

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：12602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24791525

研究課題名(和文) マイクロCTを用いた筋腱付着部障害に関する解剖学的研究

研究課題名(英文) Anatomic studies regarding attachments of musculotendinous structures using Micro-CT

研究代表者

二村 昭元(Nimura, Akimoto)

東京医科歯科大学・医歯(薬)学総合研究科・講師

研究者番号：40622098

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：上腕骨大結節に従来あるとされる上面・中面の他に、それらの境界に「外側面」と名付けた新たな面が存在することを見出した。さらに棘下筋の前縁にX線不透過性マーカーを留置しマイクロCTを撮像し3D再構築を行うことにより棘下筋はその「外側面」の前縁にむかって停止していることを明らかにした。また上腕骨外側上顆炎(テニス肘)の病因と考えられている短橈側手根伸筋の起始部は他の前腕浅層伸筋群と異なり腱成分のみで起始する特殊性をもち、さらにその深層に位置する関節包は他の部位と比較して付着部が脆弱である。それらの構造的特殊性が近接するテニス肘の病因に関与していることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：In the greater tubercle of the humerus, the lateral impression that is composed of the border with the highest impression, the border with the middle impression, and the border with the lateral wall of the greater tubercle. In all samples of humeri with rotator cuffs, we could confirm the lateral impression, and the border between the highest impression and the lateral impression corresponded to the anterior border of the insertion of the infraspinatus tendon. Regarding the tennis elbow, the extensor carpi radialis brevis(ECRB) simply originated as a tendon without any muscle, whereas other extensors originated as a mixture of tendon and muscle. At the anterior part of the ECRB origin, the thin attachment of the joint capsule lay deep to the ECRB and was distinct in comparison with the posterodistal portion. The anterior part of the ECRB origin was delicate, because the ECRB origin was purely tendinous, and the attachment of the articular capsule was thin.

研究分野：解剖

キーワード：解剖 腱板断裂 テニス肘 関節包 短橈側手根伸筋 肩関節 肘関節 マイクロCT

1. 研究開始当初の背景

筋腱・靭帯附着部の障害その病態のほとんどが解明されていない。解剖学的手法によりその構造的特徴を究明しようとするも筋腱・靭帯の附着形態と骨形態はそれぞれを個々に観察することはできるがお互いの構造を破壊する必要があり、各の関係性を同時に解析することは難しい。上肢における代表的な筋腱附着部障害として「肩腱板断裂」と「上腕骨外側上顆炎(テニス肘)」が挙げられる。

(1) 腱板停止部に関する研究

過去に我々は肩腱板停止部、棘下筋内の神経支配、さらには深層における関節包附着部に関する機能解剖を行ってきたが、各構造と骨形態との関係性に関してはよくわかっていなかった。古くから上腕骨大結節は上面・中面・下面という小さな粗面で区切られるとされ、それらの各面に順に棘上筋・棘下筋・小円筋が停止部を分けるように附着するとされてきたが、「棘下筋の停止部は大結節の上面前縁まで至っている」ことや「大結節の関節軟骨側は関節包が幅をもって附着している」ことなどが明らかにされるにつれ、骨性隆起と附着する筋腱・関節包などの軟部要素との関係を新たに明らかにされた解剖学的知見をもとに解析する必要が出てきた。また、棘上筋・棘下筋を支配する肩甲上神経は上肩甲切痕や上肩甲横靭帯などの特殊な構造体により走行が規定されているが、神経障害に対する解剖学的なリスク関係は証明されていない。さらに棘上筋・棘下筋を前方から押さえ込み安定化させている烏口上腕靭帯とさらに前方に位置する肩甲下筋腱との関係は言及されたことはなかった。

(2) 短橈側手根伸筋附着部に関する研究

テニス肘は短橈側手根伸筋の上腕骨外側上顆起始部の急性炎症やそのあとの血管線維症が病態とされているが、その病因に関しては同部への微小損傷が関与しているとのみ認識される。同部に関する既存の解剖学的研究は附着部の位置関係、大きさなどの形態に関わる報告のみであり「短橈骨側手根伸筋」の機能的特殊性に言及する報告はない。なぜ「短橈骨側手根伸筋」の起始に局限して起こるのか?という疑問が残る。また、滑膜ヒダ障害や輪状靭帯の狭窄・断裂などの関節内病変も同じくテニス肘の病因と考えられているのが、それらの構造に連続する関節包とその浅層に位置する短橈側手根伸筋附着部との関係について言及された研究はかつてなかった。

2. 研究の目的

(1) 腱板停止部に関する研究

晒し骨標本や臨床データによる上腕骨 CT 画像を用いて上腕骨大結節(腱板停止部)に関して過去の知見と比較して形態学的に新たな特徴が無いかを肉眼観察し、それに関して

定量的な測定・パターン分類を行う。次に筋腱の附着した上腕骨標本を用いてマイクロ CT を撮像し骨形態を描出。次に棘下筋の前縁に X 線非透過性マーカーを設置して再度マイクロ CT を撮像することにより、筋腱附着部に解剖操作によるバイアスを加えることなく個々の標本における筋腱の走行・附着パターンと骨形態の関係を明らかにする。

(2) 短橈側手根伸筋起始部に関する研究

短橈側手根伸筋を含む浅層伸筋群の起始部において筋腱の組成つまり筋成分と腱成分とでなされる起始様式について検討する。さらに短橈側手根伸筋附着部のさらに深層に位置する回外筋、関節包、さらに輪状靭帯の上腕骨遠位外側への附着形態を明らかにする。さらに上腕骨遠位外側における筋腱附着部の切片の組織学的解析により短橈側手根伸筋起始部を含めた層構造に関しての特殊性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 肩関節および肘関節の筋腱つき標本や上腕骨の晒し骨標本を用いて、筋腱・関節包などの骨への附着様式・構造を肉眼観察的手法により解析する。

(2) 骨部分の脱灰後もしくは非脱灰の状態で作断面を作成し、マッソントリクロム染色を中心とした組織学的手法を用いて解析する。

(3) 筋腱つき標本をマイクロ CT (inspeXio-100CT) を用いて撮像し骨形態を描出。次に筋腱附着部に X 線非透過性マーカーを設置して再度マイクロ CT を撮像することにより、附着部構造に解剖操作によるバイアスを加えることなく個々の標本における筋腱の走行・附着パターンと骨形態の関係を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 腱板(棘上筋・棘下筋)の上腕骨側停止部の骨形態に関する特殊性と腱停止部との関係性を見出すために、晒し骨標本の肉眼的解析を行うことにより大結節に由来であるとされる上面・中面の他に、それらの境界に「外側面」と名付けた新たな面が大きさはサンプル間においてばらつきがあるものの、全標本に存在することを見出した。さらに同部と腱板筋群走行位置との関係を明らかにするために、棘下筋の前縁に X 線不透過性マーカーを留置しマイクロ CT を撮像し 3D 再構築を行うことにより、棘下筋停止部の前縁と「外側面」と上面との境界が一致することが判明した。すなわち棘下筋はその「外側面」の前縁にむかって停止していることを明らかにした。この知見は腱板断裂における病因解明や解剖学的修復をめざす術式開発に寄与するものである。

(2) 棘上筋・棘下筋を支配する肩甲上神経に対する神経障害は肩甲切痕という特殊な

骨形態に関連すると従来考えられてきたが、その原因は肩甲骨を正面からのみ観察した形態で検討されている。我々は肩甲切痕の形態を規定する骨性要素、さらに神経の走行路に影響する周囲構造との関係性を分析した。肩甲上神経は肩甲下筋腱と棘上窩、上肩甲横靭帯、さらには烏口突起の内側壁から形成される確固たる空間に対して前内側から後外側方向へと走行しており、肩甲切痕という特殊な骨性構造は神経障害に対するリスクというよりは防御的な導通路であると考察される。この知見は関節鏡視下手術の発展に伴い行われるようになった神経障害に対する手術手技や絞扼部位の診断などに役立つものである。

(3) 烏口上腕靭帯は烏口突起の基部から外側・後方へと棘上筋から棘下筋までへと達しているとされてきた。また、棘上筋と肩甲下筋の間に存在する腱板疎部には上腕二頭筋長頭の走行を規定する肩甲下筋腱最頭側腱や上関節上腕靭帯が存在するが、それらの固有構造と烏口上腕靭帯との関係性はよくわかっていなかった。我々は烏口上腕靭帯の烏口突起付着部の付着様式から肩甲下筋腱に対する分布を肉眼解剖学的・組織学的手法を用いて明らかにした。烏口上腕靭帯は後上方の棘上筋・棘下筋の方向のみならず、肩甲下筋腱を前後に挟み込むように被っていた。肩甲下筋腱最頭側腱の上腕骨停止部は小結節を超えて舌部と呼ばれる上腕二頭筋長頭腱の滑走床を形成しており、それに連続するように烏口上腕靭帯と上関節上腕靭帯が複合体を形成して、上腕二頭筋長頭腱の走行を規定している。烏口突起下面の烏口上腕靭帯付着部は一樣な面状に付着しているわけではなく、烏口突起下に嚢胞を形成する壁のように烏口突起下面の前縁・外側縁・後縁に付着している。烏口上腕靭帯は、肩甲下筋腱断裂の修復時や、内旋制限をきたす関節周囲炎の病態にも関係していると考えられていることなどからも臨床的意義を見出される。

(4) 上腕骨外側上顆炎(テニス肘)の病因を短橈側手根伸筋(ECRB)起始部の付着部症とする説が有力であるが、ECRBに関して固有の筋腱としての解剖学的特徴について論じられたことはなかった。また滑膜ヒダや輪状靭帯の狭窄・断裂などの関節内滑膜障害もテニス肘の病因とされているが、それらに連続する「関節包」との関係性に言及した報告はなかった。我々は肘関節外側部におけるテニス肘に関する解剖学的知見を関節内・外の双方から解析した。ECRBを特徴付ける特殊性としては他の浅層伸筋群が筋成分を含むのに対して、筋成分を含まない腱成分のみで遠位前方から起始する腱ということである。その深層構造である ECRB 起始部の関節包には局在性が存在する。すなわち前方では非常に薄く骨への付着幅も狭いのに対し、遠位後方では回

外筋と共に複合体を形成していて厚みがあり骨への付着幅も広い。ECRB 起始部の特殊性とその前方関節包付着部の脆弱性が隣接して存在していることにより、古くから唱えられる ECRB 付着部症などの関節外病変と滑膜ヒダなどの関節内病変が病態として共存しているのではないかと推測され、テニス肘の病態解明や治療開発に有益であると考えられる。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Nozaki T, Nimura A, Fujishiro H, Mochizuki T, Yamaguchi K, Kato R, Sugaya H, Akita K. The Anatomic Relationship between the Morphology of the Greater Tubercle of the Humerus and the Insertion of the Infrapinatus Tendon. J Shoulder Elbow Surg. 査読有り,24, 2015, 555-60 DOI: 10.1016/j.jse.2014.09.038.

Tasaki A, Nimura A, Mochizuki T, Yamaguchi K, Kato R, Sugaya H, Akita K. Anatomic observation of the running space of the suprascapular nerve at the suprascapular notch in the same direction as the nerve. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 査読有、2014, [Epub ahead of print]

Arai R, Nimura A, Yamaguchi K, Yoshimura H, Sugaya H, Saji T, Matsuda S, Akita K. The anatomy of the coracohumeral ligament and its relation to the subscapularis muscle. J Shoulder Elbow Surg. 査読有、2014 ,23,1575-81 DOI: 10.1016/j.jse.2014.02.009.

Nimura A, Fujishiro H, Wakabayashi Y, Imatani J, Sugaya H, Akita K. Joint capsule attachment to the extensor carpi radialis brevis origin: an anatomical study with possible implications regarding the etiology of lateral epicondylitis. J Hand Surg Am. 査読有、2014, 39,219-25 DOI: 10.1016/j.jse.2014.02.009.

[学会発表](計5件)

Nimura A, The Anatomic Relationship Between The Morphology Of The Greater Tubercle Of The Humerus And The Insertion Of The Infrapinatus Tendon, the 61th Orthopaedic Research Society, 2015年3月28日~31日, ラスベガス、アメリカ

Nimura A, Anatomic relationship between lateral impression of greater tuberosity of humerus and insertion of infrapinatus tendon, the 16th European Society of

Sports Traumatology, Knee and Arthroscopy,
2014年5月14日, アムステルダム、オランダ

Nimura A, Lateral Epicondylitis
Originates At The Anterior Side Of The
Articular Capsule Underlying The Extensor
Carpi Radialis Brevis, the 60th Orthopaedic
Research Society, 2014年3月15,16日, ニ
ューオリンズ、アメリカ

Nimura A, Initiation Of Tennis Elbow;
Anatomic Findings Of Origin Of Extensor
Carpi Radialis Brevis And Joint Capsule,
the 2014 Annual Meeting of the American
Academy of Orthopaedic Surgeons, 2014年
3月11日, ニューオリンズ、アメリカ

Nimura A, Specialty of extensor carpi
radialis brevis in relation to etiology
of tennis elbow, the 12th Congress of
European Association of Clinical Anatomy,
2013年6月28日, リスボン、ポルトガル

6. 研究組織

(1) 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・講師

研究者番号：40622098