

投球による肘尺側側副靭帯損傷の高分解能 MRI 所見と 病理組織学的所見の比較

浅川 俊輔 小川 健

筑波大学附属病院水戸地域医療教育センター / 茨城県厚生連総合病院水戸協同病院

The Comparison between Histological and MRI Findings of Ulnar Collateral Ligament Injuries in the Throwing Athletes

Shunsuke Asakawa Takeshi Ogawa

Mito Medical Education and Training Center, Tsukuba University Hospital

目的：肘内側側副靭帯（以下、UCL）損傷手術例に対し術前の靭帯部分の MRI 所見と術中採取した靭帯の病理組織所見を比較検討した。

対象：UCL 再建術を行った 39 例 39 肘のうち、靭帯組織を全長に渡って採取できた 16 例 16 肘。

方法：高分解能 MRI を用いプロトン密度強調画像、T2* 強調画像、脂肪抑制 T2 強調画像の冠状断を用いた。病理組織は UCL の中央を内側上顆から鉤状結節まで線維方向に約 2mm 幅で採取し HE 染色で評価した。

結果：MRI にて靭帯内に信号変化を呈する領域には病理組織学的に出血、欠損、血管増生、靭帯線維配列の不整、膠原線維の侵入を認めた。一方で信号変化を呈さない領域においても正常構造以外に靭帯線維配列の軽度不整や靭帯線維のたるみを認めた。

結語：UCL 損傷例の MRI 所見の病理組織学的妥当性は高く、術前 MRI 所見より病理組織学的所見が推定可能であると考えた。

【緒 言】

投球障害の一つである肘内側側副靭帯（以下、UCL）損傷の診断および治療方針の決定において、MRI の有用性は高い^{1,2)}。UCL 実質部損傷に伴う MRI 所見については、不連続性、剥離骨片、靭帯の肥厚、靭帯内の信号変化・不鮮明、等が報告されている^{1,3-5)}。Ford らは慢性例に対し T2FSWI の所見から正常、部分断裂、完全断裂に分類し、治療方針決定に有用であると報告している⁵⁾。Hurd らは UCL 冠状断での形態変化について投球側と非投球側を比較し、投球側では有意に肥厚を認めたと報告し、反復する外反ストレスの結果として生じた soft tissue adaptation であると考察している⁴⁾。一方、肘内側側副靭帯損傷の MRI 所見は、組織病理学的妥当性の検証が不十分である^{1,6,7)}。

本研究では、UCL 損傷の診断で手術を施行した症例に対し、術前の靭帯部分の MRI 所見と術中採取した靭帯の病理組織所見を比較検討することで、妥当性を検討した。

【対象および方法】

対象は UCL 損傷に対して長掌筋腱を移植腱として再建術（伊藤法）⁸⁾を行った 39 例 39 肘のうち、靭帯組織を全長に渡って採取でき MRI 画像と一致する部位を同定できた 16 例 16 肘であった（全例男性右肘、平均年齢 17 歳）。

MRI 機器は、臨床用 MRI（Skyra 3.0, SIEMENS 社

製, Germany) および小関節用コイル (loop flex coil, SIEMENS 社製, Germany) を用いた。撮像肢位は仰臥位とし、肘内側部靭帯付近小関節用コイルを設置した。撮像条件は、プロトン密度強調画像（以下、PDWI）、T2* 強調画像（以下、T2*WI）、脂肪抑制 T2 強調画像（以下、T2FSWI）のそれぞれ冠状断とした。画像評価は 2 名の整形外科専門医および 1 名の放射線科専門医によってそれぞれ行い、診断に違いがある場合は相談のうえ多数決にて画像診断結果を出した。靭帯の診断部位は、UCL 前斜走線維の中央部とした（図 1）。MRI 診断は靭帯実質部で T2*WI および PDWI にて様々な信号変化を呈することから、T2 * WI, PDWI とともに moderate high な部位（領域①）、ともに low/low な部位（領域②）、領域①、②に当てはまらない信号変化を示す mixed/mixed な部位（領域③）の 3 領域に分類した。T2FSWI は、靭帯実質部に信号変化を呈した症例について評価した（図 2）。

病理組織の採取部位は、UCL 前斜走線維の中央部を内側上顆から鉤状結節まで線維方向に約 2mm 幅とした。病理組織は解剖学的位置がわかるように肘内側部の図に張り付けてホルマリンに浸漬して病理検査室に提出した。病理検査室では HE 染色を行い、1 名の病理専門医および 1 名の整形外科専門医によって組織学的評価を行った。評価部位は、MRI で異常所見を認めた部位とした。

Key words : UCL (肘尺側側副靭帯), pathology (病理), MRI (MRI)

Address for reprints : Shunsuke Asakawa, Department of Orthopaedic Surgery and Sports Medicine, Tsukuba University Hospital Mito Clinical Education and Training Center, Mito Kyodo General Hospital, University of Tsukuba, 3-2-7 Miya-Machi, Mito, Ibaraki 310-0015 Japan

【結 果】

領域①は16例中13例に認めた。一致する病理所見としては、13例中11例において強い血管増生、10例において靭帯内の空隙、8例で靭帯内の広範囲に広がる出血を認めた(図3)。領域②は16例中16例で認めた。正常構造は16例中1例のみで、15例に靭帯線維のたるみ、13例に靭帯線維配列の不整を認めた(図4)。領域③は16例中14例に認めた。14例中、14例で血管増生、10例に線維配列の高度な不整、8例に線維性結合組織の靭帯線維群への侵入を認めた(図5)。

T2FSWIで信号変化を認めたものは16例中12例であった。信号変化の部位は、靭帯内が7例、剥離骨片・靭帯周囲が5例、靭帯付着部が3例であった。靭帯内で信号変化を呈していた7例の信号変化と一致する部位の病理所見は、出血が3例、空隙が6例であった。それぞれ、低倍率で確認できる靭帯線維群間の巨大な空隙や広範囲に及ぶ出血、欠損がある症例であった(図6)。

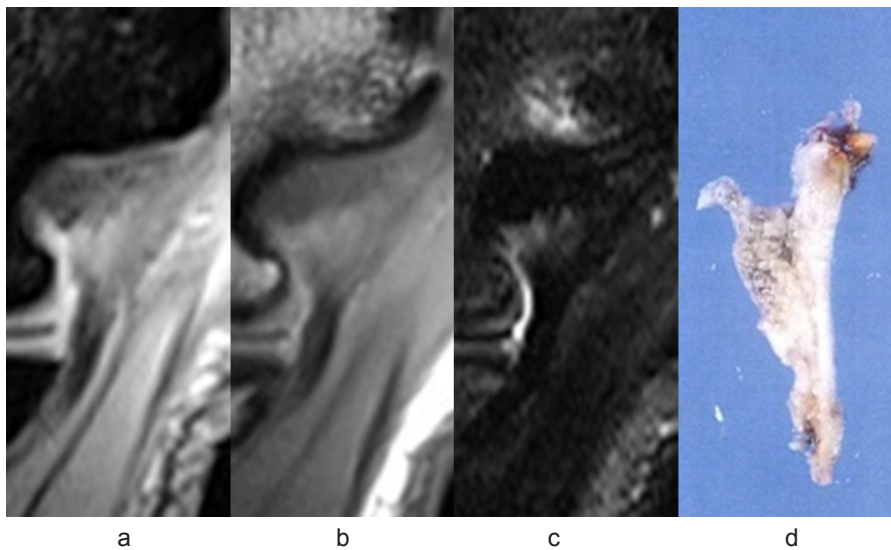


図1 MRI および病理検体冠状断
a. T2*WI b. PDWI c. T2FSWI d. 病理

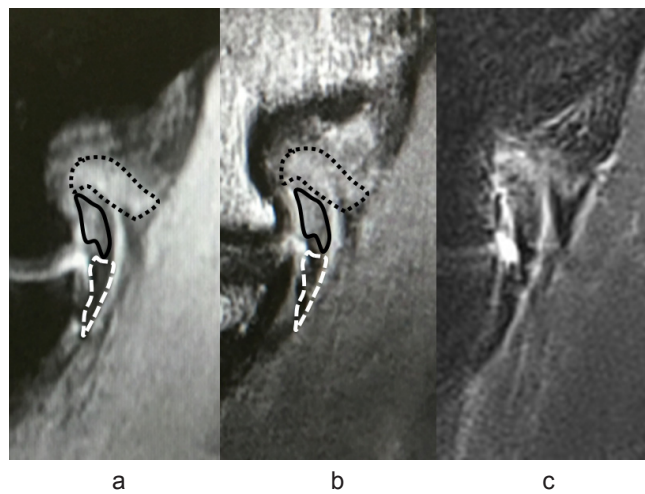


図2 MRI の評価法
a. T2*WI b. PDWI c. T2FSWI
領域① (moderate high/moderate high) : 点線 (黒)
領域② (low/low) : 点線 (白)
領域③ (mixed/mixed) : 実線 (黒)

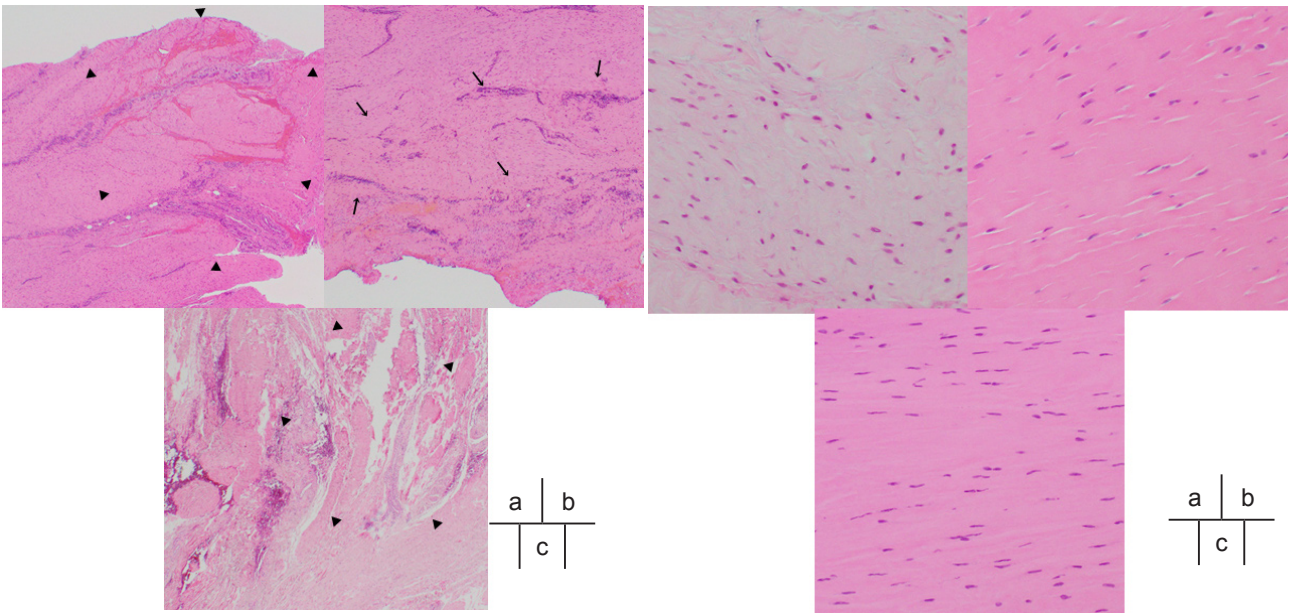


図3 領域① (moderate high/moderate high) の病理像
 a-c. H&E 染色 (a,c:×40, b:×100)
 a. 広範囲の出血
 b. 高度な血管増生
 c. 靭帯内の欠損部

図4 領域② (low/low) の病理像
 a-c. H&E 染色 (×200)
 a. 靭帯線維配列の不整 (軽度)
 b. 靭帯線維のたるみ
 c. 正常

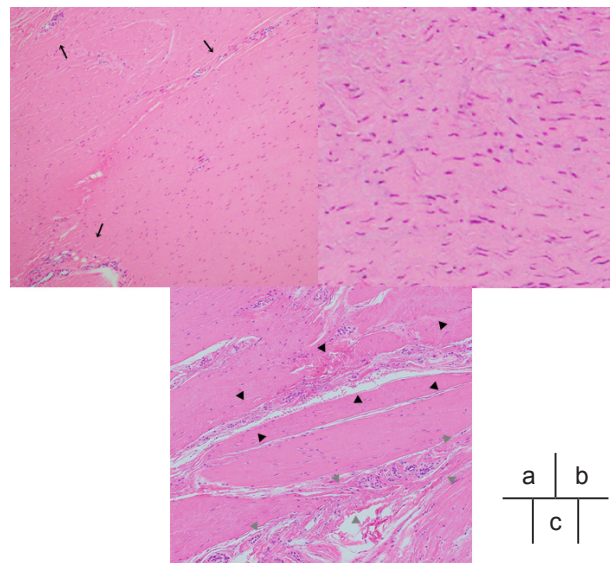


図5 領域③ (mixed/mixed) の病理像
 a-c. H&E 染色 (a,c:×100, b:×200)
 a. 血管増生
 b. 靭帯線維配列の不整 (中等度～高度)
 c. 膠原線維の侵入

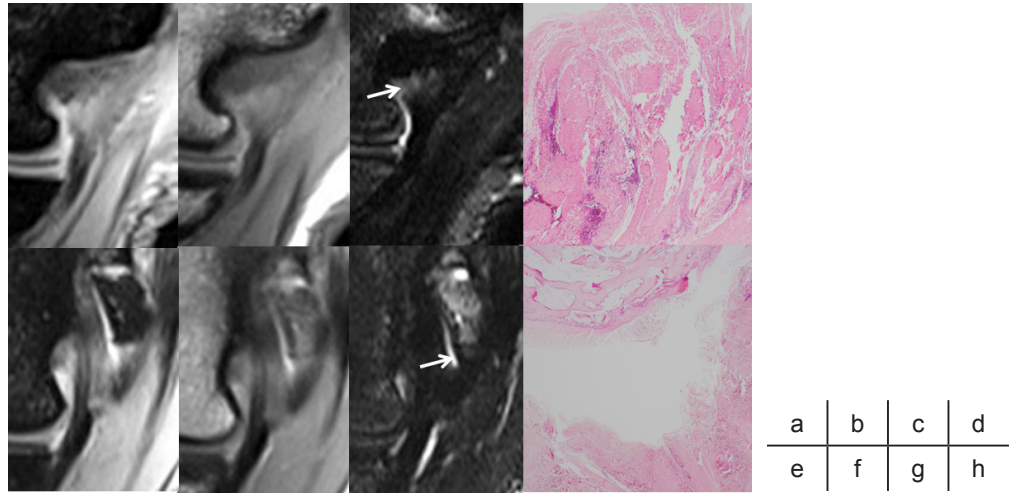


図6 靭帯内で T2FSWI にて信号変化をきたす症例の病理像
 a,e. T2*WI b,f. PDWI c,g. T2FSWI d,h. H&E 染色 (×40)
 a-d. 靭帯線維群間の欠損と広範囲に及ぶ出血 e-h. 剥離骨片との間の空隙

表1 MRI 所見と病理所見の比較まとめ -T2*WI および PDWI-

MRI 所見		病理所見	病 期
T2*WI	PDWI		
		<ul style="list-style-type: none"> • 高度の血管増生 • 広範囲の出血 • 欠損 (低倍率で判別可能) 	亜急性期
		<ul style="list-style-type: none"> • 靭帯線維配列の不整 (中等度～高度) • 血管増生 • 膠原線維の侵入 	慢性期 <ul style="list-style-type: none"> • 瘢痕期 • 変性進行期
		<ul style="list-style-type: none"> • 靭帯線維配列の不整 (軽度) • たるみ • 正常 	正常 変性初期

表2 MRI 所見と病理所見の比較まとめ -T2FSWI-

MRI 所見 T2FSWI	病理所見	病期
	<ul style="list-style-type: none"> • 連続性なし 	断裂あり <ul style="list-style-type: none"> • 完全 • 部分
	<ul style="list-style-type: none"> • 広範囲の出血 • 欠損, 空隙 (低倍率で判別可能) 	その他
	<ul style="list-style-type: none"> • その他 	断裂なし

【考 察】

本研究では、UCL 損傷例の MR 所見と病理組織学的所見を比較し、T2*WI および PDWI の所見は出血や癍痕といった靭帯実質部の損傷状況の評価に、T2FSWI は靭帯断裂の診断に有用である可能性が示唆された。

UCL 損傷の MRI 所見と病理組織学的所見を比較した研究は少ない。正富らは連続性があり靭帯実質部に信号変化を認める症例の多くに血管や膠原線維の侵入を認め、反復する minor trauma による癍痕形成を示していると考察し、MRI 所見と病理所見が強く相関すると報告している⁶⁾。Mirowitz らは MRI における損傷所見は、出血や浮腫を反映していると報告している¹⁾。

本研究では、分解能が高いことが報告されている 3.0T の MRI 装置とコイルを用い、シークエンスごとに病理組織と比較した最初の報告である。詳細な靭帯内病変の描出とそれに一致する部位の病理検体を全長にわたり採取したことにより過去の報告以上に正確な責任病巣の同定や損傷の程度の評価が可能であると考えられる。

T2 * WI / PDWI にて領域①を呈する領域には、多くの症例で高度な血管増生や広範囲の出血と欠損部を認め、比較的新しい損傷を描出していると考えられた。領域③には出血は認めないかあってもごく少量であり、血管や膠原線維の侵入、中等度から高度の靭帯線維配列の不整まで様々な変化を観察することができた。変性が進行している所見もしくは損傷後の癍痕形成に伴う変化を見ていると考えられた。領域②には一般的に正常組織が存在すると考えられるが高頻度で軽度の靭帯配列の不整やたるみを認めた。信号変化を呈さないようなごく初期の変性や、その他部位の損傷による靭帯の緊張低下が原因と考えられた。(表 1)

T2FSWI で靭帯内に信号変化を認めた症例では、それぞれ肉眼でわかるような巨大な空隙や広範囲の出血と靭帯内の欠損がある症例であった。T2FSWI による UCL 損傷の評価には T-sign のような靭帯断裂を示唆する所見⁹⁾や、靭帯付着部の浮腫像⁴⁾といったものが有用であると過去に報告されている。本研究においても、剥離骨片を伴う症例や靭帯断裂症例においては描出可能な液体貯留を有する場合には連続性の有無を評価するのに T2FSWI での診断は有用であった(表 2)。T2FSWI は明らかな不連続性を認める症例、つまり完全もしくは部分断裂例においては、手術適応を判断するのに非常に有効である。一方で実際に遭遇する症例の多くは MRI にて靭帯内に信号変化を呈しているが連続性が保たれているものである⁶⁾。本研究では、T2*WI や PDWI と T2FSWI をそれぞれ画像診断することによって、病理組織学的所見を術前に推定可能となると考えられた。

【結 語】

UCL 損傷例の MRI 所見の病理組織学的妥当性は高いことが示された。

T2 * WI および PDWI と T2FSWI をそれぞれ画像診断することで、術前に病理組織学的所見を推定できることを示した。

(患者は、得られた写真やデータが掲載されていることについて説明を受け、その内容について同意した。COI 自己申告：本件に関連し開示すべき利益相反はありません。)

【文 献】

- 1) Mirowitz SA, London SL: Ulnar collateral ligament injury in baseball pitchers: MR imaging evaluation. *Radiology*. 1992; 185: 573-6.
- 2) Miller TT1, Adler RS, Friedman L: Sonography of injury of the ulnar collateral ligament of the elbow-initial experience. *Skeletal Radiol*. 2004; 33: 386-91.
- 3) Kooima CL, Anderson K, Craig JV, et al: Evidence of subclinical medial collateral ligament injury and posteromedial impingement in professional baseball players. *Am J Sports Med*. 2004; 32: 1602-6.
- 4) Hurd WJ, Eby S, Kaufman KR, et al: Magnetic resonance imaging of the throwing elbow in the uninjured, high school-aged baseball pitcher. *Am J Sports Med*. 2011; 39: 722-8.
- 5) Ford GM, Genuario J, Kinkartz J, et al: Return-to-Play Outcomes in Professional Baseball Players After Medial Ulnar Collateral Ligament Injuries: Comparison of Operative Versus Nonoperative Treatment Based on Magnetic Resonance Imaging Findings. *Am J Sports Med*. 2016; 44: 723-8.
- 6) 正富 隆, 中西克之: 投球障害肘における尺側側副靭帯 (UCL) 損傷の MRI 評価. *日手会誌*. 1998; 14: 917-9.
- 7) Munshi M1, Pretterklieber ML, Chung CB, et al: Anterior bundle of ulnar collateral ligament: evaluation of anatomic relationships by using MR imaging, MR arthrography, and gross anatomic and histologic analysis. *Radiology*. 2004; 231: 797-803.
- 8) 光井康博, 古島弘三, 伊藤恵康: 整形外科手術名人の know-how 伊藤法による肘内側側副靭帯再建術 (Tommy John 手術). *整・災外*. 2015; 58: 254-9.
- 9) Timmerman LA, Schwartz ML, Andrews JR: Preoperative evaluation of the ulnar collateral ligament by magnetic resonance imaging and computed tomography arthrography. Evaluation in 25 baseball players with surgical confirmation. *Am J Sports Med*. 1994; 22: 26-31.