

機関番号：12602

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20590168

研究課題名（和文）肩関節およびその周囲筋についての臨床解剖学ならびに比較解剖学的研究

研究課題名（英文） Clinical and comparative anatomical studies of the shoulder joint and its surrounding muscles

研究代表者

秋田 恵一（AKITA KEIICHI）

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：80231819

研究成果の概要（和文）：

肩関節周囲の構造については、臨床の技術の向上にともない、ますます詳細な理解を必要とするようになった。そこで、本研究では肩関節周囲筋の解剖を見直し、総合的に新たに評価を行い、手術、診断といった臨床応用への基盤を形成する。また、肩関節の成り立ちを比較解剖学的に検討し、ヒトの解剖学的な理解に役立たせる。本研究の結果、非常に多くの解剖学的な新知見が得られ、臨床への応用が期待されることになった。また、比較解剖学的な知見から、ヒト肩関節の構造について、より理解が深まったと考えられる。

研究成果の概要（英文）：

With the development of the clinical techniques, it is important to understand the precise anatomical structure of the shoulder joint and surrounding structure. The purpose of this project is to review the structure surrounding the shoulder joint including the rotator cuff more precisely than present textbooks and create the up-dated basis for the clinical application, such as diagnosis and operation. In addition, we added the comparative anatomical observations for further understanding of human structure. From these results of the project, we obtained many new results and most of them will contribute the clinical application shortly. One of the advantages of our project is to utilize the comparative anatomical knowledge and observations to understand the human shoulder structure.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：臨床解剖学

科研費の分科・細目：解剖学一般(含組織学・発生学)

キーワード：棘下筋、小円筋、腱板疎部、関節上腕靭帯、烏口上腕靭帯、腱板断裂、肩関節鏡視下手術、臨床解剖

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、肩関節鏡視下手術が急速に進歩している。関節鏡を使うことにより、これまでの直視下手術より視野は狭くなるものの、局所の拡大率は30~40倍となり、かなり細かな手技も行えるようになった。この手術法は、健常部への侵襲が極めて少ないとされ、今後、“腱板断裂”や“反復性脱臼”といった症例において、整形外科の医療現場で広く受け入れられていくことは当然の流れといえよう。また、画像診断においても超音波やCTに加えてMRIが一般に用いられるようになり、腱板損傷においてより詳細な解析が可能になっている。それだけに、これに対応した解剖学的知識が求められている。

肩の解剖についてのこれまでの情報に関して臨床家は解剖学の教科書や研究レベルのものよりはるかに高度なものを求めている。たとえば、関節上腕靭帯や烏口上腕靭帯という用語は、もちろん解剖学でも用いられるが、それらがまったく正確なものを指しておらず、少なくとも肩関節に関わる整形外科医達のレベルからもはるかに遅れているということがわかった。

(2) 解剖学の教科書の枠組みに対して疑問を持ち、解剖を進めることは、矛盾するようだが、解剖学者の勤めであると考えている。本研究は予備的な段階であるが、いくつもの新しい結果をもたらしている理由は、解剖実習などの途中でデータを採取したり、単に統計的なデータの対象になる項目を選んで調査したとか、または少数の専用実習体を用いた解析というのではなく、臨床解剖用に専用を使用することのできる多数の解剖実習体からデータの採取を行うことができるという環境による。

(3) 肩関節は、整形外科的な疾患としては膝関節と同じくらい重要度が高い。しかし、その系統発生的な歴史は大きく異なる。膝関節が両生類以来ほとんどその基本的な構造が変わらないのに対し、ヒトの肩関節と同様の構造が形成されたのは高等哺乳類になってからということは広く知られている。つまり、肩関節において上腕二頭筋の長頭腱がその中を走るという構造はヒトにおいてはあまりに当たり前のことであるが、比較解剖学的には非常に新しい現象といえるということである。それによって上腕二頭筋がどのようにして関節内を走行することになったのか、関節上腕靭帯という構造がどのようなものなのか、そもそも肩関節の関節包とはどのようなものとしてとらえるべきなのかなどの非常に基本的な疑問に対して考察していきたいと考えた。

## 2. 研究の目的

(1) 肩関節周囲筋の解剖を見直し、総合的に新たに評価を行う。それにより、手術、診断といった臨床応用への基盤を形成する。

(2) 肩関節の成り立ちを比較解剖学的に検討し、ヒトの解剖学的な理解に役立たせる。

## 3. 研究の方法

(1) 人体解剖学的研究においては、肩周囲の解剖のために少なくとも解剖実習体30体60肩を用い、次のことを肉眼解剖学的、組織学的に明らかにする。

肩関節の腱板の層構造

腱板を構成する筋の起始と停止を十分明らかにし、筋線維の層構造を明らかにしていく。

肩甲下筋の付着と上腕二頭筋の長頭腱の安定機構

上腕二頭筋の長頭腱は肩甲下筋の腱によってその走路を支えられている。長頭腱がどのようにして、走路から逸脱しないように固定されているのかを解剖によってまた組織学的に明らかにしていく。

関節内靭帯としての関節上腕靭帯の形態と意義および比較解剖学的意義

関節上腕靭帯という構造については、少なくとも解剖学の教科書では不十分であるため、実際に剖出し、構造を確認する。組織学的に、これらの構造が真の『靭帯』構造をとっているのかどうかについても確認していく。また、下等哺乳類や爬虫類などに、相似た構造が見られるのかを確認していく。

肩関節周囲筋の形態解析と機能的意義および系統発生的変遷

肩関節にアプローチする前に観察される肩甲帯周囲の筋の構造を明らかにし、その支配神経や血管分布を手術的アプローチを念頭に観察を進める。なお、この領域は、系統発生的にも変化に富む部分であるので、爬虫類、下等哺乳類などを用いて上肢帯の構造について明らかにしていく。

小胸筋の肩関節包への延長腱をもつ変異とその比較解剖学的意義

小胸筋の停止が烏口突起にとどまらず、延長して肩関節包にまで広がることは知られているが、その頻度が従来報告されているものよりかなり多いことは、我々のすでに行った調査からわかっている。この変異の意義について、詳細な解剖を通じて考察するとともに、比較解剖学的に考察する。

肩甲骨および上腕骨に付着する肩甲帯筋の3次元解析と画像診断への応用

肩甲骨に起始し、上腕骨に停止する棘下筋は、単に扇形であるという単純なものではなく、筋線維同士が層をなしている。これらの

筋の層構造が肩甲骨の中でどのように広がっているのか、どのように重なっているのかなどを調べることによって、腱板の断裂時の破壊される程度やその広がりなどを予測できるものと思われる。詳細な組織構造とともに、3次元立体構築像などを用いて検索を進める。

#### 4. 研究成果

(1) 棘上筋が従来上腕骨の大結節の上面に広く停止しているとされてきたが、棘下筋の走行に着目することにより棘上筋の停止部が大結節の上前方に限局し、棘下筋は従来言われてきたよりも大きく、大結節中面から上面前端にまで達していることを明らかにした。(論文 1,6,12)。

(2) 棘下筋は薄い膜状の腱組織をなす横走部と、厚い腱組織が連続する斜走部に区別され、横走部は斜走部の厚い腱組織表層に付着することを示した。さらに棘上筋と棘下筋の支配神経の解析から、その横走部は棘上筋と斜走部の中間に位置していることを明らかにした(論文 14)。

(3) 従来臨床上腱板断裂に含まれる腱は棘上筋がほとんどであると言われてきた。上記(1)の知見をもとに腱板断裂症例のMRIを検討することにより、従来報告されているより多く棘下筋断裂が含まれていることを明らかにした(論文 15,19)。

(4) 肩甲下筋は一般に上腕骨小結節に停止すると考えられてきた。実際は最頭側の太くて長い筋内腱が小結節の上面に停止し、上外側へ小さく薄い舌部を伸ばし上腕骨骨頭窩に付着することを示した(論文 2,20)。

(5) 肩甲下筋舌部の表面には上関節上腕靭帯が付着し上腕二頭筋の走路を形成し、烏口上腕靭帯によりその走路が蓋がれることを明らかにした(論文 9,13,17,20)。

(6) 肩甲骨の形態は両生類から哺乳類にかけて大きく変化し、それに伴って筋の配列が大きく変化している。その中で肩関節に密接に関連した上腕二頭筋棘上筋・棘下筋肩甲下筋について両生類から哺乳類にかけての系統発生的変化を明らかにした。

上腕二頭筋の長頭腱が滑膜に包まれた状態で関節腔内を走行しているヒトにおいても個体発生初期には関節包の浅層に位置しているという報告があるが、有袋類などの調査から、系統発生的に上腕二頭筋長頭腱が関節包の外部から内部に落ち込んでいった過程を示すものであると考える。

#### 棘上筋・棘下筋

爬虫類までは、棘上・棘下筋に相当する筋は存在せず、肩甲骨も認められない。哺乳類になり、肩甲骨の上縁の筋塊が腹側(烏口部)と背側(肩甲部)に分化したものであると考えられる。この棘上・棘下筋の出現は、上腕骨の頭尾方向への屈伸運動が主体となる爬虫類的な歩行運動から、哺乳類での上腕骨の回旋を伴う歩行様式への変化と密接な関係があると考えられる。

#### 肩甲下筋

単孔類の肩甲下筋は、爬虫類での肩甲下筋と後肩甲上腕筋が合体したものであると考えられる。ヒトの肩甲下筋には腕神経叢の背側層から複数の枝が入るが、遠位からの枝ほど背側寄りになる。特に下縁の筋束には腋窩神経や大円筋枝の枝が入る。このことは、ヒトの肩甲下筋も爬虫類の段階での複数の筋の複合体であると考えられる。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 22件)

1. Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, Maeda K, Matsuki K, Sekiya I, Muneta T, Akita K. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. J Bone Joint Surg Am. 2008 May;90(5):962-9.
2. Arai R, Sugaya H, Mochizuki T, Nimura A, Moriishi J, Akita K. Subscapularis tendon tear: an anatomic and clinical investigation. Arthroscopy. 2008 Sep;24(9):997-1004.
3. Hamada J, Igarashi E, Akita K, Mochizuki T. A cadaveric study of the serratus anterior muscle and the long thoracic nerve. J Shoulder Elbow Surg. 2008 Sep-Oct;17(5):790-4.
4. 浜田純一郎, 秋田恵一, 望月智之, 山口光國, 横山生子 五十嵐絵美. 肩甲拳筋, 前鋸筋, 菱形筋の機能解剖学的研究. 東北理学療法学. 2008; 20: 65-67
5. 二村昭元, 宗田大, 望月智之, 山口久美子, 秋田恵一, 菅谷啓之, 中川照彦. 棘上筋と棘下筋の上腕骨停止部について Footprint の計測 肩関節 2008; 32(2): 229-232
6. 望月智之, 山口久美子, 秋田恵一, 新井隆三, 菅谷啓之, 吉村英哉. 棘上筋と棘下筋の上腕骨停止部について 組織学的検討 肩関節 2008; 32(3): 493-496.
7. 望月智之, 山口久美子, 秋田恵一, 菅谷

- 啓之, 中川照彦, 宗田大. 棘下筋腱の肉眼解剖および組織学的研究 delamination の発生部位の検討 肩関節 2008; 32(3): 497-500
8. 吉村英哉, 望月智之, 新井隆三, 菅谷啓之, 二村昭元, 宗田大, 秋田恵一. 棘上筋から棘下筋に向かう表層線維の研究. 肩関節 2008; 32(3): 501-503
  9. 新井隆三, 森石丈二, 菅谷啓之, 望月智之, 山口久美子, 秋田恵一. 上腕二頭筋長頭腱の安定化機構. 肩関節 2008; 32(3): 549-552
  10. 浜田純一郎, 藤田和樹, 遠藤和博, 秋田恵一, 芳川晃久. 高校野球選手にみられる肩・肘障害とコンディショニング(解説). 臨床スポーツ医学(2008.06); 25(6): 657-63
  11. 秋田恵一. 投球にかかわる筋の解剖. コーチングクリニック. 2008年. 22(7): 53-8.
  12. Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, Maeda K, Matsuki K, Sekiya I, Muneta T, Akita K. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. Surgical technique. J Bone Joint Surg Am. 2009 Mar 1;91 Suppl 2 Pt 1:1-7.
  13. 山口久美子, 加藤敦夫, 秋田恵一, 望月智之, 新井隆三, 菅谷啓之. 関節上腕靭帯の組織学的検討. 肩関節. 2009. 33(2): 253-256.
  14. 加藤敦夫, 山口久美子, 秋田恵一, 望月智之, 菅谷啓之. 棘下筋の携帯とその支配神経における解剖学的解析. 肩関節. 2009. 33(2): 257-259.
  15. 二村昭元, 中川照彦, 多嶋佳孝, 望月智之, 秋田恵一, 四宮謙一, 宗田大. 腱板滑液包側断裂における上腕骨停止部での断裂部位の検討 術前 MRI を用いた検討. 肩関節 2009. 33(2):471-474
  16. 吉村英哉, 秋田恵一, 加藤敦夫, 山口久美子, 望月智之, 浜田純一郎. 胸鎖関節に関する解剖学的研究～鎖骨間靭帯の形態について～. 肩関節. 2009. 33(3): 595-597
  17. Arai R, Mochizuki T, Yamaguchi K, Sugaya H, Kobayashi M, Nakamura T, Akita K. Functional anatomy of the superior glenohumeral and coracohumeral ligaments and the subscapularis tendon in view of stabilization of the long head of the biceps tendon. J Shoulder Elbow Surg. 2010 Jan;19(1):58-64.
  18. Matsuki K, Sugaya H, Watanabe A, Toyone T, Moriishi J, Mochizuki T, Akita K, Wada Y. Infraspinatus muscle atrophy as a function of the sagittal extent of rotator cuff tears. Orthopedics 2010 May 12;33(5).10.3928/01477447-20100329-08.
  19. 二村昭元, 中川照彦, 多嶋佳孝, 望月智之, 秋田恵一, 宗田大: 腱板小・中断裂における上腕骨停止部での断裂部位の検討 - 術前 MRI を用いた検討 -. 肩関節 34:397-400, 2010
  20. 新井隆三, 秋田恵一, 中村孝志. 肩関節・肩甲帯部疾患 病態・診断・治療の現状 解剖・病態 肩関節の解剖の新知見 上腕二頭筋長頭腱の安定化機構 肩甲下筋腱、上関節上腕靭帯、烏口上腕靭帯の解剖学的構築(原著論文/特集) 2010.10. 別冊 整形外科 (0287-1645)58:2-6.
  21. 望月智之, 秋田恵一. 肩の機能解剖. 特集 肩の鏡視下手術の基本手技. 整形外科最小侵襲手術ジャーナル 2010 55:2-8
  22. 望月智之, 秋田恵一. 肩関節・肩甲帯部疾患 病態・診断・治療の現状 解剖・病態 肩関節の解剖の新知見 腱板筋群の構造と停止部の新しい解剖知見(解説/特集) 2010.10. 別冊 整形外科 (0287-1645)58:7-11.
- [学会発表](計 25件)
1. Yamaguchi K, Mochizuki T, Akita K. Is the superior glenohumeral ligament a true ligament? 25th Anniversary Meeting of the American Association of Clinical Anatomists, July 15 – 18, 2008, Toronto/Canada.
  2. Mochizuki T, Yamaguchi K, Akita K. Origin of the supraspinatus and infraspinatus. 25th Anniversary Meeting of the American Association of Clinical Anatomists, July 15 – 18, 2008, Toronto/Canada.
  3. Mochizuki T, Yamaguchi K, Sekiya I, Sugaya H, Akita K. Histological study of the new footprint of the supraspinatus and infraspinatus. 21th Congress of European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow, September 17-20, 2008, Brugge/Belgium.
  4. Mochizuki T, Sugaya H, Yamaguchi K, Nakagawa T, Muneta T, Akita K. The delaminated rotator cuff tear is

- affected mainly by the layered structure of the infraspinatus tendon. 21th Congress of European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow, September 17-20, 2008, Brugge/Belgium.
5. Nimura A, Mochizuki T, Sugaya H, Nakagawa T, Muneta T, Akita K. The size and location of the footprint of the supraspinatus and infraspinatus of new concepts. 21th Congress of European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow, September 17-20, 2008, Brugge/Belgium.
  6. Arai R, Mochizuki T, Yamaguchi K, Sugaya H, Nakamura T, Akita K. The new anatomical concept of the stabilizing components of the long head of the biceps tendon. 21th Congress of European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow, September 17-20, 2008, Brugge/Belgium.
  7. 望月智之, 菅谷啓之, 山口久美子, 加藤敦夫, 二村昭元, 中川照彦, 宗田 大, 秋田恵一. 腱板断裂における delamination の解剖学的組織学的検討. 第 35 回日本肩関節学会, 2008年11月28-29日, 大阪.
  8. 山口久美子, 望月智之, 新井隆三, 加藤敦夫, 菅谷啓之, 秋田恵一. 関節上腕靭帯の組織学的検討. 第 35 回日本肩関節学会, 2008年11月28-29日, 大阪.
  9. 加藤敦夫, 望月智之, 山口久美子, 菅谷啓之, 秋田恵一. 棘下筋の携帯とその支配神経における解剖学的解析. 第 35 回日本肩関節学会, 2008年11月28-29日, 大阪.
  10. 吉村英哉, 加藤敦夫, 望月智之, 山口久美子, 宗田 大, 秋田恵一. 胸鎖関節に関する解剖学的研究. 第 35 回日本肩関節学会, 2008年11月28-29日, 大阪.
  11. Akita K, Yamaguchi K, Kato A, Mochizuki T. Anatomical and histological investigation of the delaminated rotator cuff tears. 10th congress of European Association of Clinical Anatomy September 2-5, 2009, Istanbul, Turkey
  12. 加藤敦夫, 望月智之, 山口久美子, 秋田恵一. 棘下筋横走部の形態と支配神経における解剖学的検討. 第 114 回日本解剖学会総会・全国学術集会, 3月28日~30日. 岡山
  13. 望月智之, 山口久美子, 加藤敦夫, 秋田恵一. 腱板断裂における層間剥離の解剖学的検討. 第 114 回日本解剖学会総会・全国学術集会, 3月28日~30日. 岡山
  14. 山口久美子, 望月智之, 加藤敦夫, 秋田恵一. 関節上腕靭帯の組織学的検討. 第 114 回日本解剖学会総会・全国学術集会, 3月28日~30日. 岡山
  15. 加藤敦夫, 望月智之, 山口久美子, 菅谷啓之, 秋田恵一. 小円筋の形態とその支配神経における解剖学的解析. 第 36 回日本肩関節学会. 10月9日・10日. 山形
  16. 二村昭元, 中川照彦, 多嶋佳孝, 望月智之, 秋田恵一, 宗田 大. 腱板小, 中断裂における上腕骨停止部での断裂部位の検討. 第 36 回日本肩関節学会. 10月9日・10日. 山形
  17. 浜田純一郎, 小川清久, 秋田恵一. 長胸神経・前鋸筋の解剖と臨床. 第 36 回日本肩関節学会. 10月9日・10日. 山形
  18. 山口久美子, 加藤敦夫, 望月智之, 秋田恵一. 烏口上腕靭帯の形態について. 第 36 回日本肩関節学会. 10月9日・10日. 山形
  19. 吉村英哉, 秋田恵一, 加藤敦夫, 山口久美子, 望月智之, 浜田純一郎. 胸鎖関節に関する解剖学的研究 ~ 関節円板の形態について ~. 第 36 回日本肩関節学会. 10月9日・10日. 山形
  20. Yamaguchi K, Kato A, Akita K. The Coracohumeral ligament and its surrounding tendons. APOSSM, 2010. July2-4. Okinawa
  21. Yamaguchi K, Kato A, Nimura A, Mochizuki T, Sugaya H, Akita K. Anatomical Analysis of the Articular Capsule on the Greater Tuberosity. BACA 21<sup>st</sup> December 2010 Lodon, U.K.
  22. 望月智之, 加藤敦夫, 山口久美子, 菅谷啓之, 二村昭元, 中川輝彦, 秋田恵一. 肩関節包大結節付着部の組織学的検討. 第 37 回日本肩関節学会. 2010.10.8-9. 仙台
  23. 吉村英哉, 秋田恵一, 加藤敦夫, 山口久美子, 望月智之, 浜田純一郎. 烏口上腕靭帯の肩甲下筋腱付着部に関する解剖学的研究. 第 37 回日本肩関節学会. 2010.10.8-9. 仙台
  24. 加藤敦夫, 望月智之, 山口久美子, 菅谷啓之, 秋田恵一. 肩関節包上腕骨大結節付着部の解剖学的検討. 第 37 回日本肩関節学会. 2010.10.8-9. 仙台
  25. 二村昭元, 八木茂典, 若林良明, 中川照彦, 宗田大. 針筋電図を用いた肩外転時棘上筋, 棘下筋筋活動の検討. 第 37 回日本肩関節学会. 2010.10.8-9
- 〔図書〕(計2件)
1. 秋田恵一. 肩甲帯の解剖からみた肩こり・痛み. 実践肩こり・痛みの診かた治しかた, 菅谷啓之編, 全日本病院出版会,

- 東京, pp6-14, 2008.12.
2. 秋田恵一 . 肩の機能解剖 . 実践 反復性  
肩関節脱臼 鏡視下バンカート法 ABC  
菅谷啓之編 . 金原出版株式会社 .2010 .  
pp20-28 ,

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

秋田 恵一 ( AKITA KEIICHI )  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究  
科・准教授  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究  
科・教授  
研究者番号 : 80231819

### (2)研究分担者

山口久美子 ( YAMAGUCHI KUMIKO )  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究  
科・助教  
東京医科歯科大学・医歯学融合教育支援セン  
ター・特任講師  
東京医科歯科大学・医歯学融合教育支援セン  
ター・講師  
研究者番号 : 90376799

望月智之 ( MOCHIZUKI TOMOYUKI )  
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究  
科・寄附講座教員  
研究者番号 : 20436637  
( H20-H21 )

小泉政啓 ( KOIZUMI MASAHIRO )  
熊本大学・医学薬学研究部・准教授  
東京有明医療大学・保健医療学部・教授  
研究者番号 : 90146770  
( H21→H22 : 連携研究者 )