

投球において多関節間の運動連鎖がエネルギー伝達効果に及ぼす影響

専門学校浜松医療学院

内藤耕三 寺坂 エ 浅井裕太郎 白井義雄

【はじめに】

野球の投動作では全身の関節を協調させて手先に最大速度を与えることが必要とされる。全身の関節を用いた運動連鎖の巧拙は投球腕の上肢障害を考える上で重要視されているものの、投動作の効率性を定量的に評価する方法論は確立されていない。したがって臨床場面では観察者の主観的判断によって投動作の効率性を推測している現状がある。われわれはバイオメカニクスモデルを用いて投動作の効率性を定量化する評価法を確立した。ここではその基本的流れについて紹介する。

【解析の流れ】

(1) 実験および計算

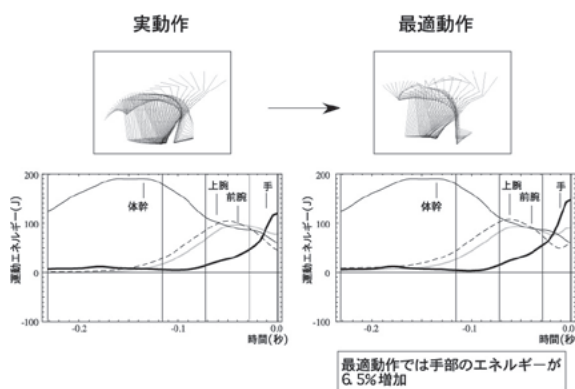
モーションキャプチャシステムを用いて各関節点の3次元座標値を計測する。被験者の慣性パラメータを基に Inverse dynamics によって関節間力、関節トルクを計算する。さらに、われわれが開発した計算プログラム¹⁾を用いてセグメントに働くモーメントを関節トルク、遠心力、コリオリ力、ジャイロモーメント、重力等の各依存成分(5成分)に分解する。最後に、上肢や体幹の体節部の運動エネルギーを各5成分に起因する成分に分解する。これらの計算手順を経て、関節トルクが発揮するトルクパワー(入力)がどの部位のセグメントパワー(出力)に貢献しているか、といった関節トルク-セグメント間の入出力関係の詳細が明らかとなる。

(2) 感度解析

実験データおよび計算プログラムによって各被験者のエネルギー伝達効率を計算した後、さらに最適動作を探索する。この過程では、実験から得られた実際の動作を少しずつ変化させ、エネルギー伝達効率がどのように変化するかを調べる。例

えば、肘の伸展開始タイミングを僅かに遅らせることで手先の運動エネルギーが増加するかどうかを検討する。全身で発揮するトルクパワーに変化なく手先のエネルギーが増加したのであれば、運動効率が向上したと判断することができる。図1には実動作から最適動作を探索した実行例を示した。

図1. 投手1名における最適動作探索の例



【今後の応用可能性】

投球動作は多関節の運動が関与する複雑な3次元動作であるため、その解析には煩雑な計算が伴う。しかしながら投球上肢の障害はオーバーユースに起因することが多く、投球フォームを適切な動作へと導くことで障害発生頻度を減少させる可能性は高いといえる。運動連鎖メカニズムの理解と投球効率の評価システムが一般化すれば、障害予防の方法論が大きく進歩する可能性がある。

【文献】

Naito K. et al : Multijoint kinetic chain analysis of knee extension during the soccer instep kick. Hum Mov Sci, 29:259-76, 2010.