

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K18489

研究課題名(和文)骨形態・組織に基づく三角繊維軟骨複合体(TFCC)の解剖学的解析

研究課題名(英文)Anatomical analysis of the triangular fibrocartilage complex

研究代表者

鈴木 志郎 (Suzuki, Shiro)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・非常勤講師

研究者番号：50834701

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：三角繊維軟骨複合体のマイクロCTによる骨形態的解析、肉眼解剖解析、組織解剖解析を行った。マイクロCTにより、尺骨形状突起の橈側背側部の骨皮質が厚いことが明らかになった。肉眼・組織解剖では、三角繊維軟骨は尺骨茎状突起頂部から壁面に対して線維が連続しており、その遠位面が掌側方向に連続して、掌側の関節包に移行していること、三角繊維軟骨から連続する橈尺靭帯は、尺骨茎状突起の近位側においては橈側掌側から尺側背側方向へ向かい、遠位方向に進むにつれてその線維方向を変化させ、尺骨茎状突起の頂部においては、橈側背側から尺側掌側方向へ向かっていることが明らかになり、マイクロCTの結果と矛盾しないものであった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

三角繊維軟骨複合体の橈尺靭帯の尺骨茎状突起への付着に関して、本研究のように連続的に解析した既存の研究はなく、その立体構造を明らかにした。橈尺靭帯の付着が尺骨茎状突起の骨形態に影響を及ぼしていることも、新たな知見であった。今回の解析結果から明らかにされた三角繊維軟骨複合体の構造は、遠位橈尺関節の背橈側方向と回旋方向への安定性を両立させる上で、合目的なものであった。本研究の結果を踏まえて、三角繊維軟骨複合体損傷の病態理解が深まり、新たな治療(解剖学的な修復術)の開発が行われることが、期待される。

研究成果の概要(英文)：We investigated the morphological features of the distal ulna of cadaveric wrists using micro-computed tomography (micro-CT). We histologically and macroscopically analyzed specimens to examine the attachment of the radioulnar ligaments to the styloid process. Micro-CT images revealed that the cortical thickness of the dorsoradial quadrant was thicker than that of the other quadrant at the proximal slice of the styloid process, and that of the dorsoulnar and ulnopalmar quadrants at the middle slice. Histological analyses showed that the radioulnar ligaments were attached to the middle and distal thirds of the styloid process via chondral-apophyseal entheses. The direction of the fiber was dorsal in the middle third of the styloid process and changed to palmar in the distal third of the styloid process. The radioulnar ligaments were attached to the dorsoradial ridge of the styloid process, which was confirmed by cortical bone thickening, histology at the attachment sites.

研究分野：整形外科

キーワード：TFCC distal ulna

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

手関節尺側部の疼痛は手外科領域において頻繁に遭遇する症状であるが、診断、治療を含め未だコンセンサスを得られていない。そのため、治療後に、痛みの残存とその原因もはっきりしないことがある。三角線維軟骨複合体(Triangular fibrocartilage complex; 以下、TFCC)は手関節において橈骨、尺骨、手根骨を結合する解剖学的構造で、その損傷は手関節尺側部痛の主な要因と認識されているが、連続する周囲が多様な構造からなり複雑に解釈されているので包括的に理解されまでには至っていない。そこで、TFCC 損傷の画像診断学的根拠の明確化や、損傷部位の解剖学的修復のためには、正常構造の理解を目的とした解剖学的基盤が必要となる。

TFCC は、固有三角線維軟骨、半月板類似体、尺側側副靭帯、尺骨三角骨靭帯、橈尺靭帯、背側と掌側の関節包といった様々な構造に分けられるが、特に固有三角線維軟骨と尺骨遠位を結びつける橈尺靭帯が遠位橈尺関節の最も重要な制動要素とされている。橈尺靭帯の尺骨付着部に関しては、その深層が付着する尺骨小窩の重要性が広く知られている。損傷されると、臨床上問題となるため、尺骨小窩部損傷・断裂に関する記載は多い。一般的に、TFCC は多様な構造によって分けられて考えられている。また、橈尺靭帯の尺骨茎状突起への付着に関しては、その正確な付着部位や組織学的特徴に関しては、明確な記述はない。

Benjamin ら(2001)は、線維軟骨を介した靭帯の骨への付着構造(fibrocartilaginous entheses)が骨への強いストレスの伝導を示唆することを提唱した。(J Anat 2001) 尺骨の遠位部は、関節軟骨、小窩、尺腕手根伸筋腱溝、尺骨茎状突起によって形作られているが、尺骨遠位の特に尺骨茎状突起において、橈尺靭帯のストレスと形態的特徴に関しては、ほとんど論じられてきてない。

以上の学術的背景より、TFCC に関し以下2つの仮説が提起される。

TFCC は、その付着部である尺骨遠位部の骨形態に影響を及ぼしているのではないか。

既存の複雑に命名された「靭帯」構造という観点ではなく、遠位橈尺関節に存在すべき三角線維軟骨と関節包という周囲構造を基に肉眼解剖学的に解析することが、病態の理解につながるのではないか。

### 2. 研究の目的

「靭帯」について組織学的解析・骨形態観察など客観性の高い手法を用いた包括的な解析によりTFCC 構造の解剖学的基盤を構築すること。

### 3. 研究の方法

TFCC を包括的に理解するために、尺骨(茎状突起から小窩にかけて)への付着様式を、肉眼解剖学的、組織学的、マイクロCTを用いた骨形態学的手法を用いて解析し、それらの構造の整合性を検証する。

### 4. 研究成果

TFCCのマイクロCTによる骨形態的解析、肉眼解剖解析、組織解剖解析を行った。

マイクロCTにより、骨皮質の厚みを解析した。尺骨形状突起の橈側背側部の骨皮質は厚く、同部への軟部組織の緊張が強いことが推測された。

肉眼解剖学的観察により、三角線維軟骨は尺骨茎状突起頂部から壁面に対して線維が連続していること、その遠位面が掌側方向に連続して、掌側の関節包に移行していることがわかった。

組織解剖により、三角線維軟骨から連続する橈尺靭帯は、尺骨茎状突起の近位側においては橈側掌側から尺側背側方向へ向かい、遠位方向に進むにつれてその線維方向を変化させ、尺骨茎状突起の頂部においては、橈側背側から尺側掌側方向へ向かっていることが見いだされた

マイクロCTによる骨形態的解析、肉眼解剖解析、組織解剖解析の結果は、互いに矛盾せず、整合性が得られるものであった。

今回の解析結果から明らかにされた三角線維軟骨複合体の構造は、遠位橈尺関節の背橈側方向と回旋方向への安定性を両立させる上で、合目的なものであった。本研究の結果を踏まえて、TFCC 損傷の病態理解が深まり、新たな治療（解剖学的な修復術）の開発が行われることが、期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Saya Horiuchi	4. 巻 237(6)
2. 論文標題 Anatomical relationship between the morphology of the styloid process of the ulna and the attachment of the radioulnar ligaments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Anatomy	6. 最初と最後の頁 1032, 1039
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/joa.13275	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Shiro Suzuki, Koji Fujita, Akimoto Nimura
2. 発表標題 Variable Angle LCP Volar Rim Plate fixation for volar displaced distal radius fracture with volar lunate facet fragment
3. 学会等名 14th IFSSH 11th IFSHT TRIENNIAL CONGRESS（国際学会）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 鈴木 志郎
2. 発表標題 橈骨遠位端骨折 Case Discussion
3. 学会等名 Orthopaedic Trauma Management, Upper Extremity（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------