

(様式 甲 5)

氏 名	藤 澤 幸 隆
(ふ り が な)	(ふじさわ ゆきたか)
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学 位 授 与 番 号	甲 第 号
学 位 審 査 年 月 日	平成 27 年 1 月 28 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 名	Three-Dimensional Analysis of Acromial Morphologic Characteristics in Patients With and Without Rotator Cuff Tears Using a Reconstructed Computed Tomography Model (腱板断裂に関連のある肩峰形態の変化: CT を用 いた三次元的解析)
論 文 審 査 委 員	(主) 教授 鳴 海 善 文 教授 佐 浦 隆 一 教授 上 田 晃 一

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

《背景と目的》

腱板は棘上筋、棘下筋、肩甲下筋、小円筋の 4 つの筋から構成され、主として肩関節を求心位に保つために働く。腱板が断裂すると上腕骨頭は上方に偏位し、肩峰下に衝突する(肩峰下インピンジメント) ために肩の痛みが出現する。

腱板断裂の発生要因として、1934 年に Codman は加齢による腱の変性、脆弱化が起こることによって、強い負荷が加わらなくても腱板断裂が起こるという内因説を述べている。一方、1972 年に Neer は肩関節挙上時に肩峰下に形成された骨棘と腱板が衝突することによって腱板が断裂するという外因説を唱えた。さらに近年の研究から内的・外的両要因が

関与することによって腱板断裂が起こる可能性も報告されている。

腱板が断裂すると肩峰下に骨棘が形成されるという報告は多い。しかし、腱板断裂を認めない症例においても肩峰下に骨棘が形成されることがあり、肩峰下骨棘と腱板断裂との関連については明らかではない。

腱板断裂に対する観血的治療として、肩峰形成術（肩峰下骨棘の切除）を併用した腱板修復術が行われることが多い。しかし、術者によって切除する骨棘の部位は異なり、これが報告によって手術成績が異なる原因の一つとも考えられている。

肩甲骨は複雑な形状をしているために、肩峰の形態を単純X線や通常の CT 画像から正確に評価することは容易ではない。今回我々は、CT 画像の三次元表示を用いた骨形態評価法を肩峰の形態診断に応用した。本研究の目的は、この新しい評価法を用いて腱板断裂と肩峰形態の変化の関連性を検討することである。

《対象と方法》

鏡視下腱板修復術を行った片側性腱板断裂 25 例（腱板断裂群、49～70 歳、平均 61 歳）（男性 10 例、女性 15 例）と鏡視下肩関節授動術を行った腱板断裂のない拘縮肩 17 例（腱板断裂なし群、40～70 歳、平均 57 歳）（男性 6 例、女性 11 例）を対象とした。両群の年齢、性別には有意差を認めなかった。関節鏡視下に腱板断裂の有無を確認し、断裂例では目盛り付きプローベを用いて断裂の大きさを計測した。なお、(1)変形性肩関節症、(2)肩関節に外傷歴のある症例、(3)肩関節に手術歴のある症例、(4)71 歳以上の症例は本研究から除外した。

全例、術前に健側肩関節に腱板断裂がないことを MRI と超音波検査により確認した上で、両側肩関節の CT 撮影を行い、その DICOM データを用いて両側肩甲骨表面モデルを作成した（Orthopedics Viewer、大阪大学運動器バイオマテリアル学講座）。患側の肩甲骨モデルに対して健側の鏡像モデルを重ね合わせ（ICP アルゴリズム）、肩峰の 4 か所（前縁、外縁、下面、内縁）における形態の患健側差を計測した（proximity mapping 法）。ROC 解析により、それぞれの部位における患健側差の cut off 値を求め、それより大きい変化を形

態変化ありとした。腱板断裂の有無による肩峰形態の差をカイ 2 乗検定により検討した（有意水準 0.05）。腱板断裂の大きさと形態変化の大きさの相関関係は Pearson の相関係数を用いて検討した。本評価法の検者内および検者間再現性を検討するために 2 名の検者が 2 回ずつ計測を行い、級内相関係数を算出した。

《結 果》

肩峰の形態変化あり（骨棘形成あり）と考えられる cut off 値は、前縁が 2mm、外縁が 3mm、下面と内縁が 4mm であった。骨棘形成を認める割合は、前縁で腱板断裂群 17/25 肩、腱板断裂なし群 4/17 肩、外縁で腱板断裂群 11/25 肩、腱板断裂なし群 1/17 と、いずれも腱板断裂群の方が断裂なし群に比べて有意に高かった（ $p<0.01$ ）。下面と内縁では、腱板断裂の有無による骨棘形成の割合に有意差を認めなかった。また、腱板断裂の大きさと肩峰下骨棘の大きさにも有意な相関を認めなかった（ $p=0.37-0.73$ ）。

本評価法での検者内再現性の ICC は 0.97/0.92（腱板断裂群）と 0.99/0.97（腱板断裂なし群）、検者間再現性の ICC は 0.92（腱板断裂群）と 0.98（腱板断裂なし群）であり、再現性の高い評価法である。

《考 察》

本研究結果から、肩峰前縁の 2mm 以上の骨棘形成と外縁の 3mm 以上の骨棘形成は腱板断裂と関連していると考えられる。先行研究では、腱板断裂による直接的な影響、あるいは加齢や過用など腱板断裂以外の要因で肩峰下骨棘が形成されるという報告と同時に、形成された肩峰下骨棘が腱板断裂の発症要因になり得るとの報告もある。

本研究では、腱板断裂なし群の 17 肩中 4 肩の肩峰前縁にも骨棘形成がみられたが、肩峰前縁と外縁に骨棘が形成される割合は、腱板断裂群の方が腱板断裂なし群に比べて有意に高かった。今回は肩峰下骨棘形成に影響を及ぼすと思われる腱板断裂以外の因子をできる限り除外、あるいは 2 群間で揃えて解析しているので、腱板断裂群と断裂なし群の断裂前の骨棘形成の割合が同程度であったとすると、2 群間の骨棘形成の割合の差は腱板断裂

により生じた結果であると判断できる。

肩峰前縁の骨棘は烏口肩峰靭帯に沿って形成され、肩峰外縁の骨棘は三角筋付着部に沿って形成されていた。すなわち、腱板断裂により肩関節運動様式に変化が生じた結果、烏口肩峰靭帯の付着部に対する enthesopathic な作用が肩峰前縁の骨棘形成を促し、肩外転時に大結節が三角筋中部線維を押し上げることによって生じる肩峰への機械的刺激が肩峰外縁の骨棘形成に関与している可能性が示唆される。

一方、先行研究では、腱板断裂の大きさは骨頭の上方化の程度および肩峰と腱板との間の圧力に関連すると報告されているが、今回の検討では、腱板断裂の大きさと肩峰下骨棘の大きさとの間には有意な相関を認めなかった。肩峰下骨棘の大きさには年齢も影響すると考えられるので、腱板断裂部位が小さくて高い圧力でなくても、加齢に伴い長期間にわたり烏口肩峰靭帯や三角筋中部線維が圧迫を受けることにより肩峰下骨棘が大きく成長するのかもしれない。

次に肩峰下面（腱板断裂群：4/25 肩、腱板断裂なし群：2/17 肩）と内縁（腱板断裂群：4/25 肩、腱板断裂なし群：5/17 肩）に骨棘形成を認めた症例群の比較では、腱板断裂群と腱板断裂なし群の 2 群間に統計学的有意差を認めなかった。すなわち、肩峰下面と内縁の骨棘形成には加齢、肉体労働、スポーツ、肩鎖関節の異常など、腱板断裂以外の要因も大きいと考えられる。

過去の報告によると、アメリカ合衆国で肩峰形成術（肩峰下骨棘切除）が行われる手術件数は年々増加している。しかし、骨棘を切除するか否か、あるいは切除する範囲は術者によって異なると推察され、手術成績も報告によって異なる。本研究で肩峰前縁と外縁の骨棘形成は腱板断裂と関連することが明らかとなったので、今後、骨棘の切除範囲と手術成績に関連があるかどうかを検討することが必要である。

《結 論》

肩峰下骨棘のなかでも肩峰前縁と外縁の骨棘形成は、腱板断裂と関連することが明らかとなった。

(様式 甲 6)

論文審査結果の要旨

腱板は棘上筋、棘下筋、肩甲下筋、小円筋の 4 つの筋から構成され、肩関節を求心位に保つために働く。腱板が断裂すると肩峰下に骨棘が形成されるという報告は多い。しかし、腱板断裂を認めない症例においても肩峰下に骨棘が形成されることがあり、肩峰下骨棘と腱板断裂との関連については明らかではない。また、肩甲骨は複雑な形状をしているために、肩峰の形態を単純 X 線や通常の CT 画像から正確に評価することは容易ではない。

今回、申請者は CT 画像の三次元表示を用いた骨形態評価法を肩峰の形態診断に応用し、これを用いて腱板断裂により生じる肩峰形態の変化の検討を行った。腱板断裂群として片側性腱板断裂 25 例と非腱板断裂群として拘縮肩 17 例を対象とし、全例、術前に両側肩関節の CT 撮影を行った。そして、その DICOM データをもとに両側肩甲骨表面モデルを作成し、患側の肩甲骨モデルに対して健側の鏡像モデルを重ね合わせ (ICP アルゴリズム)、肩峰の 4 か所 (前縁、外縁、下面、内縁) における形態の患健側差を計測した (proximity mapping 法)。さらに、ROC 解析により、それぞれの部位における患健側差の cut off 値を求め、それより大きい変化を形態変化ありとして腱板断裂の有無によって肩峰形態に差があるかどうかを検討した。また、腱板断裂の大きさと形態変化の大きさの相関関係も検討した。

その結果、申請者は肩峰前縁の 2mm 以上の骨棘形成と外縁の 3mm 以上の骨棘形成は腱板断裂に関連していること、腱板断裂の大きさと肩峰下骨棘の大きさとの間には有意な関係がないことを明らかにした。

腱板断裂修復時に肩峰形成術を行なわれることが多いが、どの部位の骨棘を切除するかは術者に任されており、術後成績が異なる要因と考えられる。そして、申請者は本研究の結果から、腱板断裂患者に肩峰形成術を行う場合には、術後成績を安定、向上させるために、肩峰前縁と外縁の骨棘の切除範囲と手術成績の間に関連があるかどうかを今後、検討することの必要性を示した。すなわち、腱板断裂に関連のある肩峰形態の変化を明らかにした本研究結果は、診断及び治療の一助になるものである。

以上により、本論文は本学大学院学則第 11 条第 1 項に定めるところの博士（医学）の学位を授与するに値するものと認める。

（主論文公表誌）

The American Journal of Sports Medicine 42(11): 2621-2626, 2014