

October Special

上腕骨頭の異常運動

投球障害肩との関連で



今月の特集は、「上腕骨頭の異常運動」をテーマに、4人の先生に登場していただく。最初は、東北大学病院の村木孝行先生。ご遺体を用いた研究を国内、国外で実施されてきたが、その研究成果についてうかがった。次に、亀田メディカルセンターの山内弘喜先生には、「生体投球障害肩の異常運動」と題し、最新の手法を用いた研究内容についてご紹介いただいた。最後に、横浜南共済病院の山崎哲也先生と横浜市スポーツ医科学センターの坂田淳先生に骨頭の異常運動を巡り、整形外科医と理学療法士の立場で縦横にディスカッションしていただいた。投球障害肩のみかたとして、大いに参考になる内容である。

1 上腕骨頭の異常運動をもたらす要因 村木孝行 P.2
——これまでの研究から語る

2 生体投球障害肩の異常運動 山内弘喜 P.8

3 投球障害肩へのアプローチを語る 山崎哲也、坂田淳 P.14
——上腕骨頭の異常運動をキーワードに

1

上腕骨頭の異常運動

上腕骨頭の異常運動をもたらす 要因

— これまでの研究から語る

村木孝行

国立大学法人東北大学病院リハビリテーション部 博士（理学療法学）、理学療法士

村木先生は、小学生のときにはサッカーを経験、中学から大学までは陸上競技に取り組んだ。中学では短距離を、高校・大学では三段跳びが専門だったとのこと。北里大学から東海大学へ、そこで肩で知られた福田宏明先生と出会い、肩を診る機会が増えた。メイヨークリニックでも研修し、現在の東北大学でも精力的に研究を続けておられる。ここでは、村木先生のこれまでの研究成果から上腕骨頭の異常運動とその要因について語っていただく。

これまでの研究について

— 肩、投球障害の研究に目を向けられたのはどういう動機から？

村木：大学は北里大学だったのですが、卒業後は東海大学の伊勢原にある付属病院の本院に就職しました。当時の整形外科の教授が肩で世界的に知られた福田宏明先生で、肩の患者さんが多かったため、肩の患者さんを多く診る機会があったということがあります。また、東海大の湘南校舎にスポーツ医科学研究所のような体育学部の施設があって、ボランティアでそこに来た選手をたまに診に行くということを少しやっていた、それで「スポーツ」や「肩」を専門にするようになりました。

— 当時、診たのは野球選手が多かった？

村木：いや、主に陸上、柔道。当時は井上康生さんがまだ学生でした。体育学部の野球以外の一般の選手、バレーボール選手や

ラグビーで肩の脱臼などもありました。

— 肩を中心に取り組むことになったのは、東北大学に行かれてから？

村木：東海大でもやっていたのですが、福田教授も退官されて、自分自身はもう少し肩の中のことを知りたくなり、札幌医科大学の大学院に進みました。要するに関節の中の動きは、我々、理学療法士が実際に見る機会はほとんどなく、こういうふうには動かしているつもりでやっているという状況です。肩関節の中のことは実際にはよくわかっていない。それはちょっとおかしいと思って、それを勉強したくて札幌医大に行き、そこでやったのが、主に私のこれまでの研究のメインとなっている、解剖のご遺体を使った研究です。

「未固定標本」という言い方をしますが、通常の解剖の実習というのは、腐ったりしないように、また消毒の意味も込めてホルマリンで固定して行います。それだとやはり筋肉なども固まってしまっていて、関節が動かせない。ですから亡くなって間もない（7～8時間以内）ご遺体を冷凍し、それを動かす直前に解凍して、動かして、いろいろ関節の中の動きを見たりとか、あとは実際にはどういうところがどれくらい伸びたり、どれくらい負荷がかかっているのかということ計測するというような研究をやり始めました。

— それで未固定という。札幌医大は献体が多いそうですね。

村木：そうです。当時の解剖の教授が推進されていて、コメディカルにも門戸を開いてくれていたので、ちょうどその全盛期に、僕もたまたま入ることができたという背景があります。



村木孝行（むらき・たかゆき）先生

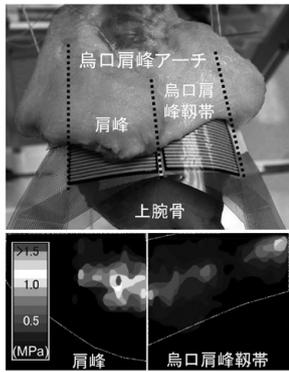
— 札幌医大には何年くらいいらっしゃった？

村木：大学院で4年です。札幌医大も立派な施設を有していますが、いろいろ研究して文献を見ていくと、とくに関節のバイオメカニクスという点ではアメリカがメインになります。当時の指導教官の1人に整形外科の先生がいて、アメリカの著名なメイヨークリニックに留学経験があり、そこがやはり肩のバイオメカニクス、未固定標本を使う研究をたくさん出しているところだったので、そこに行きたいという気持ちもあり、そういう話をしたら、「ボスに話をつけるから行くか？」と言われ、「行きます！」ということで結局2年間留学しました。

— それはすごいですね。メイヨークリニックでの研究は？

村木：もっと精密なというか、細かく関節の中の動きや圧がどれくらいかかっているかなど、そういう研究を多く行いました。投球という、なかなかシミュレーション

肩峰下接触圧の測定



- 薄型圧センサー
(K-Scan, Tekscan inc)
- 烏口肩峰アーチ下面に設置
 - 肩峰
 - 烏口肩峰靭帯

図 1

(表紙にカラー図掲載)

各肩関節運動時の最大肩峰下接触圧

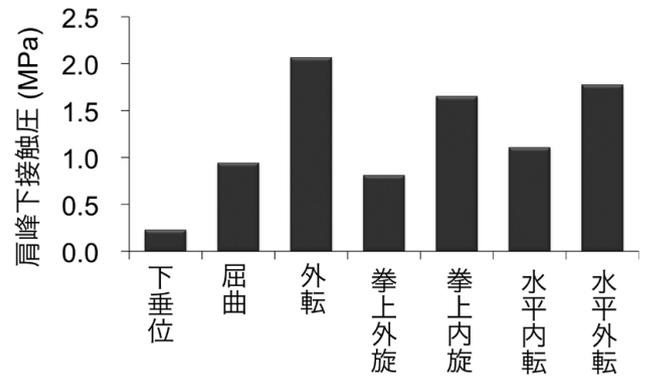


図 2

が難しいのですが、ある程度、投球の動作を模した動きというか、ポジションをいくつかつかつて、そのなかで、上腕骨頭の動きがどう変わるとどう圧がかかるか、そういうことを調べました。それが2年間で行った主な研究です。メイヨークリニックでは一緒にやっていたのが当時秋田大学から留学に来られていた山本宣幸先生という整形外科の医師でした。今の整形外科の教授である井樋榮二先生のお弟子さんのような存在で、井樋先生はメイヨークリニックの留学生として先輩でもあるのですが、山本先生は東北大でもそういうバイオメカの研究を継続してやるということだったので、臨床もやりながらそういう研究ができるということ、私も7年前、2009年に東北大に移りました。

—メイヨークリニックでの2年間のバイオメカニクスの研究は生体での研究？ それとも未固定標本を使うのですか？

村木：未固定標本です。生体を用いて研究されている方は多かったのですが、逆にあまりなされていない研究ということで取り組みました。整形外科医にとっては未固定標本を用いた研究はなじみがあるものですが、我々理学療法士、コメディカルのなかではそういう研究をやっている人はほとんどいません。しかし、やはり関節の中がどうなっているのか知らなければいけないという思いは強くありました。

—他にそういうことを研究されている理学療法士の先生はそんなにいない？

村木：いないと思います。札幌医大にいた

方か、メイヨークリニックなどの施設に行っただけということになると思いますが、メイヨークリニックに関しては、理学療法士はたぶん私しかないのではないかと思います。

—そういう意味では、ラッキーなところもあった。

村木：そうです、ラッキーでした。札幌医大に行けたのもラッキーでした。それもあって、結局メイヨークリニックに行けることになったので。

肩関節内のインピンジメント

—今回は、上腕骨頭の異常運動がテーマですが、これまでの先生の研究のなかから、そこにフォーカスして述べていただくことにしましょう。

村木：まず、腕を回すような投球動作で問題となるのは、腕を上げるだけで腱板や滑液包が擦れるということです。これは、正常人でもある程度擦れます。それが異常というか、動きが少し上方や前後にずれていると、腱板や滑液包が非常に擦れやすくなります。それが、腕を上げる時、肩を動かしていくときに痛みが出る1つの原因と言われています。

—インピンジメント。

村木：そうです。そのインピンジメントは主に2つあり、肩峰の下で擦れるのと、あとは中のほうで当たる、インターナルインピンジメントと言われるものです。わたしは、骨頭の異常運動と肩峰下インピンジメントの関係を一つのテーマとして研究して

きました。

実際にどういうふうの研究をしていたかというと、未固定標本から採取した肩関節を用いるのですが、烏口肩峰アーチという屋根のような形状をしたものがあります。その下に位置するのが上腕骨。図1のように、このアーチの下面を紙の厚さ程度の圧センサーで覆い、上腕骨を動かしていくと、どれぐらいどこに圧がかかっているのかをセンサーで調べることができます。そうしてみてもいいときに、図2に示されているように、まずいろいろな動きで、圧のかかり方が違うことがわかります。投球では、肩関節を外転しながら水平外転し、最大に外転させたところから切り返し、内旋と水平内転を行いながら投げていきますが、その動きの中で、圧がかかりやすい運動がいくつかあるということが、最初に調べてわかったことです。

図3は東北大に来てから診た高校生のもので、先ほど挙げた擦れる部分、腱板や肩峰下滑液包をみていくと、投球側のほうで滑液包が厚くなっているのがわかります。この腱板の上が滑液包です。おそらくこれは、圧のかかる動きを繰り返しているからだろうと考えられます。

また、擦れやすいということでは、上腕骨頭の動きがずれてしまう問題があるかと思えます。実際にずれるとどれくらい影響があるのかについては以前に研究しています。まず動作解析でよく用いられるように投球動作を各フェイズで分けていますが、ステップ足が着地する、肩関節が最大外旋

SAB肥厚の典型例

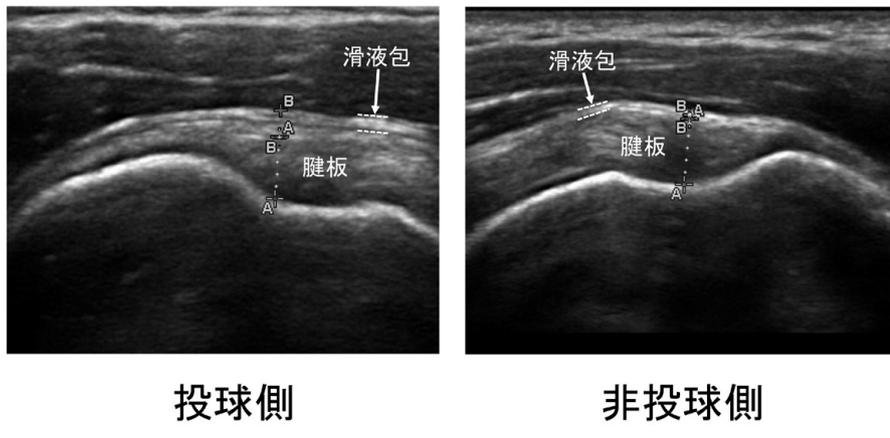


図3

する、リリースしていく、などのポイント、通過していくポイントをピックアップして、ポジションをいくつかつくっていきます。そして、それぞれのフェイズで圧はどのようなかという視点でみていきました。

実際に各フェイズにおける通過点としてシミュレーションした肩のポジション時の圧をみると、図4に示すように加速期のところで上がったたり、フォロースルーでボールを放した後のところでも、圧がかかってくるということがわかりました。

—— ちょっと意外ですね、フォロースルーで圧が高くなるというのは。

村木：そうですね。結局、肩関節の後方だけではなく前方でも擦れるということです。外旋すること自体ではそんなに肩峰で当たっていないのもわかっています。

す。

—— それはコッキングの後期ですね。

村木：そうです。よく肩関節の後方が硬い、つまり後方のタイトネスが問題になります。野球選手は内旋が硬くて外旋が柔らかいというのが特徴だと聞いていますが、拘縮が起り硬くなると、上腕骨頭が少し押し出される、ずれるような動きがあるという文献が出ました。1992年の研究です。

肩関節後方のタイトネス

—— ずれるというのは下方に？

村木：いや、水平内転したときに前方にずれるとか、あと内旋したときにも前方に変位するとか、そういう報告でした。

よく後方が問題だと言われているのをこの研究にも応用して、後方の関節包を硬く

しています。具体的には、解剖標本なので、糸で縫縮し、わざと後方を縮めるということを行っています。

図5は、圧の変化です。コッキングとか加速期はあまり関係ないようで、変わっていませんが、後半でググッと上がってきます。後方が硬いといゆるリリースの後のフォロースルーにかけて圧が高くなってくる。これは骨頭が前側にずれるからということで、理屈としてはそのように言われています。

図4は通常の肩です。関節包が硬くない状態。そして、屈曲というか、前のほうに手を、リリースした後前方に手がきたときの状態というのは、通常は、後ろ側がそんなに硬くないので、ちゃんと骨頭が肩峰の下に入ってくるというか、求心位。関節窩のもっとも深いところ付近にあります。

後方が硬いと、求心位のところから、前方か前上方にずれるということが10年以上前に言われていて、腱板が肩峰のところまで圧迫されやすくなるというか、つぶされるような圧が加わる。そういう理屈があったので、圧が高くなったというのは、結果的に硬いがために、骨頭が中心からずらされて、それで普段はあまりかからないところに圧が大きくなってしまったということがわかったというのが、この研究結果です。

—— 後方の硬さを予防するか、硬さに対応すれば、その問題は解決する？

投球動作時の肩峰下接触圧:正常

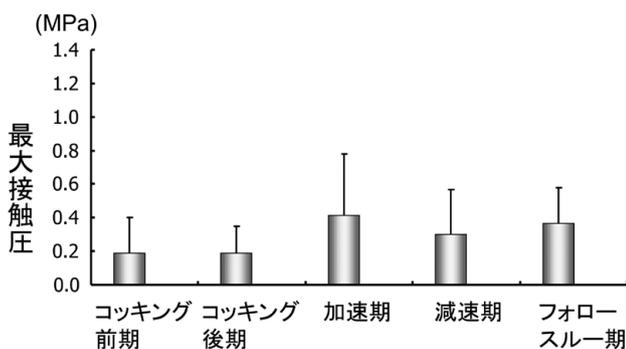


図4

投球動作時の肩峰下接触圧:後方拘縮

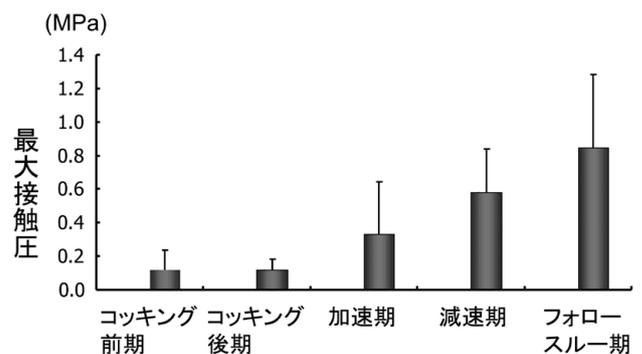


図5

2

上腕骨頭の異常運動

生体投球障害肩の異常運動

山内弘喜

医療法人鉄蕉会 亀田メディカルセンター
リハビリテーション室、理学療法士

従来多数行われてきた屍体研究では投球障害肩の異常運動を十分に明らかにすることはできないと考えられる。そのため、生体野球選手の肩を用いた研究の実施が必要だと考えた筆者らは、生体投球障害肩と対側健常肩、生体健常肩（投球をする肩）を対象として、微細な関節運動を評価できる3D-to-2D registration法を用いた動態解析を実施。加えて、動的なMRIが撮像可能なCine-MRIを用いた動態解析やCTOAMを用いた骨へのストレス分布の解析なども行った。ここでは、それらの研究によって得られた知見とともに、投球障害肩における肩甲上腕関節の異常運動について述べていただく。

はじめに

投球障害肩の異常運動はこれまで多く議論されてきた。投球障害肩の特徴として肩関節外転位内旋制限や水平内転制限が認められることから、肩関節後方タイトネス（Posterior Shoulder Tightness：PST）が投球障害における肩甲上腕関節の異常運動の原因の1つと考えられた。これを証明するために屍体肩の後方関節包を縫縮することで障害肩モデルを作成し挙上や回旋運動中の異常運動が検討されてきた。これまで多く行われた屍体肩を用いた研究では、骨の正確な位置情報を得やすいことや軟部組織を縫縮することで拘縮肩を再現できること、腱板筋の張力を容易に変えられることなどの利点はあるが、用いられる屍体肩は高齢であることが多く、さらに投球をし

ていた肩か否かは定かではない。

野球選手の上腕骨後捻角が大きい（成長の過程で小さくならない）ことはよく知られており、これまで多く行われてきた屍体研究では投球障害肩の異常運動を明らかにすることはできない可能性がある。そのため、生体野球選手の肩を用いた研究の実施が必要だと考え、我々は生体投球障害肩と対側健常肩、生体健常肩を対象として、微細な関節運動を評価できる3D-to-2D registration法を用いた動態解析を行った。また、動的なMRIを撮像可能なCine-MRIを用いた動態解析やCTOAMを用いた骨へのストレス分布の解析なども行ってきた。今回、これらの研究によって得られた知見をまとめ、投球障害肩における肩甲上腕関節の異常運動について述べる。

肩関節の動態解析

肩関節の解析方法にはホームビデオカメラや高速度カメラを用いた解析、赤外線反射マーカーを用いたモーションキャプチャーシステム、電磁気センサーなどが多く用いられてきた。これらの方法は全身を解析可能であることや実際のフィールドや、それに近い環境で解析可能なこと、高速度で行われる実際の運動を解析可能なことなど利点がある。反面、ビデオカメラの解析では2次元の解析であり、誤差が大きい可能性が否めない。またモーションキャプチャーシステムを用いた3次元動作解析や電磁気センサーでも7000°/秒を超える運動である投球動作では皮膚など貼付した反射マーカーや電磁気センサーの動きにより誤差（スキナーチファクト）が生じ得る。

一方、微細な関節運動を3次元で解析で



山内弘喜（やまうち・ひろき）先生

きる手法にはRadiostereometric analysis（RSA）、骨ピン、3D-to-2D registration法などがある。RSAは骨内にタンタルビーズなどを、骨ピンはKワイヤーなどのピンを骨に刺入し、それら位置より運動を解析する方法で微細な骨運動を正確に計測可能である。ただし、身体に対して創を作ることや放射線被曝を伴うことから侵襲的である。また運動可能な範囲が狭いことや運動速度も制限されやすい、などの限界がある。極力低侵襲で生体投球肩の微細な異常関節運動を同定するため、我々は3D-to-2D registration法を用いて研究を行ってきた。

3D-to-2D registration法について

本手法はこれまでいくつかのソフトウェアが開発され、それぞれの研究機関でさまざまな関節の動態解析が行われている。ここでは我々が行っている手法について簡単に紹介する。本手法の手順は大きく4つの工程がある。具体的にはCTやMRIから

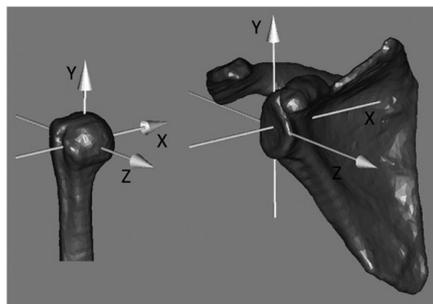
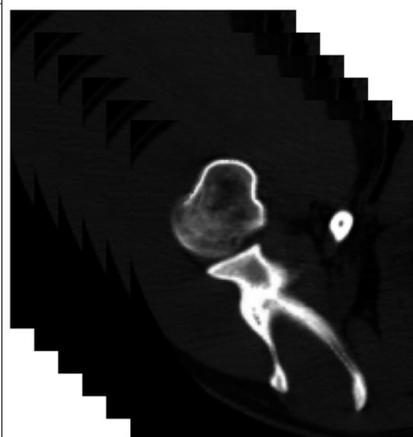


図1 3次元骨モデルの作成と局所座標系の埋設
左：撮像したCTより骨の輪郭を抽出し、3次元の骨モデルを作成
右：作成された3次元骨モデルに局所座標系を埋設



図2 3D-to-2D registration法による2次元画像への3次元骨モデルのマッチング

骨の輪郭をトレースすることで3次元の骨モデルを作成するセグメンテーション、作成された3次元骨モデルに座標系を埋設(図1)、3次元骨モデルと2次元のレントゲン画像などをマッチング(図2)、各座標系の位置関係より関節位置の算出である。これらの工程により微細な関節運動を計測することが可能となる。

上腕骨頭の異常運動に関する 先行研究

投球障害肩の上腕骨頭異常運動は多くの関心が寄せられ、さまざまな研究者たちがそれを明らかにしようとしてきた。投球障害を有する選手の肩関節において、PSTが問題視され、PSTと異常運動の関連性が調査された。Harrymanら¹⁾がPSTによって下垂位内旋運動時に上腕骨頭が前方に変位する“Obligate translation”の概念を提唱し、それに基づいて肩障害の病的メカニズムが説明されてきた。先行研究では投球障害を有する選手の硬さを模倣するために屍体肩の後方関節包を縫縮し、挙上や回旋などの運動中に異常運動が生じるか否かが検討されている¹⁻⁶⁾。PSTにより骨頭の異常運動が起こる、と多く引用されるが、実は統計学的に有意な差を認めた報告は少ない^{1,5)}。さらに、これらの研究は屍体を用いた研究であり、用いられた屍体肩はほとんどが高齢である。また、生前にどのようなスポーツ歴であったかは明らかにさ

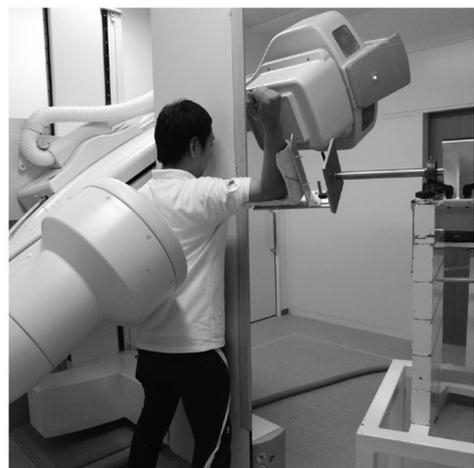
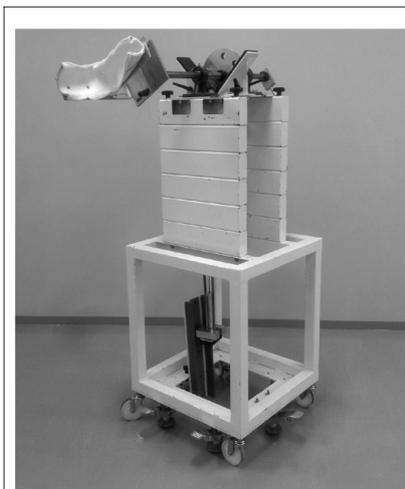


図3 投球後期コッキング期の運動を模倣するための装置
左：装置本体 右：撮像風景

れておらず、骨形態の変化がある投球障害肩にこれらのデータがどれだけ適応できるかは不明である。

3D-to-2D registration法を用いた 肩甲上腕関節の動態解析

我々は投球障害を有する健常者を対象に投球時の肩関節運動を模倣した運動中の動態解析を行ってきた。まず、各対象者で統

一した動きを撮像するために投球時後期コッキング期の運動を模倣するための装置を開発した(図3)。これは3次元動作解析により得られた投球時後期コッキング期の肩関節肢位に近い肩関節90°外転位、20°水平内転位にて3kgの重錘によって他動的に外旋し、最大外旋から自動内旋を行う。この動作を繰り返すことが可能である。この運動中の肩甲上腕関節の微細関節運動を

表1 投球障害側と対側健常側の可動域特性

	外旋(°)		内旋(°)		水平内転(°)	
	投球障害側	対側健常側	投球障害側	対側健常側	投球障害側	対側健常側
平均	127.1	114.6	35.2	57.8	-12.8	-0.7
標準偏差	9.8	11.8	13.3	14.0	7.8	9.0
p値	0.019		0.001		0.005	

計測した。次に詳細を示す。

●後期コッキング期を模した回旋運動中の投球障害肩と対側健常肩の上腕骨位置の比較

投球障害を有する若年野球選手 10 名 20 肩 (平均年齢 21.1 ± 1.3 歳) を対象とした。投球側の肩に投球時に疼痛を有し、非投球側は症状を有していなかった。すべての被検者は整形外科医によって診察され、投球側に肩峰下インピンジメントやインターナルインピンジメント、SLAP 損傷など肩甲上腕関節の上方 1/2 の問題などのうち 1 つ以上認められた。被検者の可動域特性は過去に述べられた PST を有する所見と合致していた (表 1)。この解析の結果、投球障害肩は対側健常肩と比較して上腕骨頭が下方に変位していることが明らかになった。また、両群ともに外旋の増加により上腕骨が下方に変位することが明らかになった。驚くことに投球障害側と対側健常側の比較では先行研究で言われてきた上方変位とは反対に有意な下方変位が認められた。臨床的には投球側の肩関節は緩みを有するケースは少なくない。投球による関節の過可動性を示した結果である可能性と、異常運動が下方変位である可能性が考えられた。ただし、あくまでも対側肩との比較であり、対側肩が投球肩ではない、という限界があることは否めない。よって、後述の健常投球肩との比較が必要であると考えられた。また、外旋時の下方変位は、外旋によって大結節が肩峰の下に位置するために下方へと変位することが予想される (図 4)。上腕骨頭の前後変位に目を向けると 30° - 50° の範囲で有意な前方変位を認めた。面白いことに運動最終域での差が大きいたと考えていたが、最終域ではおおよそ同様の関節位置にあることが明らかになった。

●後期コッキング期を模した回旋運動中の投球障害肩と健常肩の上腕骨位置の比較

投球障害肩と対側健常肩の結果を踏まえ

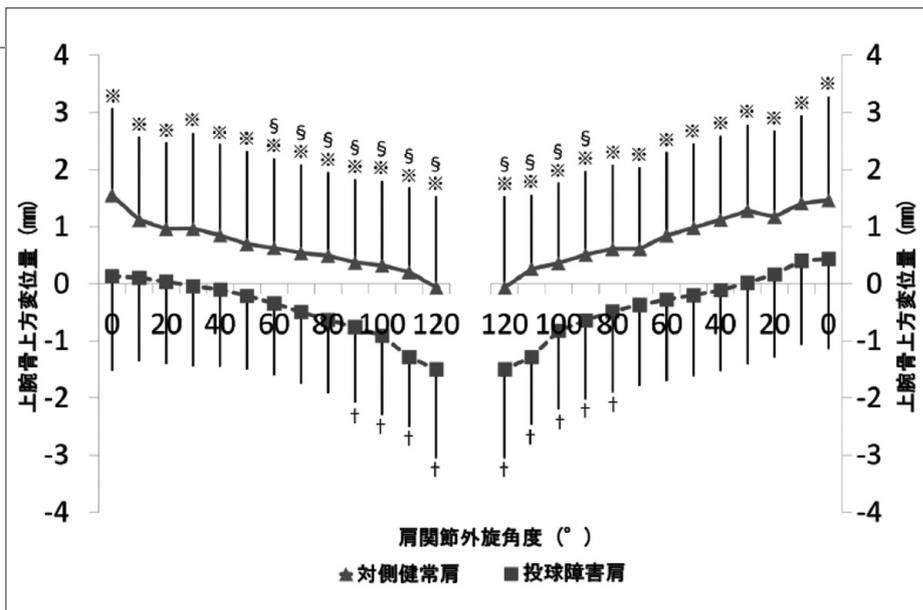


図 4 投球障害肩と対側健常肩の比較 (上腕骨上下変位)
 ※：投球障害肩と対側健常肩の比較で統計学的有意差を認めた角度 (p < .05)
 S, †：0°と比較して有意に下方へ変位していた角度 (p < .05)

て、投球障害肩と健常肩 (野球選手) の比較を同様の条件で行った。対象は投球障害を有する若年野球選手 10 名 10 肩 (平均年齢 21.1 ± 1.3 歳) と健常若年野球選手 10 名 10 肩 (平均年齢 20.1 ± 0.3 歳) であった。投球障害肩は投球側の肩に投球時に疼痛を有しており、整形外科医によって肩峰下インピンジメントやインターナルインピンジメント、SLAP 損傷など肩甲上腕関節の上方 1/2 の問題が少なくとも 1 つ以上認められた。健常肩は投球時に疼痛がなく、各種整形外科テストも陰性であった。両被検者の可動域特性の比較では、これまで述べられてきた内旋角度の低下や水平内転角度の低下など、PST を示す結果は得られなかった (表 2)。興味深いことに、この解析の結果は投球障害肩の上腕骨頭は回旋運動全域で健常肩の上腕骨頭よりも上方に偏位していた (図 5)。投球をする肩は関節弛緩性が強くなっている場合も多い。投球障害肩と対側健常肩の比較では投球障害肩のほうが対側健常肩よりも下方に

偏位していたが、投球障害肩と健常肩の比較では投球障害肩のほうが上方に偏位していた。よって、投球障害における上腕骨頭の位置異常は上方偏位である可能性がある。ただし、これまで考えられてきた Obligate translation は最大外旋域で肩関節後方組織が下方に回り込むことで上腕骨頭が上方に押し出される、というメカニズムであるため、今回の結果は Obligate translation とは異なる可能性がある。

Obligate translation は生体で生じるか

● Cine-MRI を用いた下垂位内旋運動時の上腕骨頭運動

前述のように 3D-to-2D registration 法による運動解析では、投球障害肩と対側健常肩、投球障害肩と健常肩それぞれに有意な差を認めるが、Obligate translation の存在を証明できるような動態は明らかにならなかった。よって、Obligate translation の理論的な原点である PST と下垂位内旋

表 2 投球障害肩と健常肩の可動域特性

	外旋 (°)		内旋 (°)		水平内転 (°)	
	投球障害肩	健常肩	投球障害肩	健常肩	投球障害肩	健常肩
平均	127.7	129.4	35.5	33.2	-12.6	-12.1
標準偏差	9.5	10.8	12.7	12.5	7.4	11.8
p 値	0.6		0.9		0.9	

3

上腕骨頭の異常運動

投球障害肩へのアプローチを語る —— 上腕骨頭の異常運動をキーワードに

山崎哲也

横浜南共済病院スポーツ整形外科部長、横浜DeNAベイスターズ チームドクター

坂田 淳

横浜市スポーツ医科学センター、理学療法士、日本体育協会公認アスレティックトレーナー

日本のスポーツ整形外科において、膝に比し肩の問題への取り組みはやや遅かったが、その後の発展は著しい。ここでは、横浜南共済病院の山崎医師と横浜市スポーツ医科学センターの坂田理学療法士に、上腕骨頭の異常運動について、肩の診方という視点でざっくばらんにかつ深いところで語り合っていたいただいた。

野球障害との関わり：山崎先生の場合

—— 山崎先生は、これまで多くの野球選手を診てこられたかと思いますが、野球のスポーツ障害に関わったきっかけや、野球のスポーツ障害の現状などをお聞かせいただけますか。

山崎：私は大学を卒業後、横浜市立港湾病院で、日本のスポーツ整形外科の草分け的な存在だった故・高澤晴夫先生のもとでスポーツ整形を研修しました。当初は一般的なスポーツ外傷・障害の診療に携わり、早稲田大学ラグビー部などの合宿などにも帯同しておりました。当時は肩の診療に関しては、MRIや超音波画像などの検査もなく、スポーツ障害肩の病態や治療法などが確立されていない時代でしたが、膝で普及し始めた関節鏡を、やっと肩に対して使用し始めた時期でした。

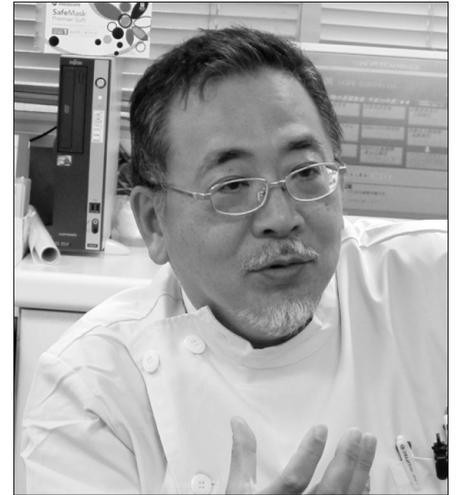
1987年頃だったと記憶しておりますが、昭和大学藤が丘病院の筒井廣明先生の肩関節鏡を見る機会があり、肩関節の中が「こんなにきれいに見える」と感動したことが、肩への興味をもつ一つのきっかけとなりました。その後90年代に、MRI検査の普及や関節鏡所見に基づいた肩の病態解明などが飛躍的に進歩しました。実際に私が野球選手の診療を行い出したのは、1990年代後半になってからで、アマチュアレベルの野球選手に対して、肩の関節鏡検査あるいは鏡視下手術を、横浜市立港湾病院にて執刀させていただいたのが始まりです。さらにプロスポーツ選手をはじめハイレベルな野球選手の診療を始めたのが、2000年に横浜南共済病院に赴任してからになります。こうした経緯が、野球選手の肩を診させていただくようになった流れです。

—— 先生が診られている投球障害の選手は、年代的に一番多いのは何歳くらいですか？

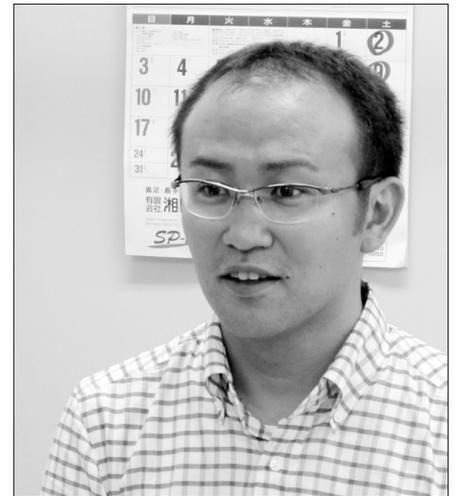
山崎：肘の場合はやはり中学生が多いです。肩になってくると高校・大学ですね。それは一般的に日本のなか全体でも言えることではないでしょうか。小・中学生は肘を壊しやすく、だんだんと体ができてくると肘から肩のほうに移行していくのかなと思います。

—— 先生は多くのスポーツ選手を診られているかと思いますが、種目でいうと野球が一番多いのですか？

山崎：そうですね、野球のほか、関東学院大学のラグビー部のチームドクターをやっている関係でラグビー選手も多いです。野球とラグビーでは、かなりスポーツ種目特性が異なり、ラグビーはコンタクトスポーツでもあるため、突発的な外傷いわゆるケ



山崎哲也（やまざき・てつや）先生



坂田 淳（さかた・じゅん）先生

ガが多く、野球は繰り返されるストレスによる慢性的な障害いわゆる故障が多いですね。

野球障害との関わり：坂田先生の場合

—— 坂田先生が野球障害に関わるようになったきっかけは？

坂田：私は20歳のころから横浜市スポーツ医科学センターのリハビリ室に助手として勤務していました。大学進学時からスポーツに関わりたと思い、早稲田大学に入学し、トレーナーを始めました。関わったのはテニス部だったのですが、肘や肩のケガが多く、私一人では全然治すことができませんでした。そのとき横浜市スポーツ医科学センターの存在を知り、門を叩きました。そこで理学療法士の人たちが、からだの機能をみながらどんどん治していく姿をみて、この職業につきたいと考え、理学療法士の道を目指しました。

横浜市スポーツ医科学センターはもともと下肢のスポーツ障害に強かったのですが、私は逆に上肢をやりたいと思いました。私も主にラグビー選手や野球選手のリハビリを行いながら野球肘の研究を進めてきました。

— 上肢を見始めて何年くらいになるのですか？

坂田：現在35歳ですから、10年くらいになります。

— 山崎先生は、野球経験者だったのですか？

山崎：実は私も野球はまったく経験ありません。私は、新潟県出身でもあるため大学時代はスキー部に所属していました。

— 坂田先生は？

坂田：私も小学校のころに少し遊びでやったくらいで、本格的に野球の経験はありませんでした。

山崎：そうですね。小さいころは草野球程度はみんなやっていましたね。私も遊び程度にはやりましたが、本格的に野球はやったことありません。意外にお互いに野球経験がなかったわけですね。でも野球をやっていたことが、逆に冷静にみることでできますね。

坂田：私もそう思います(笑)。

— ではここから坂田先生にバトンタッチして対談を進めていただきます。坂田先生、よろしくお願ひします。

上腕骨頭の異常運動と肩の痛み

坂田：今回の対談のテーマについて、本誌編集部とやりとりをしたのですが、上腕骨頭の異常運動と投球障害の関係について、屍体や生体内で研究が行われています。その結果の多くは実際に私たちが触っている感覚と合致していて、骨頭の異常運動が問題であるという点についてはコンセンサスが得られているのではないかと私も感じるところですし、みなさんも思っていることではないかと思ひます。一方で、全員が考へる異常運動が一致しているかという、そうではないと感じます。

整形外科の先生方は骨頭などを内部からみられますが、理学療法士は外からしかみることができません。ですから今回は外から感じる骨頭の異常運動ということに注目して、そもそも何が異常なのか、どのように診ていって、どのように治していくのかについてお伺ひしたいと思ひます。

山崎：野球選手の肩痛が、投球時のどの時期に、どのような肩の肢位で出るかという、一番のポイントとしては、肩関節が最大外旋位のとときで、レイトコッキングポジションあるいはトップポジションと言われる肢位に痛みを訴える選手がほとんどです。その痛みに対して、ジョーブ先生のリロケーションテストすなわち上腕骨頭を前方から押さえると、瞬時に痛みが消失あるいは減少するのですが、上腕骨頭の位置を変えると痛みが減少するのならば、逆に、上腕骨頭が何か異常な動きや位置をとることで、肩関節の中の組織を刺激し、結果として痛みが出るのではないかという理論が成り立ちます。それは私にとっては、『投球障害肩の病態解明』という暗闇の中に差し込んだ一筋の光のようなことで、痛みを訴えていた選手が、私自身の手の操作で「痛みが楽になりました」と言う画期的なものでした。前方から押して痛みが減少するわけですから、上腕骨頭の前方への移動が問題で、リロケーションテストは、肩関節の“潜在的”前方動揺性を見る目的のテストだったのです。ただ私にとっては、肩関節

最大外旋位で本当に上腕骨頭が前方に移動しているのか疑問がありました。それはなぜかという、実際の診察上、最大外旋位であるレイトコッキングポジションをとったとき、上腕骨頭を後方から触知すると前方への移動が確認できないことと、ベッド上の仰向けでのリロケーションテストでは、上腕骨頭のみを前方から後方へ押さえているのではなく、肩甲骨と上腕骨の位置関係の角度すなわち前方凸のアンギレーションを緩和させているのが実際に、そのことが疼痛減少の本質ではないかと思われたからです。

坂田：水平外転角度。

山崎：そうです。つまりリロケーションテストの解釈には、そういうものを考慮しないといけないのではないかと思ひます。また実際に投球をする立位での外転外旋位つまりレイトコッキングポジション、トップポジションでは、肩甲骨が自由に動くので、ベット上の仰向けでのリロケーションテストとは異なる環境と言えます。このこと、つまり投球のクリティカルポイントであるレイトコッキングポジションにおいて上腕骨頭がどの方向に移動するのかは、私にとって長年の疑問点として残っていました。横浜市立港湾病院時代からまた横浜南共済病院に赴任後も投球障害肩の選手の関節鏡検査を重ねるなかで、肩を動かしながら関節内を覗いていると、「あれ？」と思ひたのです。つまり麻酔下でしかも関節内圧が非生理的状态ですが、レイトコッキングポジションでは、投球障害肩の選手では、骨頭が上方あるいは後上方へ“せり上がってくる”のです。

ベネット骨棘を削る

山崎：ここで少し話が変わりますが、投球障害肩の一病態として、肩関節の後下方に出現する骨の棘であるベネット病変(骨棘)というのがあります。そのベネット骨棘がある人は、その骨棘自体に痛みを生じたり、肩の後ろがタイトになって内旋可動域に制限を認めるため手術適応となる場合もあり

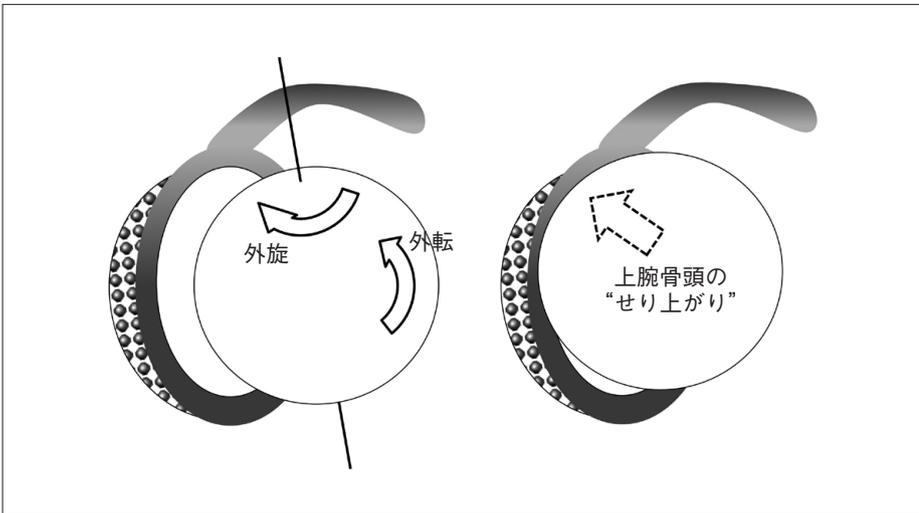


図1 肩外転・外旋時の上腕骨頭の“せり上がり”

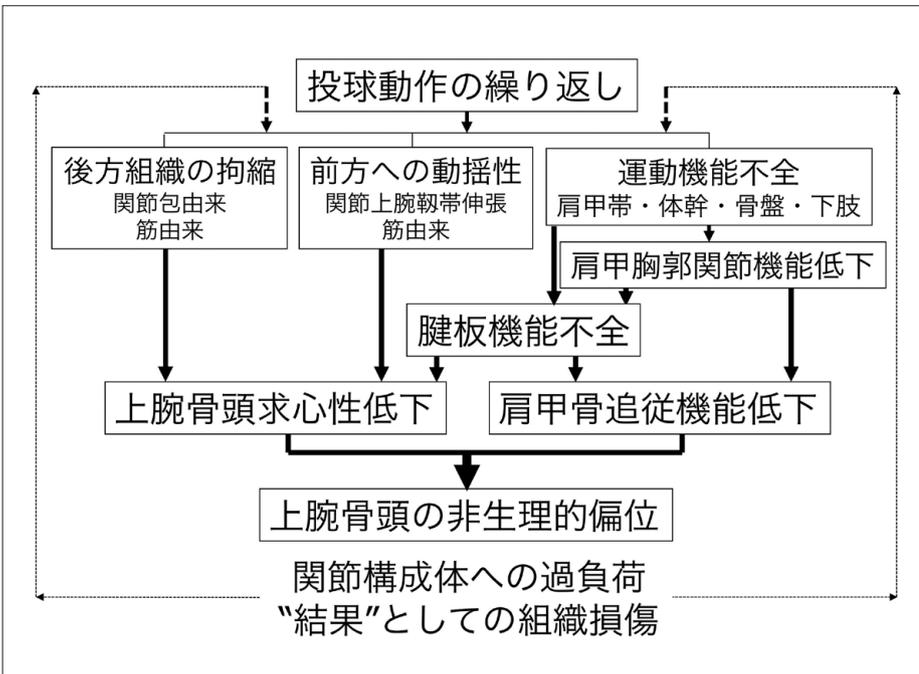


図2 投球障害肩における組織損傷のメカニズム

ます。その際、ベネット骨棘を関節鏡視下に削るのですが、その操作を行うには関節の袋（関節包）を切らないと骨棘が見えてきません。そのため後方の関節包を切って骨棘を露出してから削ることになるのですが、この手術をした際に、先ほど述べたように動かしながらの肩関節内の観察を行うと、術前後でレイトコッキングポジション時の上腕骨頭の動きが変わったのです。それがすごく衝撃的で、後方からカメラを入れて見ているのですが、術前は上腕骨頭が、

外旋、外転すると“せり上がってきた”のですが、骨棘と関節包をリリースすると骨頭が前下方へ“沈み込む”ようになったのです（図1）。

骨頭の上方位

山崎：その感覚で実際に自分の手で肩の痛みのある人を診察し出すと、レイトコッキングポジション時には上腕骨頭は前方に移動するのではなく上方あるいは後上方に“せり上がって”いるなというのがわかる

のです。その際、移動、偏位を起こした瞬間に選手は痛いと言うし、それが元に戻ると「楽になりました」と言ってくれます。私自身は上腕骨頭の位置変化（上腕骨頭非生理的偏位）というのが、投球障害肩の痛みの発現に非常に関わっているのではないかと考えていますし、今もまだ調べているところです（図2）。

坂田：私もまったく同じ感覚で、前後よりも挙上してしまっていることで問題が起きているのではないかとすることは非常に共感できる場所です。やはり骨頭の異常な運動は上がるということ、骨頭の異常な変位のなかでも先生がもっとも問題視するところなのですね。

山崎：そうですね。その“せり上がる”ということを踏まえて、投球障害肩の一つである肩峰下インピンジメントで考えてみましょう。

腱板機能が改善し、しっかりと肩関節の求心位がとれるようになれば、症状は消失するものと思われがちですが、実際リハビリテーションにて腱板機能が十分改善しても、Neerのインピンジメントサインやpainful arc signの陽性が持続している選手がいるのも事実です。これは今言った、上腕骨頭が上がることによって説明ができると思います。すなわちレイトコッキングから加速期に、上腕骨頭が“せり上がり”、そこから内旋していくわけですから、肩峰下と腱板の滑液包側に擦れが生じることは容易に想像できます。上腕骨頭が上に移動するというのを踏まえると、投球障害肩の病態がいろいろな説明がつくのです。

タイトネスの評価

坂田：昔疑問に思っていて、自分では整理がついているところですが、後方のタイトネスが骨頭の異常運動をつくっている。ただ、その評価は肩外転90度での内旋可動域やその際の骨頭の前方変位の有無、水平内転可動域で行われています。ただ問題が出てくるのは外旋位です。今、評価として言われている内旋制限や水平内転制限とい