

中高年の肩はなぜ痛みやすいのか？ —構造から考える肩疼痛性疾患の考察—

東京医科歯科大学大学院
運動器機能形態学講座

にむらあきもと
二村昭元

アブストラクト

肩関節における痛みは主に、1) 炎症に伴う痛み、2) 機能的障害に伴う痛み、そして3) 構造的破綻に伴う痛みの3種類に区別される。このうち3) は整形外科医の手術治療を必要とするため、構造に関する、すなわち、肩関節を構成する肩腱板筋腱やその深層を裏打ちする関節包に対する詳細かつ正確な解剖学的理解を要する。JA共済総合研究所との共同研究講座である運動器機能形態学講座^(※)において継続されてきた肩関節構造に関する形態学的解析により、肩関節周囲炎や肩腱板断裂の病態理解、診断や治療に対する新たな知見を、実臨床に即した画像や手術手技と共に概説する。

※ JA共済総合研究所では、転倒等による骨折の要因・効果的な予防策、関節疾患等の運動器障害のメカニズムの解明を通じて健康寿命の延伸に貢献するため、東京医科歯科大学と共同研究講座（運動器機能形態学講座）を設置しています。

(キーワード) 肩関節周囲炎 肩腱板断裂 解剖

目次

- | | |
|----------------------|---------|
| 1. はじめに | 4. 腱板断裂 |
| 2. 肩関節における「痛み」は区別される | 5. おわりに |
| 3. 肩関節周囲炎 | |

1. はじめに

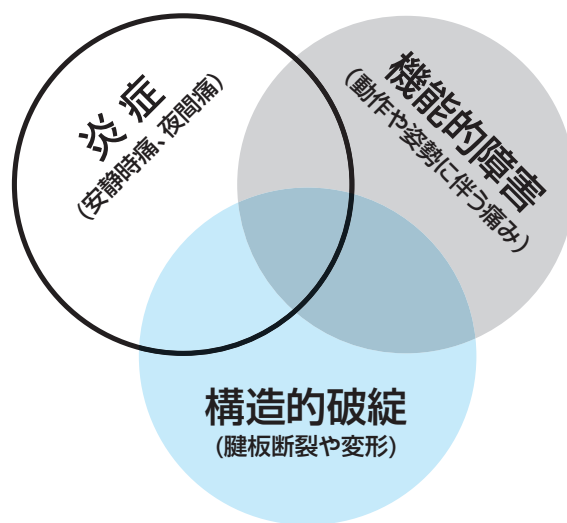
肩関節は上肢帯、つまり肩から手先までの構造体の体幹に近い根元にあたる（図1）。そのため、肩関節の安定化は、末梢にある手指運動が正確に達成されるのに必要不可欠とされる。日常生活のみならず、重作業から巧緻運動まで、上肢の運動全てにおいて、肩関節には絶えず負荷がかかり続けている。このことが現代人の特徴であり、中高年に生じやすい肩痛はそれら必要動作の全てに影響することになる。肩痛をきたす疾患の中で、頻度の多い2大疾患は「肩関節周囲炎（いわゆる五十肩）^{けんぱんだんれつ}」と「肩腱板断裂」であろう。それらの疾患をベースにして、JA共済総合研究所との共同研究講座である当教室においてなされた研究成果について概説する。

2. 肩関節における「痛み」は区別される

肩痛の患者さんを診察していると、痛みのパターンは決して均一ではないことに気づく。例えば、痛みのために夜も眠れず不安に

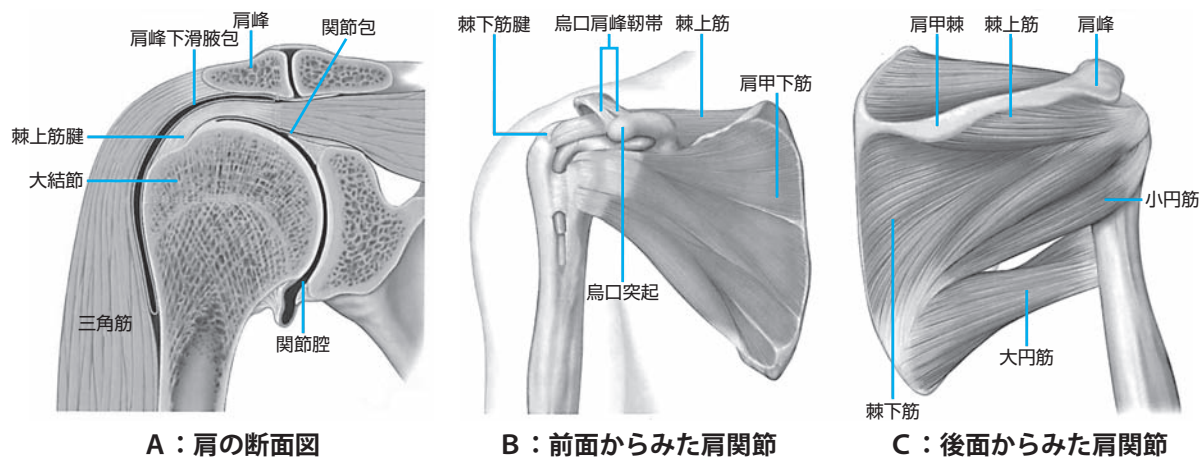
なり救急車で搬送されるようなレベルから、通常はまったく痛くないが、「反対側の肩を掻く」時などのある特殊な肢位のみで感じる痛み、など多岐にわたっている。診断や治療方針を決定するうえで、経験則的には、以下のような3種類の痛みのうち、どれに分類されるかを理解する必要がある^[1]（図2）。

（図2）肩関節における「痛み」のとらえ方



肩の痛みは、いわゆる「炎症」、「機能的障害」、そして「解剖・構造的破綻」に由来する痛みに分けて考え、それぞれの関与の度合いを見極めてから、診断・治療を計画する。

（図1）肩関節 腱板の構造



(1) 「炎症」に伴う痛み

まず1番目として想定されるのが、いわゆる「炎症」に伴う痛みである。炎症とは関節炎、滑液包炎、腱鞘炎、外傷後の腫れやむくみなどの肩局所の炎症から、関節リウマチやリウマチ性多発筋痛症など、全身性の炎症に伴う痛みを含む。「安静時痛（じっと安静にしているときもある痛み）」や「夜間痛（夜寝ているときも感じる痛み）」の存在により判断する。「夜間痛」の有無の判断や定義は難しいが、安静時痛がなくて寝返り時や患側を下にして寝るときのみ痛いというのは、その位置や動作により痛みが誘発されており、どちらかという後述の「機能的障害」ととらえるべきである。逆に、寝入りばなに上向きに寝ただけで肩が痛くなり、眠ることができないといった類いの痛みを炎症に伴う「夜間痛」ととらえている。

(2) 「機能的障害」に伴う痛み

医師の中においてですら理解されていないこともあるが、日常診療上は最も多いタイプである。このタイプの痛みはSahrmann^[2]により提唱される「運動機能障害症候群」という概念に近い。これは、繰り返される運動や持続する姿勢により運動パターンが変化し、肩・膝や腰痛など筋骨格系疼痛を引き起こすという考え方である。特徴としては(1)で述べたような安静時痛や夜間痛などは全くないが、ある腕の位置や関節の動作をとった時にのみ感じる痛みである。姿勢や動作の癖、軽微な外傷後の筋の使い方のパターン変化などに起因するため、通常の構造や形態の異常を検索するための単純X線、CT、MRI

などでは異常を見出すことはできない。このパターンの痛みを認識しない医師にとっては「軽症」と判断されて無視、見落とされることも少なくない。「肩痛はほうっておけば勝手によくなる」と^{まこと}実しやかにささやかれているのは、この痛みの存在によるところが多いと推測される。

(3) 「解剖・構造的破綻」に伴う痛み

後に述べるが、肩腱板が断裂し、その切れ端が挟まり込むことにより、ひっかかり（インピンジメント）やガクッと力が抜けて痛むことや、慢性的なインピンジメントをきたす腱板上の石灰沈着（^{せっかいちんちゃくせいけんえん}石灰沈着性腱炎）、もしくは骨折後に残存した変形に伴う痛みのことを指す。しかし、単純に切れた、またはずれたから痛いわけではなく、その構造的破綻により、関節運動学的な機能が発揮できないことによる症状であり、「機能的障害」との見極めが難しいことがある。例えば、中高年の肩関節脱臼で生じることのある、画像上は大きな変形を残した上腕骨大結節骨折が、初診時には痛みを訴えていても、リハビリにより肩甲骨の可動性や筋の機能が改善されることにより、愁訴がなくなることなどは、必ずしも形態異常が痛みの原因になるわけではないことを示している。

(4) 疼痛の種類と治療

これら3パターンの区別や関与の度合いにより、選択すべき治療方針が変わる。「炎症」であれば抗炎症治療、つまり、いわゆる痛み止め（非ステロイド性消炎鎮痛薬、NSAIDs）処方^{けんぼうか}の効果が期待できる。肩峰下

かつまくほうえん けんこうじょうわんかんせつえん じょうわん に とうきんちやうとう
滑液包炎や肩甲 上 腕関節炎、上腕二頭筋 長頭
腱 鞘 炎など炎症が起こっている場所がわか
れば、そこに対するステロイド局所注射の効
果が期待できる。夜間痛に対しては、
NSAIDsではあまり効果が期待できなかった
が、最近では弱オピオイドに分類されるトラ
マドールにより消失させることができるよう
になった。「機能的障害」に対しては、軽症
や発症してから間もない例に関しては、簡単
な骨盤前傾・胸椎伸展、胸張りなどの姿勢・
セルフエクササイズ指導で改善することもあ
るが、より複雑な運動機能障害に関してはセ
ラピストによるリハビリ処方が必要となる。
「構造的破綻」に関しては、残存している症
状に対する「炎症」・「機能的障害」の要素の
関与の度合いを見極め、いずれに対しても保
存的治療の限界と判断した場合や、はじめか
ら保存的治療では症状の改善が見込めないと
判断した場合には、手術的治療の選択を患者
さんと相談する。

3. 肩関節周囲炎

(1) 肩関節周囲炎の定義と分類

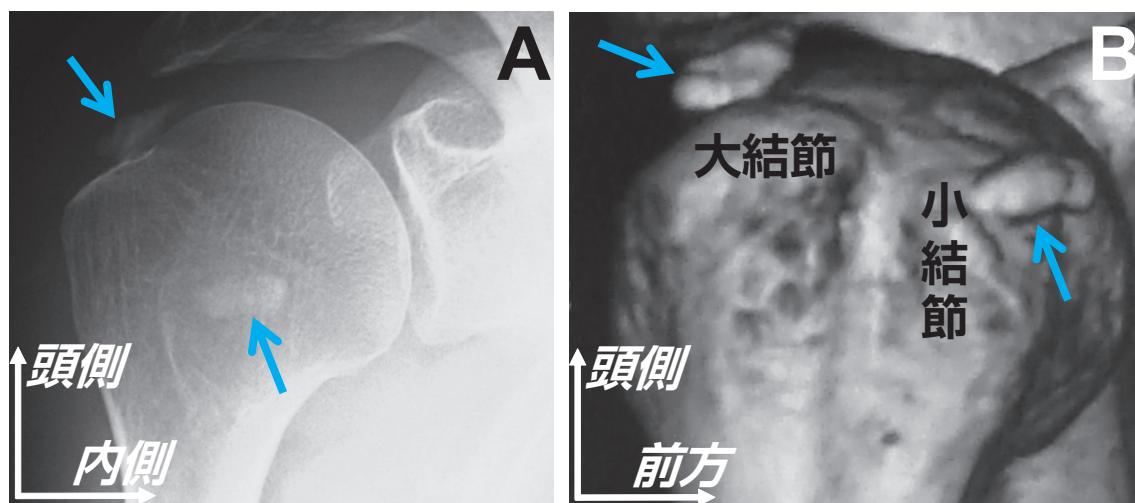
肩関節周囲炎とは様々な原因のために肩の
痛みと動きの制限を生じる疾患の総称であ
る。広義の「五十肩」と同義とされているが、
この呼称自体が疾患の理解を複雑にしてい
る。「五十肩」という用語は、古くは江戸時
代の百科事典である「俚言 集 覧」に記されて
いる^[3]。当時は高齢者に発症する肩痛疾患
の総称として用いられ、自然と痛みは改善す
るものと考えられてきた。近年では診断と治
療技術の向上に伴ってその病態が部分的では
あるが明らかになり、その疾患群の中には腱

板断裂、石灰沈着性腱炎、肩峰下滑液包炎、
上腕二頭筋長頭腱鞘炎などが含まれている。
これらの病態が明らかになった診断名を除外
しても残ってしまう、原因が不明な肩関節痛
を伴った運動障害(拘縮)を狭義の「五十肩」
(凍結肩)と呼ぶようになった。狭義の「五十
肩」はZuckermanら^[4]の拘縮肩の分類によ
れば「一次性」と分類され、「二次性」の中
では糖尿病や甲状腺疾患と関連した「器質
性」、頸椎や心臓疾患に関連した「外因性」、
そして上記肩疾患に由来する「内因性」とい
ったようにさらに細かく分類されている。

(2) 石灰沈着性腱炎

石灰沈着性腱炎は腱板内に析出したリン酸
カルシウムにより急性炎症を生じ、激しい痛
みと運動制限をきたす。これらの肩痛疾患の
中でも最も強い痛みを示す。中年から初老の
女性によくみられる。ごく軽度の違和感から
はじまり、激しい安静時痛が出現し、救急車
に乗って来院するケースも間々ある。痛みの
せいで肩が挙がらなくなり、激しい夜間痛の
ため眠ることができない。棘 上 筋と棘下筋
上にできることが多く、上腕骨大結節部に強い
圧痛を訴え、単純X線上で圧痛部位に一致
して石灰の沈着を認める(図3)。このよう
な急性期には、主に前述の「炎症」に対する
治療を行う。NSAIDsによく反応し、ステロ
イド局所注射も肩峰下滑液包内へ適切に注入
されればよく効く。急性期の症状はとても強
いが、痛みの減少は比較的早い。石灰自体は
自然に消失することが多いが、残存する場合
もある。石灰が残存した場合も、ほとんどが
症状を呈さないが、慢性的な違和感や、肩関

(図3) 石灰沈着性腱炎の画像



右肩、腱板上に沈着した石灰を示す(矢印)。(A) 単純X線画像。(B) 3D-CT。

節の外転や外旋運動時にひっかかりをきたすことがある。肩甲骨運動機能の改善を目的としたりハビリによっても症状が改善されない場合、非常にまれではあるが関節鏡視下に石灰を摘出することがある。

(3) 凍結肩とは

狭義の「五十肩」(凍結肩)は50歳頃を中心に30歳代から70歳代まで年齢幅広く発症し、性別は女性の罹患がやや多い。発症のきっかけは特になことが多いが、肩を挙げる動作を強いられたあとから訴えることもある。一般的に、安静時痛や夜間痛を訴え、「炎症」を呈する「凍結期」、安静時痛は改善したが、機能障害のために可動域制限が進行し(「機能的障害」)、肩甲骨関節包が固くなる(「構造的破綻」)「拘縮期」、そして徐々に拘縮が改善してくる「回復期」の経過をたどる。診断としては狭義の「五十肩」に特異的な所見や症状がないため、超音波診断や

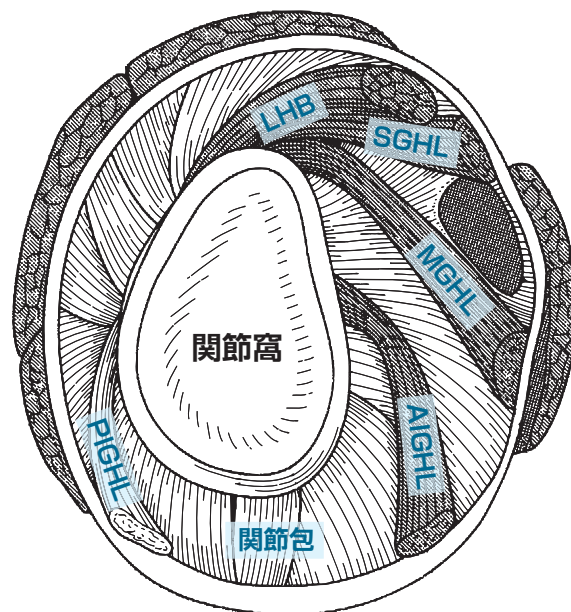
MRIにより腱板断裂や石灰沈着、関節炎・腱鞘炎を鑑別する必要がある。治療としては各病期における痛みの種類に準じた選択が重要となる。急性の炎症期である凍結期では、NSAIDsやトラマドールの投薬、肩峰下滑液包や肩甲骨関節内ステロイド注射、睡眠時の腕の置き方指導などによりまず、安静時や夜間痛の消失をめざす。機能障害を呈した拘縮期では発症して数ヶ月を経過していることが多く、セラピストによるリハビリプログラムを必要とする。拘縮の原因を大胸筋、肩甲骨・肋骨、腱板機能などに分類しそれらのタイプに沿った治療方針を提唱する報告も存在する^[5]。肩局所のみならず、全身の運動機能と関連づけて治療できるセラピストと共に治療にあたる必要があるが、コスト重視の病院施設では外来通院リハができず、治療に難渋する。拘縮の改善する回復期にすべての症例が自然に移行するわけではなく、移行したとしても女性の下着の着脱(結帯動作)や男

性の臀部の財布を取り出すなどの内旋動作の制限は残る。リハビリに抵抗し、ADLの障害が著しい場合は麻酔下の非観血的授動術や関節鏡視下関節包全周性解離術が必要になる。

(4) 関節包の解剖学的意義

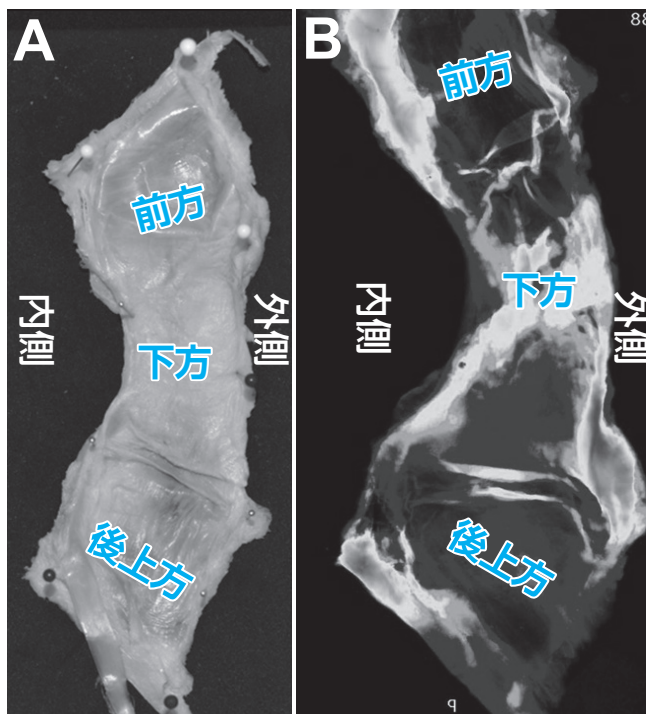
拘縮に際し固くなる肩関節包は、正常状態においては関節上腕靱帯^{じょうわんじんたい}と呼ばれるひも状の構造が上、中、下と配列されと関節内を走向しているように図解されることが多い(図4)^[6]。しかし、実際に関節鏡を用いて関節内を観察してみても、図のようなひも状構造は上方に行くほど確認できなくなる。当教室では、肩関節の関節包全体を分離して、平面的な膜状構造に展開して高解像度CTを用いて解析を行った。その結果、肩関節包の中には、膜の厚みに関して関節の下方にある厚い部分と上方や後方の薄い部分というように、膜厚局在の分布が一様でないことがわかった(図5)^[7]。つまり、前述のひも状構造と解釈されていた部分は、あくまで膜の厚い部分の端、境界が強調されていたことになる。この概念は、後述する腱板断裂の治療にも関係する重要な知見となった。つまり、関節上腕靱帯がひも状構造であると想定すれば、その安定化に対する効果や機能はその部位に限局的となるが、関節包全体が連続する膜状構造であるならば、手術により一部分に対する緊張をかけてあげるだけで、関節全体に安定化を及ぼすことができるわけである。

(図4) 関節上腕靱帯の模式図



後掲図6 Aの上腕骨頭を取除き、外側面から観察している。肩関節内には上関節上腕靱帯(SGHL)、中関節上腕靱帯(MGHL)、前・後下関節上腕靱帯(AIGHL, PIGHL)がひも状構造として存在しているように理解されている(文献6より改変)。
LHB: 上腕二頭筋長頭腱

(図5) 肩関節包における膜厚分布の解析



肩の関節包のみを骨や筋腱より分離して、平らに展開し(A)、高解像度CTを撮像している(B)。厚みが薄い部分を黒く、厚い部分を白く見えるようにデータ処理して、膜の厚みの分布を俯瞰できるように可視化している。

4. 腱板断裂

(1) 肩腱板とは

肩関節の深層を覆っている筋群の総称である。前側に位置する肩甲下筋^{けんこう か きん}は上腕骨小結節^{しょうけつせつ}へ、頭側の棘上筋と棘下筋、後側の小円筋^{しょうえんきん}は上腕骨大結節の各小隆起にそれぞれ停止し、大・小結節の間を関節内にある肩甲骨関節窩^{かんせつ か}に付着する上腕二頭筋長頭腱が走行する（前掲図1、後掲図9）。

(2) 腱板断裂の原因

腱板断裂の原因論は未だ議論が分かれるが、大きく2つあげられる。一つは、転倒などの大きな外傷や繰り返す小さな外傷を含む外因説である。その中でも、腱板が肩峰^{けんぽう}という肩甲骨からのびる突起の裏面に衝突して生じるインピンジメントが腱板断裂の原因で、浅層から発生するとするNeer^[8]の説が有名である。一方、Codman^[9]に代表される内因説は、大結節前縁より後方へ約15mmの領域にはcritical portionと呼ばれる、元から血流の乏しい領域があり、同部位の変性から断裂が発生、つまり断裂が深層から浅層へと広がっていくという説である。腱板断裂は形態や、外傷の有無など様々な病態を含んでいることから、双方の説が複合的に腱板断裂の発生に関与していると解釈できる。

(3) 腱板断裂の病因と解剖

上記の腱板断裂好発部位における断裂の病態と関連して、当教室ではいくつかの解剖学的知見を報告している。腱板（rotator cuff）という名称は各腱が一体となって袖口（cuff）

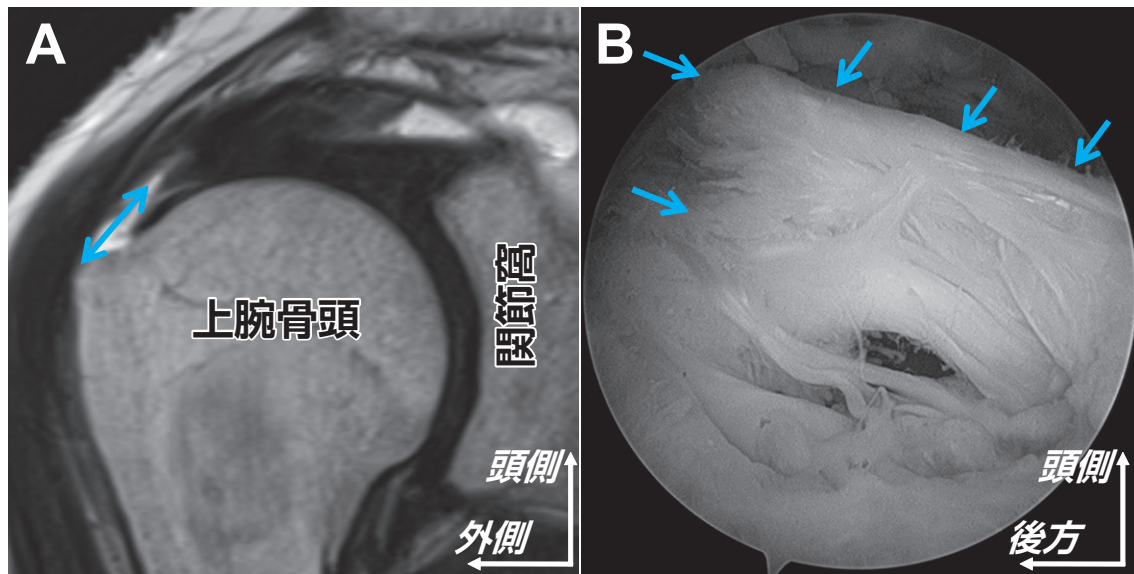
のように上腕骨の近位に付着していることに由来する。一見、一様な腱に見えるが、筋肉の成分を除去して腱の成分のみの局在を解析してみると、棘上筋と棘下筋、いずれも筋の中の発達した腱成分は各筋の前方部分に限局している^[10]。そのせいで、棘上筋と棘下筋の境界部分、つまり棘下筋の筋内腱の前側には、棘上筋の後方部分である、薄く短い腱成分しか存在していない。

さらに、腱板筋の深層には前述の関節包が存在するわけだが、不思議とその骨付着部に関して、今まで着目されることはなかった。その理由は、前述のとおり、棘上筋や棘下筋を裏打ちする上方関節包は厚みの局在からすると薄く、取るに足らない構造と認識されていたからである。しかし、関節包が骨に付着する部分のみを解析してみると、棘上筋と棘下筋の境界部分においては、他の領域と比較して、特異的に付着面積が狭いことが明らかになった^[11]。筋内の腱成分の組成と関節包という2つの構造的観点から見ても、棘上筋と棘下筋の境界部分というのは脆弱であることが理解できる。ちなみに、超音波を用いた臨床研究からも、その部位が腱板断裂の発生部分であることが示されている^[12]。

(4) 腱板断裂の症状

腱板断裂の臨床像は、意外とわかりにくい。重度の拘縮を呈した肩関節周囲炎患者が「腱板断裂疑い」と紹介されてくることが多いが、むしろ腱板断裂では（特にある程度大きな断裂の場合）肩の動きが保たれていることも少なくない。Uedaら^[13]は、前方挙上100度以下、下垂外旋10度以下、内旋第5腰

(図6) 肩腱板の滑液包側不全断裂



(A) 右肩MRI画像を示す。断裂部(両矢印)の内側では、断端が太くなっている。(B) (A)を関節鏡視下に翻転された滑液包側不全断裂(矢印)を観察している。

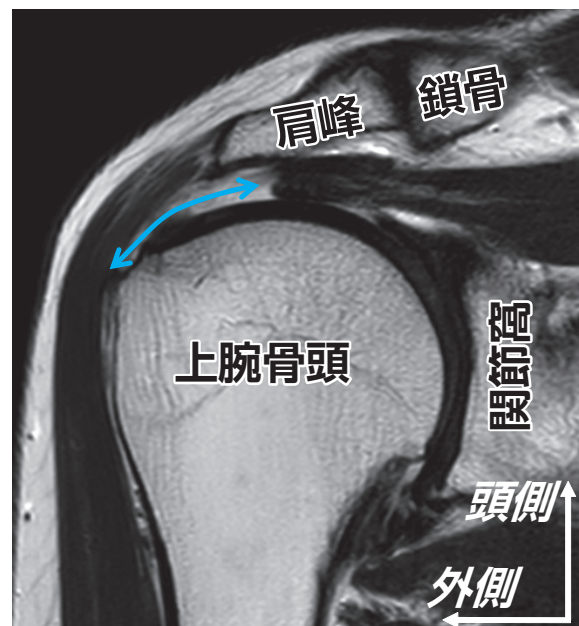
椎以下という重度の拘縮肩89例では、91%が腱板は正常で、残りの9%でも不全断裂があるのみであったと報告している。つまり、腱板が切れているから必ずしも肩が固くなるというわけでない。

腱板断裂の症状としては大きく分けて2つある。1つ目は肩を上げるときに、頭の高さに手がある状態で痛みやひっかかり感を訴える、インピンジメントという症状である。特に浅層側の不全断裂時にその症状は顕著で、初期には「炎症」様の症状を呈する(図6)。2つ目は、肩を上げた時の脱力が主体で、痛みはあっても動作時の痛みのみを訴えるパターンである。比較的大きな断裂の場合が多く、「機能的障害」、「構造的破綻」の双方の要素を含む(図7)。この2つ目の症状が悪化すると、手伝うと肩は挙がるが、自力では肩をほとんど挙上できないという、一見して神経麻痺とも思える「偽性麻痺」を呈する。

(5) 腱板断裂の診断

診断には、超音波が有用で、外来診療中でもオンデマンドに断裂を確認できるが、熟練を要する。MRIの撮像技術の発展にともない、

(図7) 肩腱板断裂のMRI画像所見



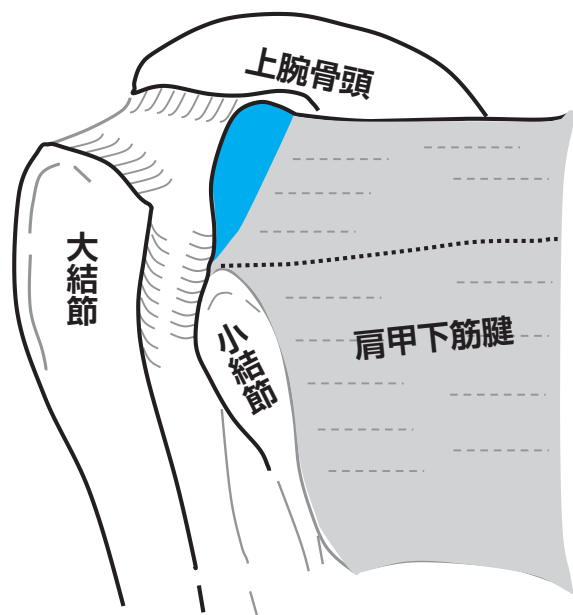
右肩、棘上筋・棘下筋の大きな断裂をしめしている。

腱板断裂の大まかな有無自体は斜位冠状断、斜位矢状断のT2強調画像と放射線科医の読影があれば診断はできるが、肩甲下筋腱舌部^{けんこう か きんけんぜつ ぶ}損傷の診断(図8)^[14]や肩甲骨関節窩内側における腱板筋の萎縮の状態^[15, 16]など、そのあとの治療方針に関わる細かい読影ポイントには肩関節の解剖学的構造に精通した肩関節外科医か放射線科医が必要と言える。

(6) 腱板断裂の治療

治療は、症状に対する治療と、構造、つまり断裂に対する治療とで分かれる。症状に対する治療は、原則的には「炎症」や「機能的障害」に対する保存療法が優先され、短期的にはその効果は期待できる。ただし、愁訴が改善することと、断裂部の状態が必ずしも相関するわけではなく、少なくとも断裂部が症

(図8) 肩甲下筋腱の上腕骨付着部の解剖



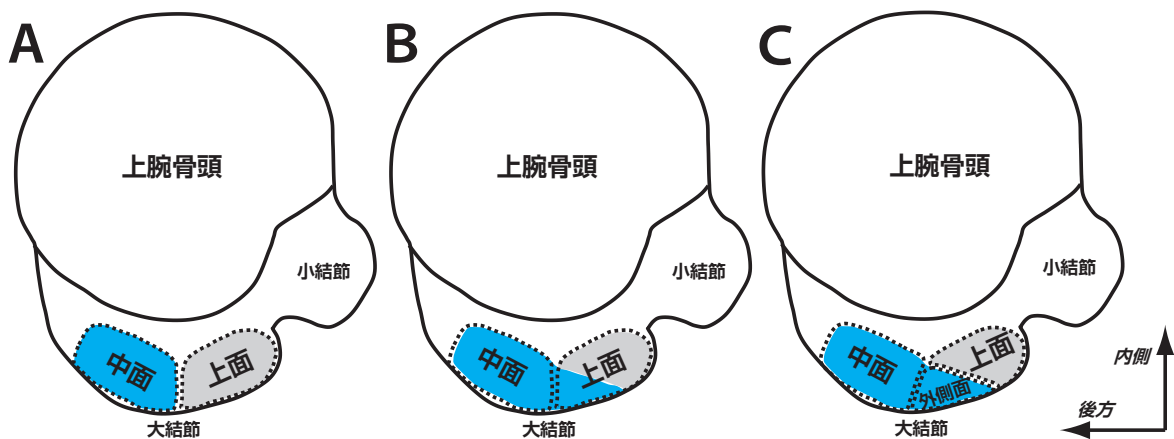
肩腱板の前方をなす肩甲下筋腱は、上腕骨の小結節に限局して付着していると考えられてきたが、実際は小結節の上方と軟骨面との境界部分に、太い強靱な腱構造が付着して舌のような構造(ブルー領域)を呈していることが明らかになった(文献14より改変)。

状の改善とともに修復されることは想定されない。逆に、診断時に既に大きな断裂であることや、肉体労働者などの高負荷は、断裂部が徐々に拡大するリスクが高いとされ、時機を逸すると断裂の穴を閉じることができなくなる。このことから、症例の年齢・活動度・生活環境によっては、腱板断裂の診断時に関節鏡視下腱板修復術を勧めることもある。

(7) 解剖学的修復とは

手術的治療に際し、最も留意すべきは「元ある状態に可能な限り戻す」こと、すなわち解剖学的修復である。ただし、断裂した病理的損傷部において、元の解剖学的停止部、つまり切れた腱がどこに付着していたかを手術中に判断することは、言うほどたやすいことではない。肩腱板断裂において、大結節とよばれる隆起から腱が剥がれるわけだが、教科書には大結節の上面に棘上筋、中面に棘下筋が付着すると記載されていた(次頁図9A)。しかし、近年の関節鏡技術に即した解剖学的知見に基づくと、棘下筋は中面を大きく乗り越えて、上面の前縁にまで達していることがわかった(次頁図9B)^[10]。当教室では、さらに高解像度CTを用いて、骨形態の解析を行うと、いままでは上面と中面といった具合に単純な四角の連続で理解されていた形態が、近年理解されるようになった棘下筋の走向に対応して、その中間的骨形態である「外側面」と呼ぶべき、別な形態を保持していることを明らかにした(次頁図9C)^[17]。棘下筋はその付着部位や相対的な筋量から、腱板断裂治療において最も重要な構造とされるが、この「外側面」を理解することにより、

(図9) 上腕骨大結節の形態と肩腱板の付着の関係



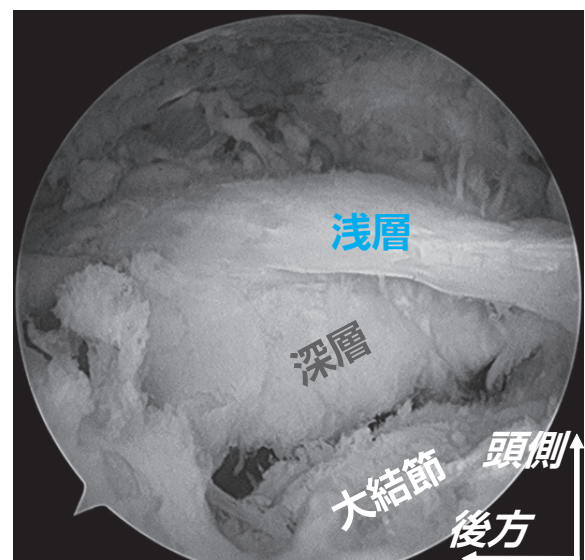
右肩 上腕骨近位端を頭側から観察した模式図を示す。教科書の記載によれば、大結節の上面に棘上筋（グレー）、中面に棘下筋（ブルー）が付着するとされる（A）。近年の解剖学的知見に基づく、棘下筋は中面を大きく乗り越えて、上面の前縁にまで達している（B）。さらに、高解像度CTを用いた、骨形態解析によれば、棘下筋の走向に対応して、「外側面」と呼ぶべき、別な形態を保持していることがわかる（C）（文献17より改変）。

正確な位置に修復が可能となる。

また、断裂した腱の端（断端）の様相は大きく元来の構造とは異なっていることも少なくない。その最たる状況が、腱板断端において、浅層と深層の二層に分かれながら奥に引き込まれる、層間剥離^{そうかんはくり}とよばれる現象である（図10）。層間剥離は諸説あるが、我々の調査によれば棘上筋と棘下筋の全断裂中、約半数において認められる^[18]。その調査により、断裂サイズが大きいほど、後方に限局していることや、深層が浅層より相対的に厚くなること、などの特徴が明らかになった。断裂サイズが大きいほど重症であり、より解剖学的に修復する必要性が高くなる。深層という構造は筋腱構造のみならず、前述の関節包を最深層に含んでいる。関節包は関節全体を被覆することによって、軟部構造の中で最も安定化に与する構造と考えられるため、正確な解剖学的修復を要する。関節包の付着部は腱板筋よりも関節の中心に近い部分に異なる領域

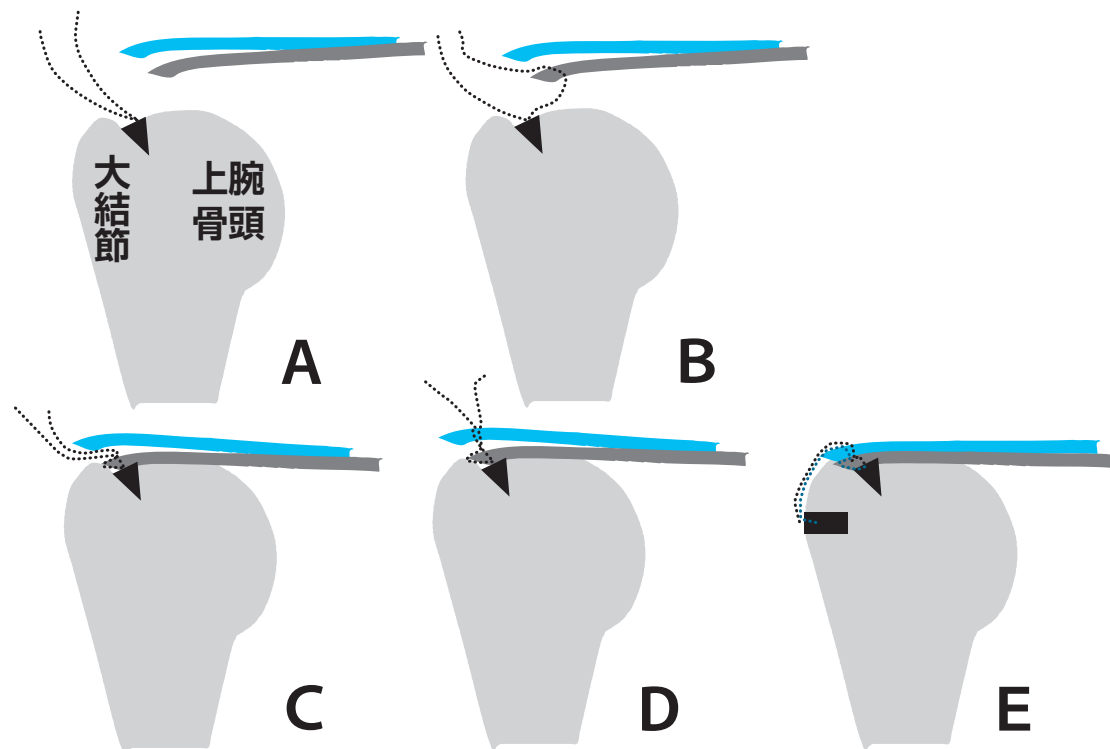
として存在している関係で、関節包と腱板筋とは個別に修復すべきであり、我々は新たな術式として提唱している（図11）^[19]。

(図10) 腱板層間剥離の関節鏡写真



右肩腱板断裂。厚みの薄い浅層と、厚い深層に分離している。

(図11) 層間剥離した腱板断裂に対する修復



模式図で修復手順を示す。(A) 断端が浅層（ブルー）と深層（グレー）に分離している。まず上腕骨大結節の内側にスーチャーアンカー（糸がついたネジ、矢頭と点線）を打ち込む。(B) はじめに、深層のみに糸をかける。(C) 深層を縫合して、骨に止める。(D) 縫合した糸をさらに浅層にかける。(E) かけた糸を糸ごとブリッジングアンカー（糸を骨に埋め込むためのネジ、黒四角）で骨に固定する（文献19より改変）。

参考文献

5. おわりに

肩関節周囲炎と腱板断裂の病態や診断、治療を含めて肩関節外科医と解剖研究者、双方の立場から概説した。診断や治療の原則には、その構造の正確な理解が必須であることから、詳細な解剖学的知見の重要性と波及性を理解していただければ幸いである。

- [1] 二村昭元、宮本 崇 肩関節痛の鑑別－リウマチ性多発筋痛症、肩関節周囲炎、腱板断裂など。リウマチ科。2017；57（2）：223－29
- [2] Sahrman SA 著／竹井 仁・鈴木 勝 監訳 運動機能障害症候群のマネジメント－理学療法評価・MSBアプローチ・ADL指導－。東京：医歯薬出版；2005.
- [3] 信原克哉. 五十肩研究の歴史. 整形外科Mook. 1983；6（28）：1－7.
- [4] Zuckerman J et al；Frozen Shoulder. In：III MF, editor. The Shoulder：A Balance of Mobility and Stability AAOS；1992. p. 253－67.
- [5] 立原 久、浜田 純、平田 英. 【肩関節疾患の最前線】(Part2) 肩関節疾患の臨床 五十肩の病態と機能的アプローチ. Bone Joint Nerve. 2013；3（4）：639－49.
- [6] O'Brien SJ et al：The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. Am J Sports Med. 1990 18（5）：449－56.
- [7] Momma D, et al：Anatomic analysis of the whole articular capsule of the shoulder joint, with reference

- to the capsular attachment and thickness. J Exp Orthop. 5 : 16, 2018
- [8] Neer CS, 2nd. Impingement lesions. Clin Orthop Relat Res. 1983 Mar (173) : 70–77.
- [9] Codman EA, et al : THE PATHOLOGY ASSOCIATED WITH RUPTURE OF THE SUPRASPINATUS TENDON. Ann Surg. 1931 Jan : 93 (1) : 348–59.
- [10] Mochizuki T, et al : Humeral Insertion of the supraspinatus and infraspinatus : New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. J Bone Joint Surg Am. 2008 90 (5) : 962–69.
- [11] Nimura A, et al : The superior capsule of the shoulder joint complements the insertion of the rotator cuff. J Shoulder Elbow Surg. 2012 21 (7) : 867–72.
- [12] Kim HM, et al : Location and initiation of degenerative rotator cuff tears : an analysis of the hundred and six shoulders. J Bone Joint Surg Am. 2010 92 (5) : 1088–96.
- [13] Ueda Y, et al. Rotator Cuff Lesions in Patients with Stiff Shoulders : A Prospective Analysis of 379 Shoulders. J Bone Joint Surg Am. 2015 97 (15) : 1233–7.
- [14] Arai R, et al : Subscapularis tendon tear : an anatomic and clinical investigation. Arthroscopy. 2008 24 (9) : 997–1004.
- [15] Nozaki T, et al : Predicting Retear after Repair of Full–Thickness Rotator Cuff Tear : Two–Point Dixon MR Imaging Quantification of Fatty Muscle Degeneration–Initial Experience with 1–year Follow–up. Radiology. 2016 280 (2) : 500–9.
- [16] Nozaki T, et al : Quantification of Fatty Degeneration Within the Supraspinatus Muscle by Using a 2–Point Dixon Method on 3–T MRI. AJR Am J Roentgenol. 2015 205 (1) : 116–22.
- [17] Nozaki T, et al : The anatomic relationship between the morphology of the greater tubercle of the humerus and the insertion of the infraspinatus tendon. J Shoulder Elbow Surg. 2015 24 (4) : 555–60.
- [18] Tanaka M, et al : Location and thickness of delaminated rotator cuff tears : cross–sectional analysis with surgery record review. JSES Open Access. 2018 2 (1) : 84–90.
- [19] Mochizuki T, et al : Repair of Rotator Cuff Tear With Delamination : Independent Repairs of the Infraspinatus and Articular Capsule. Arthrosc Tech. 2016 5 (5) : e1129–e1134.