

博士學位論文

論文内容の要旨

および

論文審査の結果の要旨

東 邦 大 学

学位番号甲第 682 号

学位申請者 : いし 石 い 井 ひで 秀 あき 明

学位論文 : In vitro evaluation of the tension band suture method for proximal humerus fracture treatment

(上腕骨近位部骨折治療における tension band suture に関する基礎研究)

著 者 : Hideaki Ishii, Takanori Shintaku, Shu Yoshizawa, Misato Sakamoto, Takao Kaneko, Yoshiro Musha, Hiroyasu Ikegami

公 表 誌 : Journal of Orthopaedic Surgery and Research 15(1): 345, 2020

論文内容の要旨 :

〈背景〉上腕骨骨折は高齢者の中で頻度の高い骨折である。転位の小さい場合には保存治療が選択されるが、転位が大きい場合や粉碎している場合などは手術治療を要する。髄内釘やプレートを用いた手術は一般的に用いられる手法の一つであり良好な治療成績が報告されている。しかしながら、粗鬆骨や粉碎例ではインプラントのみでは骨頭や大結節骨片を十分に固定できず、術後に転位を生じることがある。それらの術後合併症を予防するために腱板に縫合糸をかけ、インプラントへ縫合することで、より強固な固定性を得られる tension band suture(TBS)が推奨されており、良好な臨床成績の報告もある。

〈方法〉本研究では髄内釘(AESCLAP 社 TARGON PH-P)を使用した上腕骨近位部骨折治療において TBS の強度が最も高くなる理想的な組み合わせを、使用する縫合糸やワッシャーの種類とワッシャーを通る縫合糸がなす角度の3つの要素から検討した。腱板にかけた縫合糸を髄内釘のスクリューに装着可能なワッシャーに通して縫合することを想定した実験モデルを作成し、5kgf の錘を 10mm 幅でピストン運動させる負荷試験を行った。(Fig. 1.) 3 種類のワッシャー(disc washer、ring washer-1、ring washer-2)、3 種類の縫合糸(Fiber Wire、Ethibond、Surgilon)、2 つの角度(15 度、45 度)を組み合わせ、合計 18 通りについて同様の条件下にそれぞれ 3 回ずつ測定した。縫合糸が断裂するまでの往復回数を記録し、統計学的解析を行った。(Table. 1.)

〈結果〉断裂部位はすべてワッシャーとの接触部で生じており、結び目の緩みなどに由来する破綻はなかった。最も強度の高いのは washer ring に Fiber Wire を 45 度で通した場合で断裂までに平均 173 回、最も強度が低いのは disc washer に Ethibond を

15 度で通した場合で断裂まで平均 1.3 回であった。多変量解析での各要素の寄与率は Fiber Wire (59%)、ring washer-1 (21%)、disc washer (10%)、45 度の角度 (4%) であった。それぞれの要素を個別に解析すると縫合糸の比較では FiberWire 群(92.9±64.6 回)において Ethibond 群(2.3±0.9 回)や Surgilon 群(3.1±1.0 回)よりも強度が高く、統計学的有意差を認めた。(Table. 2.) 角度の比較では 45 度群(38.9±68.1 回)の方が 15 度群(26.3±42.2 回)よりも強度が高い傾向にあったが統計学的有意差は検出されなかった。縫合糸別に 15 度群と 45 度群を比較した際にも同様の傾向がみられたが有意差は検出されなかった。(Table. 3.) ワッシャーの比較では ring washer-1 群(51.8±72.4 回)で最も強度が高く、disc washer 群(33.5±55.6 回)、ring washer-2 群(13.0±17.2 回)の順であった。これらの間に統計学的有意差は検出されなかった。しかしながら FiberWire 群内でワッシャーの比較をすると統計学的有意差があり(p=0.006)、多重比較検定では ring washer-2 群(31.3±21.5 回)と ring washer-1 群(150.7±35.7)間に有意差を認めた。

〈考察〉上腕骨近位部骨折の治療方法については様々な報告があり、髄内釘を使用した治療は標準的な手法の 1 つである。髄内釘やプレートに TBS を追加することで良好な臨床成績を得られたという報告が多くある一方、屍体を用いた研究では TBS を追加しても骨片の安定性には寄与しないという報告もあり、上腕骨骨折治療の際に TBS 手技を追加することの是非については議論の余地がある。我々は、TBS に肯定的な報告は多数あるものの使用する縫合糸や縫合糸を通すインプラントの種類、縫合方法などの手法が画一的ではないために、その有用性を立証することが困難になっていると考える。そのために TBS に必要な縫合糸、ワッシャー、縫合糸の通し方という 3 つの要素について、力学的観点から理想的な組み合わせを検討し今回のような結果を得た。FiberWire は他の 2 つの縫合糸とは断裂様式が異なり、その強度の高さは先行研究の結果と同様であった。先行研究では縫合糸への負荷は持続的な牽引力をかけるものが大多数であるが、本研究では手術後に TBS にかかる想定される摩擦力を考慮して繰り返し負荷試験を行った。FiberWire では摩擦により周囲が摩耗しても core 部分が残ることで容易には断裂しなかった。これは高分子ポリエチレンの core 部分とそれを取り巻く編み込み構造に由来していると考えられる。また、縫合糸にかかる張力が一定である場合、ワッシャーと縫合糸間の摩擦力は縫合糸のなす角度が鋭角である方が大きくなる。このために 15 度群では縫合糸にかかる負荷が大きく、TBS の強度が低い傾向にあったと考える。TBS ではより広い角度で縫合することが望ましいが、実際にはインプラントのデザイン、骨片の大きさ、軟部組織の状態など様々な要素により影響を受ける可能性がある。ワッシャーの種類により強度の違いはなかったが、ring washer-2 のように 1 つの縫合糸を 2 つの穴に通した場合には 2 カ所で縫合糸に摩擦が生じ、結果として TBS の強度が低下すると考える。本研究は生体外での実験であるため TBS にかかる負荷を正確には再現できていない可能性がある。今後屍体での検討も必要かもしれない。また、それぞれの組み合わせにつき 3 回ずつの計測しか行っておらずサンプル数が少ないという問題もある。

〈結語〉TBS では FiberWire を ring washer の 1 つの穴だけに広い角度(45 度)で通すことが望ましい。

1. 学位審査の要旨および担当者

学位番号甲第 682 号		氏 名		石 井 秀 明	
学位審査担当者	主 査	高 橋	寛		
	副 査	中 川	晃 一		
	副 査	亀 田	秀 人		
	副 査	島 田	英 昭		
	副 査	荻 野	晶 弘		
学位論文の審査結果の要旨：					
<p>上腕骨近位端骨折は、骨粗鬆症を基盤とする骨折の一つであり、その骨脆弱性のために外科的治療に難渋することがある。骨片が粉碎性であると、プレート、髄内釘のみでは十分な固定性が得られず、術後療法中に骨片の転位を生ずることがある。そこで近年、内固定材に様々な工夫が凝らされている。その一つに内固定材にワッシャーを併用し、腱板と内固定材を縫合糸で結合する tension band suture (TBS) 法を行うことが報告されている。しかしながらこれまでの報告では TBS 法については使用する縫合糸、内固定材の種類、縫合方法などが画一ではない。そこで本研究では3種類のワッシャー、3種類の縫合糸、2通りの縫合糸のなす角度の計 18 通りの組み合わせについて繰り返し負荷試験を行い、最も縫合糸が破綻しにくい組み合わせについて検討を行った。結果として、縫合糸は Fiberwire を用い、ring washer の一つの穴だけに 45 度の角度で縫合糸を通す方法が最も破綻しにくいことが判明した。</p> <p>学位審査会においては、縫合糸のなす角度を設定した根拠、得られた結果が実臨床で最善の方法と言えるのか、Ring washer-1 と disc washer で同じ 1 本の縫合糸であるのになぜ差が出るのか等々、様々な質問がされた。申請者はこれらの質問に対して、角度を設定した根拠、実臨床においての限界、インプラントの構造上の問題について明確に返答を行った。</p> <p>論文ならびに返答の内容から審査委員一同、学位に値すると判断した。</p>					