

授与番号	甲第 1780 号
------	-----------

## 論文内容の要旨

Morphology of the Patellar Tendon and its Insertion Sites Using Three-dimensional Computed Tomography: A Cadaveric Study

(3D イメージングを用いた膝蓋腱とその骨付着部の形態学的検討)

(及川龍之介, 田島吾郎, 燕軍, 丸山盛貴, 菅原敦

及川伸也, 西郷峻瑛, 高橋裕孝, 土井田稔)

(The Knee 2019 年 1 月電子掲載)

### I. 研究目的

前十字靭帯損傷に対し、膝蓋腱を骨付き再建靭帯 (BTB ; bone-patellar tendon-bone) としてグラフトに用いる術式は優れた臨床成績を示し、現在広く行なわれている。BTB グラフトによる前十字靭帯再建の利点には、スクリューを用いた骨孔内での強靭な固定、術直後からの優れた強度、グラフトと骨孔の直接の骨癒合が得られることなどがある。しかし、術中合併症の一つにグラフト長と骨孔長の不一致があり、こうした場合に理想的なグラフト固定が出来なくなる可能性が指摘されている。BTB グラフトは採取部位によってその腱長が変化すると予想されるが、グラフトの腱長と採取部位の関係はいまだ明らかにされていない。

また近年、骨孔とグラフトの bone-plug をそれぞれ長方形状にすることで、より正常な前十字靭帯の走行に近いグラフト設置を目指す術式が開発されており、腱長のみならず BTB グラフト全体の詳細な形態的特徴の把握が求められている。

本研究の目的は 3D-CT モデルを用いて、膝蓋腱とその両骨付着部の詳細な形態を明らかにし、グラフトの長さ、厚さ、形状と、採取部位の関係を検討することである。

### II. 研究対象ならび方法

解剖実習用献体の左 32 膝を用いた。膝蓋腱とその両骨付着部を剖出し肉眼観察を行った。脛骨骨幹部中央と膝蓋骨上縁で切離した膝を脛骨の軸に合わせて牽引固定装置に設置し、膝蓋腱に 10N の持続張力をかけた状態で CT 撮影を行った。DICOM データを基に、画像構築ソフト (Mimics version 19.0; Materialise N.V., Belgium) を用いて骨と靭帯をセグメンテーションし、脛骨、膝蓋腱、膝蓋骨からなる 3D モデルを作成し、解析ソフト (3-matic version 15.0; Materialise N.V., Belgium) により、膝蓋腱骨付着部分の形態とその表面積、膝蓋腱の幅、長さ、厚さを解析した。腱の部位における有意差検定は、重複測定一元配置分散分析を用いた。

### Ⅲ. 研究結果

1. 膝蓋骨側，脛骨側における膝蓋腱付着部の形状は，V字と三日月状でその付着部の骨頂点はそれぞれ腱の幅の内側 44.5%，35.5%に位置していた．脛骨側の付着部の面積は 409.5mm<sup>2</sup>であった．
2. 膝蓋腱の幅は近位，中間，遠位でそれぞれ平均 29.9mm，27.3mm，25.0mmであった．
3. 膝蓋腱の長さは，腱の幅の内側 40.6% で最も短かった．10%毎に測った場合，最短は内側から 40%で平均 38m，最長は内側から 90%で平均 54mmであった．内外側の同じ割合で比べると常に外側が長かった．
4. 腱の厚さは，中間の腱の幅において 5%毎に測ったとき，内側 40%から 75%において平均 4.5mm で有意差はなく ( $p=0.051$ )，その範囲から両端へ向かい徐々に薄くなった．

### Ⅳ. 結 語

膝蓋腱，及びその両骨付着部のそれぞれに一貫した形態学的特徴を認めた．この発見は BTB グラフトの形態が，その採取部位によって強く特徴付けられることを示した．採取部位によって BTB グラフトの長さ，厚さ，骨腱移行部形態の予測ができることは術者にとって有用になると考えられた．

## 論文審査結果の要旨

### 論文審査担当者

主査 教授 中村 隆二 (放射線医学講座)

副査 教授 土井田 稔 (整形外科学講座)

副査 教授 西村 行秀 (リハビリテーション医学科)

前十字靭帯断裂は膝関節のスポーツ外傷の中で多くみられる。これに対する再建術の自家移植腱として、膝蓋腱の一部を両端付着部の骨を含めて切り出した骨-靭帯-骨(BTB)グラフトが用いられる。この際、骨トンネルと関節隙を合わせたACL再建距離と適合するようにグラフトを作成する必要があるが、膝蓋腱の形態学的構造と骨付着部の形状の特徴とその変異の有無について詳しい報告は少ない。本研究論文は解剖体から膝蓋腱と両骨付着部を剥出し、肉眼的観察と3Dモデルの構築を行い形態指標を計測した。その結果、膝蓋腱の長さは採取部位で各30%との差が生じること、厚みは中心東1/3で均一であること、骨付着部はV字型、三日月型にゆがんでいることなどが明らかになった。また、膝蓋腱の形態学的特徴が一貫していることが統計学的に証明され、BTBグラフトの採取部位による変異が予測されることが判明した。本研究はX線画像解析を用いて肉眼解剖学の標準値を明示し、汎用される腱再建術のさらなる成績向上に寄与するベーシックな情報を提供するもので学位に値する。

### 試験・試問の結果の要旨

本研究の解析手法、結果の補足事項と臨床的意義などについて試問を行い、適切な解答を得た。また、論文の作成にあたって、剽窃・盗作等の研究不正は無いことを確認した。

### 参考論文

- 1) Non-traumatic thoracic vertebral compression fractures occurred in a young epileptic patient: a case report (若年てんかん患者の非外傷性胸椎圧迫骨折: 一症例報告) (三又義訓 他4名と共著)  
Journal of Orthopedic Case Reports, 6巻, 3号 (2016): 85-87
- 2) 小児に発生した脛骨後十字靭帯付着部裂離骨折の1例 (及川龍之介 他5名と共著)  
東北膝関節研究会会誌, 26巻, (2017): 13-16