

# 米国野球投手における肘尺側側副靭帯損傷後の手術とその予後および保存治療の現状

鶴池 柁叡

Masaaki Tsuruiki: Outcomes of Elbow Ulnar Collateral Ligament Reconstruction and Current Conservative Treatments in Baseball Pitchers Playing in the United States

和文抄録:

メジャーリーグ (MLB) 投手の26%が尺側側副靭帯 (UCL) 再建術を受けていた。2018年の調査は、2012年の調査に比べ、さらに多くの米国プロ野球投手がUCL再建術を受けていた。プロ野球投手における術後競技レベル復帰率は、UCL再建術自体の課題だけでなく選手の契約にも関係する。UCL再建術後に自家移植腱を通す尺骨側のトンネル箇所に加え上腕骨内側上顆側のドッキング箇所でも自家移植腱の断裂が多くあった。UCL再建術後9カ月前後に投手はブルペンにおいて投球練習を開始するが、その半数は内側に痛みを覚える。そのためスピードガンで投球速度を制限する必要がある。自家移植腱の代替案としてインターナルプレスを用いた修復術は術後6カ月で復帰することが可能であり、このことから高校野球投手の要望に有効である。保存治療において浅指屈筋、尺側手根屈筋、上腕筋の活性で前斜走靭帯の損傷予防ができるのではないかと解剖学視点から示唆が与えられた。本稿は最新の研究論文からUCL損傷に関する治療の現状を明らかにした。

**Key words:** Ulnar Collateral Ligament Reconstruction, Major League Baseball Pitchers, Health and Injury Tracking System, Conservation Treatment

**キーワード:** 肘尺側側副靭帯再建術, インターナルプレス, 保存治療, 電子メディカル記録

## 緒言

2010年、メジャーリーグ (MLB) と MLB 選手会が同意に至り、2011年に健康と外傷障害追跡システム (Health and Injury Tracking System) が MLB およびマイナーリーグ (MiLB) に導入された (Pollack, et al., 2015)。MLB には30チームが存在し、各チームは25名で183日の間に162試合を行う。各MLBチームはさらに15名を加え、計40名の選手登録でシーズンを戦う。MiLBは全米に200チームあり、150日間と7月のドラフト後の短期リーグ80日間の日程で試合が組まれる。MiLBにおいては育成選手として7500名の選手が登録され、6500名が実際にプレーしている。この

MLB, MiLB 内に電子メディカル記録 (electric medical record: EMR) が構築され、Johns Hopkins University Bloomberg School of Public Healthにおいて記録が管理されている。データ入力各チームのアスレティックトレーナーによって行われ、入力にはシーズン中に発生した選手の外傷記録、治療記録、医師の診断とカルテ、それに関連するビデオ、MRI (磁気共鳴映像法) など画像も含まれる。EMRは共通の健康診断、既往歴、アレルギー、免疫情報などの質問事項も含まれる。野球肘に関しては、初期診断から選手キャリア期間において追跡調査が行われる。(Pollack, et al., 2015)。確立された米国プロ野球の障害調査によってここ数年

膨大な野球肘の研究が発表されている。そこで本研究の目的は、関連先行研究（鶴池・向井原, 2020）を踏まえ、さらに最近に発表された論文から野球投手におけるUCL再建術の現状および米国で行われているインターナショナルプレスを用いた修復術、保存治療の現状を明らかにすることであった。なお本文中で説明するプロ野球投手は米国のMLBもしくはMiLB選手のことである。

### 米国野球投手における肘尺側副靭帯再建術の現状

2018年に米国でプレーする現役プロ野球選手6135名にUCL再建術の調査が行われ、2012年の同様な調査結果（Conte, et al., 2015）と比較された（Leland, et al., 2019）。2018年の調査で回答した投手は全体の56%（2737/4928）であった。そのうち20%（552名）のMLBおよびMiLB投手がUCL再建術を受けていて、これは2012年の調査割合（16%）と比べ増加していた。2018年の調査に回答したMLB投手のうち26%（105名）はUCL再建術を受けていたが、2012年の25%（96名）に比べ違いはなかった。一方で、2018年度のMiLB投手のUCL再建術の割合は15%（341名）から19%（447名）に増加した。投手のUCL再建術の割合は選手全体の87%（552/637名）で、MLB投手の68%は26歳（26-30）以上でUCL再建術を受けていたのに対し、MiLB投手の88%は25歳以下で受けていた。さらに79%のMLB投手はプロになってからUCL再建術を受けていたのに対し、MiLB投手はその割合が54%であった。一方でMLB投手の11%が大学時にUCL再建術を受けていたのに対し、MiLB投手の32%が大学時に受けていた。UCL再建術後の現役選手の平均継続年数は、MLB投手が4.8年、MiLB投手が3.2年であった。また80%のMLB投手が同じレベルまで復帰したのに対し、MiLB投手の復帰率は69%までにとどまった（Camp, et al., 2018）。これらの違いは、再建術の技術や術後の問題でなくむしろ選手自身のプロとしての能力、つまり選手の契約によるものである（Leland, et al., 2019）。

2010年から2013年の間のMLB, MiLB 合わせ

た一つの球団内のUCL再建術歴のある88名の投手について5年間の追跡調査を行った報告では、中継ぎ投手および術後から復帰まで時間を多くかけた投手がMLBレベルでプレーすることができている。詳細はUCL再建術を受けた投手17%（15/88）がMLBでプレーし、対照投手（この場合UCL再建術を受けていないMiLB投手）の23%がMLBでプレーしていたことから、UCL再建術群と対照群間のMLB到達に違いはなかった（Griffith & Duralde, 2019）。

大学野球選手のUCL再建術の復帰率について2009年から2017年の後向きコホート研究がある（Swindell, et al., 2020）。これによるとUCL再建術を受けた選手の84.5%が術後17±6.2ヶ月で試合に復帰し、平均1.6±0.8シーズンをプレーすることができている。UCL再建術を受けた全体の87.7%（43/58名）は投手で、そのうちの81%が選手資格（4年間）を全うし、再建術後の投球成績は対照となる投手と比べ違いはなかった（Swindell, et al., 2020）。これらのことから野球投手のUCL再建術の復帰率は競技レベルによるところがあり、プロ野球投手はそれぞれの契約期間や育成契約（MiLB）に影響を受ける。一方で大学野球選手は全米大学体育連盟（NCAA）が定めた各シーズンの登録人数の制約はあるが、UCL再建術後の現場復帰は高いと言える。

### 肘尺側副靭帯の解剖学的構造から考える再建術の適用

UCLは3つの靭帯から構成されているが、上腕骨内側上顆から尺骨鉤状結節（sublime tubercle）に伸びている前斜走靭帯が投球において損傷する（Frangiamore, et al., 2018）。最近の解剖屍体を用いた前斜走靭帯の研究では、靭帯が周辺組織から独立しているタイプIとUCLのもう一つの靭帯、後斜走靭帯および関節包に融合しているタイプIIに分類された。タイプIは内側上顆に付着する前方共通腱と後方共通腱に対し表層に位置し、タイプIIは同層に位置することが示された（Ikezu, et al., 2020）。

腕尺関節において前斜走靭帯の遠位部が最も肘

に対する外反力に抵抗し、腕尺関節の安定に貢献している。従って前斜走靭帯の遠位部で特に後方遠位部が損傷すると外反制動を失うことになる (Frangiamore, et al., 2018)。さらに別の解剖屍体研究では前斜走靭帯の尺骨鉤状結節付着部の近位1/3は、付着部(フットプリント)全体の間1/3、遠位1/3に比べ外反制動が強いことが報告されている (Erickson, et al., 2019)。前斜走靭帯の鉤状結節のフットプリントの平均の長さは24.5 mmと示されているが (Farrow et al., 2011)、外反制動はその近位部で生じている (Erickson et al., 2019)。これらのことからプロ野球投手の尺側側副靭帯損傷と治療は、その重症度にもよるが (Ford et al., 2016)、遠位部の損傷が再建術の必要性に関係する。たとえば、32名のプロ野球投手が保存治療を受け、そのうち11名が遠位部の損傷で、うち82% (9/11名) は症状の改善がみられなかった。しかし近位部を損傷した81% (17/21名) は保存治療で症状の改善がみられた。このことから遠位部の損傷は12.4倍の確立で保存治療による改善は見込まれないことが報告された (Frangiamore, et al., 2017)。

蝶番関節である腕尺関節は、肘関節30度の浅い角度で行う外反ストレステストに有効性がなく、肘関節屈曲位90度において外反ストレスを与え (Milking maneuver) 症状を誘発することになる (Erickson & Romeo, 2017)。投球肘で内側に痛みをもつ若年者74名において肘関節20-30度に外反ストレス (15daN) を与えレントゲン撮影を行い、上腕骨滑車内側部の最遠位部から尺骨に平行に位置する鉤状突起までの垂直の長さを測定した結果、投球側のUCL損傷側は外反ストレスなしの時に $3.1 \pm 0.5$  mm、外反ストレスを与えた時に $4.6 \pm 0.8$  mmの関節裂隙が開大された。それに対し非損傷側 (非投球側) では、外反ストレスを与えた時に $4.2 \pm 0.7$  mmであり、外反ストレス有無における関節裂隙の開大差が $0.4 \pm 0.6$  mmであったことから肘に外反ストレスを用いたレントゲン撮影は重症度に関係なく有効でないことが示された (Molenaars, et al., 2020)。これに関連した先行研究で非利き腕側と比べ投球肘側の内側裂隙

は大きく開き、左右対称でないことが示されていた (Ellenbecker, et al., 1998)。一方で、解剖屍体を用いたMoving valgus stress test研究では、最大肘屈曲から伸展させて前斜走靭帯の長さを調べ、その結果伸展しながらの肘関節90度において最大の外反角度 (約3度) の変化が見られ、特に前斜走靭帯の前方線維の長さは屈曲75度位において最大の長さ (約1.4 mmの違い) が見られた (Wigton, et al., 2020)。このことから外反ストレステストで90度より深い角度で前斜走靭帯の後方線維に、90度より浅い角度で前方線維にストレスを与えることができる (Erickson & Romeo, 2017)。さらにプロ野球投手185名において尺骨鉤状結節と上腕骨滑車間を超音波検査を用いた測定では、肘関節30度のUCLの厚さがシーズン中に最大になるが、オフシーズンでその厚さは減少した。そしてUCLの厚さは投手の投球速度に正の関係を示した。またオフシーズンに比べ、シーズン中のUCLは弛緩していたことが報告された (Chalmers, et al., InPress)。しかし屈曲位90度においては、肘屈曲および回内筋群の働き、さらに靭帯の弛緩の少なさから外反による弛緩の変化を導くができなかった (Chalmers, et al., InPress)。これら先行研究から投手の肘外反ストレステストは、シーズンによって変わり、また投球側と非投球側間でも違いがあり、診断において難しい指標になると言える。

#### UCL再建術後の成績について

UCL再建術は、損傷した前斜走靭帯に自家移植腱をFigure 8, ドッキング, ダブルドッキングテクニックで行われている。UCL再建術を受け、18ヵ月以上経った120名の患者に電話による調査を行った結果、71% (85名) から回答を得て、異なる再建術後の成績には違いがなかった (Erickson, et al., 2016)。しかし最近の報告では、自家移植腱を通すためにトンネルを開けた遠位部で断裂はなかったが、71% (12/17名) の選手でソケット (ドッキング) 側の近位部 (上腕骨内側上顆) で断裂が生じていた (Erickson, et al., 2020)。つまりUCL再建術において遠位部側 (ト

ンネル)は上手く活用できるが近位部(ドッキング)に弱さが示された(Erickson, et al., 2020).

プロ野球投手の81%はUCL再建術後2週目からリハビリを始め、術後5-6カ月から最大150feet:46 mの遠投を始め、52%の投手は術後7-9カ月からブルペンで投球を始める。また通常のボールの重さ(5-5.25オンス/142-149 g)と異なるボールを用いた投球プログラムを行う投手はUCL再建手術を受けた530名中20%(105名)いたが、UCL再建術後のリハビリでは11%(59名)まで減少していた(Camp, et al., In Press)。異なるボールでの投球プログラムには通常より軽いボール(1-4オンス/28-113 g)と重いボール(6-11オンス/117-312 g)があり、リハビリ中に異なる重さのボールを使用する選手の多くは4オンス(113 g)であった(8%/42名)。一方でUCL再建術後のリハビリで重いボール(6-8オンス/170-226 g)を使用する選手は6%(31名)さらに9-11オンス(255-312 g)を使用する選手は4%(22名)であった。

UCL再建術患者の43%(143/317名)は内側の痛みを術後平均9.75ヶ月に経験する(Keller, et al., 2018)。これはブルペンでの投球開始後にあたる。ブルペンでの投球には50%から75%の球速制限が設けられているが、この時期の痛みは投球速度に関係するかもしれない。たとえば、大学生と高校生の投手37名にスピードガンで最高球速を測定し、自己意識の中で最大球速の50%と75%を投げた球速はスピードガンで制限した球速より有意に速かった。また投球側の上肢にウェアラブル加速度センサー(Motus Global, Rockville Centre, NY, USA)を着用して外反トルクを測定した結果、自己意識での投球はスピードガンでの投球に比べ有意に外反トルクが大きかった(Molenaars, et al., 2020)。このことからUCL再建術7-9カ月後からのブルペンの投球練習はスピードガンを用いて球速を制限する必要がある。

UCL再建術の疫学調査のほとんどが投手に関したものであるが、野手のUCL再建術の報告が1件存在した(Erickson, et al., 2020)。2010-2018年の間で141名の野手がUCL再建術を受け、うち調

査基準に当てはまった137名の86%(118名)はMiLB選手であった。UCL再建術を受けた野手で最も多かったポジションは捕手で28%(38/137名)、次に遊撃手の17%(23名)であった。術後91%(125/137名)の選手は投球に関して復帰することはできたが、実際の試合に打者で復帰できた選手は77%であり、野手としての復帰は75%であった。うち71%(97/137名)が同じ競技レベルあるいはそれより高いレベルに復帰(return to the same level of play or higher)できたまでであった。実際の試合の打撃に関してUCL再建術前と術後間で比較した結果、打率に有意差はない(術前0.26, 術後0.25)が、打席数は有意に減った(術前258席, 術後216席)。そして復帰を果たした選手のうちの15%は実際の試合の守備に着くことができなかった。常に同じ環境下のマウンドで投球する投手に比べ、野手はさまざまな姿勢で投げ、時に姿勢を崩した中で投げることもあり、肘内側によりストレスを与えるなど野手としての復帰を困難にさせているかもしれない。復帰できた選手は、UCL再建術後平均22週目(151日)から素振りを始め、術後平均28週目から最初の打撃練習を再開し、術後平均46週目(323日)から試合に復帰している。投手に比べ復帰率が低いことについて、試合への復帰が早過ぎるのか、打撃による肘内側へのストレスが考えられている以上にあるのかが今後の研究課題である(Erickson, et al., 2020)。

### インターナルブレスを用いたUCL修復術の成績について

ここ数年UCL損傷にインターナルブレスを用いた修復術が注目を浴びている(Clark, et al., 2018)。損傷部を縫合した上でArthrex社製の3.5 mm PEEK SwiveLock®のアンカーでcollagen-coated FiberTape®のインターナルブレスを付けるUCL修復術は、自家移植を用いた再建術に比べ手術による患者の負担は少なく、なによりも87%の患者が6カ月以内に復帰している(Erickson, et al., 2017)。解剖屍体の研究では自家移植腱を用いたUCL再建術に比べインターナルブレスを用

いたUCL修復術が関節裂隙開大への制動に強いことが示された (Dugas, et al., 2016). しかし最近の研究にインターナルブレスによるUCL修復術を受けた大学野球投手14名, 高校野球投手19名の投球動作の分析がある (Fleisig, et al., 2019). 測定は術後9.8ヶ月に行われ, 反射マーカースとモーションキャプチャシステム (Motion Analysis社製) を用いた三次元動作解析であった. その結果, 対照投手群に比べUCL修復術群において肘伸展角度, 肘伸展速度, および肩内旋角速度の減少が見られた (Fleisig, et al., 2019). この結果からインターナルブレスを用いたUCL修復術はさらに長期的予後を含めた追跡調査が必要である. しかし選手として大学進学, さらにスカラシップを希望する高校野球投手にとって6ヶ月で復帰できるインターナルブレスUCL修復術に関心が集まる. 一方で大学からMiLB投手にかけてその割合が減り, 現在のところインターナルブレスUCL修復術はMLB投手に用いられていない (Lawton, et al. 2020).

### UCL 損傷後の保存治療

544名の米国プロ野球選手を対象にしたPRP療法に関する保存治療の研究がある (Chauhan, et al., 2019). 133名にPRPを施し, 411名にPRPなしで保存治療を行った結果, PRPを受けた選手54%は手術なしに復帰はしたが, 最終的に50%の選手はUCL再建術を受けることになった. 使用されたPRPの48%は好中球 (白血球) が含まれないものであった. また55%はPRP量が2mlであり, 超音波画像下で注射されたPRPは64%であった. PRPを受けた選手の77%は1回だけであった. これらのことからMLBチーム主治医によるPRP療法は一貫されていない. PRPを受けた選手は投球プログラムを開始するのに2週間遅く, さらに復帰率は低く, 復帰も遅れ, 最終的な手術要率も高くなった (Chauhan, et al., 2019). この研究では, 近位部の損傷が65%含まれるなどUCL損傷部位の割合は示されてはいるものの損傷部位とPRP効果の関係は示されていない. プロ野球投手のPRPを用いた保存治療は, MLBに在籍

し複数年契約を行っている選手には選択肢として残るが, MiLBの選手はUCL損傷の重症度を鑑みるもののPRP療法でUCL再建術を遅らせることはないかもしれない (Chauhan, et al., 2019).

UCL損傷予防に関して浅指屈筋の研究が発表されている. 浅指屈筋は尺骨隆起内側および前斜走靭帯に付着し, 上腕骨内側上顆までの前方内側関節包に付着している (Fragiamore, et al., 2018). 解剖屍体の研究では, 浅指屈筋が尺骨鉤状結節 (sublime tubercle) に付着し, 浅指屈筋の深層腱膜 (aponeurosis) は前斜走靭帯としてみなすことができるという報告されている (Hoshika, et al., 2019). また別の解剖屍体の研究では, 浅指屈筋第5指と第2指腱の起始は前方共通腱と後方共通腱および前斜走靭帯であることを示している (Matsuzawa, et al., 2020). これらに加え, 肘脱臼およびUCL損傷歴のない22名の男子健康者に背臥位で肩関節90度位, 肘屈曲30度位, 前腕回外位において手関節に2kgの負荷をつけ外反モーメントを生じさせ, 尺骨鉤状結節と上腕骨滑車間を測定した実験では, 負荷なしの時の関節裂隙の平均が4.26 mm, 負荷をつけた時の平均が4.91 mm, 全力で握力計を握った時の平均が3.88 mmであった (Pexa, et al., 2018). このことから浅指屈筋が関節裂隙を狭小化させることがわかった. さらに, 指の屈曲と尺屈, 前腕回内運動が腕尺関節の裂隙を狭小化させることが超音波検査で示された (Tajika, et al., 2020). 回内運動に影響しない上腕筋の停止が尺骨鉤状突起であるが, その腱の一部が円回内筋および浅指屈筋間の隔壁の基盤に付着していることが解剖屍体の研究で示された (Hoshika, et al., 2019). 以上のことから浅指屈筋の特に第5指, 第2指筋および尺側手根屈筋, 上腕筋を活性化させることでUCL損傷を最小限に防げるかもしれない.

アメリカで発表されているUCL損傷の論文の多くは, MLBが2011年に導入した健康と外傷障害追跡システムに蓄積されたデータからUCL損傷メカニズムを明らかにしたものである. 一方でUCL損傷について現役投手の意見からの研究は存在していなかった. そこでVanceほか (2019)

はMLB投手14名, MiLB投手155名に, さらに高校野球投手20名, 大学野球投手25名を含めた選手(そのうち24%/51名がUCL損傷の既往歴を含む)から得た意見をまとめ発表した。それによるとシーズン中の疲労(全体の72%), オフシーズン中の不十分な休息(61%), 肘に痛み(60%)あるいは張りを覚えるの投球(59%), マウンドまでのウォームアップで肘のスムーズな運動ができない(72%)ことがUCL損傷リスクを高める意見であった。さらに調査に回答した59%の選手は先発6人によるローテーションの必要性を挙げていた。また42%の選手はカーブボールを投げることでUCL損傷リスクが高くなると回答していた(Vance et al., 2019)。直球, チェンジアップを投げる時, 前腕は中間位に比べ回内しているが(直球の回外最大平均が $-10.7^{\circ}$ , チェンジアップは $-6.7^{\circ}$ ), カーブボールを投げる時, 前腕は中間位より回外している( $11.5^{\circ}$ ) (Fleisig et al., 2016)。直球やチェンジアップに比べカーブボールを投げる際, 前腕がより大きく回外するが, 一方で手関節は尺屈, 屈曲である(Barrentine et al., 1998; Fleisig et al., 2006; Sakurai et al., 1993)。つまり尺側手根屈筋がより働いていることからUCL損傷は予防されることになる(Lin et al., 2007)。現役投手の意見とは異なり, 科学的視点からはカーブボールとUCL損傷リスクの関係は明らかにされていない(Fleisig et al., 2016)。

## 結論

本研究は, 最近に発表された論文からUCL再建術と保存治療の現状を総括した。米国プロ野球投手のUCL再建術は2012年の調査報告から比べ増加し, プロ野球投手の20%はUCL再建術を受けていた。UCLの中でも前斜走靭帯遠位部が肘外反制動に貢献していることから遠位部の損傷は保存治療が難しくなる。インターナルプレスを用いたUCL修復術は, 高校野球投手に用いられるようになった。保存治療においては浅指屈筋, 尺側手根屈筋, 上腕筋が前斜走靭帯の保護に関わっていることが解剖屍体の研究から示唆された。

MLBで蓄積されいている電子メディカル記録システムは今後も野球肘の研究を展開するだろうと確信する。

## 文献

- Barrentine SW, Matsuo T, Escamilla RF, Fleisig GS, Andrews JR. (1998) Kinematic analysis of the wrist and forearm during baseball pitching. *Journal of Applied Biomechanics*, 14: 24-39.
- Camp CL, Conte S, D'Angelo J, Fealy SA. (2018) Epidemiology of ulnar collateral ligament reconstruction in Major and Minor League Baseball pitchers: comprehensive report of 1429 cases. *Journal of Shoulder Elbow Surgery*, 27(5): 871-878.
- Camp CL, Jensen AR, Leland DP, Flynn N, Lahti J, Conte S. (2020) Players' Perspectives on Successfully Returning to Professional Baseball After Medial Ulnar Collateral Ligament Reconstruction. *Journal of Shoulder Elbow Surgery*, 17; S1058-2746(20) 30735-7.
- Chalmers PN, English J, Cushman DM, Zhang C, Presson AP, Yoon S, Schulz B, Li B. (2020) The Ulnar Collateral Ligament Responds to Stress in Professional Pitchers. *Journal of Shoulder Elbow Surgery*, 7; S1058-2746(20) 30544-9.
- Chauhan A, McQueen P, Chalmers PN, Ciccotti MG, Camp C L, D'Angelo J, Potter HG, Fealy SA, Erickson BJ, Hoenecke HR, Keefe D, McCauley J, Fronek J. (2019) Nonoperative Treatment of Elbow Ulnar Collateral Ligament Injuries with and Without Platelet-Rich Plasma in Professional Baseball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 47 (13): 3107-3119.
- Clark NJ, Desai VS, Dines JD, Morrey ME, Camp CL. (2018) Nonreconstruction options for treating medial ulnar collateral ligament injuries of the elbow in overhead athletes. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 11(1): 48-54.
- Conte SA, Fleisig GS, Dines JS, Wilk KE, Aune KT, Patterson-Flynn N, ElAttrache N. (2015) Prevalence of ulnar collateral ligament surgery in professional

- baseball players. *American Journal of Sports Medicine*, 43(7): 1764-1769.
- Dugas JR, Walters BL, Beason DP, Fleisig GS, Chronister JE. (2016) Biomechanical comparison of ulnar collateral ligament repair with internal bracing versus modified Jobe reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 44(3): 735-741.
- Ellenbecker TS, Mattalino AJ, Elam EA, Caplinger RA. (1998) Medial elbow joint laxity in professional baseball pitchers. A bilateral comparison using stress radiography. *American Journal of Sports Medicine*, 26(3): 420-424.
- Erickson BJ, Fu M, Meyers K, Camp CL, Altchek DW, Coleman SH, Dines JS. (2019) The Middle and Distal Aspects of the Ulnar Footprint of the Medial Ulnar Collateral Ligament of the Elbow Do Not Provide Significant Resistance to Valgus Stress. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7: 2325967118825294.
- Erickson BJ, Cvetanovich GL, Frank RM, Bach Jr BR, Cohen MS, Bush-Joseph CA, Cole BJ, Romeo AA. (2016) Do Clinical Results and Return-to-Sport Rates After Ulnar Collateral Ligament Reconstruction Differ Based on Graft Choice and Surgical Technique? *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4: 2325967116670142.
- Erickson BJ, Carr J, Chalmers PN, Vellios E, Altchek DW. (2020) Ulnar Collateral Ligament Tear Location May Affect Return-to-Sports Rate but Not Performance Upon Return to Sports After Ulnar Collateral Ligament Reconstruction Surgery in Professional Baseball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 48(11): 2608-2612.
- Erickson BJ, Bach BR Jr, Verma NN, Bush-Joseph CA, Romeo AA. (2017) Treatment of Ulnar Collateral Ligament Tears of the Elbow: Is Repair a Viable Option? *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(1): 2325967116682211.
- Erickson BJ & Romeo AA. (2017) The ulnar collateral ligament injury: evaluation and treatment. *Journal of Bone and Joint Surgery*. American volume, 99(1): 76-86.
- Erickson BJ, Chalmers PN, D'Angelo J, Ma K, Sheridan S, Schickendantz M, Romeo AA. (2020) Timing of Return to Batting Milestones After Ulnar Collateral Ligament Reconstruction in Professional Baseball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 48(6): 1465-1470.
- Fleisig GS, Diffendaffer AZ, Drogosz M, Cain Jr EL, Emblom BA, Dugas JR. (2019) Pitching Biomechanics Shortly After Ulnar Collateral Ligament Repair. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7: 2325967119866199.
- Fleisig GS, Kingsley DS, Loftice JW, Dinnen KP, Ranganathan R, Dun S, Escamilla RF, Andrews JR. (2006) Kinetic comparison among the fastball, curveball, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 34(3): 423-30.
- Fleisig GS, Laughlin WA, Aune KT, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. (2016) Differences among fastball, curveball, and change-up pitching biomechanics across various levels of baseball. *Sports Biomechanics*, 15(2): 128-138.
- Ford GM, Genuario J, Kinkartz J, Githens T, Noonan T. (2016) Return-to-play outcomes in professional baseball players after medial ulnar collateral ligament injuries. *American Journal of Sports Medicine*, 44(3): 723-728.
- Farrow LD, Mahoney AJ, Stefancin JJ, Taljanovic MS, Sheppard JE, Schickendantz MS. (2011) Quantitative analysis of the medial ulnar collateral ligament ulnar footprint and its relationship to the ulnar sublime tubercle. *American Journal of Sports Medicine*, 39(9): 1936-1941.
- Frangiamore SJ, Bigart K, Nagle T, Colbrunn R, Millis A, Schickendantz MS. (2018) Biomechanical analysis of elbow medial ulnar collateral ligament tear location and its effect on rotational stability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 27(11): 2068-2076.
- Frangiamore SJ, Lynch TS, Vaughn MD1, Soloff L, Forney M, Styron JF, Schickendantz MS. (2017) Magnetic resonance imaging predictors of failure

- in the nonoperative management of ulnar collateral ligament injuries in professional baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*, 45(8): 1783-1789.
- Frangiamore SJ, Moatshe G, Kruckeberg BM, Civitarese DM, Muckenhirn KJ, Chahla J, Brady AW, Cinque ME, Oleson ML, Provencher MT, Hackett TR, LaPrade RF. (2018) Qualitative and Quantitative Analyses of the Dynamic and Static Stabilizers of the Medial Elbow. *American Journal of Sports Medicine*, 46(3): 687-694.
- Griffith TB & Duralde XA. (2019) Successful Performance After Ulnar Collateral Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(11), 2325967119880820.
- Hoshika S, Nimura A, Yamaguchi R, Nasu H, Yamaguchi K, Sugaya H, Akita K. (2019) Medial Elbow Anatomy: A Paradigm Shift for UCL Injury Prevention and Management. *Clinical Anatomy*, 32: 379-389.
- Ikezu M, Edama M, Matsuzawa K, Kaneko F, Shimizu S, Hirabayashi R, Kageyama I. (2020) Morphological Features of the Ulnar Collateral Ligament of the Elbow and Common Tendon of Flexor-Pronator Muscles. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(9), 2325967120952415.
- Keller RA, Marshall NE, Limpisvasti O, DeGiacomo AF, Banffy M, ElAttrache NS. (2018) Medial Elbow Pain During the Return-to-Throwing Period After Ulnar Collateral Ligament Reconstruction in Pitchers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 6(11): 2325967118808782.
- Lawton CD, Lamplot JD, Wright-Chisem JJ, James EW, Camp CL, Dines JS. (2020) State of the Union on Ulnar Collateral Ligament Reconstruction in 2020: Indications, Techniques, and Outcomes. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 13(3): 338-348
- Leland DP, Conte S, Flynn N, Conte N, Crenshaw K, Wilk KE, Camp CL. (2019) Prevalence of Medial Ulnar Collateral Ligament Surgery in 6135 Current Professional Baseball Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(9), 2325967119871442.
- Lin F, Kohli N, Perlmutter S, Lim D, Nuber GW, Makhous M. (2007) Muscle contribution to elbow joint valgus stability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 16(6): 795-802.
- Matsuzawa K, Edama M, Ikezu M, Kaneko F, Hirabayashi R, Kageyama I. (2020) The origin structure of each finger in the flexor digitorum superficialis muscle. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 1-8.
- Molenaars RJ, Medina GIS, Eygendaal D, Oh LS. (2020) Injured vs. uninjured elbow opening on clinical stress radiographs and its relationship to ulnar collateral ligament injury severity in throwers. *Journal of Shoulder Elbow Surgery*, 29(5): 982-988.
- Pexa BS, Ryan ED, Myers JB. (2018) Medial Elbow Joint Space Increases with Valgus Stress and Decreases When Cued to Perform A Maximal Grip Contraction. *American Journal of Sports Medicine*, 46(5): 1114-1119.
- Pollack KM, D'Angelo J, Green G, Conte S, Fealy S, Marinak C, McFarland E, Curriero FC. (2015) Developing and Implementing Major League Baseball's Health and Injury Tracking System. *American Journal of Epidemiology*, 185(5): 490-496.
- Sakurai S, Ikegami Y, Okamoto A, Yabe K, Toyoshima S. (1993) A three dimensional cinematographic analysis of upper limb movement during fastball and curveball pitches. *Journal of Applied Biomechanics*, 9: 47-65.
- Swindell HW, Trofa DP, Confino J, Sonnenfeld JJ, Alexander FJ, Ahmad CS. (2020) Performance in Collegiate-Level Baseball Players After Elbow Ulnar Collateral Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 8(4), 2325967120913013.
- Tajika T, Oya N, Ichinose T, Hamano N, Sasaki T, Shimoyama D, Shitara H, Yamamoto A, Kobayashi T, Sakamoto M, Takagishi K, Chikuda H. (2020) Flexor pronator muscles' contribution to elbow joint valgus stability: ultrasonographic analysis in high school pitchers with and without symptoms. *Journal of Shoulder Elbow Surgery International*, 4: 9-14.

鶴池 征叡・向井原洋平（2020）肘尺側側副靭帯損傷後の手術と保存治療およびその予後 —アメリカ大リーグ投手の視点から考察—。野球科学研究4：20-27.

Vance DD, Alexander FJ, Kunkle BW, Littlefield M, Ahmad CS. (2019) Professional and Amateur Pitchers' Perspective on the Ulnar Collateral Ligament Injury Risk. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7 (6):2325967119850777.

Wigton MD, Schimoler PJ, Kharlamov A, Miller MC, Frank DA, DeMeo PJ. (2020) The moving valgus stress test produces more ulnar collateral ligament change in length during extension than during flexion: a biomechanical study. *Journal of Shoulder Elbow Surgery*, 29(6): 1230-1235.

（2020年12月14日受付）  
（2021年3月8日受理）

## **Outcomes of Elbow Ulnar Collateral Ligament Reconstruction and Current Conservative Treatments in Baseball Pitchers Playing in the United States**

**Masaaki Tsuruike, PhD, ATC**

### **Abstract:**

This study revealed the prevalence of ulnar collateral ligament (UCL) injuries that occurred in professional baseball players in the United States. The outcome of UCL reconstruction for return-to-the same level of play or higher was higher in Major League Baseball (MLB) pitchers than that of Minor League Baseball (MiLB) pitchers, which might be associated with their ability to perform in professional environments and their contracts. The UCL of the elbow consists of three bundles, of which the anterior bundle is subject to valgus stress injury in the pitching mechanics. The thickness of the anterior bundle might be associated with pitching velocity and with the course of a baseball season. This study identified the distal site tear of the anterior bundle was more likely to require baseball pitchers for surgical interventions. Furthermore, the docking site on the proximal side has been revealed to be weaker in terms of graft tears in the post-UCL reconstruction than the tunnel site on the distal side. UCL repair with an internal brace has been getting useful to high school baseball pitchers because it takes 6 months to retune to play after the internal brace repair, compared with UCL reconstruction which takes more than 17 months. In addition, the structure of the flexor digitorum superficialis muscle may contribute to UCL injury prevention as well as the flexor carpi ulnaris and brachialis muscles from the perspective of their attachment sites including the sublime tubercle. This study assures that further research of UCL injury in baseball will explore the mechanism of injury and outcome of UCL reconstruction based on the Health and Injury Tracking System established in MLB.

**Key words:** Ulnar Collateral Ligament Reconstruction, Major League Baseball Pitchers, Health and Injury Tracking System, Conservation Treatment