

肩挙上位での肘伸展運動の検討 第3報 —肩挙上位回旋筋力との関係—

田村 将希¹ 嘉陽 拓¹ 千葉 慎一²
尾崎 尚代³ 西中 直也⁴ 上原 大志⁴ 筒井 廣明⁵

¹ 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院リハビリテーションセンター

² 昭和大学病院リハビリテーションセンター

³ 昭和大学藤が丘病院リハビリテーション部

⁴ 昭和大学藤が丘病院整形外科

⁵ 昭和大学藤が丘リハビリテーション病院スポーツ整形外科

Examination of the Elbow Extension Muscular Strength in the Shoulder Elevation Position: the Third Report: Relations with the Shoulder Rotation Muscular Strength in the Shoulder Elevation Position

Masaki Tamura¹ Taku Kayou¹ Shinichi Chiba²

Hisayo Ozaki³ Naoya Nishinaka⁴ Taishi Uehara⁴ Hiroaki Tsutsui⁵

¹Department of Rehabilitation, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

²Department of Rehabilitation, Showa University Hospital

³Department of Rehabilitation, Showa University Fujigaoka Hospital

⁴Department of Orthopaedic Surgery, Showa University Fujigaoka Hospital

⁵Department of Sports Orthopaedic Surgery, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital

目的：肩挙上位での外旋筋力の低下が、肘下がりの原因となることを報告してきた。しかし、外旋筋力は発揮できるが、肘下がりとなる症例が存在する。目的は肩挙上位での肘伸展筋力と肩回旋筋力の関係性を調査し、加速期に必要な上肢機能を検討することである。

材料および方法：健常男性7名14肘を対象に、日本メディックス社製 micro FET を用いて等尺性肘伸展筋力と肩回旋筋力を測定した。肘伸展筋力の測定は座位、肩関節挙上位で行った。測定は前腕回内・中間・回外位の3条件とした。肩回旋筋力の測定は、腹臥位肘立て位で行った。

結果：肘伸展筋力は回内位で低値を示す傾向があったが、有意差は認めなかった。また、肘伸展筋力と肩内旋筋力との間に正の相関を認めたが、肘伸展筋力と肩外旋筋力との相関は認めなかった。

考察：肩挙上位で肘伸展運動を行うためには肩内旋筋力が必要と考えられた。

【緒言】

われわれは肩挙上位での外旋筋力（以下、Zero ER）の低下が、不良な投球フォームの代表例である肘下がりの原因の一因となりうることを、本学会で報告してきた^{1,2)}。しかし、Zero ERは十分に発揮でき、late cockingでは肘の位置を高い状態で保持できるにもかかわらず、late cocking～ボールリリースまでの間に肘下がりとなる症例が存在する。

このような症例は、「late cocking～ボールリリースまでの上肢の動きである肩挙上位での内旋筋力（以下、Zero IR）と、肩挙上位での肘伸展筋力（以下、Zero Ext）を発揮できないために加速期で肘下がりとなるのではないか？」という仮説を立てた。そこで、本研究の目的は、肩挙上位での肘伸展筋力と肩回旋筋力の関係性を調査し、加速期で必要とされる上肢機能について検討することである。

【材料および方法】

健常成人男性7名14肘を対象に、日本メディックス社製 micro FET を用いて、等尺性 Zero Ext, Zero IR および Zero ER を測定した。対象者の平均年齢は27.4±3.82歳（22～32歳）であった。

Zero Extの測定肢位（図1-a）は、座位かつ肩関節肩甲骨面上挙上位で行い、前腕は回内位・中間位・回外位の3条件でZero Extの測定を行った。投球動作（加速期）における肘および前腕に生じる運動は伸展と回内である。前腕肢位の影響によって伸展筋力に差が生じるかどうかを確認するため、3条件で測定を行った。測定は肘屈曲方向へ抵抗を加え、開始肢位を保持するよう指示し代償動作が生じた時点で測定終了とした。

Zero IRとZero ERの測定肢位（図1-b）は、腹臥位肘立て位で行った。この時、肩甲骨と上腕が一直

Key words : elbow extension strength (肘伸展筋力), shoulder rotation strength (肩回旋筋力), throwing motion (投球動作)

Address for reprints : Masaki Tamura, Department of Rehabilitation, Showa University Fujigaoka Rehabilitation Hospital, 2-1-1 Fujigaoka Aoba-ku, Yokohama 227-8518 Japan

線上に配列するようにした。測定は肩内旋および外旋方向へ抵抗を加え、開始肢位を保持するよう指示し代償動作が生じた時点で測定を終了とした。

Zero Ext/ Zero IR/ Zero ER の全てにおいて3回計測し、それらの平均値を求め、得られた平均値を体重で除し正規化を行った。

検討項目は、①回内位・中間位・回外位での Zero Ext の筋力比較、② Zero Ext と Zero IR の関係性、③ Zero Ext と Zero ER の関係性である。①に関しては一元配置分散分析を用い、②・③に関してはスピアマンの順位相関係数検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

【結 果】

Zero Ext の結果 (図2) は回内位で 1.20 ± 0.13 N/kg、中間位で 1.23 ± 0.15 N/kg、回外位で 1.25 ± 0.13 N/kg となった。平均値では回内位が低値を示したが、全ての肢位において統計学的に有意差は認めなかった。

Zero Ext と Zero IR の相関の結果 (図3) は、回内位の Zero Ext と Zero IR ($r=0.551648$) との間と、回外位での、Zero Ext と Zero IR との間に正の相関 ($r=0.657143$) を認めた。中間位 Zero Ext と Zero IR との間には相関は認めなかった。Zero Ext と Zero ER の相関の結果 (図4) は回内位・中間位・回外位全ての肢位で、Zero Ext と、Zero ER との間に相関は認めなかった。

症例を供覧する。12歳、男児、投球時の肘内側痛を主訴に来院した。この症例の機能評価の結果では Zero IR と Zero Ext を十分に発揮できない状態であった。また、訓練前の投球フォームは、トップポジション～late cocking では肘の位置を高い状態で保持できるが、late cocking ～ボールリリースでは肘関節を伸展させることができず、肘下がりの状態となっている。一方、Zero IR と Zero Ext を抵抗運動として行った後の投球フォームは、late cocking ～ボールリリースまでの間に肘伸展運動を行うことができている (図5)。

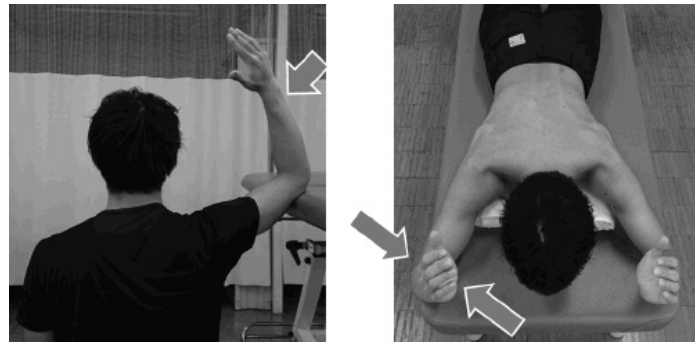


図1 筋力測定の際の肢位
a : Zero Ext の測定肢位
b : Zero IR と Zero ER の測定肢位

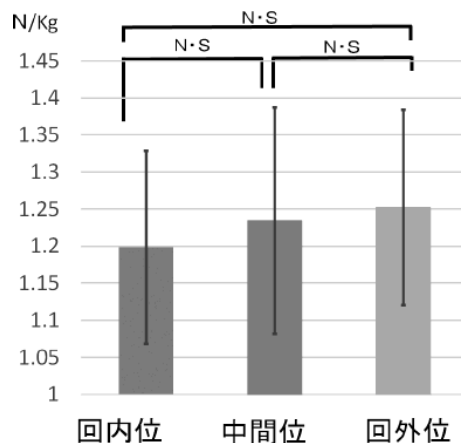


図2 前腕肢位の違いにおける Zero Ext の結果。
回内位での Zero Ext が低値を示したが、統計学的な有意差は認めなかった。

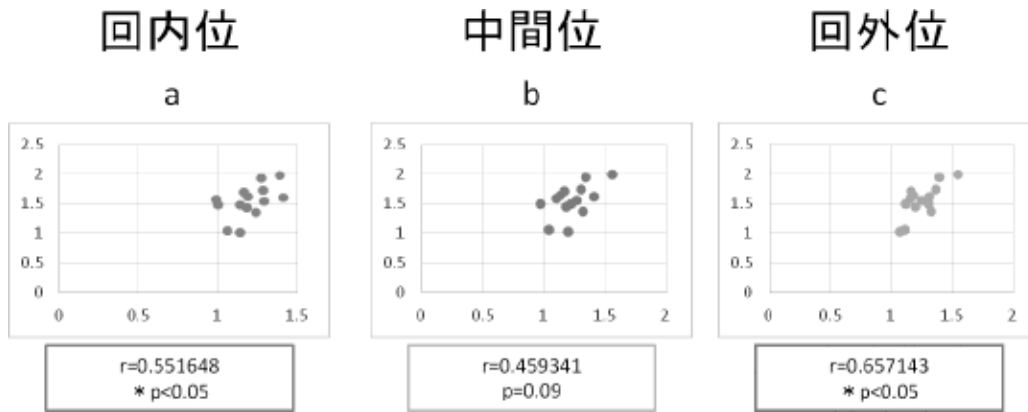


図3 Zero Ext と Zero IR の相関結果
a,b,c : 回内位と回外位の Zero Ext と Zero IR との間には正の相関を認めた.

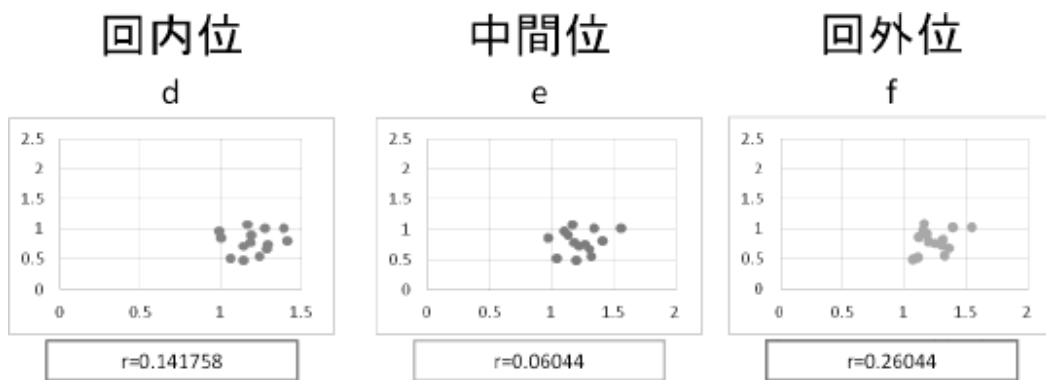


図4 Zero Ext と Zero ER の相関結果
d,e,f : 回内位・中間位・回外位での Zero Ext と Zero ER との間には相関を認めなかった.

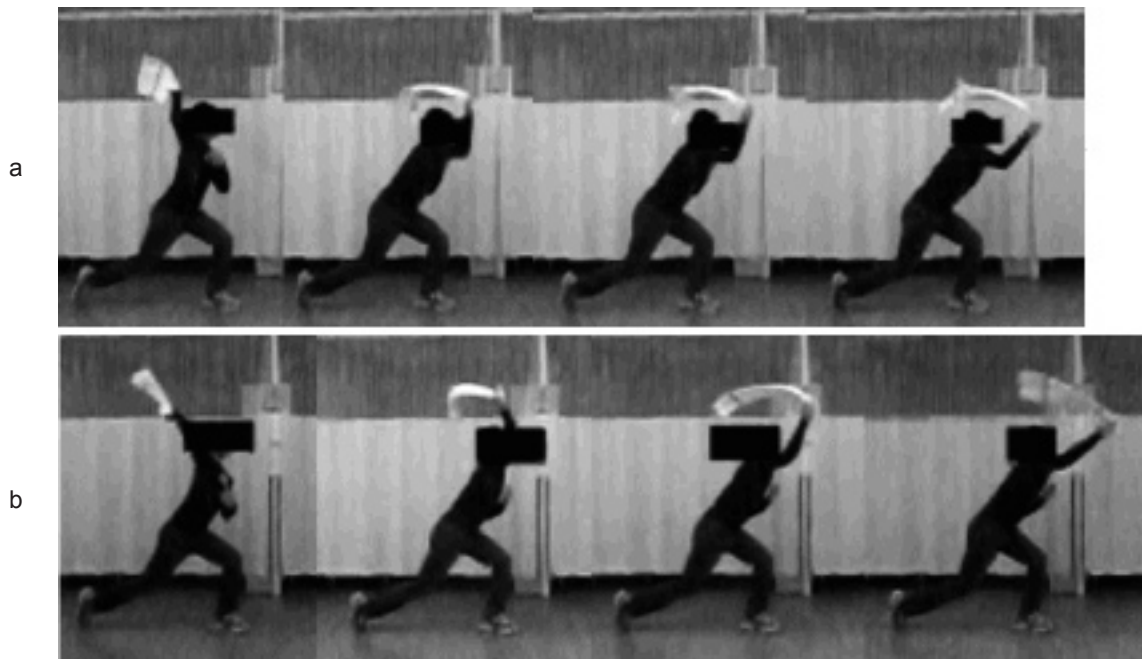


図5
a : 訓練前の投球フォーム. トップポジション～late cocking では肘の位置を高い状態で保持できるが, late cocking ～ボールリリースでは肘関節の伸展運動を行うことができず, 肘下がり状態となっている.
b : Zero Ext と Zero IR の訓練後のフォーム. Late cocking ～ボールリリースまでの間に肘伸展運動を行うことができている.

【考 察】

われわれはこれまでに、late cocking～ボールリリースの間で肘伸展運動を行うためには、肘伸展筋力が必要であることを本学会で報告してきた³⁻⁵⁾。実際の投球動作で、late cocking～ボールリリースまでに投球側の upper limb に生じる運動は肩内旋・肘伸展・前腕回内の複合運動であると報告されている^{6,7)}。Zero IR と Zero Ext を十分に発揮できる状態を作ることで、加速期に必要な肩内旋・肘伸展・前腕回内の運動を協調的に行うことができると考える。

また、Zero ER と Zero Ext との間には相関は認められなかった。Zero ER はテイクバックから late cocking までに重要で、この肢位を保持できないと加速期以降で生じる肘伸展運動のための準備を行えない⁸⁾。投球動作では、肩外旋運動と肘伸展運動を同時に行う相が無いと、相関は認めなかったと考えている。一方、Zero IR と Zero Ext には相関を認めた。肩内旋と肘伸展は加速期に生じる運動で、同時に協調的に起こるため相関関係を認めたと考察する。

田中ら⁶⁾によると、加速期で投球側の肩・肘に生じる運動は、肩内旋と肘伸展であり、これらの角速度は同時期に増加し、他の要素より大きな変化を示すと報告している。また、Fleisig ら^{9,10)} は肩最大外旋位 (maximum external rotation, 以下, MER) 直前まで肩内旋トルクは増加し、MER では肩内旋トルクは 67Nm に達すると報告している。外力によって生じる外旋トルクに抗するために、生体内で十分な内旋トルクを発揮できないと、MER 以降で生じる肘伸展を行えない可能性が示唆された。

今回の結果から、Zero IR と Zero Ext との間には相関があり、Zero Ext を発揮するためには Zero IR の筋力が必要である可能性が示唆されたが、研究限界として、症例数が少ないこと、被験者が健常者であり有症状者でないことや測定時の固定が不十分で代償を抑えきれていないことなどが挙げられる。今後、症例でデータ収集を行う必要があると考えている。

【結 語】

- ・健常男性 7 名 14 肘を対象に肩挙上位での肘伸展筋力と肩内外旋筋力を測定した
- ・Zero ER と Zero Ext には相関は認めなかったが、Zero IR と Zero Ext の間には相関を認めた
- ・Late cocking～ボールリリースまでの upper limb のスムーズな運動には Zero IR と Zero Ext の協調的な筋力が発揮できる必要があると考える

【文 献】

- 1) 千葉慎一, 嘉陽 拓, 三原研一ほか: 小・中学生の野球肘患者におけるゼロポジション外旋筋力評価の意義. 日肘会誌. 2005 ; 13 : 73-4.
- 2) 嘉陽 拓, 田村将希, 千葉真一ほか: 野球肘症例における肩甲骨肢位の違いによる肩外旋保持能力について. 日肘会誌. 2014 ; 21 : S58.
- 3) 田村将希, 千葉慎一, 嘉陽 拓ほか: 肩関節挙上位での肘伸展筋力の検討. 日肘会誌. 2008 ; 15 : S31.
- 4) 田村将希, 千葉慎一, 嘉陽 拓ほか: 肩関節挙上位での肘伸展筋力の検討～投球動作との関連性～. 日肘会誌. 2004 ; 21 : S54.
- 5) 田村将希, 千葉慎一, 嘉陽 拓ほか: 肘伸展運動中の上腕二頭筋の筋活動について. 日肘会誌. 2010 ; 17 : S39.
- 6) 田中 洋, 立花 孝, 大井雄紀ほか: 投球動作のバイオメカニクスと投球障害. 臨床スポーツ医学. 2012 ; 29 : 47-54.
- 7) 平野裕一: ピッチング動作のバイオメカニクス. 臨床スポーツ医学. 2001 ; 18 : 19-24.
- 8) 山口光圀, 筒井廣明: 投球障害肩におけるゼロポジション外旋筋力評価の意義ーボール投げ上げ動作にみられる特徴との関連ー. 肩関節. 2004 ; 28 : 611-4
- 9) Fleisig GS, Dillman CJ, Escamilla RF, et al : Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms. Am J Sports Med. 1995 ; 23 : 233-9.
- 10) Fleisig GS, Escamilla RF : Biomechanics of the elbow in the throwing athlete. Operative Techniques in Sports Medicine. 1996 ; 4 : 62-8.