

令和元年5月29日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K10890

研究課題名(和文)「関節包」からみた肩・肘関節疾患に関するメゾ解剖学的研究

研究課題名(英文) Meso-anatomic research for shoulder and elbow joints

研究代表者

二村 昭元 (Nimura, Akimoto)

東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・准教授

研究者番号：40622098

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：1)肩関節において、関節包の上腕骨ならびに関節窩における付着部と関節包自体の膜厚との関係に関する研究を施行し、腋窩囊における膜厚とそれに対応する上腕骨頸部の広い付着部の対応について明らかにした。肩甲骨関節窩下部における、関節包と上腕三頭筋長頭腱起始部の関係を報告した。さらに、小円筋の起始、停止における筋と腱の組成についても明らかにした。

2)肘関節において、円回内筋と浅指屈筋の間に共通腱膜構造を見だし、それが上腕筋筋内腱や浅指屈筋の深層腱膜、関節包と複合体を形成して関節を安定化させていることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

過去には、着目されなかった関節包や関節周囲の筋腱構造に着目することにより、靭帯構造に特化した解剖により理解されることのなかった、関節の包括的理解や、動的安定化構造を理解することが可能となり、それにより正確な診断やリハビリによる保存療法の可能性を示唆することができた。

研究成果の概要(英文)：1) In the shoulder joint, we revealed that the whole capsular complex had the regional variation of the capsular thickness and the attachment width. Particularly, the inferior part of the shoulder capsule had the thickest part and the widest attachment. Furthermore, we reported the fibrous connecting between the joint capsule and the origin of the long head of the triceps brachii. Additionally, we analyzed the composition of the tendinous and muscular origins and insertions of the teres minor muscle.

2) In the elbow joint, we demonstrated that the tendinous septum between the pronator teres and the flexor digitorum superficialis(FDS) muscles formed the complex with the brachialis muscle, deep aponeurosis of FDS, and the joint capsule to dynamically stabilize the joint.

研究分野：整形外科

キーワード：関節包 解剖 組織 肩関節 腱板 肘関節 内側側副靭帯

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

関節疾患の病態を考える上で、その関節の解剖学的構造を理解することの重要性は自明である。その基盤となる解剖学的概念は、各関節に特徴的な固有の筋腱・靭帯などの密性結合織を元に研究されてきた。しかし各関節の最深層を担う「関節包」という構造自体は、単に一様かつ薄いシート状の構造としか認識されず着目されることは少なかった。これに対して過去に申請者らは、「関節包」は部位によりその厚みや付着幅が大きく異なること(局在性)とその薄い部位は病態の発生要因に、厚い部位は関節の安定性に関与していることを見出してきた。

#### (1) 肩関節における関節包の意義

肩腱板断裂の病態解明や手術手技の革新のために、従来は腱板筋群の停止部のみに着目した研究が行われてきた。しかし申請者らはその最深層に存在するにも関わらず、これまであまり着目されることのなかった「関節包」の上腕骨付着部を腱板筋と区別して詳細な検討を加えることにより、実際、腱板筋が付着しない部分で、その停止部を補うように「関節包」は幅広く付着しているところや、逆に腱板筋が強固に停止する部分で幅狭く付着しているところなど局在性があり、それぞれ腱板の支持性と腱板断裂の病因論に関与していることを見出した。しかしあくまで、肩関節上方に関する局所的視点でのみ検討してきたため、肩関節全体の「関節包」の実質部に対する質的検討や、膜状構造に対する断面的検討を行ってこなかった。実際には「関節包」という構造の解析は肩関節の安定化メカニズムの解明にも大いに応用可能な手法であるといえる。

#### (2) 肘関節における関節包の意義

「テニス肘」の病態は短橈側手根伸筋起始部の変性(関節外)と滑膜ヒダ障害(関節内)という一見関連のない病因が関与しているとされてきたが、申請者らは「関節包」の付着部の局在性という概念を応用して、短橈側手根伸筋起始部を裏打ちする「関節包」の付着部は幅狭く、その部位の脆弱性と病態が関与していることを見出し、関節内・外の病態が相互に関係していることを明らかにした。さらに complex elbow instability や内側型野球肘に代表される肘関節の動揺性に関与する疾患は、肘関節安定化構造の詳細が未だ理解されていないため、診断・治療に難渋する。肘関節外側では橈側側副靭帯や外側尺側側副靭帯、肘関節内側では内側側副靭帯の前束、後束などと従来、様々な靭帯構造に基づいて解析されているが、それら靭帯とその深層に存在すべき「関節包」との関係性について不思議と議論されたことはない。

### 2. 研究の目的

#### (1) 肩関節の関節包に関する研究

「関節包」を肩腱板より分離した状態で切離してその付着部を観察し、肉眼観察的に付着幅の局在性を示す。一塊として摘出した「関節包」をマイクロ CT を用いて撮像し、得られた CT 画像から膜厚を数値化する。形状解析ソフトを用いて数値により色分けして表示することにより、非接触型手法で膜厚の局在性を全体像として可視化する。切片を作成し、腱板筋起始・停止部と関節包付着部の関係性、ならびに「関節包」膜厚の局在性を組織学的に解析する。さらには、関節包自体の膜厚に影響しうる、腱板筋群の中でまだ明らかにしていなかった小円筋の筋・腱の組成についても明らかにする。

#### (2) 肘関節の関節包に関する研究

浅層伸筋群や回内屈筋群、上腕筋、上腕二頭筋などの周囲筋の筋・腱組成を観察する。「関節包」を周囲組織と分離した状態で切離して、その付着部を観察して、特に骨と付着幅との位置関係(どの部分に厚く付着するか)を明らかにする。マイクロ CT を用いて肘「関節包」膜厚の局在性を検討する。肘不安定症の治療対象となる尺骨鉤状突起や内・外側上顆において組織学的に解析し、周囲筋や靭帯構造と「関節包」との関係性、ならびに「関節包」実質部の厚みの局在を断面にて確認する。

### 3. 研究の方法

#### (1) 肉眼解剖的解析

解剖体標本を用いて、周囲筋の起始・停止部、筋・腱の組成などを観察後に切離する。関節包を骨から切離時に、骨付着部の広がりを観察する。

#### (2) マイクロ CT を用いた解析

骨表面上にある、窩部や粗面を解剖手技によるアーチファクトなく観察するために、標本をマイクロ CT を用いて解析する。また、切離した関節包を平面状に展開し、マイクロ CT を用いて撮像後に、3次元再構築し ImageJ などの画像解析ソフトを用いて、膜厚定量を行う。

#### (3) 組織学的解析

周囲筋や関節包が付着した骨標本を非脱灰のまま、ダイヤモンドソーを用いて包埋・薄切可能なサイズにまで切断し、脱灰後にマッソントリクロム染色を用いて解析する。

### 4. 研究成果

(1) 肩関節の「関節包」の上腕骨ならびに肩甲骨関節窩における付着部と関節包自体の膜厚との関係に関する研究を施行した。上腕骨側において、肩甲下筋腱下縁、腋窩囊、棘下筋一小円

筋境界などで、関節包付着幅の広い部分が定量化でき、さらにはそれらの部位、特に腋窩囊に対応する関節包膜厚の厚い部位との対応を明らかにした。下関節上腕靭帯と呼ばれる構造は、既知のシェーマに描かれる関節内の束状構造は、実際は連続するシート状構造の厚い部位の端を示していると解釈できる。本研究は、肩関節不安定症における診断・治療革新のための解剖学的基盤となりうる。

(2) 肩甲骨関節窩下部における関節包と上腕三頭筋起始部との関係に関する研究を施行した。上腕三頭筋長頭腱は肩甲骨の関節下結節から起始しているとされているが、一部の線維は関節下結節よりも上方の関節唇に付着する関節包上より起始し、さらに関節窩の6時においては関節包と合して、関節唇自体からも起始している。本研究は、野球やテニスなどのオーバースローイングスポーツにおける障害の1つと考えられる、後方構成体タイトネスの病態解明に寄与する。

(3) 腱板筋群の中で、最も背側、遠位に配置される小円筋に関して、起始・停止部における筋・腱の組成について解析した。小円筋は肩甲骨背側外側縁から起始し上腕骨大結節の後下部に停止する筋と解剖学書には記載されているが、実際は、上部と下部筋束に分かれる。上部は肩甲骨外側縁下方から起始し上腕骨大結節下面に腱性に停止し、下部は棘下筋との間にある腱膜組織から起始し上腕骨外科頸に筋性に停止する。上部と下部はそれぞれ異なる腋窩神経の枝で支配される。これらの特徴から、大きな筋内腱を有する上部は主に外旋出力に関係し、断面積が大きい下部は挙上した際上腕骨頭を下方に牽引し安定させる役割があると推測される。

(4) 肘関節における回内屈筋群の共通腱膜とその深層の関節包の関係について解析した。肘関節においては円回内筋、浅指屈筋、尺側手根屈筋や上腕筋の腱膜が互いに結合して、共通腱膜構造を形成し安定化を図っていることを明らかにした。さらにその深層では「関節包」が近位において折れ返り滑液腔を形成しているのに対し、遠位においては共通腱膜と結合して肘関節を被覆していた。前述の共通腱膜構造や「関節包」と上腕骨内側上顆や尺骨鉤状突起結節などの骨形態との立体的配置を明らかにするために、マイクロCTによる解析を行ったところ、前方の共通腱膜は鉤状突起結節の前方、後方の共通腱膜は鉤状突起結節の後方に対応していることを明らかにした。鉤状突起レベルにおける軸位断の解析により、既存の内側側副靭帯前束と呼ばれる構造は、前述の共通腱膜の一部であることが明らかとなった。よって、肘関節の安定化や疼痛の改善のためには、静的構造を外科的に再建する前に、リハビリテーションなどにより動的安定化の機能を調整することで愁訴の改善が得られる可能性を示唆できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計4件)

Hoshika S, [Nimura A](#), Yamaguchi R, Nasu H, Yamaguchi K, Sugaya H, Akita K, Medial elbow anatomy: A paradigm shift for UCL injury prevention and management, Clin Anat, 査読有, 32, 2019, 379-389

DOI: 10.1002/ca.23322.

Nasu H, Baramée P, Kampan N, [Nimura A](#), Akita K, An anatomic study on the origin of the long head of the triceps brachii, JSES Open Access, 査読有, 15, 2019, 5-11

DOI: 10.1016/j.jses.2019.01.001.

Momma D, [Nimura A](#), Muro S, Fujishiro H, Miyamoto T, Funakoshi T, Mochizuki T, Iwasaki N, Akita K, Anatomic analysis of the whole articular capsule of the shoulder joint, with reference to the capsular attachment and thickness, J Exp Orthop, 査読有, 5, 2018, 16

DOI: 10.1186/s40634-018-0134-8.

Hamada J, [Nimura A](#), Yoshizaki K, Akita K, Anatomic study and electromyographic analysis of the teres minor muscle, J Shoulder Elbow Surg, 査読有, 26, 2017, 870-877

DOI: 10.1016/j.jse.2016.09.046.

〔学会発表〕(計5件)

[Nimura A](#), Anatomy based on the common pathologies around the elbow joint, 4th Asian Association of Clinical Anatomists, 2018年10月28日, 釜山、韓国

[Nimura A](#), Reconsideration of the anatomy regarding the ulnar collateral ligament of the elbow in terms of the tendinous fascia, The 2018 Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2018年3月7日, ニューオリンズ, アメリカ

[Nimura A](#), Anatomy of medial ligament complex in elbow, 1st AP Shoulder and Elbow Symposium, 2017年10月8日, 品川、東京都

Momma D, [Nimura A](#) et al, Anatomical Analysis of the Whole Articular Capsule from the Glenoid and the Humeral Attachment. Orthopaedic Research Society 2017 Annual Meeting, 2017年3月19日 サンディエゴ, アメリカ

Momma D, [Nimura A](#) et al, Anatomical Analysis of the Articular Capsule based on the Widths between the Footprints, The 13th International Congress of Shoulder and Elbow

Surgery, 2016年5月17日, 濟州島, 韓国

〔図書〕(計1件)

菅谷 啓之, 秋田 恵一, 二村 昭元, 肩関節手術のすべて. メジカルビュー, 2018

## 6. 研究組織

研究代表者氏名: 二村 昭元

ローマ字氏名: (NIMURA, akimoto)

所属研究機関名: 東京医科歯科大学

部局名: 大学院医歯学総合研究科

職名: 准教授

研究者番号(8桁): 40622098

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。