

投球動作における Late Cocking 期の腕のしなりの構成因子

身体運動科学研究領域

5012A039-7 田村 暁大

研究指導教員：矢内 利政 教授

【諸言】

投球動作における Late Cocking 期には、投手は上肢を大きく後方へしならせる。この「腕のしなり」は、投手を側方から観察した際に、前腕の後方への傾きとして視覚的に捉えることが可能である。前腕の後方への傾きは、多くの投手において前腕が水平に近づくほど大きな角度として観察される。また、前腕の後方への傾きは、肩甲上腕関節を外旋させることで増大し得ることから、極度の肩甲上腕関節外旋を意味するものとして捉えられることが多い。

前腕の後方への傾きは、水平に近づくほど大きな傾きとして観察されるにも拘らず、他動的肩甲上腕関節可動域は、 $100\sim110^\circ$ であると報告されている(Sethi, 2004 ; Downar, 2005)。また、他動的肩甲上腕関節可動域を超過する肩甲上腕関節外旋は、肩前方関節包を弛緩させ、二次的な肩関節障害の原因になると言われている(Mihata, 2004)。そのため、前腕の後方への傾きが肩甲上腕関節外旋のみに起因して構成されているとは考えにくく、なぜ前腕を後方へ大きく傾けることが出来るのかという疑問が生じる。

そこで、本研究では、前腕の後方への傾きを構成する要因を明らかにするために、骨盤、胸郭、肩甲骨、前腕の矢状面における傾き、および 3 次元的な肩甲上腕関節外旋角度を分析した。本研究では、これらの分析を行うことにより、投球動作における Late Cocking 期にみられる「腕のしなり」の構成因子の全てを明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、現役大学野球投手 19 名(年齢 19.6 ± 1.3 歳、身長 $176.4\pm5.0\text{cm}$ 、身体質量 $78.4\pm 6.1\text{kg}$)とした。対象者にマウンド上から 10 球の全力投球を行わせ、骨盤、胸郭、肩甲骨、上腕骨、前腕の方位を電磁ゴニオメータ(240Hz)で記録した。分析対象の局面は、Late Cocking 期に前腕が後方へ最も傾斜した瞬間とした。

骨盤、胸郭、肩甲骨、前腕の矢状面における傾きは、前腕が後方へ最も傾斜した瞬間の各セグメントの長軸を投球方向に定義した矢状面上に投影し、隣接する近位セグメントに対する各セグメントとのなす角度として算出した(図 1)。

3 次元的な肩甲上腕関節外旋角度は、前腕が後方へ最も傾斜した瞬間の肩甲骨に対する上腕骨の方位を 3 次元的に分析し、オイラー角として算出した。

【結果】

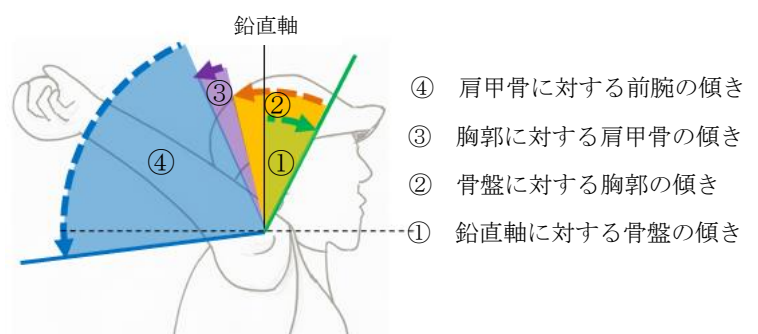


図 1. 各セグメントの傾き

Late Cocking 期の前腕が後方へ最も傾斜した瞬間には、前腕は鉛直軸に対して $90.3\pm20.6^\circ$ 後方に傾斜していた。骨盤は鉛直軸に対して $11.7\pm12.1^\circ$ 前方に傾斜していた。

胸郭は骨盤に対して $13.6 \pm 16.6^\circ$ 、肩甲骨は胸郭に対して $20.0 \pm 15.1^\circ$ 、前腕は肩甲骨に対して $67.7 \pm 25.0^\circ$ 後方に傾斜していた(図 1)。

前腕が後方へ最も傾斜した瞬間の 3 次元的な肩甲骨関節外旋角度は、 $97.5 \pm 25.3^\circ$ であった

【考察】

Late Cocking 期において、前腕が後方へ最も傾斜した瞬間には、骨盤が前方へ傾斜し、胸郭、肩甲骨、前腕が後方へ傾斜していることが明らかとなった。また、前腕の後方への最大の傾きは、胸郭の後方への傾き、肩甲骨の後傾方向への傾き、前腕の後方への傾きの和として生成されていることが明らかとなった。これらの結果は、Miyashita ら(2010)、矢内(2007)の報告による Late Cocking 期には肩甲骨後傾および肩甲骨関節外旋が生じるという知見を支持するものであった。更に、骨盤に対して胸郭が伸展位(体幹伸展位)にあることが明らかとなり、前腕の後方への傾きが最大となった瞬間には、体幹を伸展させること、すなわち「胸を張る」ことにより前腕の後方への傾きを増大させることができることが示された。

肩甲骨に対する前腕の傾きを 3 次元的な肩甲骨関節外旋角度と近似する基準で比較するために、肩甲骨の基準軸を肩甲骨長軸と垂直に交わる面に変換した。その結果、肩甲骨長軸と垂直に交わる面に対する前腕の傾きは 157.7° となり、3 次元的な肩甲骨関節外旋角度(97.5°)を大きく上回る角度であった(図 2)。このことから、投手を側方から観察した際には、肩甲骨に対して前腕が大きく後方へ傾くが、実際の肩甲骨関節は見かけより小さな外旋角度であることが明らかとなった。また、前腕が後方へ最も傾斜した瞬間の肩甲骨関節外旋角度(97.5°)は、従来の研究にて報告されている他動的肩甲骨関節外旋可動域(約 $100 \sim 110^\circ$)を超過し

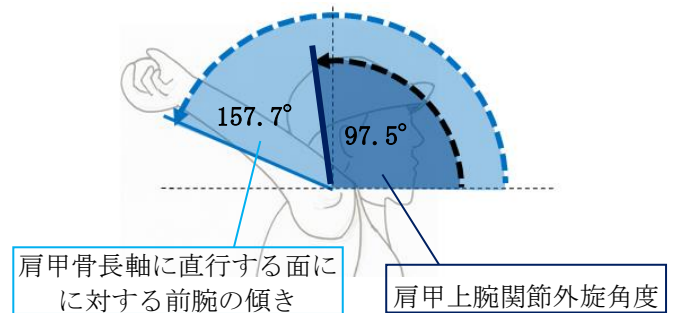


図 2. 肩甲骨関節外旋角度との比較

ていないことが示された。このことから、同局面において極度な肩甲骨関節外旋は生じていないことが示唆された。

また、肩甲骨長軸に直行する面に対する前腕の傾き(157.7°)が実際の肩甲骨関節外旋角度(97.5°)と一致していなかった理由について検討を行った。この要因として、Late Cocking 期の上腕長軸が前額面および水平面に対して傾斜していることが挙げられる。実際に、Late Cocking 期には、上腕長軸は前額面に対して前方へ約 5° 傾き、水平面に対して約 41° の鉛直方向へ傾いていた。また、Late Cocking 期には、 98.8° の肘関節屈曲角度が生じていたことから、前腕長軸が矢状面から逸脱し、肘関節屈曲が前腕の後方への傾きを増大させる要因であることが考えられる。

【結論】

Late Cocking 期の前腕の後方への傾きは、胸郭、肩甲骨、前腕が後方へ傾くことにより構成されており、その瞬間には極度な肩甲骨関節外旋角度は生じていないことが示された。「腕のしなり」として客観的に捉えられる前腕の後方への傾きは、胸郭、肩甲骨の運動の貢献により増大しており、極度な肩甲骨関節外旋を意味するものではなかった。また、投手を側方から観察した際には、前腕長軸が矢状面から逸脱することにより、肘関節屈曲角度が前腕の後方への傾きを増大させる要因の一つとなりうることが示された。