

## 471 超音波の照射率の違いがラット下腿三頭筋の廃用性筋萎縮の進行抑制効果におよぼす影響

荒木景子<sup>1)</sup>, 中野治郎<sup>2)</sup>, 沖田 実<sup>3)</sup>, 岡本眞須美<sup>1)</sup>, 中塚祥太<sup>4)</sup>, 山崎麻耶<sup>1)</sup>1) 長崎北病院総合リハビリテーション部, 2) 長崎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  
4) 福岡記念病院リハビリテーション科**key words** 超音波・廃用性筋萎縮・成長因子**【目的】**

近年の先行研究によれば、各種組織に超音波を照射すると線維芽細胞成長因子(Fibroblast growth factor ; FGF)やインシュリン様成長因子などが発現するとされている。そして、これら成長因子は筋線維肥大のメカニズムにも関与することが知られており、これらのことから推すると超音波は廃用性筋萎縮の治療・予防にも応用できるのではないかとと思われる。しかし、この点に関する知見は乏しく、具体的な超音波の照射率や方法についてはこれまで明らかにされていない。本研究の目的は、超音波によるラット下腿三頭筋の廃用性筋萎縮の進行抑制効果を照射率の違いから検討することである。

**【方法】**

予備実験として、Wistar系雄ラット15匹(220±10g)を5匹ずつ持続照射群、間歇照射群、模倣照射群に分け、超音波照射による下腿三頭筋と直腸の温度変化を調べた。具体的には、麻酔したラットの下腿三頭筋に対し1MHz、1Watt/cm<sup>2</sup>の条件で、持続照射群には100%、間歇照射群には20%の照射率で、回転法にて15分間超音波を照射し、その際の温度変化を経時的に測定した。なお、模倣照射群には超音波は出力せず、導子のみを動かした。次に、本実験としてWistar系雄ラット20匹(220±10g)を5匹ずつ対照群、持続照射群、間歇照射群、模倣照射群に分け、持続・間歇・模倣照射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、5回/週でギプスを除去し、予備実験と同様な方法で超音波照射した。実験期間終了後は左側ヒラメ筋・腓腹筋の凍結横断切片をATPase染色し、筋線維タイプ別に筋線維直

径を計測した。また、腓腹筋試料の一部を用いてELISA法によるFGF含有量の定量を行った。

**【結果】**

予備実験の結果、持続照射群の筋内温は超音波照射を開始して約7分後に40℃に達し、終了まで一定していた。一方、間歇・模倣照射群の筋内温、ならびに全ての群の直腸温は変化しなかった。次に、間歇・模倣照射群に比べ持続照射群はヒラメ筋のタイプI・II線維、腓腹筋のタイプIIA・IIB線維の平均筋線維直径が有意に高値を示し、間歇照射群と模倣照射群にはヒラメ筋・腓腹筋ともすべての筋線維タイプの平均筋線維直径に有意差はなかった。また、持続照射群のFGF含有量は対照群、間歇・模倣照射群より有意に高値を示し、この3群間に有意差はなかった。

**【考察】**

今回の結果から、100%の照射率で超音波を照射するとラット下腿三頭筋の廃用性筋萎縮の進行は抑制され、この機序にはFGFの発現が関与している可能性が示唆された。しかし、20%の照射率では廃用性筋萎縮の進行抑制効果、ならびにFGFの発現も認められなかった。したがって、廃用性筋萎縮の進行抑制に対する超音波の効果は、今回の条件においては照射率の大きさに依存するのではないかと考えられる。

## ■ 理学療法基礎系 12

## 472 熱刺激の負荷方法の違いがラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮の進行抑制効果におよぼす影響

— 温水浴と電気熱プレートによる検討 —

渡部由香<sup>1)</sup>, 吉川紗智<sup>2)</sup>, 片岡英樹<sup>2)</sup>, 豊田紀香<sup>1)</sup>, 吉川和代<sup>3)</sup>, 中野治郎<sup>4)</sup>, 沖田 実<sup>5)</sup>1) 長崎北病院総合リハビリテーション部, 2) 長崎記念病院リハビリテーション部, 3) 田川慈恵病院リハビリテーション科  
4) 長崎大学医学部保健学科, 5) 星城大学リハビリテーション学部**key words** 熱刺激・廃用性筋萎縮・HSP72**【目的】**

これまで我々は、ラット後肢骨格筋の廃用性筋萎縮の進行過程で約42℃の温水浴を実施すると、筋細胞内にHeat shock protein72(以下、HSP72)が発現し、その作用により筋線維萎縮の進行抑制効果が得られることを報告してきた。しかし、実際の臨床場面、特に安静・臥床中のケースに対して熱刺激を負荷するとなると温水浴の実施は困難で、局所的な方法に限られると思われる。そこで、本研究ではラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮の進行過程で温水浴と小型動物用電気熱プレートによって熱刺激を負荷し、筋線維萎縮の進行抑制効果とHSP72の発現状況を比較検討した。

**【材料と方法】**

実験動物は、7週齢のWistar系雄ラット(220±10g)19匹で、無作為に対照群4匹と実験群15匹に振り分け、実験群はさらに1) 後肢懸垂法(Hindlimb suspension; HS)のみを施行する群(HS群; n=4)、2) HSの過程で温水浴によって後肢に熱刺激を負荷する群(HS&Heat-Bath群; n=5)、3) HSの過程で小型動物用電気熱プレートによって後肢に熱刺激を負荷する群(HS&Heat-Plate群; n=4)に振り分けた。HSの期間は1週間とし、温水浴ならびに電気熱プレートはいずれも約42℃の温度設定で、毎日1時間、麻酔下で施行した。実験終了後は両側ヒラメ筋を採取し、その凍結連続横断切片にATPase染色、HSP72に対する免疫組織化学的染色を行い、筋線維タイプ別の平均筋線維直径とHSP72の発現状況を検討した。また、筋試料の一部はホモジネートし、Western Blot法によってHSP72含有量を定量した。

**【結果】**

各群の平均筋線維直径を比較すると、タイプI・II線維とも対照群に比べ実験群の3群は有意に低値であった。また、実験群間ではHS群に比べHS&Heat-Bath群、HS&Heat-Plate群は有意に高値で、この2群間には有意差を認めなかった。次に、免疫組織化学的染色、ならびにWestern Blot法の結果をみると、HS&Heat-Bath群、HS&Heat-Plate群とも対照群やHS群に比べHSP72の発現増加が認められた。

**【考察】**

今回の結果から、温水浴と電気熱プレートのいずれの負荷方法でも、HSP72の発現を誘導することが可能であった。そして、タイプI・II線維の筋線維萎縮の進行抑制効果も大差なく、熱刺激の負荷方法の違いによる影響はなかったと推測される。したがって、局所的な熱刺激の方法は全身への負担が少ないことや簡便に行えることなどから、廃用性筋萎縮の予防手段として臨床応用できる可能性は高いと考える。ただ、ラットとヒトでは熱深達度が異なることが予測され、この点については今後検討を加える必要がある。