

中学生野球選手における体幹機能と 肘関節伸展筋力の関連

RELATIONSHIP BETWEEN TRUNK FUNCTION AND ELBOW EXTENSION FORCE IN JUNIOR HIGH SCHOOL BASEBALL PLAYERS

遠藤 康裕¹⁾ ・ 坂本 雅昭²⁾

Yasuhiro ENDO, Masaaki SAKAMOTO

キーワード：成長期野球選手、体幹安定性、肘伸展筋力

Key words : adolescent baseball players, trunk stability, elbow extension force

要 旨

【目的】姿勢による等尺性肘伸展筋力の違いと肘伸展筋力と体幹機能との関連を明らかにすることを目的とした。

【方法】対象は軟式野球部に所属する男子中学生23名とした。測定項目は、椅子座位と立位での等尺性肘関節伸展筋力と体幹 stability endurance test (以下 SET) をサイド (投球側、非投球側)、フロント、体幹屈曲の4条件で測定した。

【結果】肘伸展筋力は投球側、非投球側ともに座位の方が有意に大きな値を示した。また、座位での投球側・非投球側肘伸展筋力とサイド SET の間に有意な正の相関が認められた。

【考察】投球側および非投球側の片側性の多裂筋、脊柱起立筋の機能により骨盤に対して脊柱を固定し、菱形筋の機能により胸郭に対して肩甲骨内外転の安定性をより保てる方が等尺性の肘伸展筋力を大きく発揮できるものと考えた。

【結論】体幹側方の安定性が遠位の運動である肘伸展筋力の発揮に影響することが示唆された。

Abstract

【Purpose】 The purpose of this research is to examine the difference of isometric elbow extension muscle strength due to posture and to examine the relationship between elbow extension muscle strength and trunk function.

1) 仙台青葉学院短期大学リハビリテーション学科 2) 群馬大学大学院保健学研究科
受理日：2019年1月31日

【Methods】 Twenty-three male junior high school baseball players participated in this study. Isometric elbow extension muscle strength, trunk stability endurance test (SET) at the chair sitting position and standing position were evaluated. SET was measured under four conditions: lateral (pitching side, non-pitching side), front side, trunk flexion.

【Results】 Isometric elbow extension muscle strength was significantly larger in the sitting position than in standing on both the pitching side and the non-pitching side. In addition, a significant positive correlation was found between the elbow extension strength on the throwing side / non-throwing side and the lateral SET at the sitting position.

【Discussion】 It was suggested that to stabilize the spinal column against the pelvis by the unilateral function of multifidus and elector spinae and to maintain the stability of the scapula abduction/ adduction at the thorax by the function of the rhomboids exerts a large isometric elbow extension muscle strength.

【Conclusion】 It was suggested that the lateral stability of the trunk affects the demonstration of elbow extension muscle strength, which is the distal movement.

【はじめに】

成長期の野球選手の特徴として、骨端線の存在や筋の相対的な柔軟性低下などの解剖学的脆弱性があり¹⁾、それに様々な因子が重なり Little leaguer's shoulder や Little leaguer's elbow などの障害を引き起こす²⁻⁴⁾。成長期の投球障害の因子は大きく内的因子と外的因子に分けられ、内的因子としては、柔軟性低下や筋力低下、下肢・体幹安定性低下、上肢筋バランス低下、身長・体重増大²⁻³⁾、外的因子としては、不良な投球動作や過剰な投球機会・投球数が挙げられている⁴⁾。このうち、下肢、体幹、肩甲帯の機能について、投球に必要なエネルギーの重要な構成要素は下半身で生成されること⁶⁾、遠位の肢節の角速度はその近位の肢節の角速度に基づき、近位肢節の制御は遠位肢節の運動に影響を与えること⁷⁾、ボールスピードには肘伸展筋力が大きく影響する⁸⁾ことが報告されている。また、投球障害のリハビリテーションでは肩甲上腕関節の効率的な運動には体幹、肩甲帯の安定性向上に対する介入が重要ともされている⁵⁾。さらに、臨床における肩甲帯と上肢機能の複合的な評価として、Elbow extension test や Elbow push test があり、これらはアウトターとインナーの筋バランスを評価できるといわれて

おり⁹⁾、特に Elbow extension test においては、体幹安定性・上肢筋発揮の複合的な評価としても使用されている。しかし、体幹安定性と上肢筋発揮の関連性についてはまだ客観的なデータが少ないのが現状である。

そこで、今回は姿勢による等尺性肘伸展筋力の違いと肘伸展筋力と体幹機能との関連を明らかにすることを目的とした。

【対象および方法】

対象は軟式野球部に所属する1・2年生23名(年齢:13.2±0.8歳、身長:157.5±8.5cm、体重:49.4±10.0kg)とした。対象者および保護者、チーム責任者に本研究内容、対象者の有する権利について十分に説明を行い参加の同意を得た。

測定項目は、等尺性肘関節伸展筋力として、椅子座位と立位の2条件で測定した。また、体幹安定性の評価として、体幹 stability endurance test (以下 SET) をサイド(投球側、非投球側)、フロント、体幹屈曲の4条件で測定した。肘伸展筋力の測定方法は、椅子座位、立位ともに壁に正対し、肩・肘関節屈曲90度で前腕遠位部に等尺性筋力測定機(μ -tas、アニマ社製)が接触するように設置した(図1、2)。5秒間の最大等尺性肘伸展運動を行い、最大筋力を体重で除した値を



図1 座位での肘伸展筋力測定方法



図2 立位での肘伸展筋力測定方法



図3 サイド Stability endurance test (右上下肢での支持の場合) の姿勢



図4 フロント Stability endurance test の姿勢



図5 体幹屈曲 Stability endurance test の姿勢

肘伸展筋力とした。測定は各3回実施し最大値を解析対象とした。

SETの測定は、Kerri LSら¹⁰⁾、Lehman GLら¹¹⁾、McGILL SMら¹²⁾の方法を参考に、各条件の姿勢を何秒間保持できるかを測定した。サイドSETは側臥位から下側の前腕、足部のみ接触するように体幹、骨盤、下肢を一直線に位置させた姿勢とした(図3)。投球側上肢で支持した場合を投球側、反対を非投球側とした。フロントは腹臥位から両側肩関節90度屈曲、肘関節90度屈曲させ、両側の前腕および足部のみで体重を支持するように体幹、骨盤、下肢を一直線に位置させた姿勢とした(図4)。体幹屈曲SETは背臥位、股

関節45度屈曲、膝関節90度屈曲位とし両側足底を床に接地させた姿勢から腕を胸の前で組み、体幹を45度屈曲させた姿勢とした(図5)。各テストとも姿勢を保持出来なくなるか、体幹・骨盤・下肢を結んだ線が崩れた場合に測定終了とした。測定は各3回実施し最大値を解析対象とした。

統計学的解析では、肘伸展筋力について、各条件内での投球側と非投球側、座位と立位の比較をWilcoxonの符号付順位検定、肘伸展筋力と各SETの関連をSpearmanの積率相関係数を用いて検討した。すべての統計解析にはEZR¹³⁾を使用した。有意水準は5%とした。

表1 肘伸展筋力および Stability endurance test の結果 (n=23)

測定項目		計測値	
肘伸展筋力 (座位) (N)	投球側	1.69 ± 0.27	
	非投球側	1.61 ± 0.29	
肘伸展筋力 (立位) (N)	投球側	1.35 ± 0.25	
	非投球側	1.32 ± 0.22	
サイド SET 投球側 (秒)		55.61 ± 31.28	
サイド SET 非投球側 (秒)		52.48 ± 23.90	
フロント SET (秒)		91.39 ± 33.38	
体幹屈曲 SET (秒)		33.61 ± 22.08	

**： p<0.01、SET: Stability Endurance Test

表2 肘伸展筋力と Stability endurance test の相関係数 (n=23)

	サイド SET 投球側	サイド SET 非投球側	フロント SET	体幹屈曲 SET
肘伸展筋力 (立位) 投球側	-0.05	-0.09	-0.13	0.12
肘伸展筋力 (立位) 非投球側	0.04	-0.02	-0.09	0.19
肘伸展筋力 (座位) 投球側	0.42*	0.43*	0.40	0.21
肘伸展筋力 (座位) 非投球側	0.56**	0.39	0.31	0.37

： p<0.05、： p<0.01、SET: Stability Endurance Test

【結 果】

各条件での肘伸展筋力、SET の結果を表1に示した。肘伸展筋力は座位・立位とも投球側と非投球側に有意な差はなかった。また、座位と立位の比較では、投球側、非投球側ともに座位の方が有意に大きな値を示した (表1)。

肘伸展筋力と SET の関連では、座位での投球側肘伸展筋力と投球側サイド SET、非投球側サイド SET の間に有意な正の相関が認められた。また、座位での非投球側肘伸展筋力と投球側サイド SET の間にも有意な相関が認められた (表2)。

【考 察】

今回肘伸展筋力の測定に用いた EET は、本来肩甲帯および体幹の機能を含めた評価として用いられる⁹⁾。SET に関して、フロント SET では多

裂筋、腹横筋、内外腹斜筋、腹直筋、腰方形筋の筋活動が高く、前鋸筋の機能も求められる。サイド SET では下側の多裂筋、脊柱起立筋、菱形筋、体幹屈曲 SET では内外腹斜筋、腹直筋、腸腰筋の活動が高くなる^{11, 14)}。

本研究の結果より、座位と立位での肘伸展筋力の違いをみると、座位の方が肘伸展筋力が大きくなった。また、座位では体幹安定性と関連がみられたのに対し、立位では有意な関連はみられなかった。

座位での肘伸展運動時には、臀部が椅子に接触し、骨盤がある程度固定されている状態であり、下肢に対する骨盤の固定に必要な筋活動は比較的小さく、体幹・肩甲帯をいかに安定させた状態で肘伸展運動が実施できるかが重要であると考えられる。今回の結果からは、座位での投球側の肘伸展筋力とサイド SET の投球側および非投球側と

有意な相関を認めたことから、投球側および非投球側の片側性の多裂筋、脊柱起立筋の機能により骨盤に対して脊柱を固定し、菱形筋の機能により胸郭に対して肩甲骨内外転の安定性をより保てる方が等尺性の肘伸展筋力を大きく発揮できるものと考えた。肩甲帯の安定性が肩関節内外旋筋力と相関するとされており、今回の結果からはさらに遠位の肘伸展運動時にも同様のことがいえることが示唆された。フロント SET や体幹屈曲 SET とは相関を認めなかったことから、矢状面上の真っすぐの運動や両上肢支持での運動時に必要とされる体幹・肩甲帯の機能と座位での肘伸展運動時に必要とされる体幹・肩甲帯の機能には差異がある可能性が考えられ、片側上下肢支持での前額面・水平面の運動における体幹、肩甲帯の安定性に必要な機能がより肘伸展運動時の土台としての安定性に寄与すると考えた。

立位では足底以外の膝関節、股関節、骨盤は固定されておらず、その上にある体幹の安定性が確保されず、結果的に肘伸展筋力が発揮しにくく座位よりも肘伸展筋力が小さくなったと考えた。また、SET とは有意な相関を認めなかった理由としては、体幹以外の下肢・骨盤帯の機能が影響するため、今回の SET で評価される体幹安定性の影響は直接的でなかったと考えた。

今回の結果から示唆された内容は投球動作時の上肢でのエネルギー発揮にも同様のことがいえるのではないかと考えられる。投球動作では下肢からのエネルギーを体幹、上肢、ボールへと伝える。最終的には肩関節の内旋、肘関節の伸展が主となりボールをリリースする。Acceleration phaseにより強く速い運動が行えるほどボールの速度は速くなり⁸⁾、安定した一定の動作が行えればコントロールがよくなり、効率のよい運動が行えれば投球障害のリスクを減らす事ができる。投球動作時に求められる体幹機能は骨盤に対する十分な回旋運動と上肢運動のための安定であり、肩甲帯では肩甲上腕関節の運動に合わせた前後傾、内外転、上方回旋の制御と安定である^{6, 7)}。つまりは、今回得られた結果を踏まえると、下肢・骨盤の安定

性が高いほど肘伸展筋力が大きくなり、体幹の側方安定性が良好なほど肘伸展筋力は大きくなるということが明らかになっており、投球動作においてもこれらの機能を高めることでよりパフォーマンスを高めることができる可能性がある。また、体幹・肩甲帯の安定性がよい状況での肩甲上腕関節の運動が遂行できる状態であれば、障害につながるような負荷を減少させることができ、障害予防にも繋がると思われる。

本研究の限界としては、筋活動の評価は行っておらず、SET 時の筋活動と肘伸展時の筋活動の関連は明らかでない。各動作時の筋活動について評価することでより体幹・肩甲帯の安定性と肘伸展筋力発揮の関連性を明らかにできると考える。

【結 論】

本研究では、体幹安定性の評価であるサイド SET と座位での等尺性肘伸展筋力に有意な相関を認め、体幹側方の安定性がそれよりも遠位の運動である肘伸展筋力の発揮に影響することが示唆された。発展的には投球時のパフォーマンス向上、障害予防においても体幹・肩甲帯の安定性が重要であると考えられた。

COI 開示：本研究において、開示すべき利益相反関係にある企業・組織・団体はありません。

【文 献】

- 1) 飯田博己, 岩堀裕介: リトルリーグ肩. MB Med Reha. 2008; 96: 1-11.
- 2) Lyman S, Fleisig GS, et al: Effect of pitch Type, Pitch Count, and Pitching Mechanics on Risk of Elbow and Shoulder Pain in Youth Baseball Pitchers. Am J Sports Med. 2002; 30: 463-468.
- 3) Olsen SJ II, Fleisig GS, et al: Risk Factors for Shoulder and Elbow Injuries in Adolescent Baseball Pitchers. Am J Sports Med. 2006; 34: 905-912.
- 4) Fleisig GS, Kingsley DS, et al: Kinetic

- comparison among the fastBall, curveBall, change-up, and slider in collegiate baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2006; 34: 423-430.
- 5) Wilk KE, Macrina LC, et al.: rehabilitation of the overhead athlete's elbow. *Sports health.* 2012; 4: 404-414.
- 6) MacWilliams BA, Choi T, et al.: Characteristic Ground-Reaction Forces in Baseball Pitching. *Am J Sports Med.* 1998; 26: 66-71.
- 7) Putnam CA: Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: descriptions and explanations. *J Biomech.* 1993; 26: 125-135.
- 8) Clements AS, Ginn KA, et al.: Correlation between muscle strength and throwing speed in adolescent baseball players. *Phys Ther in Sports.* 2001; 2: 123-131.
- 9) 原正文: 投球肩障害の診察法 (メディカルチェックを中心として). *骨・関節・靭帯.* 2007; 20: 301-308.
- 10) Kerri LS, J Micheal Lang, et al. : A clinical tool for office assessment of lumbar spine stabilization endurance. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007; 86: 380-386.
- 11) Lehman GJ, Hoda W, et al.: Trunk muscle activity during bridging exercises on and off a swissball. *Chiropractic & Osteopathy.* 2005; 13: 14.
- 12) McGill SM, Childs A, et al.: Endurance times for low back stabilization exercises: clinical targets for testing and training from a normal database. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 941-944.
- 13) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant.* 2013; 48: 452-458.
- 14) 大久保雄, 金岡恒治, 他: 腰椎 Stabilization Exercise 時の四肢挙上により体幹筋活動変化.

日本臨床スポーツ医学会誌. 2011; 19: 94-101.