

中学生野球選手における 無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の 危険因子の検討

Predictors of humeral medial epicondylar fragmentation without pain in
junior high school baseball players

植田篤史*^{1,2}, 木下和昭*³, 長井優貴*¹
新熊孝文*⁴, 大木 毅*⁴

キー・ワード：Throwing-related-elbow injury, without pain, physical function
投球障害肘, 無症候性, 身体機能

〔要旨〕 症候性の投球障害肘と身体機能の関連性は多数報告されている一方で、無症候性の投球障害肘を呈した例を対象とした研究は非常に少ない。そこで、本研究の目的は無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈した中学生野球選手における身体機能の特徴を明らかにすることとした。対象は当院で実施した野球肘検診に参加した中学生硬式野球選手 64 名中、疼痛のない者 59 名を対象に、超音波エコー検査で肘内側上顆に異常（Type II～III）があった者（肘障害群）となかった者（健常群）で検討した。体格評価としては、身長、体重、体脂肪量、全身骨格筋量、ローレル係数を計測した。身体機能の評価としては、肩・肘機能テストと全身の柔軟性テストを実施した。この結果、肘障害群は 11 名、健常群は 48 名であった。肘障害群と健常群において、体格に有意な差はなかったが、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨病変例における身体機能の特徴として、肘関節伸展可動域テストと非投球側の Thorax rotation test の陽性が挙げられた。このことから、肘関節伸展可動域テストと Thorax rotation test は無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の病変の予測に有用なフィジカルチェックである可能性が示唆された。

緒 言

成長期野球選手は肘関節障害が多く発生する。この世代における肘関節障害の発症は内側部に 19% 生じ¹⁾、そのほとんどが内側上顆の下端骨軟骨部に生じる²⁾。宇良田らは尺側副靭帯（UCL）損傷のリハビリテーションの抵抗因子として、成長期の肘内側部の骨軟骨障害時の骨片遺残であることを報告している³⁾。このことから、中学生野球選手における上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を予

防することは、未来の投球障害予防においても非常に重要である⁴⁾。

上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害は中学生野球選手の肘内側障害の中で多くを占めており⁵⁾、重症化すると UCL の機能不全を引き起こす³⁾。このため、近年、成長期野球選手に対し日本各地で積極的に超音波検査やフィジカルチェックなどを用いた野球肘検診が実施されるようになり、内側上顆の骨軟骨病変を早期に発見することが可能となった⁶⁾。Harada らは超音波検査で肘内側部の骨軟骨異常を認めた選手が全体の 20.4% であったことを報告し、この中で、肘痛のない例が約 10% 存在していた⁷⁾。また、Sakata らも無症状の学童期野球選手 353 名中 33 名が肘内側骨軟骨部の分離を呈していたと報告している⁸⁾。このような背景から、野

*1 阪堺病院リハビリテーション部

*2 同志社大学大学院スポーツ健康科学研究科

*3 四條畷学園大学リハビリテーション学部

*4 阪堺病院整形外科

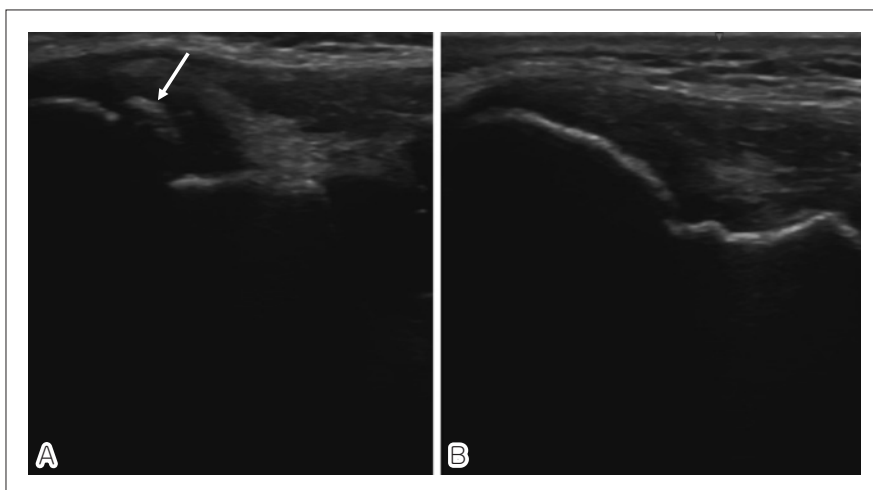


図1 上腕骨内側上顆下端骨軟骨部におけるエコー評価
A：内側上顆下端骨軟骨部の分離，B：正常
圧痛所見がなく上腕骨内側上顆下端の分離を認めた場合を障害群とした

球選手における肘内側障害は無症候性の時期からの早期治療が重要とされている^{1,6,7)}。

上腕骨内側上顆下端の骨軟骨異常に伴う機能障害として肘関節の外反動揺性の増大が報告されている⁹⁾。また、肘内側の骨軟骨異常を呈することは肘痛の発症リスクを増加し⁸⁾、身体機能の低下があると肘痛のリスクがさらに高まることが報告されている^{8~11)}。このことから、上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈する野球選手に対して骨軟骨部の器質的病変の移行を予防するために、身体機能を適切に評価することが非常に重要である⁸⁾。

野球選手における肘内側障害と身体機能の関連について、投球側上肢に関しては肩関節外転位の内旋と外旋の制限や左右差^{10,11)}、投球側の肘関節伸展の制限⁸⁾、肩関節内外旋筋力の低下⁷⁾と肘内側障害に関連性があると報告されている。また、投球側上肢以外の身体機能に関しては、胸椎の後彎角の増大⁸⁾、踏み込み側股関節内旋制限(左右差)¹²⁾との関連性が報告されている。しかしながら、従来の投球障害肘と身体機能の関連についての報告は、症候性の投球障害肘と健常な野球選手を対象にしたものが多く、無症候性の投球障害肘を呈した例を対象とした研究は少ない。無症候性の肘内側障害の例における身体機能の特徴を明らかにすることは、中学生野球選手における投球障害肘の病変を早期に予測するための重要な知見になると考えられる。

よって、本研究の目的は無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈した中学生野球選手にお

ける身体機能の特徴を明らかにすることとした。

対象と方法

対象は当院で実施した野球肘検診に参加した中学生硬式野球選手64名(年齢： 14 ± 1 歳，身長： 166.1 ± 9.3 cm，体重： 56.4 ± 13.6 kg)とした。本研究はヘルシンキ宣言及び個人情報保護法の趣旨に則り、被験者に研究の趣旨や内容、データの取り扱い方法について十分に説明し、研究への参加の同意を得た。対象の除外基準は測定に参加できないリスクを伴うと判断した者、研究に対する同意が得られない者とした。

参加者全員に対し、肘関節の超音波エコー検査と肘内側部の圧痛チェック、問診にて自覚的な肘痛の有無の調査を実施した。本研究において、肘内側部に圧痛のない対象者の中で、上腕骨内側上顆下端部に異常¹³⁾(Type II~III)がある場合を肘障害群、ない場合を健常群とした(図1)。なお、肘関節内側に圧痛、内側上顆の突出や肘離断性骨軟骨炎を認めたものは対象から除外した(圧痛例：2名，骨突出例：3名，肘離断性骨軟骨炎例：0名)。

体格評価としては、身長、体重、体脂肪量、全身骨格筋量、ローレル係数を計測した。また、身体機能の評価は、Combined abduction test (CAT)、Horizontal flexion test (HFT)、肘関節屈曲・伸展可動域テスト、Elbow push test (EPT)、Elbow extension test (EET)、棘上筋・棘下筋・肩甲下筋の筋力テストを実施した^{14,15)}。また、全身の

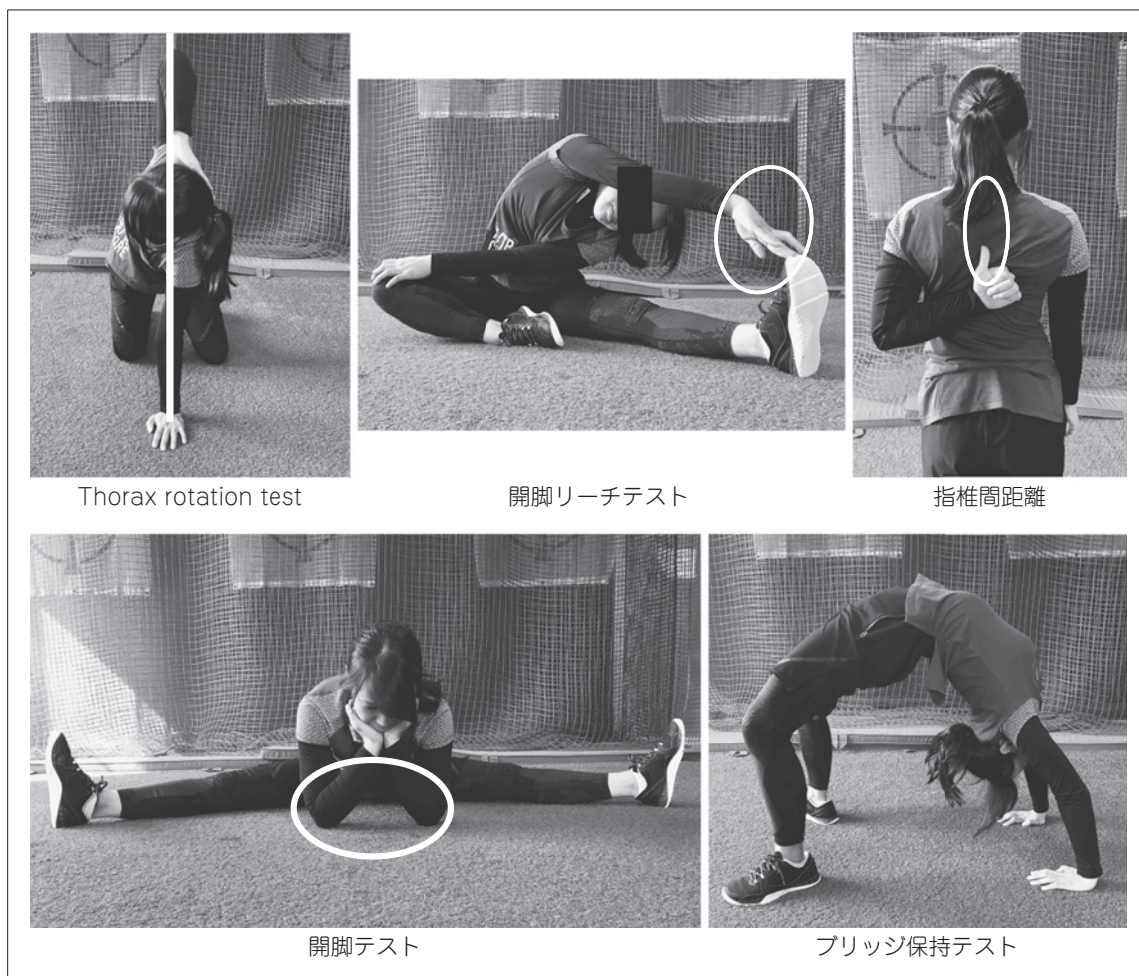


図2 全身の柔軟性評価
全身柔軟性テストは一定の基準を満たさない場合を陽性とした

表1 身体機能の評価基準

	評価基準 (陽性)
開脚テスト	肘が床に接触しない
指椎間距離	第7頸椎棘突起～母指までの距離が13.5以上ある
Thorax rotation test	回旋側の上肢と対側上肢が平行ではない
開脚リーチテスト	リーチ側の手が足部に接触できない
ブリッジ保持テスト	30秒保持ができない
CAT	体幹と上腕が平行にならない
HFT	肘が鼻上ラインを超えない
肘関節屈曲可動域テスト	左右差がある
肘関節伸展可動域テスト	左右差がある
EPT	肩甲骨および体幹の不安定性がある
EET	肩甲骨および体幹の不安定性がある
棘上筋筋力テスト	左右差がある
棘下筋筋力テスト	左右差がある
肩甲下筋筋力テスト	左右差がある

柔軟性の評価として開脚テスト、指椎間距離¹⁶⁾、Thorax rotation test¹⁷⁾、開脚リーチテスト、ブリッジ保持テストを実施した(図2)。なお、肩、肘機

能テストと全身柔軟性テストは一定の基準^{16,17)}を満たさない場合を陽性とした(表1)。

統計処理は障害群、健常群の身体機能の違いに

ついて、尤度比による変数増加法による多重ロジスティック回帰分析を用いて検討した。従属変数は上腕骨内側上顆下端骨軟骨病変の有無、独立変数は体格及び各身体機能とした。有意水準は危険率5%とした。なお、多重ロジスティック回帰分析を実施する前に、身長や体重などの順序尺度に対しMann-WhitneyのU検定、身体機能テストの名義尺度の各項目には χ^2 検定を用い、各検討にて有意水準が10%以上の変数を除外し、多重ロジスティック回帰分析に用いる独立変数の絞り込みを行った。

結 果

肘障害群は11名、健常群は48名であった。肘障害群の内訳としてType IIIa 5名、Type IIIb 6名であった。なお、肘障害群と健常群の全てにおいて、自覚的な肘痛を有する者は認められなかった。

肘障害群と健常群の年齢、身長、体重、全身骨格筋量、ローレル係数に有意な差は認められなかった(表2)。2変量の統計解析において、有意確率10%未満の変数は非投球側のThorax rotation test ($p=0.02$)、投球側のCAT ($p=0.09$)、肘関節屈曲可動域テスト ($p=0.03$)、肘関節伸展可動域テスト ($p=0.08$)であった。上腕骨内側上顆下端骨軟骨病変と関連する身体機能に関して、多重ロジスティック回帰分析を行った結果、回帰式は $y = -1.695 + 2.693 \times \text{肘伸展可動域テスト} + 2.825 \times \text{非投球側のThorax rotation test}$ となった。モデル χ^2 検定の結果は有意であった ($p < 0.05$)。Hosmer Lemeshowの検定は0.55であった。判別的中率は86.2%であった。オッズ比は肘関節伸展可動域テストが14.78、非投球側のThorax rotation testが16.87であった(表3)。

以上のことから、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨病変例の身体機能の特徴として、肘関節伸展可動域テストと非投球側のThorax rotation testのそれぞれの陽性が挙げられた。

考 察

本研究の目的は中学生野球選手における無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の危険因子となる身体機能の特徴を明らかにすることであった。本研究結果より、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨の病変は11名認められ、肘障害群の身

体機能の特徴としては、肘関節伸展可動域テストと非投球側のThorax rotation testの陽性が挙げられた。

Sakataらは肘内側痛を伴わない353名中の小学生野球選手の中で、上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を認めた選手が33名(9%)存在していたことを報告している⁸⁾。本研究においては、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を認めた選手が59名中11名(17%)であり、Sakataらが報告した発症率よりも高い結果であった。

無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の危険因子において、肘関節の伸展可動域制限が関連していた。投球動作中の加速期における肘関節運動は屈曲約80°から2700°/secの角速度で伸展しながら外反するため、この位相における肘関節伸展・外反トルクが増大する¹⁸⁾。さらに、肘関節の伸展可動域制限を呈することでこの位相における肘関節に生じるメカニカルストレスが増大するとされている⁸⁾。また、肘関節の伸展可動域制限は肘内側障害の発症に関与することが報告されている^{8,15)}。これらのことから、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈した野球選手に対する肘関節伸展可動域の評価は障害予防の観点から非常に重要な項目であると言える。

投球動作における肩最大外旋位は肩甲上腕関節の外旋だけでなく胸椎の伸展、肩甲骨後傾の動きで構成されており¹⁹⁾、この時点の胸椎や肩甲帯の動きが肩や肘関節への力学的ストレスを軽減するために重要である。Thorax rotation testは四つ這い位で、検査側の手を後頭部に把持し、検査側へ可能な限り、頭部、胸部の回旋と肩甲帯の後退をさせるため、胸椎の回旋および伸展、肩甲骨の後傾、内転などの可動性を反映した評価である¹⁷⁾。胸椎や肩甲帯の動きが制限され、Thorax rotation testの陽性を呈すると投球動作中の胸椎や肩甲骨の動きが低下¹⁹⁾し、結果として肘関節の外反ストレスが増大することが考えられる。また、肘障害を呈する野球選手は体幹や股関節を含めた非投球側方向の回旋の制限²⁰⁾や肘障害と肩甲骨や胸椎の可動性の低下を引き起こす胸椎後彎角の増大が生じていること⁸⁾が報告されている。このことから、Thorax rotation testは上腕骨内側上顆の骨軟骨病変の有無を予測するためのフィジカルチェックとして重要な項目であると言える。

本研究の限界は横断的な研究であるため、今回

表 2 2群における身体機能の特徴

		肘障害群	健常群	p value
		11	48	
年齢 ^a		13	15	.21
身長 ^a (cm)		162	173	.24
体重 ^a (kg)		48	66	.16
全身骨格筋量 ^a (kg)		24	32	.12
ローレル係数 ^a		128	122	.13
開脚テスト	陽性	9	32	.48
	陰性	2	16	
指椎間距離 (投球側)	陽性	5	14	.31
	陰性	6	34	
指椎間距離 (非投球側)	陽性	0	4	1.00
	陰性	11	44	
Thorax rotation test (投球側)	陽性	6	21	.74
	陰性	5	27	
Thorax rotation test (非投球側)	陽性	9	18	.02 ^b
	陰性	2	30	
開脚リーチテスト (投球側)	陽性	4	18	1.00
	陰性	7	30	
開脚リーチテスト (非投球側)	陽性	4	20	1.00
	陰性	7	28	
ブリッジ保持テスト	陽性	6	31	.73
	陰性	5	17	
CAT (投球側)	陽性	4	32	.09
	陰性	7	16	
CAT (非投球側)	陽性	2	21	.17
	陰性	9	27	
HFT (投球側)	陽性	7	32	1.00
	陰性	4	16	
HFT (非投球側)	陽性	1	16	.15
	陰性	10	32	
肘関節屈曲可動域テスト	陽性	5	6	.03 ^b
	陰性	6	42	
肘関節伸展可動域テスト	陽性	4	6	.08
	陰性	7	42	
EPT	陽性	4	18	1.00
	陰性	7	30	
EET	陽性	2	21	.17
	陰性	9	27	
棘上筋筋力テスト	陽性	4	8	.15
	陰性	7	40	
棘下筋筋力テスト	陽性	7	17	.10
	陰性	4	31	
肩甲下筋筋力テスト	陽性	3	12	1.00
	陰性	8	36	

^a Median

^b Statistically significant.

の結果が無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の発生の原因になるかどうかは明らかにできなかった。また、本研究で検討した無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈した選手が将来、肘痛の発症に関与するか否かに関しても言及でき

ない。以上のことから、今後は縦断的な検討を実施する必要がある。

本研究において、中学生野球選手における無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の関連因子となる身体機能が明らかになったことから、本研

表3 肘障害と関連する身体機能

	偏回帰係数	有意確率	オッズ比
肘関節伸展可動域テスト	2.693	0.02	14.78
Thorax rotation test (非投球側)	2.825	0.01	16.87
定数	-1.695	0.15	0.18

モデル χ^2 検定 $p < 0.05$

判別の中率 86.2%

Hosmer Lemeshow の検定 0.55

究結果は中学生野球選手に対するフィジカルチェックをする上で重要な知見になることが期待される。また、本研究で実施した肘関節伸展可動域テストや Thorax rotation test などのフィジカルチェックの方法は従来行われている角度計を用いた可動域の計測方法ではなく、視覚的な基準により評価することができる。このため、これらの評価は医療従事者だけでなくチームの監督、コーチ、保護者でも簡便にチェックすることが可能であり、有用なテストであると考えられる。

結 語

1. 無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害を呈した中学生野球選手における身体機能の特徴を明らかにした。

2. 肘障害群は 59 名中 11 名であり、障害の内訳は Type IIIa 5 名、Type IIIb 6 名であった。

3. 肘障害群と健常群において、体格に有意な差はなかったが、多重ロジスティック回帰分析の結果、無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨病変例における身体機能の特徴として、肘関節伸展可動域テストと非投球側の Thorax rotation test の陽性が挙げられた。

4. 肘関節伸展可動域テストと Thorax rotation test は無症候性の上腕骨内側上顆下端骨軟骨障害の病変の予測に有用なフィジカルチェックである可能性が示唆された。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

文 献

- 1) 松浦哲也, 柏口新二, 岩瀬毅信, 他. 少年野球選手の肘関節骨軟骨障害の現状. 日本肘関節学会雑誌. 2003; 10: 27-28.
- 2) 小松智士, 鶴田敏幸, 峯 博子, 他. 野球競技者に

おける成長期野球肘内側上顆下端障害の追跡調査. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2013; 21: 57-61.

- 3) 宇良田大悟, 古島弘三, 岩部昌平, 他. 投球による肘内側副靭帯損傷の保存療法における抵抗因子の検討. 日本肘関節学会雑誌. 2013; 20: 87-91.
- 4) Andrews JR, Fleisig GS. Preventing throwing injuries. J Orthop Sports Phys Ther. 1998; 27: 187-188.
- 5) 小山智士, 藤岡宏幸, 川口浩太郎, 他. 成長期における野球肘の疫学調査と上腕骨内側上顆骨化核下端障害の治療経験. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2014; 22: 456-462.
- 6) 森原 徹, 木田圭重, 琴浦義浩, 他. 京都府での取り組み—小学生, 中学生, 高校生に対する縦断野球肘検診—. 関節外科. 2014; 33: 1180-1184.
- 7) Harada M, Takahara M, Mura N, et al. Risk factors for elbow injuries among young baseball players. J Shoulder Elbow Surg. 2010; 19: 502-507.
- 8) Sakata J, Nakamura E, Suzukawa M, et al. Physical risk factors for a medial elbow injury in junior baseball players: a prospective cohort study of 353 players. Am J Sports Med. 2017; 45: 135-143.
- 9) 坂田 淳, 鈴川仁人, 赤池 敦, 他. 少年野球選手における投球側肘外反弛緩性と内側上顆の形状との関連. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2015; 23: 39-44.
- 10) Shanley E, Rauh MJ, Michener LA, et al. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injury. Am J Sports Med. 2011; 39: 1997-2006.
- 11) 木下和昭, 中川泰彰, 向井章悟, 他. 肩肘障害を発症する小学野球選手の肩関節可動域の特徴～一年間の縦断的検討～. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2019; 27: 273-278.
- 12) 坂田 淳, 中村絵美, 鈴川仁人, 他. 少年野球選手における肘内側障害の危険因子に関する前向き研究. 日本整形外科スポーツ医学会雑誌. 2016; 36: 43-51.

- 13) 渡辺千聡, 三幡輝久, 藤澤幸隆, 他. 超音波断層法を用いた野球肘検診の有用性. 日本整形外科学会雑誌. 2012; 32: 2-6.
- 14) 原 正文, 山川稔晃. 野球肩 (インピンジメント症候群) のリハビリテーション. 臨床スポーツ医学. 1998; 15: 1267-1276.
- 15) Yukutake T, Kuwata M, Yamada M, et al. Preseason checklist for predicting elbow injury in little league baseball players. *Orthop J Sports Med.* 2015; 3: 1-7.
- 16) 笠原政志, 川原 貴, 奥脇 透, 他. 肩関節障害を有する選手に対する指椎間距離測定の有用性. 日本整形外科学会雑誌. 2012; 32: 38-42.
- 17) Katherine DJ, Terry LG. Thoracic rotation measurement techniques: clinical commentary. *North Am J Sports Phys Ther.* 2010; 5: 252-256.
- 18) Werner SL, Fleisig GS, Dillman CJ, et al. Biomechanics of the elbow during baseball pitching. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 17: 274-278.
- 19) Miyashita K, Kobayashi H, Koshida S, et al. Glenohumeral, scapular, and thoracic angles at maximum shoulder external rotation in throwing. *Am J Sports Med.* 2010; 38: 363-368.
- 20) 松井知之, 森原 徹, 平本真知子, 他. 投手に対する新しい下肢・体幹機能評価の試み—投球障害選手の身体特性に着目して—. *体力科学.* 2014; 63: 463-468.

(受付：2020年5月1日, 受理：2020年10月21日)

Predictors of humeral medial epicondylar fragmentation without pain in junior high school baseball players

Ueda, A.^{*1,2}, Kinoshita, K.^{*3}, Nagai, Y.^{*1}
Shinkuma, T.^{*4}, Oki, T.^{*4}

*1 Department of Rehabilitation, Hankai Hospital

*2 Graduate School of Health and Sports Science, Doshisha University

*3 Department of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

*4 Department of Orthopaedic Surgery, Hankai Hospital

Key words: Throwing-related-elbow injury, without pain, physical function

[Abstract] While a relationship between throwing-related elbow injuries with pain and physical function has been reported, very few studies have examined throwing-related elbow injuries without pain. We sought to clarify the physical functions in junior high school baseball players with painless humeral medial epicondylar fragmentation injuries. The subjects were 59 junior high school baseball players without pain. Injuries were classified according to ultrasonography findings and physical examination of medial elbow joint tenderness. Subjects meeting both criteria of humeral medial epicondylar fragmentation and no tenderness were included in the Elbow Injury Group (n=11). Subjects without any elbow injuries or pain comprised the Healthy Group (n=48). We measured height, weight, body fat mass, skeletal muscle mass, and the laurel coefficient in all subjects. The physiological evaluation consisted of functional shoulder, elbow, and whole-body flexibility tests. Although the two groups did not show significant differences in physical size, the Elbow Injury Group demonstrated significant differences in the performance of the extension range of motion test and thorax rotation tests with the positive elbow compared to the Healthy Group. These results suggest that the elbow extension range of motion test and thorax rotation tests may be useful for predicting humeral medial epicondylar fragmentation without pain.