

# 小学生男子サッカー選手における Sever 病の危険因子：前向きコホート研究

原 著

Risk factors for Sever's disease in elementary school male soccer players: a prospective cohort study

本間勇伎\*1, 坂模 航\*1, 筒井俊春\*2, 鳥居 俊\*2

キー・ワード：apophysitis, calcaneus, growth period  
骨端症, 踵骨, 発育期

〔要旨〕 (目的) 小学生男子サッカー選手における Sever 病の危険因子を明らかにすること。

(方法) 8-12 歳の男子サッカー選手 80 名を対象とした。整形外科医が自発痛の有無と圧痛部位を確認し、Sever 病の診断をした。測定項目は基本情報に加え、膝伸展位/屈曲位の足関節背屈可動域とし、背屈可動域は左右の平均値を代表値とした。ベースライン測定から 1 年後に Sever 病の有無を確認し発症群、非発症群に群分けした。各測定項目の 2 群間比較には、対応のない t 検定または Mann-Whitney の U 検定を用いた。その後 2 群間比較で  $P < 0.25$  の変数を説明変数とするロジスティック回帰分析にて、発症に関連する危険因子を検討した。

(結果) 36 名が解析対象となり、うち 11 名が発症群に該当した。年齢、身長、体重、膝屈曲位の背屈可動域は 2 群間に有意差はなかった。膝伸展位の背屈可動域は発症群が非発症群よりも有意に大きく ( $P = 0.008$ )、発症に関連する危険因子として抽出された (オッズ比：1.193, 95%CI：1.038-1.370)。

(考察) 発症の危険因子に、背屈可動域が大きいことが抽出された。先行研究では、発症者の特徴として背屈可動域制限が報告されている。しかし本研究より、背屈可動性が高いことで、アキレス腱および足底腱膜の張力による踵骨骨端核への圧迫力が高まり、発症する可能性が示唆された。

## 緒 言

Sever 病は発育期に発生する骨端症の一つであり、踵部痛を特徴とする。海外の報告において、男子では 7-15 歳の間に、女子では 5-13 歳の間に発生し、特に 10-12 歳の活動的な男子に発生しやすい骨端症であると言われている<sup>1)</sup>。Sever 病の発生率は、小児における筋骨格系損傷のうち 2-16% と報告されている<sup>1)</sup>。また、Sever 病発症者のうち、29% がサッカーに参加しており最も多く、続いてバスケットボール、体操、陸上競技の順で発症者が多いと報告されている<sup>2)</sup>。そのため、Sever 病は小学校中学年および高学年の男子サッカー選手に

好発する骨端症であると考えられる。

Sever 病の疼痛部位である踵骨骨端核は、下腿三頭筋の遠位腱であるアキレス腱の付着部であると同時に、足底腱膜の付着部でもある。これらアキレス腱および足底腱膜は、踵骨上で解剖学的に連結していることが明らかとなっている<sup>3-5)</sup>。以上の解剖学的特徴より、Sever 病はアキレス腱および足底腱膜による牽引力や圧迫力が、踵骨骨端核に繰り返し加わることで発症すると考えられている<sup>1)</sup>。先行研究において、Sever 病発症者は非発症者よりも、足関節背屈可動域が小さいことが報告されている<sup>6,7)</sup>。すなわち、足関節背屈可動域が小さいことが、Sever 病発症に関連していると考えられているが、これらの報告は横断研究に留まる。それ故、足関節背屈可動域が小さいことにより Sever 病を発症したのか、或いは Sever 病発症により足関節背屈可動域が減少したのか不明であ

\*1 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

\*2 早稲田大学スポーツ科学学術院

Corresponding author：鳥居 俊 (shunto@waseda.jp)



図1 膝関節完全伸展位における足関節背屈可動域の測定

る。

そこで本研究は前向きコホート調査にて、小学生男子サッカー選手における Sever 病の危険因子を明らかにすることを目的とした。なお、危険因子として足関節背屈可動域を調査した。先行研究を踏まえて<sup>6,7)</sup>、足関節背屈可動域が小さいことが、Sever 病発症の危険因子になると仮説を立てた。

## 方法

### 1. 対象

地域サッカークラブに所属する男子選手 80 名 (年齢：10.5±1.1 歳，身長：138.4±8.0cm，体重：33.8±7.1kg) を対象とした。Sever 病は成長期サッカー選手において小学 4, 5 年生で高い発生率を示すことから<sup>8)</sup>，対象の学年は小学 3 年生から 6 年生とした。なお，対象のサッカー選手は人工芝のグラウンドで，週に 3 回，1 日当たり約 1 時間半の練習に参加していた。対象者は全員未成年であるため，事前に保護者にも研究の目的や方法を十分に説明し，同意を得たうえで測定を行った。なお，本研究は早稲田大学「人を対象とする研究に関する倫理審査委員会」の承認を得て実施した (承認番号：2021-218)。

### 2. 研究デザイン

対象の集団に対して 1 年間の前向きコホート調査を実施した。ベースライン時において，身長・体重および足関節可動域の測定，Sever 病の診断を行った。また，ベースライン測定から 1 年後に再度，Sever 病の診断を行った。1 年間の追跡が出来なかったもの，ベースライン時に Sever 病を発症していたものを除外基準とした。ベースラインから 1 年後のメディカルチェックにおける Sever 病の有無により，発症群または非発症群に群分けした。

### 3. 測定方法

Sever 病の診断基準は先行研究に倣い<sup>8)</sup>，自発痛の有無と圧痛部位を確認し，Sever 病と診断した。なお，Sever 病の診断は熟練した整形外科医 1 名が実施した。

足関節背屈可動域は，膝関節完全伸展位および 90 度屈曲位の 2 肢位にて測定した。膝関節完全伸展位の足関節背屈可動域 (以下：伸展位/背屈可動域) は，仰臥位にて対象者の足関節を検者が最大背屈させ，最初に筋の抵抗感が感じられた際の，地面に対する垂線と第 5 中足骨がなす角度とした (図 1)。また，膝関節 90 度屈曲位の足関節背屈可動域 (以下：屈曲位/背屈可動域) は，腹臥位にて対象者の足関節を検者が最大背屈させ，最初に筋の抵抗感が感じられた際の，地面に対する平行線と第 5 中足骨がなす角度とした (図 2)。伸展位および屈曲位/背屈可動域はともに，左右の平均値を代表値として解析に用いた。

### 4. 統計処理

ベースライン時における年齢，身長，体重，伸展位および屈曲位/背屈可動域を解析に用いた。全てのデータは平均値±標準偏差で示した。統計解析ソフトウェア (SPSS Statistics 28, IBM, Japan) を用いて，統計処理を行った。Shapiro-Wilk 検定を用いて正規性の検定を行い，発症群と非発症群間の比較において，データの正規性が確認された場合には対応のない t 検定を，確認されなかった場合には Mann-Whitney の U 検定を用いた。加えて，ロジスティック回帰分析を用いて，Sever 病発症に関連する危険因子の検討を行った。ロジスティック回帰分析では，Sever 病の有無を目的変数とし，対応のない t 検定もしくは Mann-Whitney の U 検定で  $P < 0.25$  の変数を説明変数とした。統計学的有意水準はいずれも 5% 未満とした。



図2 膝関節90度屈曲位における足関節背屈可動域の測定

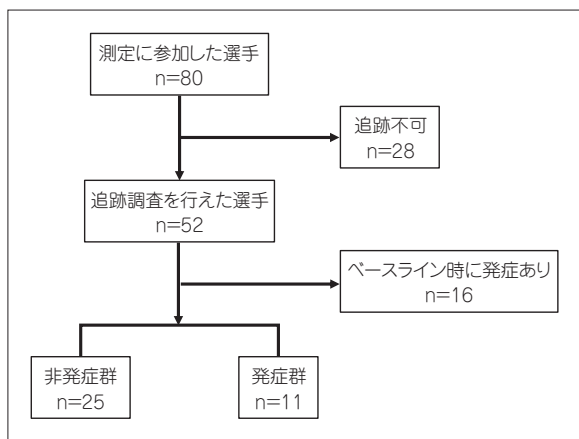


図3 フローチャート

## 結 果

測定実施者80名のうち、28名が追跡不可、16名がベースライン測定時にSever病を発症していたため、解析から除外された。解析対象36名のうち、11名が発症群に該当した(図3)。発症群と非発症群それぞれの年齢、身長、体重、伸展位および屈曲位/背屈可動域の結果を表1に示す。加えて、非正規分布を示した身長、体重に関しては、中央値および四分位範囲を図4に示す。年齢、身長、体重の基本情報および屈曲位/背屈可動域に関して、2群間に有意差は認められなかった。伸展位/背屈可動域は、発症群の方が非発症群より有意に高値を示した(P=0.008)。また、ロジスティック回帰分析の結果より、Sever病発症の危険因子として、伸展位/背屈可動域が大きいことが抽出された(表2;オッズ比:1.193,95%CI:1.038-1.370)。

## 考 察

本研究は小学生男子サッカー選手を対象に、1年間の前向きコホート調査にて、Sever病の危険

因子を明らかにすることを目的とした。本研究の結果より、発症群は非発症群よりベースライン時における伸展位/背屈可動域が大きいことが発症の危険因子として抽出された。これらの結果は、我々の仮説や先行研究<sup>6,7)</sup>と正反対であった。

小学生男子サッカー選手36名を対象とした1年間の観察期間で、11名にSever病が発生した(発生率:30.6%)。先行研究では、小児の筋骨格系損傷のうちSever病の発生率は2-16%であると報告されており<sup>1)</sup>、本研究における発生率は先行研究より高かった。我々の調査ではSever病の好発年齢に合わせ<sup>8)</sup>、対象の学年を小学3年生から6年生とした。しかしながら、Sever病の発生率を報告した先行研究では、対象の年齢を7-16歳や<sup>9)</sup>、9-15歳<sup>10)</sup>に設定しており、我々の調査より高年齢の集団を対象としていた。本研究では、好発年齢に当たる集団のみを調査対象としていたため、先行研究より高い発生率になったと考えられる。

本研究より、伸展位/背屈可動域が大きいことが、Sever病の危険因子であると明らかになった。先行研究ではSever病発症者の特徴から、足関節背屈可動域が小さいことがSever病発症に関連していると考えられており<sup>6,7)</sup>、本結果と反する報告がされている。先行研究<sup>6,7)</sup>では、Silfverskiold Testを用いて、仰臥位かつ膝関節完全伸展位および仰臥位かつ膝関節90度屈曲位における足関節背屈可動域を調査した。なかでもBecerro-de-Bengoa-Vallejoら<sup>6)</sup>は横断研究にて、伸展位および屈曲位/背屈可動域の合計値が、Sever病発症群で $6.9 \pm 1.0^\circ$ 、非発症群で $17.7 \pm 2.0^\circ$ であると報告している。本結果にて同様の算出法を用いると、ベースライン時の測定値において発症群で $51.4 \pm 12.1^\circ$ 、非発症群で $39.8 \pm 9.1^\circ$ となる。本研究の対象はSever病の有無に関わらず、Becerro-de-Bengoa-Vallejoら<sup>6)</sup>が調査した対象より足関節背

表 1 基本情報，伸展位および屈曲位/背屈可動域

年齢，伸展位および屈曲位/背屈可動域では，2 群間比較に対応のない t 検定を用いた．身長，体重では，2 群間比較に Mann-Whitney の U 検定を用いた．\*P<0.05

	非発症群 (n=25)		発症群 (n=11)		P 値
	Mean ± SD	95%CI	Mean ± SD	95%CI	
年齢 (歳)	10.4 ± 1.1	9.9-10.8	9.8 ± 0.9	9.2-10.5	0.171
身長 (cm)	139.4 ± 8.5	135.8-143.0	136.1 ± 5.3	132.3-139.8	0.207
体重 (kg)	35.0 ± 8.6	31.4-38.6	33.1 ± 6.7	28.4-37.8	0.588
足関節背屈可動域 (°)					
伸展位	12.8 ± 6.3	10.2-15.4	20.3 ± 6.8	15.5-25.1	0.008*
屈曲位	27.0 ± 5.5	24.7-29.4	31.1 ± 6.5	26.6-35.7	0.098

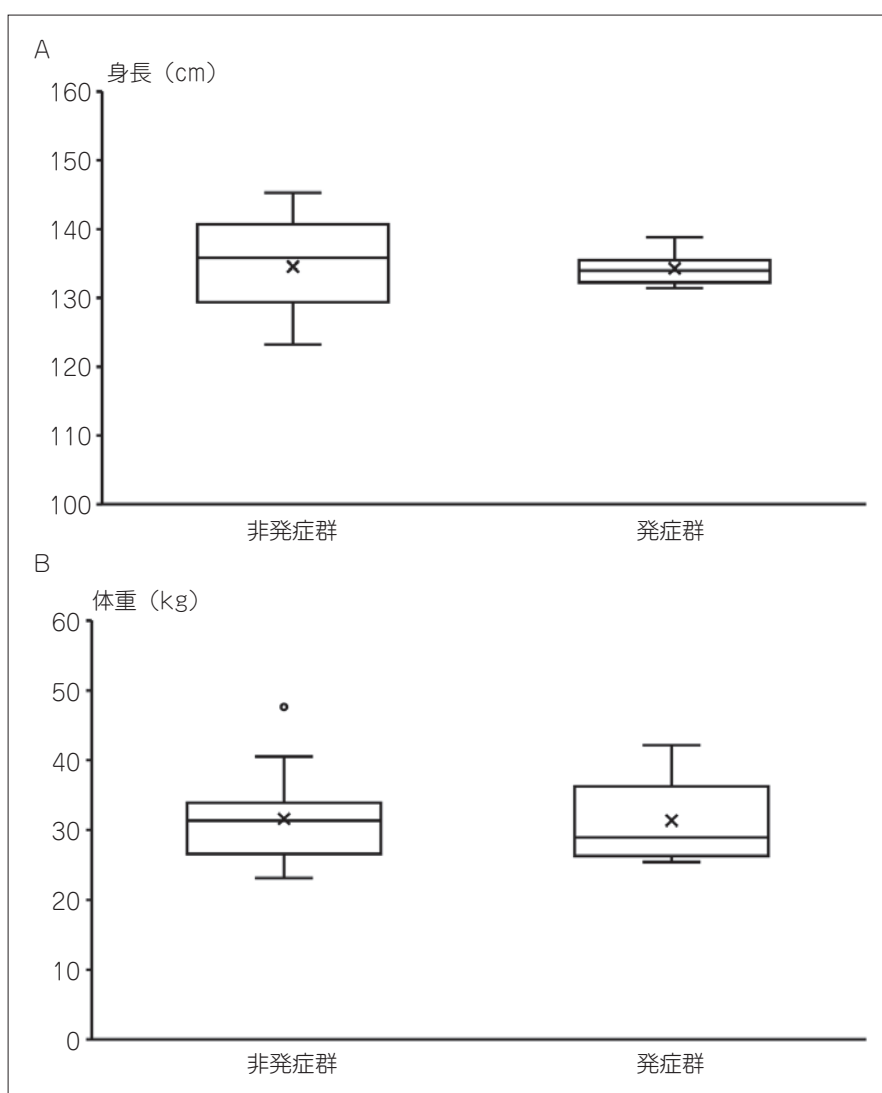


図 4 身長 (A) および体重 (B) の 2 群間比較

表 2 ロジスティック回帰分析

	オッズ比	95%CI	P 値
伸展位/背屈可動域 (°)	1.193	1.038-1.370	0.013



屈可動域が大きいと言える。それ故、Sever 病の有無に関わらず足関節背屈可動域は、人種間に差がある可能性が考えられる。また、関節角度—筋張力関係から、膝関節完全伸展位における等速性足関節底屈筋力では、筋力発揮時の足関節がより背屈位になると、底屈モーメントが増加することが明らかとなっている<sup>11)</sup>。伸展位/背屈可動域が大きいことにより、発症群は非発症群より足関節底屈モーメントが高い可能性が考えられる。以上のことから、足関節背屈可動性が高いことで、アキレス腱を介した下腿三頭筋張力による踵骨骨端核への牽引力が高まると同時に、アキレス腱および足底腱膜の張力による踵骨骨端核への圧迫力が高まり、Sever 病を引き起こす可能性が示唆された。また、これまでの横断研究<sup>6,7)</sup>と異なり、足関節背屈可動性が高いことが Sever 病の危険因子であるという点を考えると、足関節背屈可動域は Sever 病発症後に小さくなる可能性も示唆される。

本研究の限界は3点挙げられる。1点目に、1年間の追跡を行えなかったものが28名おり、全体の約35%を占めた点が挙げられる。しかしながら、本研究は対象人数が少ないものの、前向きコホート調査にて Sever 病の危険因子を明らかにした最初の報告である。2点目に、足関節背屈可動域の測定に誤差が生じていた可能性が挙げられる。本研究では、2回の測定において検者内信頼性を検討できていない。加えて、測定前日のスポーツ参加を制限できていないため、対象のコンディションによって足関節背屈可動域が異なると考えられる。3点目に、対象の発育年齢が不明な点が挙げられる。一般的に骨端症は、骨長の発育が筋の発育より早い時期に急激に進み、相対的に筋タイトネスが高まることで発症要因の一つであると考えられている。実際に、日本人男子中学生を対象とした先行研究では、骨長、除脂肪量、骨量の順で最大増加時期が訪れることが明らかとなっている<sup>12)</sup>。また、本研究で用いた伸展位/背屈可動域は、腓腹筋のタイトネスを反映している可能性がある。本研究の対象では、2群間の年齢に有意差は認められなかったが、伸展位/背屈可動域が大きい(腓腹筋のタイトネスが低い)ことから、発症群は非発症群よりも発育年齢が低かった可能性が考えられる。そのため、今後は対象の身長歴から最大身長増加年齢(PHVA)を算出し、発育年齢を考慮することで、より正確に Sever 病の危険因子を明

らかにすることが出来る。

## 結 論

小学生男子サッカー選手を対象とする1年間の前向きコホート調査から、膝関節完全伸展位の足関節背屈可動域が大きいことが、Sever 病の危険因子であることが明らかとなった。

### 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) Scharbillig RW, Jones S, Scutter SD. Sever's Disease: What Does the Literature Really Tell Us? *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2008; 98: 212-223 doi: 10.7547/0980212.
- 2) Micheli LJ, Lloyd Ireland M. Prevention and Management of Calcaneal Apophysitis in Children: An Overuse Syndrome. *Journal of Pediatric Orthopedics*. 1987; 7: 34-38 doi: 10.1097/01241398-198701000-00007.
- 3) Singh A, Zwirner J, Templer F, et al. On the morphological relations of the Achilles tendon and plantar fascia via the calcaneus: a cadaveric study. *Scientific Reports*. 2021; 11: 5986 doi: 10.1038/s41598-021-85251-0.
- 4) Stecco C, Corradin M, Macchi V, et al. Plantar fascia anatomy and its relationship with Achilles tendon and paratenon. *Journal of Anatomy*. 2013; 223: 665-676 doi: 10.1111/joa.12111.
- 5) Zwirner J, Zhang M, Ondruschka B, et al. An ossifying bridge—on the structural continuity between the Achilles tendon and the plantar fascia. *Scientific Reports*. 2020; 10: 14523 doi: 10.1038/s41598-020-71316-z.
- 6) Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME, Rodriguez-Sanz D. Static and Dynamic Plantar Pressures in Children With and Without Sever Disease: A Case-Control Study. *Physical Therapy*. 2014; 94: 818-826 doi: 10.2522/ptj.20120164.
- 7) Rodríguez-Sanz D, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, López-López D, et al. Slow velocity of the center of pressure and high heel pressures may increase the risk of Sever's disease: a case-control study. *BMC Pediatrics*. 2018; 18: 357 doi: 10.1186/s12887-018-131

- 8-1. 12: 4-10 doi: 10.1136/bjsm.12.1.4.
- 8) 鳥居 俊. 小・中学生男子サッカー選手における Sever 病の有病率. 日本小児整形外科学会雑誌. 2018; 27: 331-333.
- 9) Kvist MH, Heinonen OJ. Calcaneal apophysitis (Sever's disease) - a common cause of heel pain in young athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 1991; 1: 235-238 doi: 10.1111/1/j.1600-0838.1991.tb00303.x.
- 10) Orava S, Puranen J. Exertion injuries in adolescent athletes. *British Journal of Sports Medicine*. 1978; 11) Gravel D, Richards CL, Fillion M. Angle dependency in strength measurements of the ankle plantar flexors. *European Journal of Applied Physiology*. 1990; 61: 182-187 doi: 10.1007/BF00357596.
- 12) 鳥居 俊, 岩沼聡一郎, 飯塚哲司. 日本人健康男子中学生における身長, 除脂肪量, 骨量の最大増加時期. *発育発達研究*. 2016; 70: 11-16.
- 
- (受付：2022年11月2日, 受理：2023年1月4日)

## Risk factors for Sever's disease in elementary school male soccer players: a prospective cohort study

Honma, Y<sup>\*1</sup>, Sakamaki, W<sup>\*1</sup>, Tsutsui, T<sup>\*2</sup>, Torii, S<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

<sup>\*2</sup> Faculty of Sport Sciences, Waseda University

**Key words:** apophysitis, calcaneus, growth period

**[Abstract]** The aim of this study was to clarify the risk factors for Sever's disease. Eighty male soccer players aged 8-12 years were included in this study. Data were collected on age, height, body mass, the ankle dorsiflexion range of motion (ROM) with the knee fully extended and 90 degrees flexed, and onset of Sever's disease. One year after the baseline measurement, an orthopedist diagnosed Sever's disease, and participants were divided into 2 groups: a Sever's disease group and a healthy group. All data were compared between the groups with t-test or Mann-Whitney's U test. We analyzed the risk factors for Sever's disease with logistic regression analysis using variables with  $P < 0.25$  for between-group comparison as explanatory variables. Thirty-six participants were included in the analysis, 11 of whom were in the Sever's group. There were no significant differences between the groups in age, height, body mass, and ankle dorsiflexion ROM with the knee flexed. The ankle dorsiflexion ROM with the knee extended was significantly higher in the Sever's disease group ( $P=0.008$ ), and was a risk factor for Sever's disease (Odds ratio: 1.193, 95%CI: 1.038-1.370). It was revealed that a larger ankle dorsiflexion ROM is a risk factor for Sever's disease.