

橈骨遠位端骨端線損傷が進行した ジュニア体操選手の特徴

原

著

Characteristics of junior gymnasts with advanced distal
radius epiphysiolysis

福田昌之^{*1}, 木下和昭^{*2}, 出口尚子^{*3}
平田美果^{*1}, 西澤勇一郎^{*4}, 星野祐一^{*5}

キー・ワード : gymnasts, wrist flexibility, wrist joint disorder
体操競技選手, 手関節柔軟性, 手関節障害

〔要旨〕 橈骨遠位端骨端線損傷が進行したジュニア体操選手の特徴を前向きに検討した。対象は、2022年5月～2023年5月まで追跡可能であったジュニア体操選手14名の27肢（年齢 13 ± 2 歳）とした。検討項目は手関節の疼痛発生歴、橈骨遠位端骨端線損傷の重症度分類、手関節の背屈柔軟性、握力、Joint laxity testの1年間の変化量とした。疼痛発生歴は1年間に1週間以上持続した疼痛の有無を調査した。検討は橈骨遠位端骨端線損傷の重症度の進行の有無によって、対象を二群に分けて比較検討した。その結果、重症度の進行を認めた選手は、27肢中9肢であった。手関節の疼痛は、進行群の9肢中8肢に認め、有意に多くみられた。また進行群では手関節背屈柔軟性の有意な低下が認められた。このことから進行群は、疼痛を発生する選手が多く、手関節の背屈柔軟性が低いことが進行に影響を与えている可能性が示唆された。これらの要因への対応が橈骨遠位端骨端線損傷の予防において重要である可能性がある。

緒言

体操競技における成長期の選手では、男女ともに手関節障害の発生が多く、外傷より障害が多いと報告されている^{1,2)}。その一例として、繰り返される上肢への荷重支持と手関節の背屈強制により生じる橈骨遠位端骨端線損傷が報告されている^{3,4)}。また、成長期に発症した橈骨遠位端骨端線損傷は、橈骨の成長を障害し、成人期に ulnar plus variance を伴う尺骨突き上げ症候群を引き起こすことがあり⁵⁾、成人期の手関節障害の原因とな

る。そのため、ジュニア期から予防策を講じることが重要である。

橈骨遠位端骨端線損傷を有する選手の特徴として、先行研究では年齢や身長が高く、競技歴が長く、手関節背屈柔軟性が低いことを報告した⁶⁾。しかし、橈骨遠位端骨端線損傷の進行に影響する因子を前向きに検討した報告はなく、その原因は未だ明らかにされていない。

本研究の目的は、橈骨遠位端骨端線損傷が進行したジュニア体操選手の特徴を疼痛発生歴と全身関節弛緩性、手関節機能の観点から前向きに検討することである。

対象と方法

対象はジュニア体操選手14名の27肢（年齢 13 ± 2 歳、身長 142 ± 11 cm、体重 36 ± 9 kg、男子7名、女子7名）とした。除外基準は測定時に手関節の外傷があった者、または測定時に手関節に疼痛を有していた者として、この基準に該当した対

*1 神戸海星病院リハビリテーションセンター

*2 四條畷学園大学リハビリテーション学部

*3 きしもと整形外科・リハビリテーション科クリニックリハビリテーション科

*4 ひろスポーツクリニック整形外科

*5 神戸大学医学部附属病院整形外科

Corresponding author : 木下和昭 (k-kinoshita@reha.shijonawate.ac.jp)

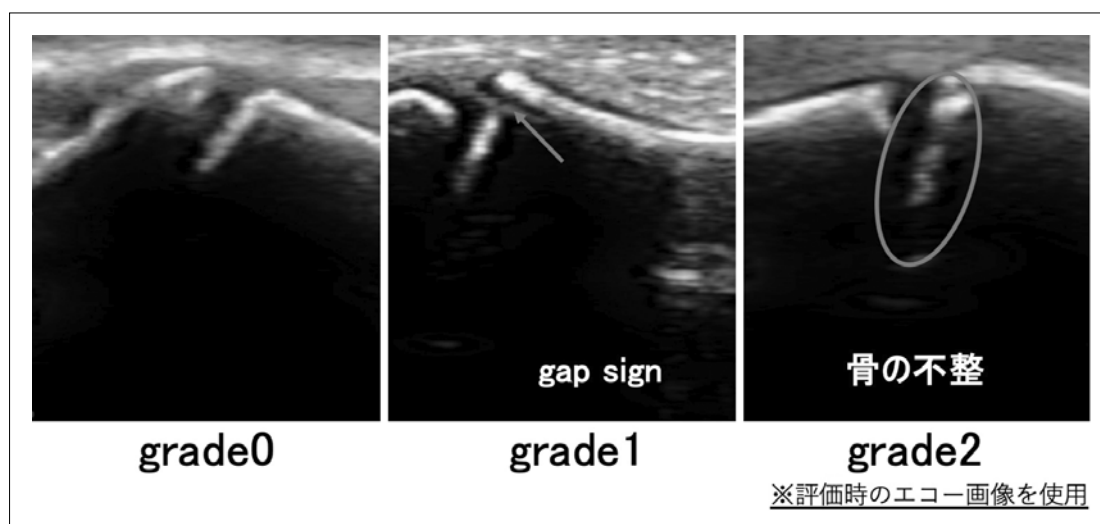


図 1 橈骨遠位端骨端線の重症度分類
背側皮質と成長軟骨板近位の骨の連続性があるものを grade0
gap sign がみられるものを grade1
骨の不整があるものを grade2

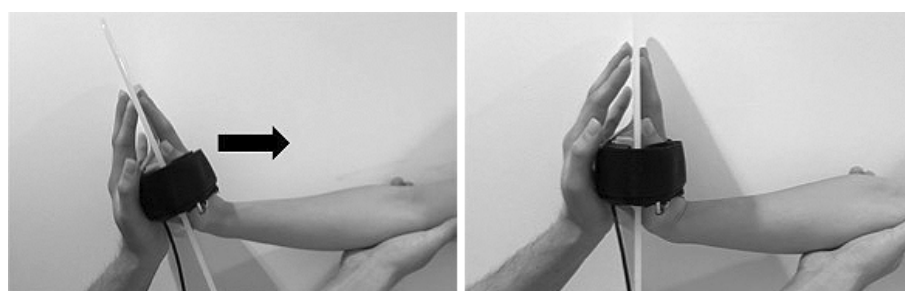


図 2 手関節背屈柔軟性の評価
手関節の背屈柔軟性は手関節他動背屈 90° での反力 (N) をハンドヘルドダイナモメーターにて計測
反力 (高) → 柔軟性 (低) 反力 (低) → 柔軟性 (高)

象者 1 名の 1 肢を研究対象から除外した。

検討項目は、手関節の疼痛発生歴、橈骨遠位端骨端線損傷の重症度分類、手関節機能、全身弛緩性とし、2022 年 6 月と 2023 年 6 月に測定し 1 年間の変化量を求めた。

疼痛発生歴は 1 年間に 1 週間以上持続した疼痛の有無を調査した。

橈骨遠位端骨端線損傷の重症度分類は、超音波診断装置 Cprobe-5L ultrasound probe (Sonostar Technologies Co, Limited, China) を用い、面谷らが報告したグレード分類に従い理学療法士 1 名が実施した⁷⁾(図 1)。手関節の背側にプローブをあて、背側皮質と成長軟骨板近位の骨の連続性を確認し、骨の連続性が保たれているものを grade0、gap sign がみられるものを grade1、骨端線近位の

描出が不明瞭なものを grade2 とした⁷⁾。

手関節機能は、手関節の背屈柔軟性、握力とした。手関節の背屈柔軟性は関口らの報告に従い、手掌面に硬性板を密着させた状態で手掌面近位部より 5cm 遠位部にハンドヘルドダイナモメーター (徒手筋力測定器 u-Tas MF-01. アニマ社製) をあて手関節他動背屈 90° での反力 (N) を計測した (図 2)⁸⁾。握力は、デジタル握力計 (T.K. K.5401 Grip-D. 竹井機器工業) を用いて立位上肢下垂位で 2 回計測し、その平均値を算出した。

全身関節弛緩性は、東大式の 7 項目の Joint laxity test にて実施した⁹⁾(図 3)。点数は、1 項目 1 点の計 7 点とした。

検討方法は、橈骨遠位端骨端線損傷の重症度が進行した選手 (進行群) と変化のない選手 (非進

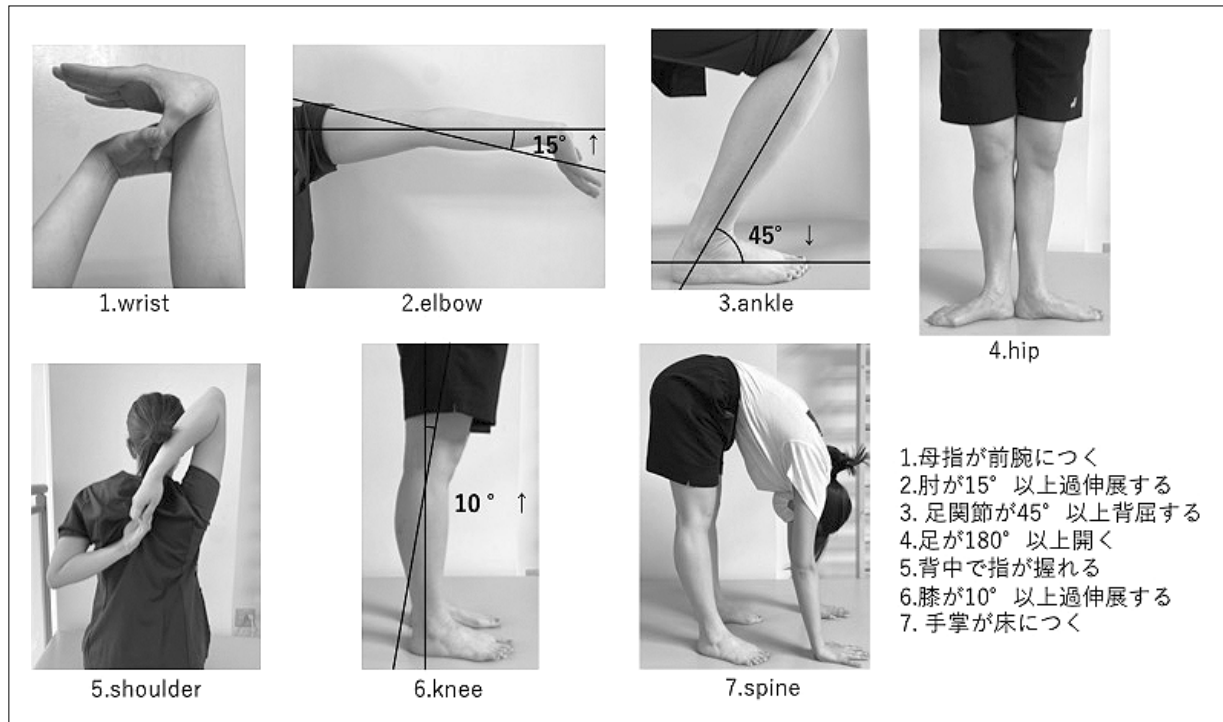


図3 Joint laxity test (東大式 7項目)

表1 橈骨遠位端骨端線損傷の重症度 (1年間の変化)

非進行群	進行群
Grade0→0 10 肢	Grade0→1 5 肢
Grade1→1 8 肢	Grade1→2 4 肢
合計 18 肢	9 肢

表2 手関節の疼痛発生歴

	非進行群	進行群	p 値
疼痛あり	2 肢	8 肢	* (p<0.05)
疼痛なし	16 肢	1 肢	* (p<0.05)
合計	18 肢	9 肢	

表3 各測定項目の1年間の変化量

	非進行群	進行群	p 値
手関節背屈柔軟性 (N)	1.3±4.0	10.4±5.3	** (p<0.01)
握力 (kg)	-0.9±2.0	-1.1±3.6	
Joint laxity test (点)	0.1±2.1	1.2±2.5	

行群)に分けて群間比較した。統計学的手法は混合効果モデルと Fisher の正確検定を用い、解析ソフトには、SPSS Statistics Ver 20 (IBM)を使用した。有意水準は5%とした。

結果

橈骨遠位端骨端線損傷の重症度において、非進行群は Grade0→0 が10肢、Grade1→1 が8肢の計18肢(同一被験者7名)であった。進行群は Grade0→1 が5肢、Grade1→2 が4肢の計9肢(同一被験者3名)であった(表1)。

疼痛発生歴は、非進行群で疼痛ありが2肢、疼痛なしが16肢、進行群で疼痛ありが8肢、疼痛なしが1肢であり、有意に進行群で疼痛発生が多くみられた(表2)。手関節背屈柔軟性は、非進行群 1.3±4.0N、進行群 10.4±5.3N であり、有意差が認められた (p<0.01)(表3)。握力は非進行群 -0.9±2.0N、進行群 -1.1±3.6N、Joint laxity test は非進行群 0.1±2.1N、進行群 1.2±2.5 点であった(表3)。

考 察

本研究では前向き調査により橈骨遠位端骨端線損傷が進行したジュニア体操競技選手の特徴を検討した。その結果、重症度が進行した選手では有意差をもって疼痛の発生頻度が高く、手関節柔軟性の低下が大きかった。本結果は、疼痛管理と手関節背屈柔軟性の改善が橈骨遠位端骨端線損傷の進行予防に寄与する可能性を示した。

DiFiori ら¹⁰⁾によると、体操競技中には手関節に体重の 16 倍の荷重がかかると報告されている。ゆかや跳馬では着手の際に瞬間的に大きな荷重が、あん馬や平行棒、吊り輪では体重を支えるための荷重が演技を通して手関節に加わる。更にこれらの動作の多くは、手関節背屈位で行われる。桜庭ら¹¹⁾は手関節背屈荷重により橈骨茎状突起と手根骨間距離が狭小化すると報告しており、この繰り返し荷重刺激は舟状骨と橈骨の衝突を招くとされている。さらに、関口らは手関節背屈位での荷重が非荷重位に比べて手関節中央にある月状骨が強い圧縮ストレスを受けて、手根中央関節の負荷が増大すると報告している¹²⁾。これらの点から、体操競技における、手関節への荷重ストレスは、橈骨遠位端骨端線損傷の進行リスクを高めることが考えられる。これに加えて、関口ら^{8,13)}は、疼痛を有する選手は手関節背屈後期(60° から 90°)で橈骨手根関節の可動性が低下し、月状骨の背屈角度の低下と掌側移動距離の増大が生じる⁸⁾と報告している。手関節背屈柔軟性の低下に関して、小林ら¹⁴⁾は体操競技選手に特有の橈骨遠位端の掌背側に骨性隆起が認められ、これが橈骨手根関節の背屈運動を制限する要因であると報告している。また、関口ら⁸⁾は、体操競技選手は橈骨手根関節の可動性が一般成人と比較して小さく、柔軟性が低い選手ほど手根中央関節の運動比率が大きくなると報告している。これらのことから、手関節痛や手関節背屈柔軟性の低下は、構造的に低下している橈骨手根関節の運動をさらに低下させ、橈骨遠位端骨端線部に力学的負荷が集中したことで損傷が進行したと推察される。

本研究の限界として、対象者が少なく、男女別や橈骨遠位端骨端線損傷の重症度別の解析が行えなかった点が挙げられる。今後は、手関節背屈柔軟性に対する介入が橈骨遠位端骨端線損傷の進行防止に寄与するか検討していく。

結 語

橈骨遠位端骨端線損傷の進行を認める選手は、手関節痛を有する選手が多く、手関節背屈柔軟性が低い特徴が明らかとなった。ジュニア体操選手の手関節の障害予防には疼痛の管理と手関節背屈柔軟性の改善が重要である可能性が示唆された。今後は、手関節背屈柔軟性に対する介入研究を実施し、その効果を継続的に検討する。

利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

著者貢献

Conceptualization : Masayuki Fukuda, Kazuaki Kinoshita

Data curation : Masayuki Fukuda

Formal analysis : Masayuki Fukuda, Naoko Deguchi, Mika Hirata

Funding acquisition : Masayuki Fukuda

Investigation : Masayuki Fukuda, Naoko Deguchi, Mika Hirata

Methodology : Masayuki Fukuda, Kazuaki Kinoshita

Project administration : Yuichiro Nishizawa, Yuichi Hoshino

Resources : Kazuaki Kinoshita

Software : Masayuki Fukuda

Supervision : Kazuaki Kinoshita, Yuichiro Nishizawa, Yuichi Hoshino

Validation : Masayuki Fukuda

Visualization : Masayuki Fukuda

Writing original draft : Masayuki Fukuda

Writing review & editing : Kazuaki Kinoshita, Yuichiro Nishizawa, Yuichi Hoshino

文 献

- 1) Caine D, Nassar L. Gymnastics injuries. Med Sport Sci. 2005; 48: 18-58.
- 2) 木下和昭, 横田尚子, 橋本雅至, 他. 一都道府県のジュニア体操選手権大会における疼痛発生調査. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2020; 28: 298-305.
- 3) 今田英明, 生田義和, 石田 治, 他. 若年女子器械体操選手の手関節障害. 整スポ会誌. 2022; 22: 217-221.
- 4) Roy S, Caine D, Singer KM. Stress changes of the distal radial epiphysis in young gymnasts. A report

- of twen-ty-one cases and a review of the literature. Am J Sports Med. 1985; 13: 301-308.
- 5) 関口貴博. 体操競技一手関節痛. 臨床スポーツ医学. 2018; 35: 286-291.
 - 6) 福田昌之, 木下和昭, 出口直子, 他. ジュニア体操選手における橈骨遠位端骨端線損傷患者の特徴. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2025; 33: 26-32.
 - 7) 面谷 透. 前腕一手関節周囲のスポーツ外傷・障害に対する超音波診療. 臨床スポーツ医学. 2021; 38: 1198-1204.
 - 8) 関口貴博, 白土英明, 土屋明弘, 他. 手関節痛を有する体操競技選手における手関節背屈時の手根骨動態解析—MRI 画像による一般成人との比較, 及び柔軟性との関連について. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2013; 21: 27-36.
 - 9) 山本利春. スポーツ障害予防のための測定・評価の考え方. In: 測定と評価. 第2版. ブックハウス・エイチデイ; 6-11, 2004.
 - 10) DiFiori JP, Caine DJ, Malina RM. Wrist pain, distal radial physeal injury, and ulnar variance in the young gymnast. Am J Sports. 2006; 34: 840-849.
 - 11) 桜庭景植. 若年の体操選手における上肢障害—あん馬における手関節障害を中心に. JOURNAL OF CLINICAL REHABILITATION. 2006; 15: 568-573.
 - 12) 関口晃子, 桜庭景植, 加納 實. 男子体操競技選手の手関節痛の発生機序に関する一考. 体操競技器械運動研究. 2007; 15: 43-54.
 - 13) 関口貴博, 土屋明弘. Gymnast's wrist. 臨床バイオメカニクス. 2013; 34: 115-121.
 - 14) 小林俊行, 水谷一裕, 平澤精一, 他. 若年体操選手の手関節障害. 整スポ会誌. 1997; 17: 222-229.
-
- (受付: 2025 年 4 月 13 日, 受理: 2026 年 3 月 10 日)

Characteristics of junior gymnasts with advanced distal radius epiphysiolysis

Fukuda, M.^{*1}, Kinoshita, K.^{*2}, Deguchi, N.^{*3}
Hirata, M.^{*1}, Nishizawa, Y.^{*4}, Hoshino, Y.^{*5}

^{*1} Rehabilitation Department, Kobe Kaisei Hospital

^{*2} Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

^{*3} Rehabilitation Department, Kishimoto Orthopedic and Rehabilitation Clinic

^{*4} Orthopedic Department, Hiro Sports Clinic

^{*5} Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kobe University

Key words: gymnasts, wrist flexibility, wrist joint disorder

[Abstract] The characteristics of junior gymnasts with an epiphyseal plate fracture of the distal radius were retrospectively reviewed. The data of 14 junior gymnasts (age: 13 ± 2 years, 27 limbs) collected from May 2022 to May 2023 were analyzed: wrist pain history, severity of distal radius epiphyseal plate fracture, dorsiflexion wrist flexibility, grip strength, and yearly changes in joint laxity test results. Their medical history was evaluated for pain lasting more than 1 week over 1 year. The gymnasts were classified into two groups based on the progression of pain severity. The results showed that pain severity progressed in 9 of the 27 limbs, of which 8 suffered from wrist pain. The group experiencing progressive pain severity also experienced a substantial reduction in wrist dorsiflexion flexibility.

These results suggest that the gymnasts experiencing progressive pain severity were more likely to experience pain and that wrist dorsiflexion flexibility was impacted.