

論文審査の結果の要旨

博士の専攻分野の名称	博士（医学）	氏名	加納 利哉
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 ① 2 項該当		
論文題目			
<p>Comparison of the mechanical properties and mechanical damages to tendon tissue in three suspensory fixation techniques (3 つの suspensory fixation device の力学的特性と腱組織に及ぼす損傷程度の比較)</p>			
論文審査担当者			
主査	教授	木内 良明	印
審査委員	教授	池上 浩司	
審査委員	准教授	仁井内 浩	
〔論文審査の結果の要旨〕			
<p>前十字靭帯（ACL）損傷は、膝関節の中で最も多い外傷である。移植腱を用いる ACL 再建術では、一次安定性が高く、侵襲が少なく、手術が簡便であることから、suspensory fixation device (SFD) が普及している。一般的な SFD には、fixed length loop device と adjustable length loop device の 2 種類がある。Device 構造の違いや初期固定手技の違いから、ACL 再建術に用いた移植腱の機械的特性や損傷は器具によって異なることが予想されるが、これまでこれを検討した文献はない。本研究では 3 つの異なる SFD の引張り試験における長さ変化を比較すると共に、SFD と移植腱が接触する部位における腱組織の表面構造の比較検討を行った。</p> <p>第一に fixed length loop device としての simple loop device (SLD) と第一世代および第二世代の adjustable length loop device (AD1、AD2) の機械的特性を評価した (isolated device testing)。各評価サンプル数はそれぞれ 6 とし、試験条件は 50N で 30 秒予備張力負荷後、50N～250N の繰り返し張力を 2000cycle 行い、それぞれの長さ変化を計測した。Cyclic 試験後に、デバイスが破損するまで張力をかけ、最大破綻強度を解析した。次に、ウシの下肢伸筋腱を用いて各デバイスの評価を行なった (specimen testing)。各評価サンプル数はそれぞれ 6 とし、試験条件は 50N で 30 秒予備張力負荷後、50N～250N の繰り返し張力を 2000cycle 行い、それぞれの長さ変化を計測した。Cyclic 試験後に、Optical Coherence Tomography (OCT) と独自の組織学的スコアリングシステムを用いて、腱の表面構造を定量的に評価した。</p> <p>Isolated device testing で各デバイスの長さ変化は SLD ($0.57 \pm 0.10\text{mm}$) が最も少なく、AD1 ($1.14 \pm 0.13\text{mm}$)、AD2 ($1.21 \pm 0.29\text{mm}$) の順であった。Specimen testing での長さ変化は SLD ($1.77 \pm 0.20\text{mm}$) が最も少なく、AD1 ($2.47 \pm 0.31\text{mm}$)、AD2 ($2.77 \pm 0.56\text{mm}$) であった。最大破綻強度は AD2 ($1682 \pm 151\text{N}$) が最も強く、SLD ($1419 \pm 122\text{N}$)、AD1 ($836 \pm 40\text{N}$) の順であった。OCT 値は、AD1 の方が SLD および AD2 よりも有意に高く、腱表面の構造がより乱れていた。組織学的には、AD1 は SLD および AD2 よりも有意にスコアが低く、表面形態が損傷していた。</p> <p>本研究の最も重要な発見は、腱表面の損傷がデバイスごとに異なるということである。腱表面にかかる単位面積当たりの力は接触するループの径に反比例するため、細かいループを使用すると、腱の懸垂部分にかかる力が大きくなる。Adjustable length 機構を持ち、直径が小さい AD1 は、腱の表面構造に影響を与える可能性が示唆される。また、adjustable length loop device の Chinese finger trap 構造は、長さの調節を可能にするための重要な機構である。しかし、初期張力が不十分であればループが異常に伸長することがある。AD1 は単純な構造であるため、ループ調整時に十分な張力をかけやすい。一</p>			

方で、AD2 はループを 3 つ有しており、すべてのループに緊張をかけることが難しい。しかも 2 つのループがシースに収納されている。そのため、シースとループの間隙が大きく、十分な張力が与えられないとループが緩み、長さに影響が出る可能性がある。

以上の結果から、AD1 は懸垂部位で最大の移植片組織損傷を示し、Adjustable で細いループ構造が、ループ調節時の摩擦応力または反復的な緊張応力を増大させ、移植片の損傷を引き起こした可能性があることがわかった。本研究から得られたデバイスごとの力学的特性と接触する腱組織の表面構造への影響は、臨床でデバイスを適正に使用するための有益な知見となる。

よって審査委員会委員全員は、本論文が著者に博士(医学)の学位を授与するに十分な価値あるものと認めた。