

野球投手の投球数の増加が肩機能に及ぼす影響

～投球制限の提案から投球障害予防に向けて～

スポーツ医科学研究領域

5006A035-1 佐々木理博

研究指導教員:

福林徹教授

第1章 緒言

野球投手では肩甲上腕関節(以下、肩関節)および肘関節の慢性障害が多発する。これらの障害の原因として、肩複合体および脊柱のアライメント異常、肩関節可動域変化(筋タイトネスの増大、関節包の拘縮や弛緩、上腕骨後捻角の増大)、肩甲骨機能不全、筋力特性の変化、不適切な投球フォームおよびオーバーユースなどが挙げられているため、これらの要因を追求することは、投球障害予防に繋がると考えられる。また、プロ野球においてさえ7回100球を1試合の投球上限数の目安としているにも関わらず、体力や技術レベルの低い大学、高校および小中学生にとって、1試合50～100球という投球数は、障害予防の観点からすると多すぎるのではないかと考えた。そこで、障害予防のための投球制限に活かせるような客観的なデータを示すため、投球数の増加による肩関節の内・外旋可動域および筋力(肩機能)と膝関節、体幹および肘関節の角度(投球フォーム)さらに球速の経時的変化を明らかにし、大学野球投手における投球制限の指標を見出すことを目的として以下の2つの実験を行った。

第2章 実験1

【方法】

被験者は、本研究の主旨に賛同が得られた肩および肘に障害がない大学野球投手15名(21.3±1.4歳、173.2±7.3cm、66.9±8.3kg)を対象とした。被験者は、通常のウォーミングアップを十分に行った後、18.44mから捕手に対してストレートのみの全力投球を行った。投球数は1イニングあたり15球、7イニング計105球、投球間隔は10～15秒、各イニング間は5分とした。なお、球速は捕手の後方よりスピードガン(Decatur社製)で測定した。投球前および各イニング後の計8回、肩関節の内・外旋可動域、筋力およびRPEを測定した。内・外旋筋力は、最大努力による等尺性収縮筋力を高精度引張型ロードセル(共和電業社製)を用いて計測した。ロードセルからのアナログ信号は増幅器(日本光電社製)を介してA-D変換器(Power Lab, AD Instruments社製)にてデジタル変換し、そのデジタル信号はパーソナルコンピュータ(DELL社製)へ送り、データ解析ソフト(Chart5 for Windows, AD Instruments社製)を用いて各試技の最大筋力値を算出した。いずれの測定も同一験者が計測し、可動域、筋力の順番に測定を行った。球速、可動域、筋力およびRPEの各イニング間での比較には、SPSSを用いて繰り返しのある一元配置分散分析

をした後、事後検定を行った。また、各項目と球速の関係にはPearson相関係数を用いた。有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

球速は、1stイニングに比べ4thイニング以降では、有意に低下した($p < 0.05$)。投球側の外旋可動域は、投球前に比べ6thイニング後で減少傾向($p = 0.07$)を示した。また、内旋可動域は、4thイニングに比べ7thイニング後で減少傾向($p = 0.10$)を示した。さらに、内外旋総可動域は、投球前に比べ7thイニング後で減少傾向($p = 0.10$)を示した。一方、外旋筋力および外/内旋筋力比は、投球前に比べ6thイニング後で有意に低下した($p < 0.05$)。さらに、外旋筋力および外/内旋筋力比の低下と球速の低下は正の相関関係を示した($p < 0.05$)。

【考察】

外旋、内旋および内外旋総可動域が減少したことは、回旋腱板筋はLate cocking期、Acceleration期、Ball releaseおよびFollow through期において筋活動量が多く、非常に大きなストレスを受けながら収縮しており、繰り返しの投球によって筋タイトネスまたは後方関節包の拘縮が起こったためであろう。一方、外旋筋力および外/内旋筋力比は、投球数の増加に伴い低下した。これらの変化は、肩痛群の筋力特性であるため、6thイニング後つまり90球前後では障害予防の観点から、この変化に注意する必要があると示唆された。また、外旋筋力の低下と球速の低下は相関関係を示したことより、外旋筋力の測定を行わなくても、球速の変化を調べることは、現場において簡易的な障害予防の1つの指標とすることが可能であると示唆された。

第3章 実験2

【方法】

被験者は、本研究の主旨に賛同が得られた肩および肘に障害がない大学野球投手12名(20.9±1.3歳、175.4±5.9cm、69.6±7.0kg)を対象とした。被験者は、実験1同様のプロトコルにて投球を行った。そして、各イニングにおける終了前の2球(14, 15球目)の投球動作を、2台のハイスピードカメラ(ナックイメージテクノロジー社製)にて撮像した。2台のカメラの画像は同期ユニット(ナックイメージテクノロジー社製)を用いて、ビデオテープ(TDK社製)に録画した。また、撮影速度は250コマ/秒、電子シャッターはopenとした。そして、投球側の肩峰、上腕骨外側上顆、橈骨茎状突起、胸骨頸切痕および胸骨剣状突起、さらに非投球側の

上前腸骨棘、膝蓋骨中央および内外果中央の8点をマーカーポイントとした。動作解析には、Flame Dias II (ディケイエイチ社製)を用いて、三次元解析を行い、Late cocking期およびBall releaseにおける肘関節屈曲(肩峰—上腕骨外側上顆—橈骨茎状突起)、体幹側屈(Z軸—胸骨頸切痕および胸骨剣状突起)および膝関節屈曲(上前腸骨棘—膝蓋骨中央—内外果中央)の各角度を算出した。各イニング間の角度変化の比較には、SPSSを用いて繰り返しのあ一元配置分散分析をした後、事後検定を行った。また、投球開始後の2イニングと投球終了前の2イニングの比較には、対応のあるt検定を行った。また、各項目と球速の関係にはPearson相関係数を用いた。なお、有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

Late cocking期およびBall releaseにおける膝関節の屈曲角度は、投球開始後の2イニングに比べ投球終了前の2イニングでは有意に減少した($p < 0.05$)。また、Ball releaseにおける膝関節の屈曲角度の減少と球速の低下は正の相関関係を示した($p < 0.05$)。

【考察】

Late cocking期およびBall releaseにおいて、膝関節の屈曲角度は投球の前半に比べ後半で減少したことは、投球数の増大に伴い下肢筋の疲労が増加したためであると考えられ、またこれは、体重の移動が不十分となり、体幹回旋運動が小さくなるために、球速の低下につながるだけでなく、肩関節を過水平伸展させて投球を行うこととなり、投球障害の原因になる。このように考えると、体幹回旋運動の減少、球

速の低下、肩関節の代償運動、そして投球障害の発生といった連鎖の始まりが、膝関節の屈曲角度の減少にあると言える。さらに、膝関節の屈曲角度の減少は、肩痛群の投球フォームの特徴であるため、この角度変化に注目することは、肩関節の障害予防に繋がると考えられる。これらのことより「膝関節の屈曲角度が減少し始める投球数をその選手の投球限界数である」という1つの指標は、障害予防の点から有効であると示唆された。

第4章 総合考察

投球数の増加に伴い、球速が低下し(4thイニング、60球以降)、次に外旋可動域および筋力が低下、また膝関節の屈曲角度の減少および体幹の側屈角度の増加が起こり(6thイニング、90球後)、そして最後に、内旋可動域および内・外旋総可動域の減少が生じる(7thイニング、105球後)ことがわかった。つまり、6thイニング後に肩関節の障害因子が生じたことより、障害予防の観点から大学野球投手にとって6thイニングつまり90球前後が妥当な投球数なのではないかと示唆された。また、外旋筋力および球速の変化を、現場において定期的に調べることは、障害予防の1つの客観的指標とすることができるであろう。

第5章 結語

肩の障害予防の観点から、現場で得られる外旋筋力または球速の変化が簡易的かつ客観的データとして有効であり、また90球という投球数は、大学野球投手の1試合の投球数として一般的に用いることができると示唆された。