の進行も抑制されると報告してきた。しかし、下腿後面の筋群は腓腹筋のみならず、ヒラメ筋や足底筋が存在し、各々の筋は筋線維タイプの構成が大きく異なり、USの影響も同じであるか否かはこれまで明らかにできていなかった。そこで本研究では、遅筋を主としたヒラメ筋、混合筋である腓腹筋、速筋を主とした足底筋を検索対象とし、筋線維タイプの構成が異なる骨格筋の廃用性筋萎縮に対するUS照射の影響を検討した。

**【材料と方法】**7週齢のWistar系雄ラット16匹を対照群(n=5)、超音波群(n=5)、模倣群(n=6)の3群に振り分け、超音波群、模倣群は両側足関節を最大底屈位で2週間ギプス固定した。そして、超音波群、模倣群は週5回の頻度で麻酔を行い、ギプスを解除し、超音波群にはその下腿部に1MHz、1Watt/cm<sup>2</sup>、照射率100%の条件で、1日15分間、回転法によるUS照射を行った。なお、模倣群にはUSは出力せず、導子を動かす処置のみを行った。実験期間終了後は、左側のヒラメ筋、腓腹筋、足底筋の凍結横断切片を作製し、ATPase染色を施した後、筋線維タイプ別に各々の直径を計測した。一方、右側の腓腹筋と足底筋の一部の試料を用いてELISA法によるFGF含有量の定量を行った。なお、本実験は長崎大学動物実験倫理委員会の承認を得た後、規定に

従って行った。

**【結果】**超音波群と模倣群の平均筋線維直径を比較すると、ヒラメ筋のタイプI線維、腓腹筋のタイプI・IIA・IIB線維、足底筋のタイプIIA・IIB線維は超音波群が有意に高値を示したが、ヒラメ筋のタイプII線維、足底筋のタイプI線維には有意差を認めなかった。また、腓腹筋のFGF含有量は、対照群、模倣群に比べ超音波群が有意に高値を示したが、足底筋のそれは全ての群間に有意差を認めなかった。

**【考察】**今回の平均筋線維直径の結果から、対照群、模倣群に比べ超音波群が高値を示したのは、ヒラメ筋ではタイプI線維のみ、腓腹筋では全てのタイプの筋線維、足底筋ではタイプIIA・IIB線維であった。つまり、US照射による廃用性筋萎縮の進行抑制効果は、それぞれの骨格筋が主に構成する筋線維タイプに対して有効に作用すると推察される。また、FGF含有量の増加は混合筋の腓腹筋では認められたが、速筋を主とする足底筋では認められなかった。したがって、US照射による廃用性筋萎縮の進行抑制効果はFGFの発現増加だけでは説明がつかず、他の要因が関与しているのか、あるいは筋線維タイプの違いによってそのメカニズムが異なるのかなど、今後検討していく必要がある。

## 理学療法基礎系 18

### 710 ラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮に対する周期的伸張刺激の抑制効果

縣 信秀<sup>1)</sup>, 笹井宣昌<sup>1)</sup>, 宮津真寿美<sup>1)</sup>, 河上敬介<sup>1)</sup>, 早川公英<sup>2)</sup>, 小林邦彦<sup>1)</sup>

1) 名古屋大学大学院医学系研究科リハビリテーション療法学専攻, 2) 科学技術振興機構・SORST・細胞力覚プロジェクト

**key words** 伸張刺激・筋萎縮・尾部懸垂

**【目的】**廃用性筋萎縮を防ぐことは、理学療法士にとって重要な課題である。以前、我々は、除神経による筋萎縮の抑制に、周期的伸張刺激が有効であることを報告した。このことから、周期的伸張刺激は、神経支配がない時の筋萎縮を抑制できることがわかった。しかし、身体不活動による廃用性筋萎縮は、神経支配を受けた筋に起こり、その萎縮が周期的伸張刺激によって抑制されるかどうかは不明である。そこで、今回は、神経支配を持つ萎縮筋の萎縮抑制に周期的伸張刺激が有効かどうか調べた。

**【方法】**対象は、Wistar系雄ラット8週齢を24匹用いた。2週間、尾部懸垂法によって、18匹のラットの後肢を持ち上げた。18匹のラットを3群に分け、左ヒラメ筋に、1日7.5分(ST-7.5群, n=6)、15分(ST-15群, n=6)、30分(ST-30群, n=6)の周期的伸張刺激を毎日行った。右側のヒラメ筋を尾部懸垂群(TS群)とした。なお、餌と水は自由摂取できる。2週間自由飼育したラットのヒラメ筋を、対照群(CON群, n=6)とした。実験期間終了後、麻酔下でヒラメ筋を採取し、筋湿重量を測定した。筋湿重量は、ラットの体重で除し、相対重量を算出した。測定後すぐに筋を二分し、組織学的分析と生化学的分析用に分けた。組織学的分析用に採取した筋は、凍結横断切片を作製し、H-E染色を行った後、筋腹の中央部あたりで100本の筋線維断面積を測定した。生化学的分析用に採取した筋は、ピロリン酸電気泳動を行った後、銀染色を施し、各ミオシン重鎖(MHC)アイソフォームの割合を算出した。

**【結果】**筋線維断面積では、TS群は、CON群の48%に減少し

ていた。しかし、ST-15群は、CON群の63%であり、TS群に比べ有意に増加していた。しかし、ST-7.5群、ST-30群は、CON群の55%、59%となり、TS群に対して有意な違いはなかった。相対重量では、TS群はCON群の65%に減少していた。ST-7.5群、ST-15群、ST-30群は、CON群の64%、73%、71%であり、TS群と有意な違いはなかった。MHCアイソフォームの変化は、各群間において有意な差を認めなかった。

**【まとめ】**尾部懸垂によってヒラメ筋に萎縮が生じた。しかし、以前報告した除神経による筋萎縮より、尾部懸垂による筋萎縮は萎縮の程度が緩やかだった。また、除神経による筋萎縮では、速筋化が起こっていたが、尾部懸垂による筋萎縮では、筋線維タイプの移行は起こっていなかった。今回、尾部懸垂による萎縮は、一日15分間の周期的伸張刺激により抑制された。この抑制効果は、山崎ら(1995)の廃用性筋萎縮に対する1日20分間(5日/週)の持続的伸張刺激の効果と同様の結果であった。一方、一日7.5分間の周期的伸張刺激では萎縮抑制効果がみられなかったし、30分間の周期的伸張刺激では抑制傾向がみられたが、TS群と有意差はなく、刺激時間が15分より長くても短くても抑制効果はなかった。