

1 章 緒言

スポーツ選手は競技力の向上や障害の予防を目的として多様なトレーニングを実施している。これらのトレーニングは身体の適応能力を刺激するものである。生理的な適応は、過負荷(一定以上の運動刺激を指す)を身体に与えることで発現し、与えられた運動刺激に特異的である。このため、トレーニングによって過負荷が課される身体要素を明らかにすることで、期待されるトレーニング効果を予測することが可能になると考えられる。野球選手が実施するトレーニングの1つに Impulse Trainer(ImpTr)を用いた上腕内旋トレーニングがある。このトレーニングは錘の運動エネルギーを利用した慣性負荷を採用しており、野球選手の投球動作における上腕内旋運動と類似した上肢帯運動で実施できるトレーニングとして、球速増加といった競技力向上に有効なトレーニングとされている。しかし、このトレーニングにより球速が向上し得るのか検証した先行研究の結果は相反するものであり、このトレーニングによってもたらされる効果について一貫した見解を示すことは困難である。一方、このトレーニングの運動力学的特徴を定量化することは可能であり、過負荷が課される身体要素を明らかにすることで、期待されるトレーニング効果を予測することが可能になると考えられる。そこで本研究の目的は ImpTr を用いた上腕内旋トレーニング実施時における「力」「関節角度」「スピード」「動作パターン」について投球動作と比較することで、ImpTr を用いた上腕内旋トレーニングの運動力学的特徴を明らかにすることであった。

2 章 方法

被験者は早稲田大学準硬式野球部に所属する部員 13 名(19±1 歳:172±6cm:71±7kg)とした。被験者に 6 週間のトレーニング期間(TR 期)を設け、TR 期に ImpTr を用いた上腕内旋トレーニングを実施させた。TR 期完了後に電磁ゴニオメータ(240Hz)を用いてトレーニング動作及び投球動作における胸郭、肩甲骨、上腕、前腕の 3 次元運動を計測した。トレーニング動作の測定は ImpTr に積載する 3 種の錘毎に行った(0 kg 条件, 2.5 kg 条件, 5 kg 条件)。動作の運動力学的特徴(「①力」「②関節角度」「③スピード」「④動作パターン」)を比較する変数を以下のように設定し、算出した。①手部がボールまたは ImpTr のハンドルに加えた力の最大値と最大値に到達した時刻②肩関節最大外旋時(MER 時)における肩甲胸郭関節、肩関節、肩甲上腕関節の関節角度。③MER 時における肩峰角、肘関節中心、手関節中心のスピード及び肩甲胸郭関節前方傾斜角速度と肩関節内旋角速度の最大値。④MER 時における肩峰角、肘関節中心、手関節中心の加速度と肩峰角と肘関節中心の相対加速度、及び MER 時を基準として関節角速度が最大値に到達した時刻。算出された運動力学パラメータについて、負荷条件毎のトレーニング動作と投球動作の差を比較するために一要因の反復測定分散分析を用いた。事後検定は Tukey HSD 法を用いた。

3 章 結果

[力]

力の最大値は、5 kg 条件において他の動作よりも有意に大きな力を発揮していることが示された($p < 0.05$)。トレーニング動作における全ての負荷条件において最大値は MER

時の直前に到達した。

[MER 時における関節角度]

肩甲骨上腕関節外転角度については、投球動作とトレーニング動作の間に有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。肩甲骨上腕関節については、投球動作と比べてトレーニング動作は有意に大きな水平内転位であり、外旋角も有意に小さかった ($p < 0.05$)。

[スピード]

全ての項目において、トレーニング動作は投球動作よりも有意に小さい値であった ($p < 0.05$)。

[動作パターン]

MER 時における肘関節中心、手関節中心の加速度は投球動作と比較するとトレーニング動作で有意に小さい値を示した ($p < 0.05$)。肘関節中心及び肩峰角の相対加速度については動作間に有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。全ての動作で、肩甲骨胸郭関節前方傾斜角速度が最大値に到達した後に肩関節内旋角速度が最大値に到達していた。

4 章 考察

[力]

本トレーニングは上腕の回旋動作が主な運動であり、ImpTr のハンドルに加えた力は肩内旋トルクの指標と考えられる。投球動作では肩内旋トルクが MER 時の直前に最大値に到達することから、力の最大値が MER 時の直前に到達する本トレーニングは、投球動作における力発揮のタイミングを模倣したものと考えられる。また、5kg 条件では、投球動作よりも大きな力を発揮しており、本トレーニングは投球動作と力発揮のタイミングが類似した筋力トレーニングであることが示された。

[MER 時における関節角度]

投球動作ではゼロポジションと呼ばれるアライメント(肩甲骨上腕関節外転 -90° かつ水平内外転角度 0° 付近)を獲得することが理想とされている。実際に本研究で測定され

た投球動作の MER 時における肩甲骨上腕関節角度はゼロポジションを獲得していた ($-83 \pm 8^{\circ}$, $-3 \pm 8^{\circ}$)。一方、本トレーニングにおける肩甲骨上腕関節の外転角は投球時と同等 (-80°) であったものの水平内転角は約 20° 大きく、理想とされるアライメントから少し逸れる肢位で運動がなされていた。

[スピード]

本トレーニングは投球動作よりも最大速度が著しく遅い動作であった。この要因は2つ考えられる。1つ目の要因はスレッド+錘の総質量 ($1.47\text{kg}-6.47\text{kg}$) が野球ボール (0.145kg) の10倍以上であったことである。2つ目は投球動作と比べてトレーニング動作では下肢、体幹が動作へ貢献する割合が小さいことである。これらの要因により動作速度に顕著な差が認められたものと考えられる。

[動作パターン]

本トレーニングは投球動作とともに、手関節中心が加速している MER 時に肘関節中心と肩峰角が減速していることが示された。さらに、全ての動作において肩甲骨胸郭関節前方傾斜角速度の方が肩関節内旋角速度よりも早期に最大値に到達していることが示された。このことから、本トレーニングは投球動作と同等の劇的な加速をもたらすものではないが、MER 前後における上肢帯の動作パターンを模倣したトレーニングであることが示された。

5 章 結論

本研究の目的は、「力」「関節角度」「スピード」「動作パターン」について投球動作と比較することで、ImpTr を用いた上腕内旋トレーニングにおける上肢帯の運動力学的特徴を明らかにすることであった。本研究の結果より、ImpTr を用いた上腕内旋トレーニングは投球動作における投球側上肢帯の動作パターンを模倣した動作であり、力発揮のタイミングが投球動作と類似した筋力トレーニングであることが明らかとなった。