

## 結合組織の可塑性

### Connective Tissue Plasticity

講師：チュクカ・エンベメッカ

Chukuka S. Enwemeka, PhD, PT

カンサス大学医学部理学療法学科

Dept. of Physical Therapy Education, The University of  
Kansas Medical Center, USA

座長：鈴木 重行

Shigeyuki Suzuki, PhD, PT

名古屋大学医学部保健学科理学療法学専攻

Dept. of Physical Therapy, Nagoya University School of  
Health Sciences, Japan

セミナー5はカンサス大学エンベメッカ教授に長年の研究より「結合組織の可塑性—コラーゲン線維に対する超音波照射, レーザー照射, 電気刺激の効果」について講演して頂いた。

一般に結合組織はそれ自身では動きをもたず, 物質代謝も乏しいという概念を持たれているが, 最近の研究において, 腱組織は治癒促進を目的とするような種々の生物物理学的刺激にすばやく反応することが判ってきた。従来, アキレス腱断裂などに代表される結合組織の傷害では, 腱や他の結合組織修復のため数週間におよぶキャスト固定をおこない, その結果, 不動化による筋萎縮, 骨関節炎, 関節軟骨の萎縮と潰瘍形成, 皮膚壊死, 感染等の術後合併症を生み出す可能性がある。もし, 結合組織の修復を早めることができれば, 不動化によるこれらの弊害を最小限に留めることができる。

これまでの研究のなかで, 彼らは機能的負荷, 超音波照射, レーザー照射の単独あるいは併用使用がウサギの実験的なアキレス腱切離の治癒過程を促進するという仮説について検討してきた。今回のセミナーではこの内容が中心であった。

アキレス腱は麻酔下で中央部を横断的に切離したのち, 縫合された。術後, 下肢は足関節完全底屈位, 膝関節90°屈曲位でグラスファイバーキャストで固定された。また, 術後の超音波照射のために, 照射部位となるアキレス腱を覆うキャスト部に窓(～20 cm<sup>2</sup>)が作成された。

超音波は1 W/cm<sup>2</sup>の強度で持続的に5分間, 術後

9日間照射された。術後10日目にキャストが除去されたのち, アキレス腱全体を切り取り, アキレス腱の強度を検討するため生体力学的な実験がおこなわれた。生体力学的実験はインストロン材料工学システムを用い, 8.33 mm/sのスピードで引っ張り負荷試験によって検討された<sup>1)</sup>。その結果, 超音波照射群はコントロール群に比較して, 有意に引っ張り強度が増加していることを示した(図1)。

同様に, アキレス腱切離後の低強度のHe-Neレーザー照射やGa-Asレーザー照射さらには電気刺激の単独および併用使用の効果を生物化学, 生物工学さらには形態学的に検討<sup>2)</sup>し, これらの刺激がアキレス腱の組織修復に有効であることを示した。

これまでの実験成果をまとめると, (1) 超音波照射, He-Neレーザー照射やGa-Asレーザー照射さらには電気刺激はコラーゲン合成を増強し, 新たに合成されたコラーゲンの成熟を促し, 修復された腱組織の生体力学的特性を高めた。(2) 物理的的刺激と比較すると, 機能的負荷が腱組織の修復をさらに強く促進した。(3) さらに, 機能的負荷と他の物理的的刺激を組み合わせた治療法が機能的負荷単独に比較して, より一層コラーゲン合成を促進した。

彼らはヒトの腱組織の修復過程がウサギのアキレス腱と同様ではないかもしれないが, これらの実験成果はヒトのアキレス腱断裂後の組織修復に大きな示唆を与えるかもしれないと結んでいる。

筆者は1997年に半年間, 文部省在外研究員として, 彼の研究室での実験に参加していた。今回の講

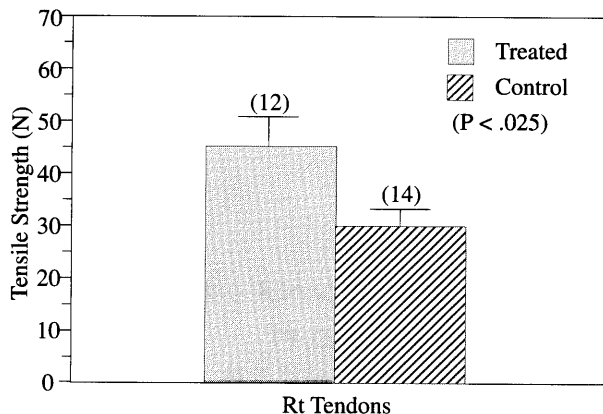


図1 Mean tensile strength  $\pm$  SD of treated and control tendons. The number of animals in each group is shown in parentheses. Note the significant increase induced by sonication (文献1)より引用)

演に関係する研究室には、助教授(PhD)、主任研究員(PhD)、実験助手のほか多数の大学院生が毎日出入りして、活発に研究していたことを思い出す。また、彼はノーベル賞受賞者を多く輩出しているアメ

リカ予防衛生研究所のリハビリテーション研究部門における数少ない理学療法士の理事でもあり、世界における理学療法研究の牽引者的存在でもある。彼の研究に対する情熱や考え方は、今回のセミナーに参加した人達も感じる事ができたと思う。わが国では21世紀に向けて理学療法教育や研究がますます高度化していく中で、WCPT学会において多くの研究者の講演を聞く機会が与えられたことは非常に有意義であったと感じている。

## 文 献

- 1) Enwemeka CS : The effects of therapeutic ultrasound on tendon healing. *Am J Phys Med Rehabil* 68(6): 283-287, 1989.
- 2) Gum SL, Reddy K, *et al.* : Combined ultrasound, electrical stimulation, and laser promote collagen synthesis with moderate changes in tendon biomechanics. *Am J Phys Med Rehabil* 76(4) : 288-296, 1997.