

スポーツによる上肢の運動障害の予防とリハビリテーション

宮下 浩二

中部大学生命健康科学部理学療法学科

(平成 24 年 2 月 8 日受付)

要旨：上肢のスポーツ障害の予防や再発予防を含めたりハビリテーションでは、1. スポーツ動作の仕組み（運動連鎖）、2. スポーツ動作を構成する運動器機能、を中心に理解し、分析することで問題点を明確にすることができる。

スポーツ動作に限らず、人の動作は下肢・体幹・上肢の様々な関節が連動し合って達成されている。例えば、投球の後期コッキング期での肩外旋運動は肩の外旋筋力によって生じるだけでなく、lagging back 現象といわれるように骨盤・体幹の回旋運動が生じることによりボールを把持した手が後方に残るために誘発される運動である。この際の骨盤回旋運動はステップ脚の股関節内転運動が主体となっている。そのため投球動作における肩の運動は股関節運動から誘発されているとも言える。股関節の内転運動が障害されると、肩外旋運動を肩機能への依存度を高めて行い、障害につながる。

このように、動作中に生じる痛みなどの問題は、当該部位のみにアプローチをしても根本的に解決されることは少なく、再発を繰り返しやすい。上記の例のように肩外旋運動は股関節内転運動から誘発される要素もある。これらの機能が十分に発揮されることが、投球動作において肩をはじめ上肢関節が有効に機能する条件となる。機能自体も連動しており、相互に機能発揮するために条件となっている。スポーツによる上肢の障害の予防・リハビリテーションで最も重要な点となる。

また、投球動作のように下肢から開始される運動連鎖と同様に、上肢は手指・手関節・前腕・肘関節・肩関節が相互に連動して動作を達成する特徴もみられる。手関節の肢位や肘関節の機能低下が肩関節の運動に影響を及ぼすことも多く、患部のみならず、上肢全体の動作障害としてのとらえ方も必要となる。

(日職災医誌, 60 : 131—136, 2012)

—キーワード—

投球障害, 運動連鎖, 投球動作

はじめに

スポーツによる上肢の障害は、投球障害肩、投球障害肘、水泳肩、テニス肘に代表されるようにスポーツに固有の名称が冠されていることが多い。これは上肢のスポーツ障害の発生には、そのスポーツ特有の動作が関係していることを示している。今回は投球動作を例として紹介する。投球障害の予防や再発予防を含めたりハビリテーションでは、1. 投球動作の仕組み(運動連鎖)、2. 投球動作を構成する運動器機能、を中心に理解し、分析することで問題点を明確にすることができる。

投球障害の発生と投球動作

投球障害肩の要因は①投球動作、②肩機能、③投球動作を乱す肩以外の関節の機能低下に大別されるが、多くは各要因が相互に因果関係をもちながら生じている。その中でも投球動作の問題は最も大きい要因となる。投球障害の発生に関係する代表的な投球動作の特徴を図1に示す¹⁾。いずれの投球動作の問題点も相互に関連しあっており、一つの動作のみにとらわれないことも重要である。

基本的に投球障害の発生は、いわゆる「手投げ」と言われるような下肢・体幹・上肢の連動が効率的に行えず、肩関節や肘関節の運動に依存した投球動作で発生することが多い。特に小学生や中学生レベルでは非常に多

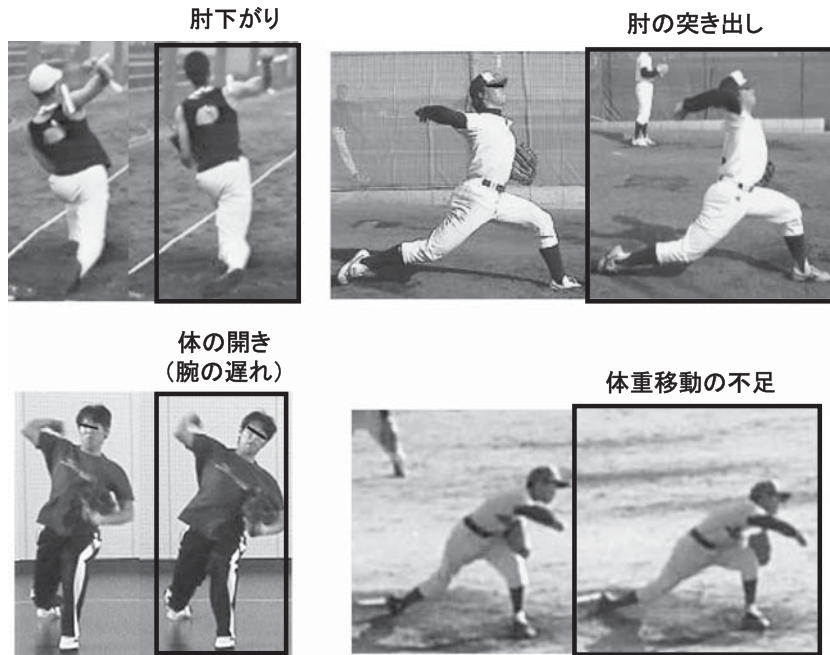


図1 投球障害が発生しやすい代表的な投球動作

黒線で囲まれた写真が投球障害が発生しやすい投球動作の代表例である。これらの投球動作は肩や肘に加わるストレスが大きく、痛みを生じやすい。

いが、高校生以上の選手でも他の関節の機能低下などにより投球動作における関節の連動が妨げられた時に投球障害に至ることがある。

そのため、投球障害のリハビリテーションでは上記に記した1. 投球動作の仕組み(運動連鎖)、2. 投球動作を構成する運動器機能、の理解と分析が重要となる。

投球動作の仕組み

1. 運動連鎖

投球動作に限らず、立位での上肢の前方挙上動作など、一見単純な動作においても全身の関節が連動することで達成される。この動作は肩甲骨腕関節屈曲運動が主となるが、そのためには肩甲骨の可動性や体幹・下肢の安定性など様々な要素が必要となる。これらの要素は、上肢前方挙上動作で肩関節が運動するための「条件」となる。投球動作も同様である。動作の中では肩関節が主要な運動となるが、各位相(図2)で肩関節が効率よく運動する「条件」を満たすために、全身の様々な関節が必要な機能を発揮しなければならない。さらに肩関節運動の「条件」となった全身の各関節の運動がより効果的に発揮されるためには、また同様に別の関節が機能することが「条件」となる。

このように投球動作は、各位相において全身の関節が相互に効率良く運動するための条件となっている。このことは単に隣接する関節同士という構造的なつながりのみでなく、「投球動作」で要求される関節運動を効率良く生じるために、他の関節がその環境を整えるという関

係性が重要になる。この関節相互の連動が、投球動作における運動連鎖の意味と考える。

特に投球障害に対応するためには、抽象的な概念ではなく、具体的な関節運動の種類や関節相互の関係性を理解する必要がある。つまり投球動作の仕組みを理解することが重要になる。

2. 骨盤・体幹と肩関節の連動

投球障害は後期コッキング期から加速期にかけて生じる肩関節外旋運動に伴って症状を呈することが多い。この位相で生じる肩関節外旋運動は、決して肩関節外旋筋力によってのみ誘導される運動ではなく、下肢・体幹から肩に至る運動連鎖によって生じている。この肩関節外旋運動は lagging back (後方遅延) 現象によって誘発される運動である(図3)。lagging back 現象とは、身体の近位部に対して遠位部が遅れる現象である²⁾³⁾。つまり、体幹・骨盤回旋運動および肩関節水平屈曲運動により、上腕および前腕の近位端は投球方向に移動し、ボールを持った手部は後方に残る。その結果として肩関節は外旋している。

骨盤回旋運動はステップ脚の股関節内転・内旋運動が主体であり、股関節の可動域制限や筋機能低下により十分に骨盤回旋運動ができないと、代償的に体幹回旋運動や肩関節水平屈曲運動を強めて肩関節外旋運動を誘発することになる⁴⁾(図4)。その結果、体幹回旋運動が大きくなる「体の開き」や、肩関節屈曲運動を強めた「肘の突き出し」など投球障害が発生しやすい投球動作となる⁵⁾(図1)。したがって、後期コッキング期で肩関節最大外旋

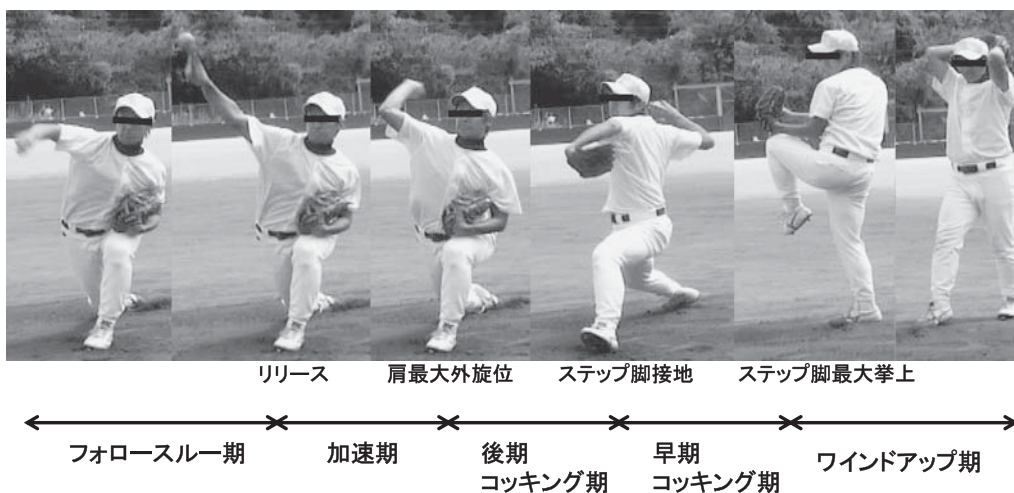


図2 投球の位相

- 1) ワインドアップ期：投球の始動からステップ脚（右投げの左脚）を最大挙上するまで。
- 2) 早期コッキング期：最大挙上したステップ脚を投球方向に踏み出し、接地するまで。
- 3) 後期コッキング期：ステップ脚が接地してから、投球側の肩関節が最大外旋位を呈するまで。
- 4) 加速期：投球側の肩関節が最大外旋した位置から投球方向に加速し、ボールをリリースするまで。
- 5) フォロースルー期：ボールをリリースして以降、減速動作を行い、投球動作が終了するまで。

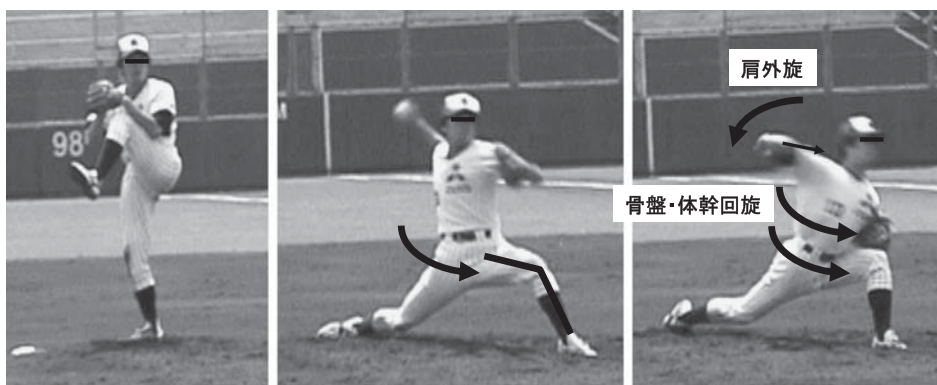


図3 Lagging back 現象により生じる後期コッキング期での肩外旋運動

後期コッキング期で運動連鎖により肩外旋運動が誘導されるメカニズムを示す。体幹・骨盤回旋運動からの運動により、上腕および前腕の近位端は投球方向に移動し、ボールを持った手部は後方に残った結果として肩外旋運動が生じている。そのため、股関節・体幹の回旋運動が重要になる。

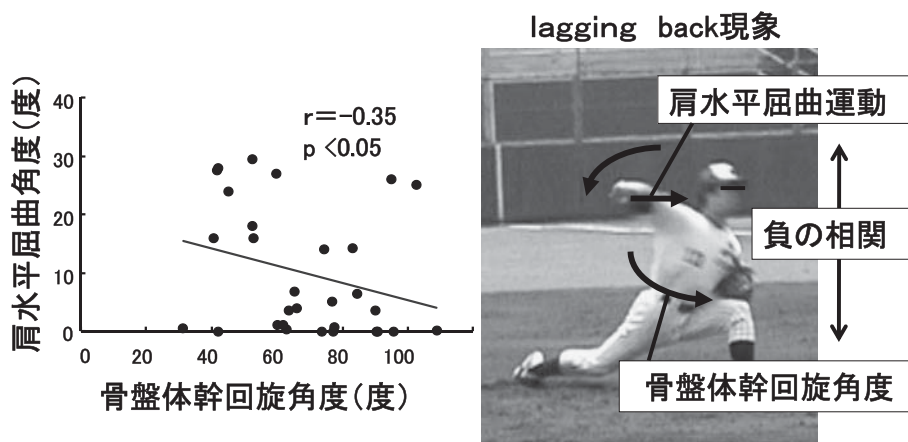


図4 Lagging back 現象における骨盤・体幹回旋運動と肩水平屈曲運動の相関関係

骨盤回旋運動と肩水平屈曲運動には負の相関がある。骨盤回旋運動が十分に行われないと肩水平屈曲運動が強まり、「肘の突き出し」につながる。

位まで運動を効率良く行うためには骨盤の十分な回旋運動が条件となる。

骨盤が十分な回旋をするためにも条件が必要である。骨盤回旋運動は股関節内転や内旋運動が主となるが、荷



図5 投球動作における足関節不安定性の影響

写真の選手は左足関節内反不安定性陽性の選手である。上段の写真では、ステップ脚の接地後、骨盤回旋運動(1)に伴い、下腿が外側に傾斜し(2)、膝が外側に偏位している。そのため大腿を中心とした左下肢全体が骨盤回転の軸として有効に機能せず、骨盤・体幹回旋運動を十分に誘導できていない。その結果、肩水平屈曲(3)を伴いながら(肘を突き出しながら)lagging back現象を生じている(上・右図)。下段に比べて肩最大外旋位が水平屈曲位になっている。

下段は足関節不安定性を有する選手に足底板を挿入し、下肢の安定性を高めた状況での投球動作である。後期コッキング期にステップ脚が安定しているため、膝が外側に偏位せず(2)、骨盤回旋運動の安定した軸となっている。その結果、骨盤・体幹の回旋運動からlagging back現象を誘導し、肩関節水平伸展位で肩最大外旋位を呈している(下・右図)。

重位での運動であるため、ステップ脚が骨盤回旋運動の軸として安定する必要がある。しかし、ステップ脚の各関節の機能に問題があると、たとえ股関節に問題がなくても骨盤回旋運動は不十分となり、かつタイミング良く回旋しない(図5)。多くみられる問題として、足関節内反捻挫後の後遺症として現れる足関節外側不安定性や、小指を中心とした足指の外転制限、外側アーチの降下などの足部機能の低下があげられる。このような機能的問題が存在することでステップ脚方向への骨盤回旋運動に伴ってステップ脚が外側に不安定になり、条件としての軸が安定せず、十分な骨盤回旋運動を誘導できなくなる。その結果、肩関節運動の問題に至ることも多く、下肢の問題が上肢に対して、非効率的な運動を誘発してしまう⁵⁾(図5)。

また、フォロースルー期では減速運動を行うが、ステップ脚への体重移動や骨盤・体幹の回旋運動を十分に行い、肩関節など上肢関節に依存する運動を減少させている。この位相においても骨盤・体幹の回旋運動が制限されると、肩関節水平屈曲や内旋運動が強まり、肩関節後部の軟部組織に加わるストレスは増大する(図1)。

以上のように、いずれの位相においてもステップ脚の安定性は骨盤の回旋に必要な条件となる。

3. 上肢の遠位の関節と肩関節の運動

体幹・骨盤回旋運動から連動するlagging back現象により肩関節外旋運動を効率よく行わせるためには、ステップ脚が足部接地した際の上肢の肢位が非常に重要となる。図6左図のように肩関節外転角度が保たれ、「肘さがり」ではなく、また同時に肩関節外旋域であると体幹・骨盤回旋運動によりlagging back現象が生じる。しかし、図6中図や右図のように、「肘さがり」や肩関節内旋位では体幹・骨盤回旋運動によるlagging back現象は生じず、肩関節を水平屈曲し、「肘の突き出し」により肩関節外旋運動を誘導してしまう⁴⁾。

図6中図や右図のような肢位を呈する要因として、早



図6 ステップ脚の足部接地時における投球側上肢の位置の違いによる影響

左図のようにステップ脚の足部接地時に肩関節外転・外旋位が保持されると、その後の位相でも肩関節外転運動を保持できる。

中図は足部接地時に肩関節伸展角度が増大したため、肩関節外転運動が妨げられ、体幹を側屈・左回旋を強め(体を開き)、肘の高さを補っている。

右図は足部接地時に肩関節内旋角度が増大しており、加速期で「肘さがり」がみられる。

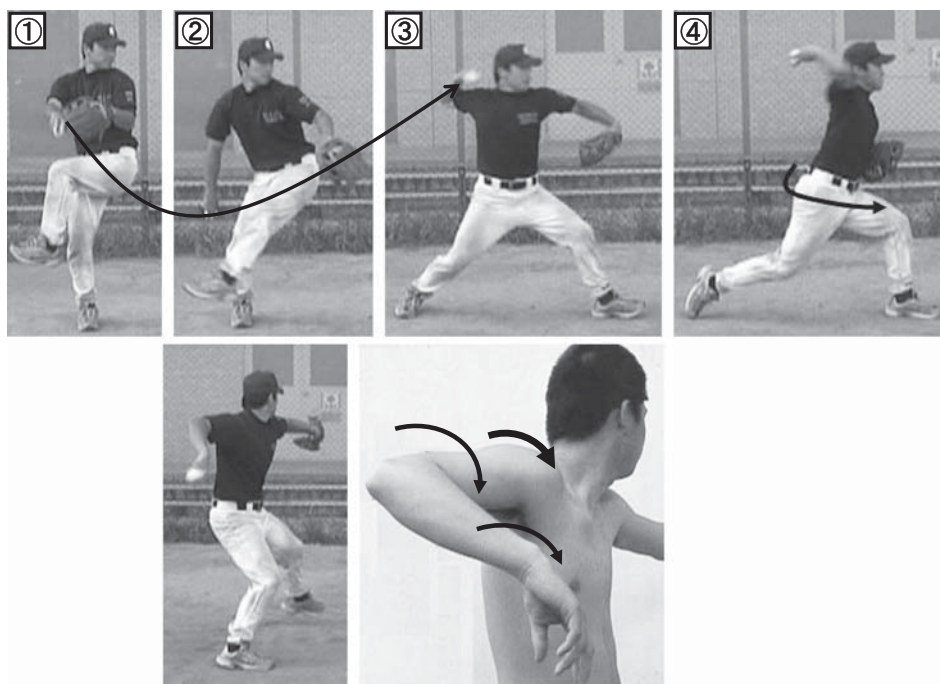


図7 早期コッキング期での上肢運動

上段の①から③の位相で、足部接地するまでに上肢を一度降下させ、その後足部接地に至るまでに上肢を適切なポジションまで挙上する。

この際、肩関節は主に外転し、同時に肘関節は屈曲、前腕は回内する。下段のように前腕回内運動は肩関節内旋に連動するため、前腕回内運動を強めすぎると、結果的に肩関節外転制限につながる。

期コッキング期における上肢全体の連動の問題があげられる(図7)。つまり、投球動作で肩関節に及ぼす運動は下肢からのみならず、肘関節、前腕、手関節、手指からも肩関節運動に連動する。windアップ期での片脚立位から、早期コッキング期でステップ脚を足部接地するまでの位相で、投球側上肢をいったん降下してから、挙上する(図7上段)。この挙上運動は肩関節外転運動が主体になるが、単純な肩関節外転運動ではなく、肘関節屈曲や前腕回内など他の関節との協調された運動でもあり、同時にボールの把持という要素も含まれてくる。そのため、肩関節以外の上肢の各関節の運動範囲、タイミング、および機能低下が、肩関節外転運動に影響を及ぼす。つまり、肩関節が効率良く外転できるためにはこれらの条件が満たされる必要がある。

例えば、この位相で前腕回内運動を強めすぎると、連動して肩内旋運動が強調されるため、外転運動を阻害してしまうことが多い(図7下段)。この要因として、前腕回外可動域制限やボール把持に必要な手指・手根部の機能低下があげられる。例えば、遠位橈尺関節や手根尺側部の不安定性を有する場合や、小指球筋の機能不全に伴い第4、5指の屈曲力が弱り、ボールを第1、2、3指でつかむように握ることがあげられる⁶⁾。また肘屈曲運動のタイミングがわずかでも遅れると、肩関節外転角度の不足としての「肘下がり」や水平伸展運動が強まる「腕の遅れ」の誘因となることが多い。このような前腕や手関節

の機能低下は選手自身が自覚することはほとんどないため理学療法士が管理する必要がある。

4. 投球障害に対するリハビリテーションの要点

このように、動作中に生じる痛みなどの問題は、当該部位のみにアプローチをしても根本的に解決されることは少なく、再発を繰り返しやすい。上記の例のように肩外旋運動は股関節内転運動から誘発される要素もある。これらの機能が十分に発揮されることが、投球動作において肩をはじめ上肢関節が有効に機能する条件となる。機能自体も連動しており、相互に機能発揮するために条件となっている。投球障害の予防・リハビリテーションで最も重要な点となる。

ただし、運動器機能の向上のためのエクササイズを実施し、投球動作の問題に全身から対応しても、それらの機能が発揮されなくては意味がない。何よりも最も重要なコンディショニングは「姿勢」の改善である。図8のように骨盤が後傾し、円背の姿勢をしては骨盤の回旋も制限されたり、肩甲骨の動きも制限されたりするなど、運動器機能を発揮することはできない。そのため、常に姿勢を良くする習慣が重要となる。これはグラウンドの中だけ、またはプレイのときだけ意識しても、すぐに反応できるものではない。日常生活から意識しなければならない。姿勢は図8のように日内変動や日々変動も激しく、気持ちの変化も姿勢に現れやすい。選手自身の意識が至らないことも多いため、常に周囲のスタッフや家

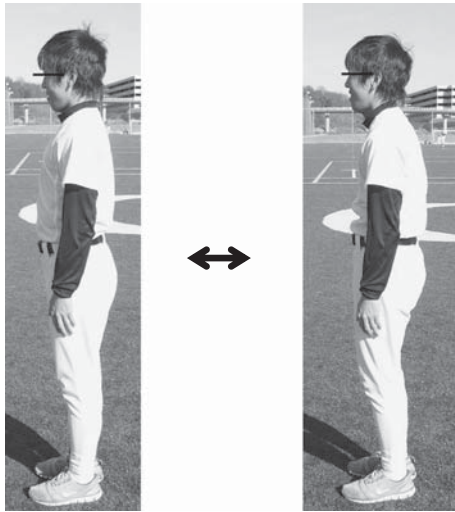


図8 一日における姿勢の変化

姿勢は日内変動や日々変動が激しく、その中でのアライメント変化が関節運動を制限し、ひいては投球動作の問題につながる。

族、チームメイトも含めて指摘する環境作りも重要な予防活動となる。

文 献

- 1) 宮下浩二：動作分析(映像活用法)1)投球動作 コンディショニング実践ガイド. 臨床スポーツ医学 29 (1) : 55—60, 2012.
- 2) Kreighbaum E, Berthels KM: A qualitative approach for studying human movement, Biomechanics, 4th ed. Allyn & Bacon, 1990, pp 335—354.
- 3) 宮西智久：野球のピッチング—キネティクス—, バイオメカニクス 身体運動の科学的基礎. 福永哲夫, 他編. 杏林書院, 2004, pp 268—281.
- 4) 宮下浩二, 小林寛和, 越田専太郎, 川野大二郎：成長期選手の投球時の lagging back 現象による肩外旋運動の分析, 第7回肩の運動機能研究会誌. 2010, pp 56.
- 5) 宮下浩二：動画で見るスポーツ傷害患者の臨床動作分析. 理学療法 24 (8) : 1104—1111, 2007.
- 6) 宮下浩二：投球障害の発生メカニズム. スポーツメディスン 90 : 20—24, 2007.

別刷請求先 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200
 中部大学生命健康科学部理学療法学科
 宮下 浩二

Reprint request:

Koji Miyashita
 Department of Physical Therapy, College of Life and Health Sciences, Chubu University, 1200, Matsumoto-cho, Kasugai, Aichi, 487-8501, Japan

Prevention and Rehabilitation for the Upper Extremity Injuries in Sports

Koji Miyashita

Department of Physical Therapy, College of Life and Health Sciences, Chubu University

It is well accepted that stress imposed on the shoulder and elbow during overhead throwing is a risk factor for throwing injuries in baseball players. The throwing motion is constructed by joint movement of the whole body. Therefore dysfunction of the lower extremity and the trunk can lead to upper extremity injuries. It is important to understand the pitching mechanism, which is kinetic chain for prevention and rehabilitation of the upper extremity injuries.

(JJOMT, 60: 131—136, 2012)