

投球側の肘関節屈曲制限が投球動作改善に与える効果 -体幹の捻転に注目して-

小澤奈央¹⁾, 藤田英二²⁾

¹⁾ Missouri State University Sports Medicine & Athletic Training

²⁾ 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: 手投げ, 肘関節屈曲制限, 体幹捻転

【要旨】

投球動作は、重心の移動や身体の捻りによって生じたエネルギーを各関節の運動連鎖を介して増強し、最終的にボールへ伝達する全身運動であるとされている。しかし、未熟練者では強く投げようと意識するあまり、肘関節を過度に屈曲し、肘関節の屈曲-伸展動作を強調したような投球側の upper limb に頼った投げ方(手投げ)をする選手が多い。その要因の1つとして、投球動作において体幹の捻転がうまく使えていないことがあげられる。本研究では、投球動作において手投げを呈する中学生男子野球部員 1 名を対象に、投球側の肘関節に対して屈曲制限をかけることにより、手投げができないようにしたキャッチボールでのトレーニング介入が、体幹の捻転動作の習得に有効であるかを検討した。結果、介入後で骨盤および肩峰ラインにおける体幹の総回旋角度が増加し、肩峰ラインの回旋角速度も増加するとともに、最大角速度の出現のタイミングがボールリリースの直前となった。さらに、前述の変化に伴って球速も約 10%増加した。以上の結果から、投球側の肘関節屈曲制限によるキャッチボールは、投球動作における体幹の捻転および望ましい動作タイミングの習得に有効であることが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 9, 268-276, 2017 年, 受付日: 2016 年 7 月 28 日, 受理日: 2017 年 6 月 20 日

責任著者: 藤田英二 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 鹿屋体育大学 fujita@nifs-k.ac.jp

Improving the pitching motion by controlling the bend of the elbow with rotation of the trunk

Nao Ozawa¹⁾, Eiji Fujita²⁾

¹⁾ Missouri State University Sports Medicine & Athletic Training

²⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: hand throw, controlling elbow bend, rotation of trunk

【Abstract】

Pitching is a gross movement in which the energy generated by a shift in weight and rotation of

the body increases through a chain motion in each joint, and is eventually transmitted to the ball. However, beginners tend to be too concerned about throwing the ball strongly, which can result in an excessive bend of their elbow and a throwing motion that depends on their upper arm, emphasizing the bending-extending motion of the elbow (hand throw). One cause of this is not incorporating the rotation of the trunk in the throwing motion. The present study examined effects of an intervention that involved training in catching balls, in which the bend of the pitching arm elbow was controlled. The participant was a male junior high school baseball player. After the intervention, the angle of rotation of his trunk increased in the pelvis and shoulders, the rotating angular velocity of his shoulders increased, and the maximum angular velocity came to appear immediately before the release of the ball. In association with those changes, the ball speed increased by 10%. These results suggest that the training on catching balls that included control of the angle of the elbow of the pitching arm may have been effective for acquiring the rotation of his trunk and a more desirable timing of his throwing motion.

I. 問題提起と目的

投球動作は、重心の移動や身体の捻りによって生じたエネルギーを、各関節の運動連鎖を介して増強し、最終的にボールへ伝達する全身運動であるとされている(岩堀, 2007). しかし、実際の指導現場において未熟練者では、強く投げようとするあまり、投球側の肘関節を過度に屈曲し、肘関節屈曲-伸展動作に頼った投げ方をする選手がみられることがある.

上肢の動作に依存する投げ方を、指導現場では「手投げ」と表現することが多いが、二宮ほか(2007)によると手投げによる投球動作は、肩や肘に大きな負担がかかり、投球障害を引き起こす一つの原因となるほか、競技力の向上を阻害する1要因となる. 未熟練者が手投げとなる一つの要因として、投球動作において体幹の捻転が上手く使えていないことがあげられる(本嶋・藤田, 2014). 体幹の捻転(回旋)不足は、野球肘障害の発症(後藤ほか, 2011)のみならず、投球動作時の肩関節前方負荷増大につながり(中溝ほか, 2005), 投球障害肩の発症も懸念される. したがって、未熟練者に対する投球指導では、体幹の捻転動作を習得させることが重要となる.

体幹の捻転動作を習得するためのトレーニングとして、ボールが真上に弾むように接地足の直前真下のポイントに向かってボールを叩きつける投動作(以下、真下投げ)がある. 真下投げは、肩・肘関節へのストレスが小さく、かつそのような上肢の振り動作を可能とする投動作として、上肢投球障害者へのリハビリテーション指導現場での指導も多くされているプロトコルである(伊藤ほか, 2005). 伊藤ほか(2009)は、真下投げにおける上肢の振り動作は、解剖学的に肩・肘関節へのストレスが小さい肩甲骨面上(いわゆる Scaption(信原, 2004))での肘関節伸展運動が主体になるとし、肩・肘関節のストレスが小さいとしている. この真下投げトレーニングによる体幹の捻転動作に関連する効果をあげると、伊藤ほか(2004)は、大学女子野球選手に対する真下投げトレーニングによって、体幹回旋運動と骨盤回旋運動の観点から、男子熟練者のピッチング動作を容易に模倣できることを明らかにした. また、本嶋・藤田(2014)は、女子野球選手を対象に真下投げを行うことにより、即時的に体幹捻転動作が改善して球速が上がったことを報告している. この真下投げトレーニングは、ボールさえあれば他に特別な道具を必要とせず、とても簡単な方法である. しかしながら、真下投げを正しく行うにはある程度の練習が必要であり、効率よく真下投げの技術を獲得するには、そのフォーム指導に対する言葉がけなどを工夫しなければならない. そこで、我々は一つのアイデアとして、肘関節の過度の屈曲を防ぎ、手投げができないような状態にすることにより、投球時における体幹の捻転動作が自然に身に付いていくのではないかと考えた.

本研究の目的は、キャッチボール時に投球側の肘関節に対して屈曲方向の可動域制限をかけることにより、投球における体幹の捻転動作の習得が行えるかどうかを検討し、今後の未熟練者に対する投球フォーム指導の手がかりとすることとした.

II. 方法

1. 測定対象

A 中学校の軟式野球部に所属する競技歴1年3ヶ月の中学生男子1名(年齢:13.7歳, 身長:160.0cm, 体重55.0kg)を被験者とした. 被験者の選定には野球部の監督に協力を求め、1年以上投球フォームの改善を口頭等で指導しているにもかかわらず、手投げ動作が改善されていない部員の照会を依頼して行った. 被験者は、主に内野手のレギュラーとして試合に出場しており、投手としての経験はほぼ無かったが、部員数が少ない野球部の現状をふまえ、複数ポジションでのプレーを求められていた. 被験者およびその保護者には、事前に本研究の目的と方法について説明し、研究参加の同意を得て実施した. また、研究に際しては鹿屋体育大学論理委員会

の承認を得た.

2. 実験手順

介入は平成 22 年 8 月から 11 月までの 3 ヶ月間にわたり, キャッチボールの練習中に, 投球側の肘関節屈曲を制限するサポーター(スローマックス, MFT 社製, 図 1)を着用させ, 介入前後での投球動作の動作解析および球速の測定を行った. なお, 本研究での介入を行うにあたり, 投球フォームに関する口頭での指導は一切行わなかった.



図 1. 肘関節屈曲を制限するサポーター(MFT 社ホームページ(<http://www.mft-shop.com/mftshop/7.1/THL/>).
[最終アクセス日:平成 28 年 7 月 28 日])より一部改変して引用)

介入前後における投球動作測定の課題試技は, 10m 先の集球ネットへ向けて, セットアップポジションでの全力投球とした. この際には, スローマックスによる投球側の肘関節屈曲制限は行わなかった. 被験者には, 十分なウォーミングアップ後に 10 球投げさせた. 投球動作を 3 次元動作解析装置(Mac3DSystem, Motion Analysis 社製)を使用し, フレームレートを 400 fps の条件で測定した. 反射マーカールの貼付位置は, 頭頂部, 前頭部, 後頭部, 左右肩峰, 左右肘頭, 左右尺骨茎状突起, 右第 3 中手骨頭背側, 剣状突起, 左右上前腸骨棘, 左右大腿骨外側上顆, 左右外顆, 左右第 3 中足骨背側, 左右踵骨隆起の全身 21 ヶ所とし, ボールリリース地点の判定も行えるよう, ボールにも貼付した. 本研究では, 被験者から集球ネット方向を Y 軸, Y 軸に対して左右方向を X 軸, 鉛直方向を Z 軸として規定した. 球速の測定には, ZETT 社製コードレススピードガンを用い, 集球ネットの後方から, ボール初速度を測定した. 全 10 試技のうち, 球速の速かった上位 3 試技を選び, 分析対象とした.

3. 分析項目および分析方法

(1) 体幹の回旋角度

投球動作の分析範囲は, 監督から「体全体を使って投げていることが分かるようなフィードバックをして欲しい」との要望を受け, 体幹の回旋角度は一連の投球フォームの流れ(図 2)の中における, 振りかぶった脚が最も高くなった時点(以下:ワインドアップ地点)から投球側の腕が振りきれた時点(以下:フォロースルー地点)とした.

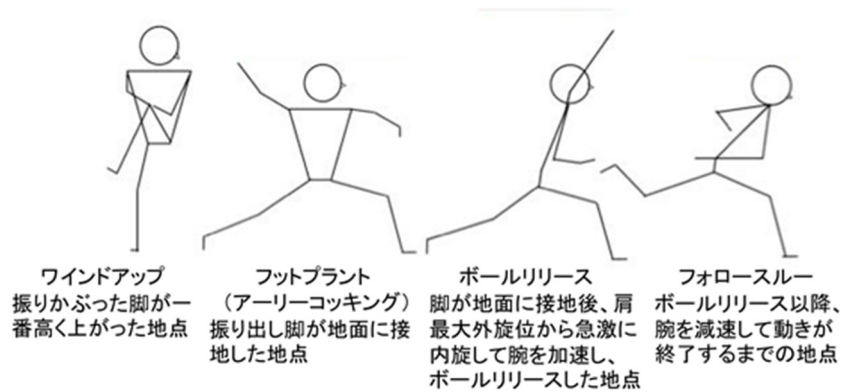


図2. 一連の投球フォームの流れ

体幹の回旋角度は、骨盤部の回旋角度と、肩峰ラインの回旋角度をそれぞれ算出した。骨盤部の回旋角度は、投球方向(Y 軸方向)を基本軸とし、windアップ地点からフォロースルー地点までの左右上前腸骨棘を結んだ線との角度で示した。肩峰ラインの回旋角度も同様に、基本軸と左右肩峰を結んだ線との角度で示した。また、基本軸に対して時計回りの回旋を負の値で、反時計回りの回旋を正の値で示した(図 3)。また、体幹の捻転角度は、肩峰ラインの回旋角度から骨盤部の回旋角度を減じることによって算出し、骨盤部に対する肩峰ラインの捻れで表した(図 4)。

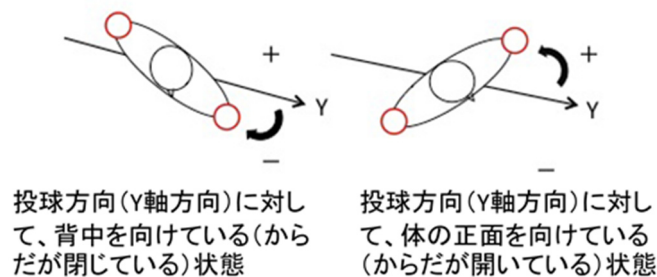


図3. 骨盤および肩峰ラインの回旋角度の定義

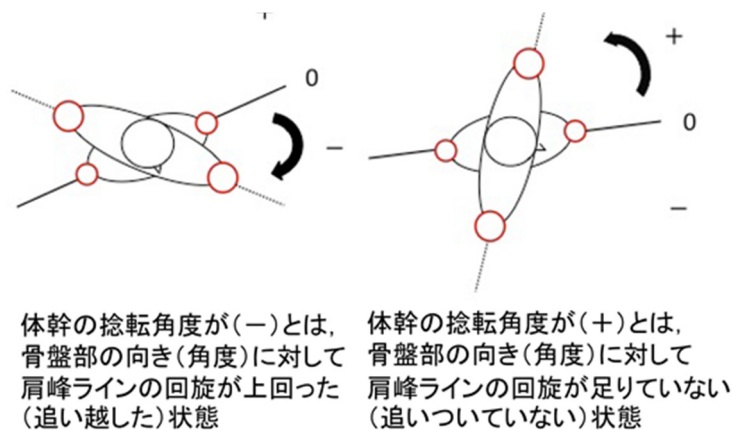


図4. 体幹捻転角度の定義

(2) 体幹の回旋角速度

体幹の回旋角速度は、骨盤部および肩峰ラインの回旋角度を、時間微分することによって算出した。ボールリリース地点を0とし、その前後0.2秒間の骨盤部および肩峰ラインそれぞれの回旋角速度の変化を算出した。

III. 結果と考察

まず、トレーニング前(動画 1)とトレーニング 3 ヶ月後(動画 2)のスティックピクチャーを示す。すべての数値は、分析対象となった3試技の平均値および標準偏差で記述した。

1. 体幹の回旋角度

介入前後における骨盤および肩峰ラインの回旋角度を表1に示す。骨盤部におけるワインドアップ地点の回旋角度は、介入前で -22.9 ± 5.0 度、介入後で -17.6 ± 4.9 度であり、フォロースルー地点の回旋角度は、介入前で 118.1 ± 6.6 度、介入後で 127.4 ± 1.7 度であった。肘関節の屈曲制限の介入を行うことにより、ワインドアップ地点での骨盤部の回旋角度は減少していたが、投球動作全体での骨盤部の総回旋角度は介入前の 140.9 ± 10.8 度から 145.0 ± 6.4 度へと増加していた。

表1. 介入前後における骨盤および肩峰ラインの回旋角度

		ワインドアップ(deg)	フォロースルー(deg)	総回旋角度(deg)
介入前	骨盤回旋角度	-22.9 ± 5.0	118.1 ± 6.6	140.9 ± 10.8
	肩峰ライン回旋角度	-4.0 ± 2.7	153.6 ± 2.8	157.6 ± 2.9
介入後	骨盤回旋角度	-17.6 ± 4.9	127.4 ± 1.7	145.0 ± 6.4
	肩峰ライン回旋角度	-10.4 ± 2.2	157.5 ± 1.5	167.7 ± 2.9

肩峰ラインにおけるワインドアップ地点の回旋角度は、介入前で -4.0 ± 2.7 度、介入後で -10.4 ± 2.2 度であり、フォロースルー地点の回旋角度は、介入前が 153.6 ± 2.8 度、介入後で 157.5 ± 1.5 度であった。投球動作全体での肩峰ライン総回旋角度も、介入前の 157.6 ± 2.9 度から 167.7 ± 2.9 度へと増加していた。

ボールリリース地点を0とした、体幹の捻転角度の前後0.2秒間における変化を図5に示した。体幹の捻転角度は、ボールリリース地点以前では介入前後で目立った差はみられなかったが、介入後においてボールリリース後の体幹の捻転角度が増加していた。

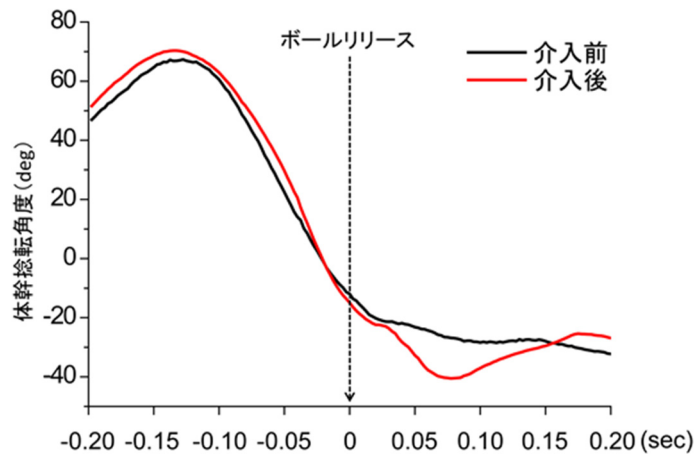


図5. 介入前後の体幹捻転角度の推移

介入により骨盤部および肩峰ラインともに体幹の総回旋角度は増加したが、骨盤部よりも肩峰ラインにおいて大きな増加が認められた。また、体幹の捻転角度の結果から推測すると、特にボールリリース後のフォロースルー期において目立って増加していると思われた。二宮ら(2007)は、ボールリリース後の腕の振り切りが不十分であると上肢の減速期が少なくなり、肩後方に急激な張力がかかり、障害を起こす可能性が増大すると報告していることから、この介入により見られた変化は、投球障害の予防に効果的であると言える。

2. 回旋角速度

ボールリリース地点を0とした、骨盤部および肩峰ラインにおける前後0.2秒間の回旋角速度の変化を図6に示した。骨盤部における回旋角速度の最大値は介入前で、 718.9 ± 89.2 deg/sec、介入後で 708.4 ± 24.4 deg/sec であった。肩峰ラインにおける回旋角速度の最大値は、介入前では 1030.6 ± 18.4 deg/sec、介入後で 1348.9 ± 70.3 deg/sec であった。骨盤部における最大回旋角速度は、介入後でわずかに減少を示したものの、肩峰ラインにおける回旋角速度の最大値は、介入後で大きく増加した。また、肩峰ラインにおける回旋角速度の最大値の出現は、介入前と比較して、よりボールリリース直前の地点に近づいた。三原(2008)は、投球動作は全身の運動連鎖を必要とする動作であり、体幹の捻れや回旋に伴う上肢の動きへの連鎖が正確かつスムーズに行われることによって必要十分なエネルギーをボールに伝えることができると述べている。本研究で認められた肩峰ラインの回旋角速度の最大値がボールリリース直前にシフトして観察されるという変化は、先行研究にみられるような良い動作の特徴であると捉えることができ、体幹で生み出されたエネルギーが、より増大してボールリリースへ伝わるようになったと考えられる。実際に球速は、介入前に 90.0 km/h であったのが、介入後では 99.3 km/h となり、 10.4% 増加していた。この結果を考えると、肘関節の屈曲制限を加えることにより、「どこで力を入れるべきなのか？」といった、投球動作における効率の良い動作タイミングをも習得することができたのではないかと考えられる。

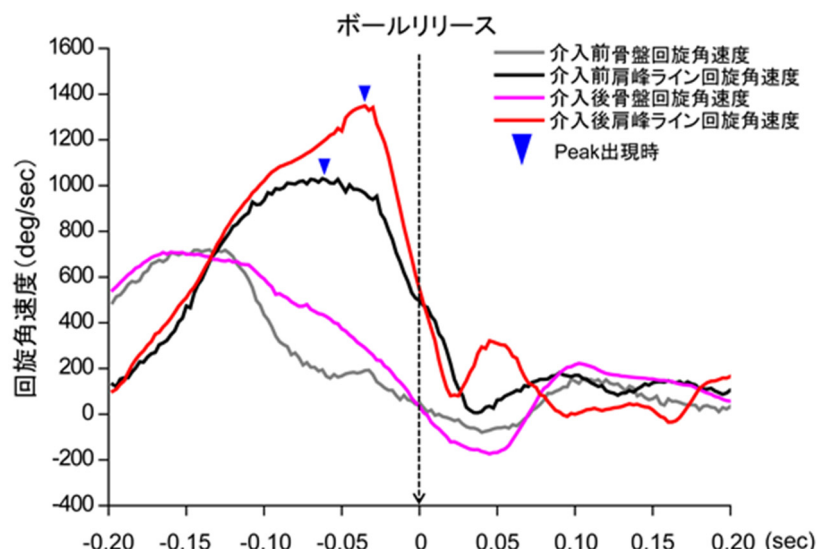


図6. 介入前後の骨盤および肩峰ラインの回旋角速度の推移

III. まとめと今後の課題

本研究では、投球側の肘関節屈曲制限が、投球動作にどのような影響を及ぼすかを、体幹の捻転に注目して明らかにした。結果、肩峰ラインにおける回旋角度およびボールリリース以降における体幹の捻転角度は増加した。また、骨盤および肩峰ラインの回旋角速度も大きく増加した。さらに、肩峰ラインの最大回旋角速度出現のタイミングがボールリリースの直前に変化しており、実際の球速も約10%の向上が認められた。スローマックスを装着した本人の感想として、「着けはじめは違和感があったがすぐに慣れた。着けているうちに体全体で投げるのができているような感じがした」という意見が得られた。これらのことから、投球側の肘関節屈曲制限は、投球動作における体幹の捻転動作を生み出し、手投げ動作を改善させることが示唆された。

本研究の限界として、被験者が1名の事例研究であることがあげられる。今後は被験者を増やしてさらに検討を進めていくことが必要であろう。また、介入期間である3ヶ月間における身体発育の影響が、今回の結果にどの程度あるのかについても不明である。しかしながら、本アプローチは普段の練習メニューの中で行うことができ、口頭による指示も一切必要としないことから、多数の未熟練者に対する指導でも有効に活用できると期待される。

IV. 引用文献

- ・ 後藤英之, 小林正明, 野崎正浩, 吉田雅人, 西森康浩, 大塚隆信(2011)少年野球選手の投球フォームと肘関節単純X線所見の関係, 東海スポーツ傷害研究会会誌, 29:56-58.
- ・ 伊藤博一, 眞瀬垣啓, 河崎尚史, 小野大輔, 中嶋寛之, 渡會公治(2009)真下投げのバイオメカニクス—ボールリリースとステップ動作を中心に—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 17(1), 5-12.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 渡會公治, 中嶋寛之(2004)女子野球選手の投動作における体幹回旋運動の特徴—体幹回旋運動と上肢投球障害—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 12(3):469-477.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 渡會公治, 中嶋寛之(2005)肘関節投球障害者へのリハビリテーション指導—真下投げの有効性—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 13(1):78-88.

- ・ 岩堀裕介(2007)野球とスポーツ障害・外傷, MB Orthop. 20(7):39-51.
- ・ 中溝寛之, 中村康雄, 中村真里, 信原克哉(2005)投球動作におけるボールリリース時の上腕の姿勢に影響を及ぼす因子, 肩関節, 29(2):413-416.
- ・ 二宮裕樹, 田中洋, 信原克哉(2007)投球動作 -よいフォーム, 悪いフォーム-. MB Orthop. 20(7):19-27.
- ・ 信原克哉(2004)肩のバイオメカニクスー運動の種類と相ー. 肩 その機能と臨床, 第4版, 医学書院. pp. 53-55.
- ・ 三原研一(2008)バイオメカニクスと投球フォーム, 関節外科, 27(8):998-1008.
- ・ 本嶋佐恵, 藤田英二(2014)女子軟式野球選手の投動作における真下投げの即時的効果. スポーツパフォーマンス研究. 6:1-10.