

若年期のスポーツクライミング 選手における手指障害 —中指，環指 PIP 関節屈曲角度に着目して—

Finger disorders in young sports climbers
—focusing on the flexion angles of the middle and ring finger PIP joints—

樋口拓哉*^{1,5}, 石垣直輝*^{2,5}, 松田雅弘*³, 六角智之*^{4,5}

キー・ワード：sports climbing, finger injury, PIP joint

スポーツクライミング, 手指障害, 手指 PIP 関節

〔要旨〕 スポーツクライミング時のホールドの把持方法によって、手指の障害が誘発される可能性があるとの仮説を立て、中指，環指 PIP 関節の屈曲角度と手指障害との関係性について調査した。2016 年 4 月に千葉県で行われた千葉県ボルダリングユース選手権の出場者 52 名 104 手を対象とした。手指障害を有した例は 52 名中 18 名 (34.6%) であり、手指障害箇所は延べ 38 か所であった。手指障害の実態は、中指・環指で 76.3% を占め、PIP 関節で 42.1% であった。特に中指，環指 PIP 関節の屈曲角度が大きくなることが手指障害の原因になっている可能性があり、競技力が上がると難易度が高い課題に打ち込む回数が多くなるため、障害へつながることが考えられる。初心者より特に指導を受けずに PIP 関節を優位に屈曲することで PIP 関節障害の原因となると推測した。

緒言（はじめに）

スポーツクライミング(以下、クライミング)の競技は、ボルダリング、リードクライミング、スピードクライミングの 3 種目に分かれている¹⁾。クライミングは 2020 年東京オリンピックの正式種目に採択され、2010 年以降、飛躍的に競技人口は増え、特にボルダリングは趣味やエクササイズとして身近なスポーツとして定着している。日本国内の愛好家は推定 60 万人という報告もあり、世界では 81 の国と地域で推定 3,500 万人と報告されている。クライミングは、傾斜のある壁に取り付けられた突起物（以下、ホールド）を把持し、自

重を支えるため過大な負荷が上肢、特に手指にかかる²⁾。また過去には外傷・障害の実態調査を行い、手指を含めた上肢障害が多いと報告²⁾されている(図 1)。特に上肢の外傷・障害が半数 (51%) であり、手指に最も多くみられた (24%)²⁾。そのなかで、ボルダリングは短い距離の中で難易度を競うため、リードクライミングと比較して運動強度が高く、手指の障害も多いことが予想される。

手指にかかる負担に関して報告^{2-13,15-17)}は多いが、その原因分析に関しては十分でない。特に骨の発達過程のジュニア選手にとって、過度の手指屈曲が中節骨近位端核の圧壊により長径発育の抑制となっていると大森ら⁶⁾は報告している。また、PIP 関節の深い屈曲位でのホールドを保持することが骨端障害の原因につながる可能性について六角ら⁷⁾は啓発している。Schöffel ら⁸⁾は指の損傷のうち、滑車損傷が最も多いと報告し、クライミング中にホールドから足を滑らせ急激な負荷が滑車への損傷を誘発している可能性を述べた⁹⁾。

*1 タムス浦安病院

*2 船橋整形外科

*3 順天堂大学保健医療学部理学療法学科

*4 千葉市立青葉病院整形外科

*5 日本山岳・スポーツクライミング協会

Corresponding author：六角智之 (rokkaku@ja2.so-net.ne.jp)

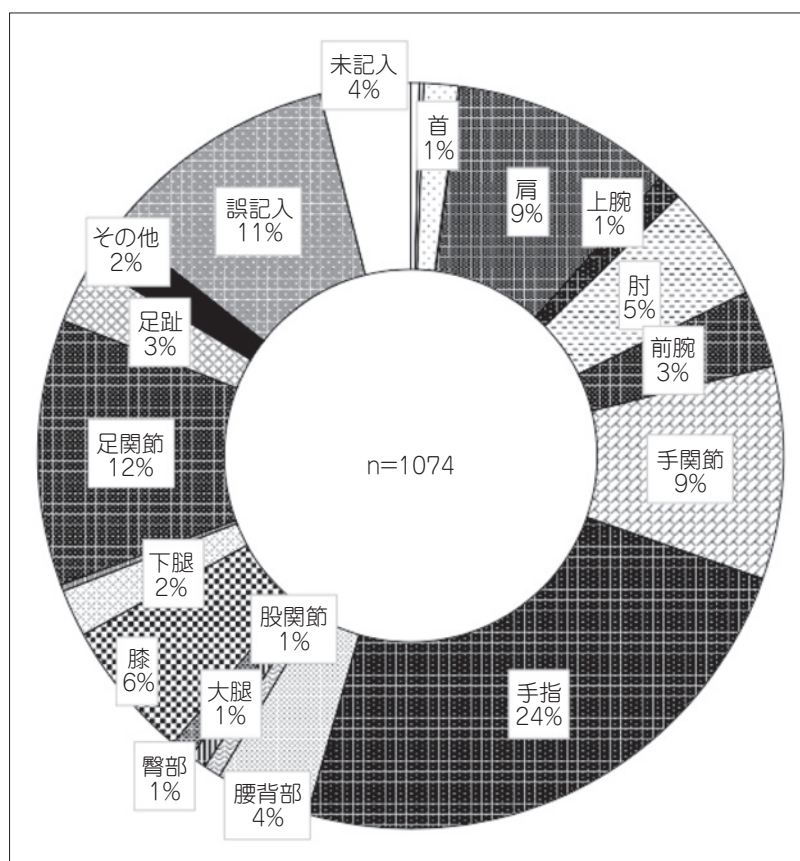


図1 障害部位別 (六角ら²⁾, 引用)

本研究は千葉県ボルダリングユース選手権に出場した選手を対象に、ホールドの把持方法によって、手指の障害が誘発されると仮説を立て、自己記入式アンケートとホールドを保持した中指、環指 PIP 関節の屈曲角度を測定し、手指障害との関係性について検討することを目的に調査を行った。

対象および方法

1. 対象者

手指撮影および自己記入式アンケートの調査は、2016年4月に千葉県で行われた千葉県ボルダリングユース選手権の出場者52名104手を対象とした。平均年齢は15.9歳、性別は男性29名、女性23名であった。身体的特徴は、平均身長162.2cm、平均体重51.9kg、平均競技歴43.2ヶ月であった。対象者には、対象者の保護・権利の優先、参加・中止の自由、研究内容、身体への影響などを文書にて説明し、同意が得られた者のみを対象に計測を行った。

2. 方法

自己記入式のアンケート内容は、年齢、性別、身長、体重、スポーツクライミングの競技歴、手指障害の有無、手指障害の部位とした。

手指撮影については、奥行き1.5cmのキャンパスボード(図2)に足を浮かせた状態で、自由に両手で把持し3秒間懸垂させ、側面から手指をデジタルカメラにて写真撮影した。その後、撮影した画像を二次元動作解析のフリーソフトであるImageJ (NIH社製)を使用して、関節可動域を日本整形外科学会の測定法に準じ、基本軸を中指、環指の基節骨上側皮膚面、移動軸を中指、環指の中節骨上側皮膚面とし、PIP関節の屈曲角度を計測した(図3)。角度の測定者は理学療法士の免許を有する1名とし、対象者がわからないようにブラインドをして行った。

3. 調査項目と統計解析法

アンケートの各項目を記述統計にてまとめ、中指、環指 PIP 関節屈曲角度について、障害の有り群と無し群の二群に分けて比較した。統計解析は、アンケートの各項目について、二標本t検定を

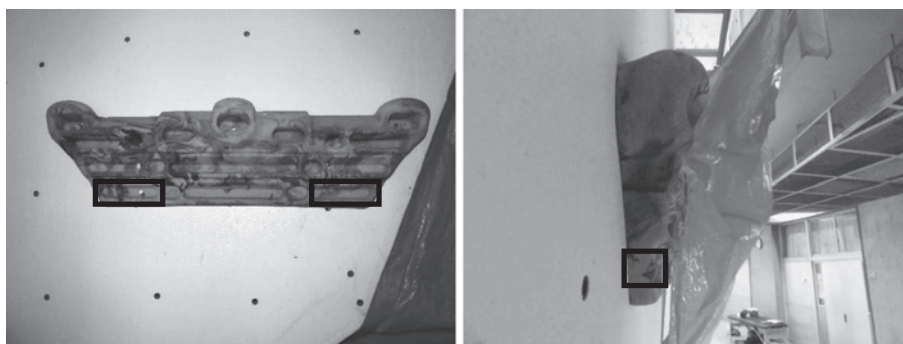


図2 キャンパスボード (Metolius. シミュレーター CNC)
四角の部分を持

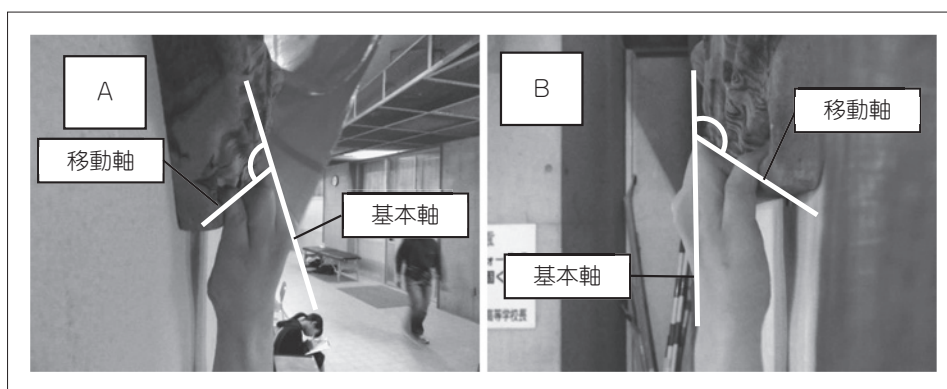


図3 PIP 関節屈曲角度測定 (A: 中指, B: 環指)
基本軸を基節骨上側皮膚面, 移動軸を中節骨上側皮膚面とした

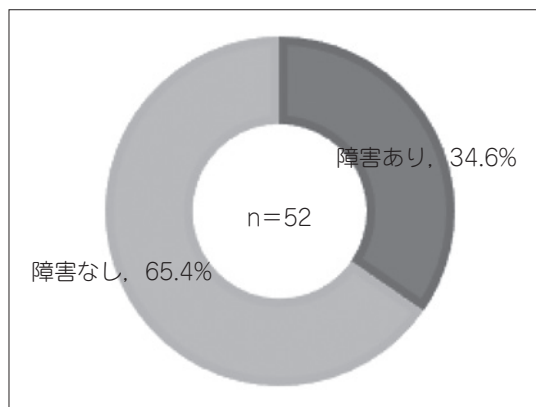


図4 手指障害の有無 (n=52)

行った。また障害の有り群と無し群の二群に分け中指, 環指 PIP 関節屈曲 90° 以上と以下にて χ^2 検定を行い, その後中指, 環指 PIP 関節屈曲を 90° 以上に限定し, 各項目について, 二標本 t 検定を行った。有意水準は 5% にした。統計解析ソフトは IBM SPSS Statistics version 24.0 (IBM 社製) を用いた。

結 果

対象の 52 名中, 障害を有する例は 18 名 (34.6%) であり, 手指障害箇所は延べ 38 か所であった (図 4)。障害の内訳は, 母指 3 指, 示指 0 指, 中指 17 指, 環指 12 指, 小指 2 指, 手関節 4 手であり, 中指・環指が 29 例 (76.3%) と最も多かった。関節別は, MP 関節 6 関節, PIP 関節 16 関節, DIP 関節 8 関節, 手関節 4 関節, その他 4 関節となり PIP 関節が 16 関節 (42.1%) と最も多かった (表 1)。

アンケートより障害有り群と無し群で各項目, 関節可動域の平均値の差に有意差はなかった (表 2)。次に, 障害の有り群と無し群の二群に分け中指, 環指 PIP 関節屈曲 90° 以上と以下にて χ^2 検定を実施, それぞれで有意差はみられなかった (中指 PIP 関節: $\chi^2=0.677, p=0.414$, 環指 PIP 関節: $\chi^2=0.122, p=0.722$)。今回の標本数において検出できる差は認められなかったが, ホールドを保持した際に手指が過度に屈曲した特徴的な姿勢による

表 1 手指・関節別障害内訳
中指・環指で 76.3%，PIP 関節で 42.1% であった

手指別障害内訳	件数	割合	関節別障害内訳	件数	割合
母指	3	7.9%	MP 関節	6	15.8%
示指	0	0.0%	PIP 関節	16	42.1%
中指	17	44.7%	DIP 関節	8	21.1%
環指	12	31.6%	その他関節	8	21.1%
小指	2	5.3%			
手首	4	10.5%			

表 2 アンケート各項目と障害有無の結果
(平均値±標準偏差, t 検定*: p<0.05)

	障害有り群 (n=18)	障害無し群 (n=34)	p 値
性別	男性 (12 名) 女性 (6 名)	男性 (17 名) 女性 (17 名)	—
年齢 (歳)	16.7±2.0	16.1±2.3	0.401
身長 (cm)	163.9±8.7	161.4±9.8	0.382
体重 (kg)	53.3±8.5	51.2±7.8	0.405
BMI (kg/m ²)	19.7±2.0	19.6±1.6	0.752
競技歴 (ヶ月)	49.2±44.2	39.9±36.6	0.400
平均中指角度 (°)	85.3±14.3	80.3±19.5	0.268
平均環指角度 (°)	84.3±25.9	75.0±34.9	0.468

障害が多いため、中指、環指 PIP 関節屈曲を 90° 以上に限定し、それぞれの関節で障害有り群と無し群の二群に分けた。中指 PIP 関節屈曲 90° 以上では、年齢 (p=0.019) と競技歴 (p=0.018) に有意差がみられ、環指 PIP 関節屈曲 90° 以上では年齢 (p=0.041) と競技歴 (p=0.041) に有意差がみられた (表 3)。

■ 考 察

クライミングは東京オリンピックに採択され、クライミング愛好家、競技者は 2011 年以降増加し、それに伴い国内では屋内クライミングで障害件数が増えていると報告されている¹⁰⁾。一方、大会も多く開催されているが、2005 年以降の国際大会では医療体制が整い、競技中の外傷が減少しているとの報告があり^{11,12)}、その後の障害の重症度も低いと報告されている¹²⁾。日本クライミング医科学研究会は全国アンケート調査を実施し、手指を含めた上肢障害が多く^{2,10)}、障害のリスクファクターとメカニズムの解明、予防に対する開発が必要であると啓発してきた。本研究の結果から先行研究^{2,10)}で報告されているように手指、手関節障害割合は 34.6% とほぼ同じ値を表した。しかし、手指

障害が多い原因を分析した研究は未だに少ない。

本研究から受傷している手指は中指、環指の二指で最も多い結果となった。この二指は、手指の中でも長い指であり、把持しにくいホールドに対し、DIP 関節を過伸展、PIP 関節を過屈曲する特徴的な姿勢を取りやすい傾向がある。特に中指は浅指屈筋 (flexor digitorum superficialis muscle; 以下、FDS) と深指屈筋 (flexor digitorum profundus muscle; 以下、FDP) の筋腹が最も大きい¹³⁾ と報告され、FDP は示指以外の指を分離した収縮が困難であるとされ、それに比べ FDS は分離した収縮が可能とされている¹⁴⁾。また、FDP は一般的に弱く、トレーニングを重ねなければ強力な収縮力を発揮できない¹⁵⁾ と述べている。Vigouroux ら^{16,17)} は、ホールドを把持した姿勢が FDS と FDP の腱張力を高め、手指のなかでも中指で最も腱張力が高まり、A2 及び A4 プーリーへのストレスが損傷につながる可能性について報告している¹⁶⁾。さらに、PIP 関節の屈曲角度によって FDS と FDP の腱張力で変化がある結果を報告している¹⁷⁾。そのため、筋力的や技術的に未熟な初心者がぶら下がり姿勢を取る際に、中指、環指 PIP 関節を優位に屈曲させた姿勢をとることで、FDS を優位に発揮

表 3-1 中指 PIP 関節屈曲 90 度以上に限定し各項目と障害有無の結果
(平均値±標準偏差, t 検定*: p<0.05)

	障害有り群 (n=8)	障害無し群 (n=14)	p 値
年齢 (歳)	16.4±0.7	17.6±1.6	0.019*
身長 (cm)	164.0±8.2	165.9±6.4	0.586
体重 (kg)	53.3±4.5	53.4±4.5	0.965
BMI (kg/m ²)	19.8±1.6	19.4±1.1	0.485
競技歴 (ヶ月)	20.4±16.1	63.1±59.3	0.018*

表 3-2 環指 PIP 関節屈曲 90 度以上に限定し各項目と障害有無の結果
(平均値±標準偏差, t 検定*: p<0.05)

	障害有り群 (n=6)	障害無し群 (n=13)	p 値
年齢 (歳)	16.3±0.6	17.5±1.8	0.041*
身長 (cm)	163.2±7.9	165.3±7.5	0.592
体重 (kg)	53.9±5.4	53.3±5.1	0.824
BMI (kg/m ²)	20.3±1.7	19.5±1.2	0.336
競技歴 (ヶ月)	20.9±16.6	62.2±65.0	0.041*

している可能性が高いと考えられる。しかし、障害の有り群と無し群の二群に分け中指、環指 PIP 関節屈曲 90° 以上と以下に分けた統計では標本数において検出できる差が認められなかった。この特徴的な姿勢による手指変形の報告⁴⁾が多いため、中指、環指の PIP 関節 90° 以上に分類し統計処理を行った。結果より、この特徴的な手指の姿勢によって生じる受傷は、若年者で競技歴が短い選手に多くなることが示唆された。競技歴の短い若年者が競技力を上げることで、難易度の高い課題に取り込むことや、練習時間が長くなり、受傷機会や手指へのメカニカルストレスが蓄積されやすいたことが考えられる。

また、初心者からホルドの保持方法やケア方法を指導されていないことも指摘されており²⁾、慢性的なメカニカルストレスが手指に加わり、関節可動域制限となり障害に発展している可能性が考えられた。PIP 関節屈曲を 90° を境に、力学的負荷が高まり関節、骨、軟部組織に過剰なストレスとなると推測される。

研究の限界として、今回ジュニアチームの大会で選手に限定し、かつ計測方法も ImageJ を用いた方法に限定されていた。そのため、全てのクライマーに限っての検討にならなかった。しかし、この点を踏まえ、クライマーの障害のメカニズムを把握したなかで、予防的な取り組みが重要と示唆している。また、スポーツクライミングは単一

種目を専門とした選手が少なく、リード、ボルダリング、スピードのいずれかにより発生した障害と判断することが困難であった。

■ 結語 (まとめ)

今回、若年クライマーに対してアンケート、手指関節を写真撮影した。クライマーの内 34.6% が手指障害を有し、特徴的な手指の形での受傷は競技歴が短く、年齢が低いほど多いことが示唆された。競技力が上がるほど難易度の高い課題に取り込むことで、受傷機会や手指へのメカニカルストレスが継続的に蓄積され、関節、骨や軟部組織への過負荷となっていることが考えられた。

謝 辞

本研究においてご協力いただきました選手ならびに、データ収集に際してご尽力いただきました大会運営スタッフの皆様、千葉市立青葉病院の六角智之先生にこの場をお借りして深謝致します。

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) 国際スポーツクライミング連盟. INTERNATIONAL FEDERATION OF SPORT CLIMBING RULES: 2020. 入手先: <https://www.ifsc-climbing.org/index.php/world-competition/rules>.

- 2) 六角智之, 加藤勝之, 富澤隆一郎. スポーツクライミングによるスポーツ外傷・障害の実態調査. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2019; 27: 525-531.
- 3) 岡 光徳, 秀島聖尚, 小松 智. ジュニアクライミング選手における手指・手関節の特徴～ROM と骨形態～. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2019; 27: 229-234.
- 4) 西谷善子, 小西由里子. クライマーにおける手指の変形について. 登山医学. 2006; 26: 69-74.
- 5) Timothy P. The Flexor Tendon Pulley System and Rock Climbing. *J Hand Microsurg.* 2012; 4: 25-29. doi: 10.1007/s12593-012-0061-3.
- 6) 大森薫雄, 角田 元. クライマーのスポーツ障害を防ぐ. 登山医学. 2005; 25: 41-45.
- 7) 六角智之, 山口俊之, 河野元昭. 若年スポーツクライマーに発生した手指中節骨骨端損傷. 日手会誌. 2013; 29: 434-436.
- 8) Schöffl V, Hochholzer T, Winkelmann HP, et al. Pulley Injuries in Rock Climbers. *Wilderness and Environmental Medicine.* 2003; 14: 94-100.
- 9) Schweizer A. Biomechanical properties of the crimp grip position in rock climbers. *J Biomech.* 2001; 34: 217-223.
- 10) 富澤隆一郎, 六角智之. クライミング環境の増加が受傷様態に及ぼす影響. *スポーツ産業学研究.* 2019; 29: 79-89.
- 11) Schöffl V, Burtscher E, Coscia F. INJURIES AND MEDICAL INCIDENCES DURING THE IFSC 2012 CLIMBING WORLD CUP SERIES. *Medicina Sportiva.* 2003; 17: 168-170. doi: 10.5604/17342260.1081272.
- 12) Schöffl V, Kuepper T. Injuries at the 2005 World Championships in Rock Climbing. *Wilderness and Environmental Medicine.* 2006; 17: 187-190.
- 13) 埴 順司. クライマーの手指における可動域制限—原因の追求と予防法—. *日本臨床スポーツ医学.* 2013; 30: 677-684.
- 14) 上羽康夫. 深部解剖学. 手その機能と解剖. 第6版. 東京: 金芳堂; 153-211, 2006.
- 15) 菊池敏之. In: 前之園多幸, 六角智之(監修). *クライマーズコンディショニングブック.* 第一版. 東京: 山と溪谷社; 139-152, 2019.
- 16) Laurent V, Franck Q, Florent P, et al. Middle and ring fingers are more exposed to pulley rupture than index and little during sport-climbing: A biomechanical explanation. *Clinical Biomechanics.* 2008; 23: 562-570. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2007.12.009.
- 17) Laurent V, Franck Q, Annick V, et al. Estimation of finger muscle tendon tensions and pulley forces during specific sport-climbing grip techniques. *Journal of Biomechanics.* 2006; 39: 2583-2592. doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.08.027.

(受付: 2021年3月22日, 受理: 2022年6月2日)

Finger disorders in young sports climbers —focusing on the flexion angles of the middle and ring finger PIP joints—

Higuchi, T^{*1,5}, Ishigaki, N^{*2,5}, Matsuda, T^{*3}, Rokkaku, T^{*4,5}

*1 Urayasu Hospital of Towakai Universal Medical Service

*2 Funabashi Orthopedic Hospital

*3 Department of Physical Therapy, Faculty of Health Sciences, Juntendo University

*4 Department of Orthopedic Surgery, Chiba Aoba Municipal Hospital

*5 Japan Mountaineering and Sport Climbing Association

Key words: sports climbing, finger injury, PIP joint

[Abstract] Finger injuries may be caused by the way a hold is grasped during sports climbing. We investigated the relationship between the flexion angle of the proximal interphalangeal (PIP) joints of the middle and ring finger and finger disorders. The subjects were 104 hands of 52 contestants in the Chiba Prefecture Bouldering Youth Championship in April 2016. Eighteen contestants (34.6%) suffered hand injuries at a total of 38 locations including 76.3% of the middle and ring fingers and 42.1% of the PIP joints. It is possible that finger disorders are caused by a greater degree of flexion of the middle and ring finger PIP joints as competition increases and the number of difficult tasks, including obstacles, increases.

It is suggested that PIP joint failure is caused by hyper flexing of the PIP joints or forcing the joints to bend too far sideways due inadequate instructions to beginner climbers.