

## 廃用性筋萎縮の予防としての温熱負荷の影響に関する研究

長崎大学医学部保健学科

沖田 実・吉村 俊朗

長崎北病院

中居 和代・豊田 紀香

長崎記念病院

片岡 英樹

井上病院

中野 治郎

### 【目的】

日常の臨床において温熱療法は、古くから疼痛緩和や筋スパズムの軽減、末梢循環の改善などを目的に行われてきた理学療法の一手段である。しかし、近年の先行研究では、予め筋組織を暖めてからトレーニングした方が筋肥大効果が著しいとされ、新たな温熱療法の効果が注目されている。そして、このメカニズムとしては、温熱負荷により筋細胞内の熱ショックタンパク質(Heat shock protein, HSP)の発現が促進され、これがタンパク質合成を促進するのではないかと考えられている。一方、廃用性筋萎縮の発生メカニズムとしては、初期の段階ではタンパク質合成が低下し、その後、分解が亢進することによって起こるといわれている。そして、上記のように温熱負荷が筋細胞に与える影響を考えると廃用性筋萎縮の予防にも効果があるのではないかとと思われる。そこで、本研究では、ラットヒラメ筋の廃用性筋萎縮の予防としての温熱負荷の影響を組織化学的に検討した。加えて、先行研究において廃用性筋萎縮の予防に持続的伸張運動が有効であると報告されており、本研究でもこれを踏まえて温熱負荷と持続的伸張運動を組み合わせた場合についても検討した。

### 【方法】

実験動物には7週齢のWistar系雄ラット30匹を用い、これらを対照群(Control, C群, n=5)と実験群(n=25)に振り分けた。そして、実験群の内5匹は温熱負荷のみを行い(Heat群)、残り20匹はヒラメ筋に廃用性筋萎縮を惹起させるため後肢懸垂法(Hindlimb Suspension, HS)を行うとともに、1) HSのみの群(HS群, n=5)、2) HSの過程で温熱を負荷する群(HS & Heat群, n=6)、3) HSの過程で持続的伸張運動を負荷する群(HS & Stretch群, n=5)、4) HSの過程で温熱と持続的伸張運動を負荷する群(HS & Heat & Stretch群, n=4)に振り分けた。ヒラメ筋への温熱負荷として約42度の温水浴を麻酔下で毎日1時間、下腹部から後肢全体にかけて行い、

持続的伸張運動として麻酔下で毎日30分間、足関節を最大背屈位に保持した。なお、HS & Heat & Stretch群においては温熱負荷の直後に持続的伸張運動を行った。1週間の実験期間終了後は、麻酔下でヒラメ筋を摘出し、筋湿重量を測定後、急速凍結させた。そして、この試料の連続横断切片をヘマトキシリン・エオジン染色、ルーチンATPase (pH 10.5) 染色し、タイプI・II線維の筋線維直径を計測した。

### 【結果】

体重あたりの相対筋湿重量は、HS群に比べ他の5群は有意に大きかったが、HS & Heat群、HS & Stretch群、HS & Heat & Stretch群の3群には有意差は認められなかった。平均筋線維直径はタイプI・II線維ともHS群に比べ他の5群は有意に大きく、さらに、HS & Heat群、HS & Stretch群、HS & Heat & Stretch群の3群を比較するとタイプII線維には有意差は認められなかったが、タイプI線維はHS & Heat & Stretch群が最も大きく有意差が認められた。

### 【考察】

今回の結果から、相対筋湿重量ならびにタイプI・II線維の平均筋線維直径すべてHS群に比べHS & Heat群が有意に大きかった。すなわち、廃用性筋萎縮の進行過程で温熱負荷を実施するとタイプI・II線維ともに筋線維萎縮の進行を抑制できると推測される。先行研究では、温熱負荷により筋細胞内のHSPの発現が促進され、このHSPは分子シャペロンとしての機能を持ち、タンパク質の合成や損傷したタンパク質の修復を促進すると考えられている。したがって、今回の結果もHSPの関与が推測され、今後は免疫組織化学的方法などによってこの点を明らかにする必要がある。また、先行研究と同様に今回の結果でも持続的伸張運動による廃用性筋萎縮の進行抑制効果が認められ、この効果は温熱負荷を併用した方が著しかった。すなわち、これは筋に対する温熱刺激と機械的伸張刺激の相乗効果によるものと推察され、今後はこのメカニズムについても検討する必要があるだろう。