

## 第59回昭和医学会総会教育講演

# 上肢のスポーツ障害

昭和大学医学部整形外科学講座

稲垣克記

### 教室のスポーツに関する社会活動と歴史

昭和大学医学部整形外科学講座の歴代教授はスポーツ障害に関わり研究を行ってきた歴史と経緯がある。初代教授名倉英二先生は、日本整形外科学会の専門医第一号であるが、母校九州大学における学位の仕事は「腱」の微細解剖についてであった。戦後、第3代教授川島 弥先生は東大から膝の関節鏡を中心としたスポーツ研究に意欲をもたれ関節鏡を中心とした研究とスキー外傷・障害にご尽力された。第4代教授上村正吉先生と第6代教授宮岡英世先生は昭和大学医学部硬式野球部の部長で各々肩関節、股関節を中心に仕事をした。第5代藤巻悦夫教授の専門はまさにスポーツ医学であり、氏の学位論文である足関節のバイオメカニクスから始まり日本整形外科学会において初代スポーツ担当理事を務めた。

オリンピックにおける教室のJAPAN ナショナルチームドクターとしての仕事は、冬期五輪が現日本鋼管病院副院長である栗山節郎と片桐知雄両氏によりスキーアルペン競技を1988年カルガリー（カナダ）から、1992年のアルベールビル（フランス）、1994年リレハンメル（ノルウェー）そして1998年に行われた長野オリンピックまで続いた。また、アイスホッケー部門では2001年に著者がフランスのブリアンソンで行われた世界選手権大会に、その後は雨宮雷太がナショナルチームドクターを務めた。夏季オリンピックはシドニーオリンピックとアテネオリンピックを渡邊幹彦氏が、北京オリンピックとWBCを富田一誠氏が野球のJAPAN ナショナルチームドクターを務めている。女子サッカーは教室の山藤氏がナデシコJAPANを、男子サッカーは大野氏がU20 ナショナルチームドクターを務めており、WBCは現在も続けて当教室の富田氏が日本を

代表して行っている。

### 肘関節の機能解剖とバイオメカニクス

肘関節はオーバースロー投手をはじめとした野球選手にとり最も重要な関節である。単純X線2方向撮影では、肘関節面は橈骨、尺骨、上腕骨の3つの骨から成り、橈骨頸部に約15度の傾斜角がある分、女性が平均13°、男性が平均11°の生理的外反を呈する。全体重が肘関節面に加わると、*in vitro*で肘関節0°伸展位では橈骨に90%、尺骨に10%分散されて軸圧が加わる。

肘関節はLoose Hinge Jointで、屈伸すると同時に屈伸の回転軸はscrew displacement axisという運動をしながら生理的ゆるみをもって動く。この回転軸は、上腕骨内上顆と外上顆を結ぶいわゆるtrans-epicondylar lineとは異なる。手は肘が屈曲した際には口に届かなければならないので、関節面は機能軸よりも上腕骨遠位で約5°から8°内旋している。

靭帯は外側と内側にあり、外側側副靭帯（LCL）は肘関節の屈伸に伴い等尺性運動をするが、内側側副靭帯（MCL）はdouble bundle構造となっており上腕骨側の起始部も軸中心とは異なる為に等尺性運動は出来ず、例えば靭帯後方成分が出血や外傷に曝されると線維性拘縮に陥りやすく、この場合には肘関節の伸展拘縮となりやすい。靭帯成分を病理学的にみると、Type I collagenの波状の構造が正しく並行に繊維芽細胞が並んでおり、電子顕微鏡レベルではこれらの線維成分がcross linkageした構造になっている。

3次元electromagnetic tracking deviceを用いた肘のキネマティクス（運動の軌跡）をみてみると0°から肘を屈曲すると外反位へ、肘屈曲60°前後で若干内反位になり、90°から深屈曲で、再度外反位

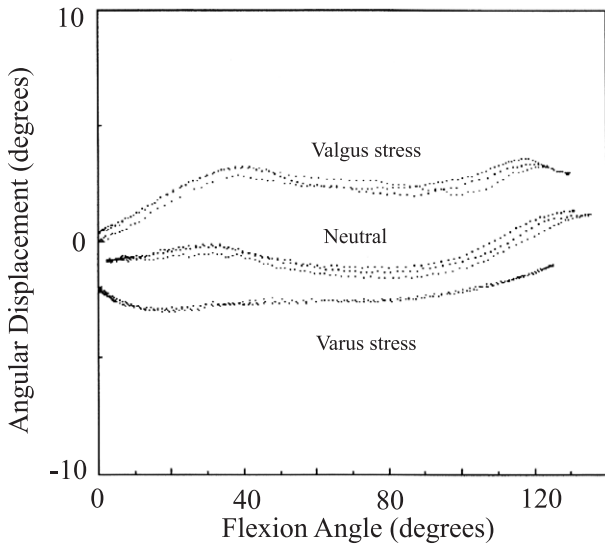


図1 3次元 Normal Kinematics (文献1)より引用

になることにより、口に手が届きやすい軌跡をとる(図1)<sup>1,2)</sup>。

外反ストレス下でも内反ストレス下でもほぼ同様である。外反および内反ストレス下の軌跡と中間位の軌跡の差が生理的な緩みという事になる。4°から5°前後の生理的緩みを持って常に肘関節は屈伸している、10°以上の緩みがあれば、靭帯損傷の診断がつく。

肘関節の機能解剖では screw-home motion が生理的運動として重要である。肘関節やや伸展位にて前腕を回外位から筋最大収縮下で回内位にすると橈骨頭は上腕骨に引きつけられ求心位となり回外位にもどると若干外側にシフトする。

### 臨床診断

脱臼または亜脱臼の再現を診察上の手技で行う必要がある。またこれらの所見を画像上確認できれば診断は確定される。

#### 誘発テスト

##### 1) MCL 損傷の誘発テスト

MCL は3つの構成靭帯からなるが、AOL が主たる機能として外反ストレスに抗する。MCL 損傷の誘発テストに Moving Valgus stress test<sup>3)</sup>があり、最も一般的で重要なテストである(図2)。

##### 2) LCL 複合体損傷の誘発テスト

外側々副靭帯(LCL)複合体は1. LUCL, 2. 橈

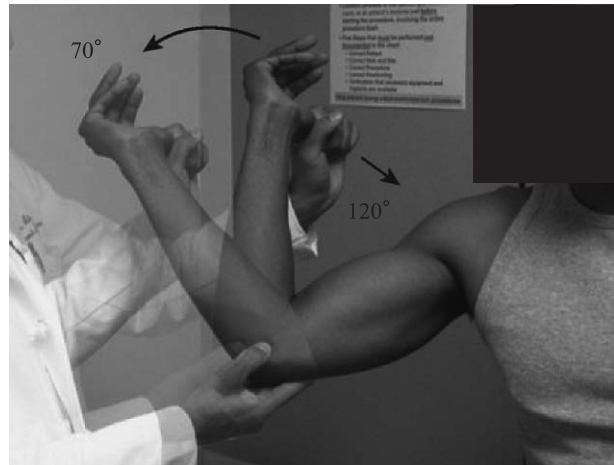


図2 肘関節内側々副靭帯損傷の診断 Moving Valgus stress test

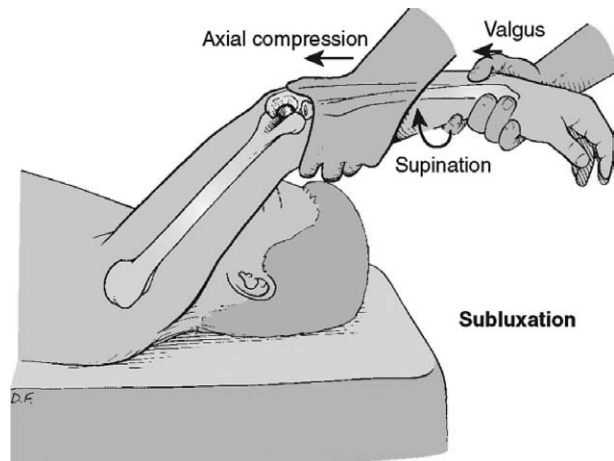


図3 肘関節の後外側回旋不安定症 PLRI の診断 Pivot shift test

側副靭帯(RCL), 3. 輪状靭帯 Annular ligament (AL) の3要素から成る。AL は尺骨橈側切痕に付着し、LUCL は外側上顆にはじまり尺骨回外筋稜に付着する。

後外側回旋不安定症の誘発テストでは外側々副靭帯複合体のうち主としてLUCLの損傷により橈骨頭が亜脱臼する。Lateral pivot shift test<sup>4,5)</sup>ともいう(図3)。

靭帯損傷の画像診断では、単純X線ストレス撮影で10°以上の不安定性の有無だけではなく、MRIでT2強調画像にて高輝度であれば断裂のリスクファクターといわれている。

### 内側々副靭帯損傷の再建術

プロ野球選手の MCL 損傷の手術で一般によく知られている。Frank W. Jobe が世界で初めて開発した野球選手殊にオーバーヘッドスロー投手の MCL 損傷に対する再建術<sup>6)</sup>を報告して以来、この方法の追試と優秀な臨床成績が多く報告された。長掌筋腱を用いて 8 の字型に再建する手術法は現在でも最も信頼された方法として用いられている (図 4)。変法として Docking 法など<sup>1,7,8)</sup>がある (図 5)。Andrews らは 1281 例の野球選手を Jobe 法で手術を行い 743 選手が優に、83%の野球選手が術前と同レベルまたはより高いレベルに復帰し得たといい、メジャーリーガー 45 名の 75.5%が術前のハイレベルに復帰できたとした。野球投手の MCL 損傷に対し Jobe 法は現在でも最も信頼できる手術法とされている<sup>9,10)</sup>。

いかに再断裂のない靭帯を再建するかという事が大切で、再建時の腱の緊張度、縫合時の肘の屈曲角度、特に競技 (柔道、野球ならピッチャーか内野手か等) による特殊性を引き出すように再建する。

### 外側々副靭帯損傷の再建術

Mayo Clinic の O'Driscoll らが考案した外側肘関節の再建も内側の Jobe 法に類似しているが、Isometrisity が外側靭帯は保たれているため緊張を強めに適切に設置すれば成績は良好である<sup>3-5,11)</sup>。

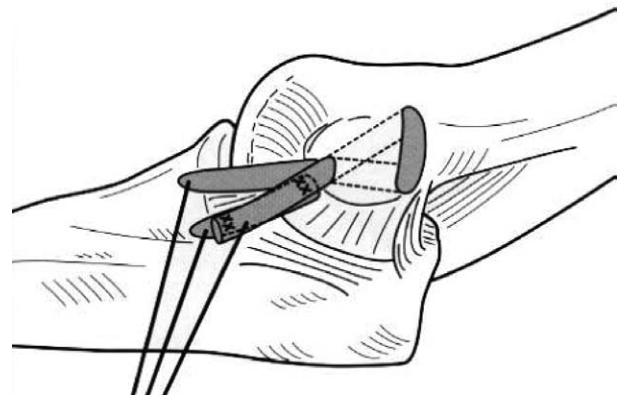
### 術後のリハビリテーション

尺側手根屈筋腱 (FCU) は外反ストレスに対する primary dynamic contributor とされ浅指屈筋腱 (FDS) は secondary stabilizer とされているため<sup>12)</sup>、これらの筋力強化が術後リハビリテーションのキーポイントである。

術後 4 か月でネットスローを開始し 5 か月でキャッチャーを座らせての軽いスローイングを、8 か月でピッチングを開始し、10 か月で 100%の復帰を目指すリハビリテーションメニューが一般的である。これより早い後療法にすると再断裂のリスクが高まる<sup>1)</sup>。

### 野球選手の肘関節鏡による肘関節障害の治療

野球選手のオーバーヘッドスローの肘関節障害には靭帯損傷以外にも種々の障害がある。Slocum は



Palmaris Longs Tendon

図 4 Jobe 法による内側々副靭帯再建 (長掌筋腱を使用)

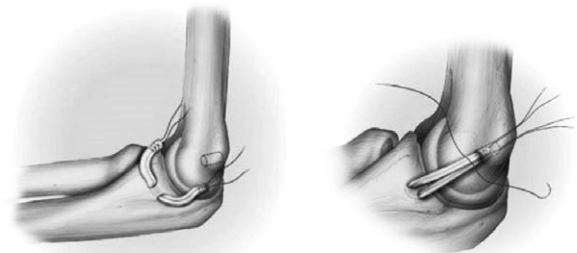


図 5 Jobe 法の変法である Docking 法

野球肘の病態を肘関節内側と外側および肘過伸展位における後方の障害に分け Late cocking phase, Acceleration phase, Follow through pahse における障害に分けた<sup>13)</sup>。

肘関節内側では反復する牽引の力が働くため、内側々副靭帯 (MCL) 損傷、肘部管症候群、内側上顆剥離骨折などの障害が生じ、肘関節外側では圧迫力が働くため、離断性骨軟骨炎 (OCD) 滑膜ひだ障害などの障害が生じる。肘関節の過伸展に伴う障害には肘頭疲労骨折、骨棘障害、滑車部 OCD などがある。

治療は通常、対象が小学校高学年から中学生が多いために、大半はギプス、装具、サポーターを使っでの局所安静と同時にリハビリテーション、すなわちピッチングフォームの改良、特に脊椎、肩関節、股関節など他の部位の拘縮の除去や運動連鎖の治療を行い肘関節への負担を軽減する保存療法が主体である。保存療法に抵抗し日常生活にも支障が出る場



## Mosaicplasty

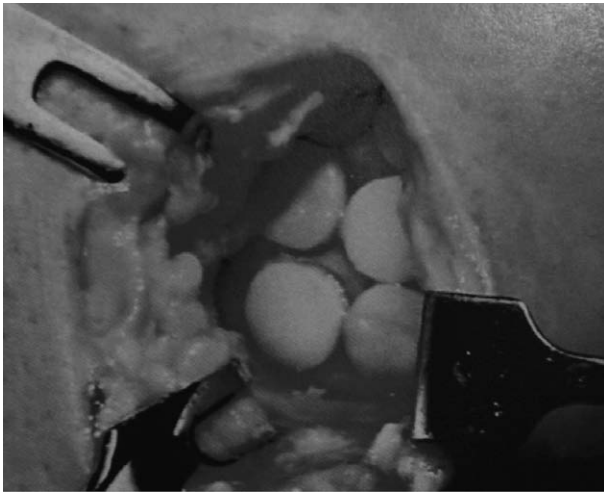


図 6 離断性骨軟骨炎に対する Mosaicplasty

合には肘関節鏡視下手術を行う。

2003 年から 2006 年まで当科で行った野球選手 19 肘，社会人野球 10 名，大学野球 6 名，クラブチーム 2 名の投手に肘関節鏡視下手術による遊離体切除，骨棘切除，授動術を行った症例では術後ギブスを必要とせず 6 週からキャッチボール開始，3 か月で復帰とした前向き臨床成績では 19 例中 17 例 (89.5%) が復帰し 1 例はプロ野球選手になった。術前の日本整形外科学会判定基準 (JOA score) が 82 点から術後は 93 点となり早期野球復帰が可能であった。Andrews らによれば 25% の症例に内後方の骨棘切除をしすぎる事により MCL のゆるみに伴う肘関節不安定症が生じるので注意が必要である。

### 離断性骨軟骨炎

#### (Oseteochondritis Dissecans: OCD)

離断性骨軟骨炎は肘関節軟骨が剥離して関節内に遊離体を生じる病態であるが肘関節単純 X 線 2 方向だけでなく前腕をフィルム上に上腕を 45° の角度に置くタンジェンシャルビューにて診断される事が多い。中央型，外側 1/3 内に限局している型，外側広範型という病巣分類がある。また，病期により小学生の時は透亮期，中学生は分離期，および遊離期に分類される。透亮期に手術に至る事はなく，分離期後期から手術適応になる。

治療は，透亮期には徹底的に保存療法を行う。分離初期に骨軟骨の血流の改善を目的にドリリングま

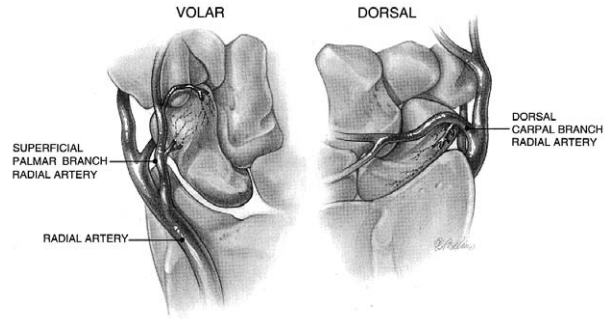


図 7 舟状骨への血流供給

たは吸収ピンをもって剥離した軟骨片を固定し安定化をはかる。中学生後半になると病期が進み，分離期に入る症例が多く，膝 (大腿骨顆部) から，または肋軟骨から骨軟骨移植するモザイクプラスチック Mosaic plasty が一般に行われている。自家培養軟骨細胞移植，上腕骨骨切り術も行われている。Mosaic plasty は遊離体を取りだし，凹みのある軟骨の欠損した病変に膝から持ってきた骨軟骨を 4.5 mm × 15 mm の円柱状にして移植する手術法である (図 6)。非常に成績は良好でスポーツ復帰率が高い。

### 手関節のスポーツ障害

#### 一舟上骨骨折と舟状骨偽関節一

手の舟状骨骨折は，受傷初期には単純 X 線だけでは骨折の診断がつかない事が多い。初期の診断には MRI が必要となる。舟状骨骨折後には無症状または症状が軽ければ 3 年，5 年，長い場合には 10 年後に偽関節という病態で症状が発現する。舟状骨偽関節は単純性と難治性の偽関節に分かれ難治性偽関節は血流が虚血かまたは骨壊死におちいつている病態で血管柄付き骨移植が必要となる<sup>14)</sup>。

舟状骨への血流は，橈骨動脈の枝から逆行性に末梢から入り骨膜性の血液の流入はないため (図 7)，骨の中枢部に近い部位での骨折ほど骨髄からの血流が断たれ中枢骨片が壊死におちいる (図 8)。スポーツ競技の種類では，スノーボード，スケートボード，ラグビー，フットボール，アイスホッケーによる受傷が多い。

血管柄付き骨移植は，橈骨動脈の枝である 1, 2 supra-retinacular 動脈が橈骨遠位を栄養しておりこの血管 (動脈) 付きの骨移植を行う Zaidenberg 法<sup>14, 15)</sup>が一般的に行われている (図 9)。Humpback



図 8 舟状骨体部偽関節

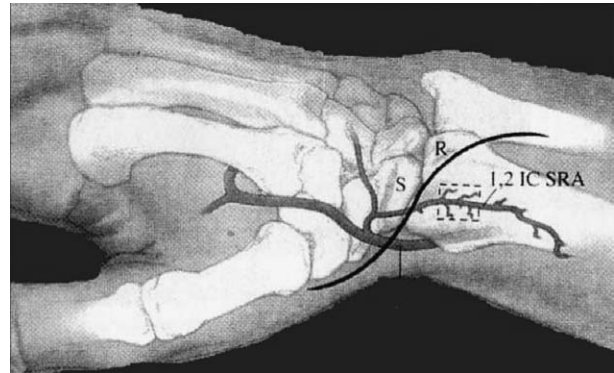


図 9 血管柄付き骨移植術 (文献 14) より引用)

変形を伴う舟状骨体部での偽関節では、手根骨間の変形を矯正して従来法を行うか、変形よりも骨癒合を優先すべきか、は未だ議論の分かれるところである<sup>16)</sup>。

2003年の1121例の過去の文献のメタアナリシスでは、不安定型舟状骨骨折は腸骨から骨移植した従来法では94%の骨癒合率であるが6%は骨癒合が得られていない。また虚血性変化と骨壊死の危険性のあるものは、従来法では50%の骨癒合率であり、血管柄付き骨移植術の成績がより良好であった<sup>17)</sup>。偽関節のレベルが中枢にありMRI上虚血性変化を認め骨壊死が疑われれば血管柄付き骨移植を選択すべきであろう。

おわりに

スポーツ障害では一般にその競技の特性をよく理解した上で、いかに受傷前またはそれ以上のレベルに復帰させるかが重要な課題である。しかしながら、術前には個々の症例のいたみの病態を十分理解し適切な治療と早期リハビリテーションが可能な最小侵襲の手術が必要である。

文 献

- 1) Inagaki K. Current concepts of elbow-joint disorders and their treatment. *J Orthop Sci.* 2013;18:1-7.
- 2) An KN, Morrey BF. Biomechanics of the elbow. In *Morrey BF ed. The elbow and its disorders. 3rd ed.* Philadelphia: W.B. Saunders; 2009. pp43-60.

- 3) O'Driscoll SW, Lawton RL, Smith AM. The "moving valgus stress test" for medial collateral ligament tears of the elbow. *Am J Sports Med.* 2005;33:231-239.
- 4) O'Driscoll SW, Bell DF, Morrey BF. Posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:440-446.
- 5) O'Driscoll SW, Morrey BF, Korinek S, et al. Elbow subluxation and dislocation. A spectrum of instability. *Clin Orthop Relat Res.* 1992;280:186-197.
- 6) Jobe FW, Stark H, Lombardo SJ. Reconstruction of the ulnar collateral ligament in athletes. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:1158-1163.
- 7) Rohrbough JT, Altchek DW, Hyman J, et al. Medial collateral ligament reconstruction of the elbow using the docking technique. *Am J Sports Med.* 2002;30:541-548.
- 8) Paletta GA Jr, Wright RW. The modified docking procedure for elbow ulnar collateral ligament reconstruction: 2-year follow-up in elite throwers. *Am J Sports Med.* 2006;34:1594-1598.
- 9) Andrews JR, Timmerman LA. Outcome of elbow surgery in professional baseball players. *Am J Sports Med.* 1995;23:407-413.
- 10) Cain EL Jr, Andrews JR, Dugas JR, et al. Outcome of ulnar collateral ligament reconstruction of the elbow in 1281 athletes: results in 743 athletes with minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2010;38:2426-2434.
- 11) Sanchez-Sotelo J, Morrey BF, O'Driscoll SW. Ligamentous repair and reconstruction for posterolateral rotatory instability of the elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:54-61.
- 12) Park MC, Ahmad CS. Dynamic contributions of the flexor-pronator mass to elbow valgus stabil-

- ity. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:2268-2274.
- 13) Slocum DB. Classification of elbow injuries from baseball pitching. *Tex Med.* 1968;64:48-53.
  - 14) Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA. Use of the 1, 2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 2002;27:391-401.
  - 15) Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1991;16:474-478.
  - 16) Cohen MS, Jupiter JB, Fallahi K, *et al.* Scaphoid waist nonunion with humpback deformity treated without structural bone graft. *J Hand Surg Am.* 2013;38:701-705.
  - 17) Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF 3rd. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg Am.* 2002;27:685-691.