

O-0076

投球時に加わる肩圧縮力、前方及び上方関節間力に影響を与える因子の検討

上田 泰之¹⁾, 田中 洋²⁾, 亀田 淳¹⁾, 立花 孝¹⁾, 信原 克哉²⁾¹⁾信原病院リハビリテーション科, ²⁾信原病院バイオメカニクス研究所**key words** 投球動作分析・力学的ストレス・多変量解析**【はじめに、目的】**

投球障害肩の治療・予防を考える上で、投球動作中の肩関節に加わる力学的ストレスを3次的に求め、それに関連する運動学的・動力学的因子を検討することが重要である。これまで投球動作中の肩関節に加わる圧縮力については検討されているが、それ以外の前後方向・上下方向への力学的ストレスについてもそれらに関連する因子を検討する必要がある。本研究の目的は、投球動作中の肩関節に加わる圧縮力、前後方向および上下方向の力学的ストレスに影響を与える運動学的・動力学的因子について明らかにすることである。

【方法】

対象は次の条件を満たす中学・高校生の野球投手 81 名とした(年齢 15.0 ± 1.4 歳, 身長 172.0 ± 9.8 cm, 体重 63.2 ± 9.8 kg, 右 63 名・左 18 名)。1) 投球動作の測定時に疼痛がない, 2) 肩・肘関節の手術経験がない, 3) 測定より 6 カ月以内に肩・肘関節の疼痛や障害のために投球動作を禁止された期間がない。

投球動作の測定にはモーションキャプチャ・システムを用いた。解剖学的骨特徴点の皮膚上に 36 個の赤外光反射マーカーを貼付し、投球マウンド周辺に設置した 7 台の高速 CCD カメラ (ProReflex MCU-500+, Qualisys Inc., Sweden) と 2 台のハイスピードビデオカメラ (HSV500C³, nac Image Technology, Japan) を用いて測定を行った。運動学的・動力学的パラメータを算出するために、胸部、上腕及び前腕座標系を設定し、胸部に対する上腕座標系の回転、上腕に対する前腕座標系の回転をオイラー角で示し、それぞれを肩関節、肘関節角度とした。また、水平面上での両肩峰を結ぶベクトル V_s 、両上前腸骨棘を結ぶベクトル V_p それぞれとマウンドプレートとの成す角度を肩甲帯回旋角度、骨盤回旋角度とした。さらに V_s と V_p との成す角度を体幹回旋角度とした。肩関節、肘関節に加わる関節間力ならびにトルクはニュートン・オイラー法を用いて推定した。

統計学的解析には、SPSS 12.0J (エス・ピー・エス・エス社, 日本) を使用し、ステップワイズ法による重回帰分析を行った。投球動作時の肩関節に加わる最大圧縮力、最大前方関節間力および最大上方関節間力を従属変数とした。独立変数はトップ・ポジション (TOP)、非投球側足部接地 (FP)、肩関節最大外旋位 (MER)、ボール・リリース (BR) 時の肩関節および肘関節の関節角度、肩甲帯回旋角度、骨盤回旋角度、体幹回旋角度、肩関節および肘関節へ加わるトルクの最大値とした。

【結果】

最大肩関節圧縮力を従属変数とした場合、 $p < 0.01$ であり $R^2 = 0.67$ であった。標準偏回帰係数は BR での肩関節水平内転角度が 0.60, BR での体幹回旋角度が -0.51, MER での骨盤回旋角度が -0.40, 最大肩関節外旋トルクが -0.33, 最大肘関節外反トルクが 0.31, TOP での肩関節水平内転角度が -0.23, 最大肩関節内転トルクが -0.22, BR での肘関節屈曲角度が -0.20, FP での体幹回旋角度が 0.17 であった。肩関節最大前方関節間力を従属変数とした場合、 $p < 0.01$ であり $R^2 = 0.63$ であった。標準偏回帰係数は FP での肩関節水平内転角度が -0.84, 最大肩関節水平内転トルクが 0.41, FP での肘屈曲角度が 0.25, 最大肩関節外旋トルクが -0.18, 最大肩関節内転トルクが -0.16 であった。肩関節最大上方関節間力を従属変数とした場合、 $p < 0.01$ であり、 $R^2 = 0.69$ であった。標準偏回帰係数は最大肩関節外旋トルクが 0.59, FP での肩関節内転角度が 0.55, FP での肩関節外旋角度が -0.51, TOP での肩関節内転角度が -0.36, BR での肩関節内転角度が 0.32, FP での肘関節屈曲角度が 0.32, FP での骨盤回旋角度が -0.20, 最大肩関節外旋トルクが -0.19, BR での肩関節外旋角度が 0.14 であった。

【考察】

投球動作時に加わる力学的ストレスに影響する因子は、そのストレスの加わる方向により異なることが示された。肩関節の圧縮力には BR での肩関節水平内転や BR での体幹回旋角度、肩関節最大前方関節間力には FP での肩関節水平外転や最大肩関節水平内転トルク、肩関節上方関節間力には、最大肩関節外旋トルクや FP での肩関節内転角度が影響を与える因子であった。また、それぞれの肩関節に加わるストレスに影響する因子として、FP での肩・肘関節の関節角度が挙げられることから、この時点での投球動作に着目することは肩関節に加わる力学的ストレスを軽減させるために重要であることが定量的に確認された。

【理学療法学研究としての意義】

本研究の結果は、投球障害肩の疼痛部位や病態に応じた理学療法の一助となると考える。また、投球動作を詳細に分析することで、今後起こりうる投球障害肩を予測し、予防するためにも有用である。