

野球の投球動作における上肢帯の機能と役割

人間行動システム研究領域

3804C036-2 小林裕央

研究指導教員： 鈴木秀次教授

【緒言】

全身を使って行われる野球の投球動作は数多くのスポーツ動作の中でも難度の高い運動の一つであり、わずか1秒前後で手に持っているボールを140km/h前後まで加速させ、なおかつ18.44m先にある狙ったポイントに投げなければならない。一般的に投手は下半身から順に運動が連鎖することで投球腕へ効率のよいエネルギー伝達が行われるが、このことから特に指導現場では体幹部の回転運動において腰部の先行運動の重要性が問われている。

しかし、ここでひとつの疑問が残る。たしかに効率よくボールにエネルギーを伝えるためにはこのような運動連鎖が必要だが、野球の投球やゴルフスイングなど身体を回転させるスポーツではトップパフォーマンスの選手は腰を強く使ったり回転させたりしていないように観える。むしろ鎖骨と肩甲骨からなる上肢帯の運動が顕著に大きく動いているように観える。また、投球パフォーマンスを決定する一要因であるリリースポイントをいかに打者よりにするかというテーマがある。野球の打撃はタイミングに大きく左右されるため、より前方でリリースすることでタイミングは取りづらくなる。しかし、だからといって単純に肩甲上腕関節で投球腕を屈曲してはエネルギーの損失となってしまう。このことから、投手は上肢帯を意識して使うことでより前方で効率よくボールをリリースできると考えられる。これらのことから、本研究ではこれまではただ繋いでいる部分としてしかあまり認識されてこなかった上肢帯に視点をあてて検討した。上肢帯は鎖骨と肩甲骨からなり、骨格的に唯一体幹部と上肢を連結する肩関節周辺の部位を指し、関節の連結も胸鎖関節、肩甲上腕関節、肩鎖関節のみで自由度が非常に大きい。また、脊柱は腰椎より胸椎の

方が回旋角度が大きいことから胸骨、肋骨を介して胸椎と連結している上肢帯の動きがきっかけとなって体幹を回旋すべきであり、これらのことから投球動作において上肢帯の機能と使い方が非常に重要であると考えた。

【方法】

磁気センサ式運動計測装置を用いて、投球腕側手首、両肩峰、剣状突起、投球腕側脇腹、投球腕側大腿部の位置座標を得た。また、投球動作中の筋活動を調べるために、腹斜筋、前鋸筋、広背筋、大胸筋、僧帽筋上部、中部、下部、三角筋前部、後部、上腕三頭筋、上腕二頭筋、橈側手根屈筋の計12ヵ所の筋電図(EMG)を記録した。被験者は4名とし、上肢帯の動きをきっかけにした投球フォームaと腰部を先行して回転させた投球フォームbをそれぞれ15~20球投げてもらった。試技は投球マウンドで行い、指に荷重センサーを付けてボールリリースのタイミングを電気信号で記録した。キネマティックデータはボールリリース時の投球腕手首と投球腕側肩峰の位置の比較と、テイクバックからボールリリースまでの投球腕手首と投球腕側肩峰の軌跡を求めた。これらは他の身体部分の影響を除くために剣状突起のセンサーを移動座標に設定し、そこを原点にして算出した。EMGは投球動作は非常に可動域が大きく高速で動くので、アーティファクトの影響を除去するために解析の段階でband-pass filterを2次のLow: 30 Hz、High: 500 Hz)とすることで平滑化した。

【結果】

投球フォームaとbのリリースポイントを比較したと

ころ、aの方がより前方でボールをリリースしていた($p < 0.01$)。投球腕側肩峰のボールリリース時の位置もaの方がより前方にあった。また、投球腕手首と投球腕側肩峰の軌跡を比較したところ、顕著な差はなかったもののaの方がやや外側の軌道を描いていた。EMGに関してはaとbでは全体としては大きな違いはなかったものの、僧帽筋の上部、中部、下部はボールリリース直前の筋放電に違いが見られ、わずかな差ではあるがaは下部から中部、上部へと活動開始時間に位相がずれて現れた。また、ボールリリース時の上腕二頭筋と上腕三頭筋の筋活動を比較したところ、bに比べてaは三頭筋の活動が大きく、二頭筋の活動が抑制されていた。

【考察】

実験結果から求められるべき投球フォームを考察してみた。投球動作は下半身が先行して動き出し、踏み出し足が着地後、身体が回転運動することによって体幹—肩—肘—手と運動連鎖が起こり最終的にボールへエネルギーが伝わる。しかし、投球フォームbのように腰部が先に回転して体幹部に捻りが生じると上肢帯は当然後方に残され、またそのタイミングはテイクバックでもあることから指導現場でよく言葉にされる「肩を開くな」、「胸を張れ」という観点からも、投球腕を身体の後方(背中側)に引くことが多く、上肢帯が水平伸展し肩甲骨が内転する。そして、このまま体幹の回旋に任せて捻り始めてしまうと上肢帯が伸展したまま上腕が回旋されてしまい、上肢帯が体幹部に固定されたままとなるために上肢帯、特に肩甲骨の動きが獲得できない。その結果、肩甲骨がほぼ前額面と平行になり、連結している投球腕が体側での運動となりリリースが後方になったと考えられる。しかし、投球フォームaのように本来、可動域の大きいはずの上肢帯を先に動かすことで鎖骨が大きく屈曲

し、肩甲骨が外転することで上肢帯の可動域を獲得し、その運動がきっかけとなって体幹部の捻りが発生すべきであり、これにより肩甲骨関節窩がより前方を向き、投球腕はより前方で運動することからリリースポイントが打者よりになったと考えられる。また、投球障害や故障との関連について考えてみると、投球フォームaは僧帽筋が下部から上部への位相があったことから投球腕と上肢帯の運動に僧帽筋が機能しており、またリリース時の上腕二頭筋の活動が小さかったことからブレーキの作用が少なく、負担が少ないことが示された。これはScapular Plane (SP)の作用が影響していると考えられ、大きく体幹を回旋するなかでSPに上肢を伸展させる動作が、肩・肘の投球障害防止の面で効果的な投動作であるという報告(渡会 1995)にもあるように、上肢帯が大きく動いて肩甲骨が体側に外転し、その肩甲骨面で投球腕が伸展運動することで、体側部で肩関節の内外旋を強く意識した投球フォームよりも負担が軽減される。投球腕の運動方向、上肢帯、特に肩甲骨の運動方向、そして肩甲骨と体幹部に付着している僧帽筋と菱形筋の筋線維方向がほぼ同じ向きであり、それぞれが協調して投球を行うことで肩関節やその周辺の負担が軽減されることが考えられる。

【まとめ】

本研究では上肢帯をきっかけにして行う投球動作によりリリースポイントがより前方になったこと、肩関節やその周辺の負担の軽減の可能性が示唆された。投手にとって上肢帯の機能と役割というのは非常に重要であり、胸鎖関節を中心に上肢帯(鎖骨)-上腕-前腕-手というように投球腕を意識すべきである。そのためにも、投手は上肢帯やその周辺の可動域や柔軟性を向上させて上肢帯の機能を高めるべきである。