

原著論文

発育期の足関節内返し捻挫と回外足の関連について

木村直明 久米信好

A clinical relationship between an ankle inversion sprain in the growth period and pes supinatus

Naoaki KIMURA and Nobuyoshi KUME

Graduate School of Health Science of Tokyo Ariake University of Medical and Science

Abstract : Ankle inversion sprain is a frequent injury in sports and everyday life. Many studies on sprains report several inducing factors. However, sprain onset mechanisms have not been elucidated. It is also reported that an inversion sprain in the growth period often causes an avulsion fracture in the fibular adhesion area of the anterior talofibular ligament.

This study aimed to clarify the causes of inversion sprains. We investigated the image observation of research subjects using an ultrasonic image processing (SDU-450XL, SHIMADZU). Additionally, we analyzed the relationship of the following three points related to the images observation : 1. Answers to the medical interviews of the subjects, 2. Palpating the affected part 3. Lateral stability test. Furthermore, we examined the relationship between the inversion sprain of the subjects and their pes supinatus to check whether the rear foot abnormality aligned. Then, we measured two angles using digital goniometer (Shinwa) to determine whether the pes supinatus was involved in the sprain. One angle is the calcaneal eversion angle of the subjects in Resting Calcaneal Stance Position (RCSP) ; the other is the asymmetrical wearing angle of the shoes that the subjects wore at the time of injury.

The subjects were 26 junior high school students (average age ; 10.35 ± 1.94 years) who visited the judo therapy clinic for inversion sprains. In RCSP, the angle ($4.44 \pm 2.11^\circ$) of the diseased part supinated significantly in comparison to that ($2.67 \pm 2.92^\circ$) of the unaffected part. The asymmetrical wearing angle ($5.20 \pm 3.24^\circ$) of the shoes in the affected part showed a significant difference compared to that ($3.84 \pm 3.70^\circ$) in the unaffected part. Regarding pes supinatus and the asymmetrical wearing angle of the shoes, a positive correlation was observed between the calcaneal eversion angle ($3.56 \pm 2.70^\circ$) in RCSP and the asymmetrical wearing angle ($4.52 \pm 3.55^\circ$) on the outside of the shoes. This result provides novel evidence that asymmetrical wearing on the outside of the shoes arising from pes supinatus is likely to cause inversion sprains in the growth period. It was also noted that the avulsion fracture of the fibular lateral malleolus is hidden in more than 50% of subjects with inversion sprains. An avulsion fracture needs long-term fixation, compared to a sprain that recovers quickly. Therefore, it is important for judo therapists to cooperate with medical doctors when treating patients with inversion sprains.

key words : growth phase, ankle sprain, avulsion fracture, pes supinatus

要旨：足関節内返し捻挫はスポーツだけでなく日常生活でも発生頻度の高い外傷の一つである。その誘因について様々な意見はあるが、その発生機序は明らかになっていない。また、発育期の足関節内返し捻挫には前距腓靭帯の腓骨付着部に裂離骨折が隠されているという報告がある。

本研究は、接骨院を訪れた発育期の足関節内返し捻挫の病態について、超音波画像観察装置 (SDU-450XL, SHIMADZU) による画像所見と医療面接ならびに触察、徒手検査の結果の関連性を調査した。また、被験者の後足部アライメント異常として回外足と内返し捻挫の関連について調査するため、デジタル角度計 (シンワ製) を用いて被験者の踵骨立脚自然肢位 (Resting Calcaneal Stance Position, 以下: RCSP) の踵骨回外角度と受傷時に履いていた靴の踵外側の片減りの角度を調べ、回外足が足関節内返し捻挫の一誘因となり得るか明

らかとすることを目的とした。

被験者は東京都内の接骨院を受傷機序が足関節内返し捻転で来院した中学生までの患者26名（平均：10.35 ± 1.94歳）とした。

RCSPは健側（2.67 ± 2.92° 回外）と比較し、患側（4.44 ± 2.11° 回外）の方が有意に回外していた。受傷時に履いていた靴の踵外側片減りの角度は、健側（3.88 ± 3.78°）と比較し、患側（5.2 ± 3.31°）の方が有意に片減りしていた。回外足と靴の踵外側片減りとの関連については、RCSPの踵骨（3.56 ± 2.70° 回外）と靴の踵外側の片減り（4.52 ± 3.55°）との間に正の相関が認められ、回外足による靴の踵外側の片減りは、発育期における足関節内返し捻挫の一誘因とすることが明らかとなった。また、接骨院を訪れた発育期の足関節内返し捻挫の50%以上に腓骨外果の裂離骨折が隠されていた。一般的に裂離骨折では捻挫と比べ長期の固定期間を要することからも、柔道整復師の施療における医接連携が重要であると考えられた。

キーワード：発育期、足関節捻挫、裂離骨折、回外足

I. 緒 言

足関節捻挫について、先行研究で小林らは全スポーツ外傷の15%を占めると報告しており¹⁾、スポーツだけでなく日常生活でもよくみられる外傷の一つである²⁾。

足関節内返し捻挫の発生機序は、足が地面についた直後に下腿が外旋固定され、足関節および足部に屈曲・内転・回外の複合運動が起きることによって発生するものが多いことがHertelによって報告されており³⁾、その要因として1) 足関節が構造的に捻挫を引き起こし易いこと2) 脛骨の内反度が高いこと3) 病変によるものではない距骨の傾きがあること4) 足関節が機能的に捻挫を引き起こし易いこと5) 姿勢のコントロール精度が乏しいこと6) 固有受容器能が低下すること7) 足関節の内反・外反、屈曲・伸展の筋力バランスが悪いことがあげられているが、これらの項目についての科学的な根拠は乏しい。

足関節捻挫は症状を軽視されがちであり、十分に治療を受けないことから再発を繰り返し、後遺症が残存することが多い⁴⁾。また、様々な先行研究で発育期における内返し捻挫には、前距腓靭帯（Anterior talofibular ligament：以下ATFL）の腓骨付着部に裂離骨折が隠れていると報告されている⁴⁻¹¹⁾。裂離骨折は後遺症を増悪させる原因となることもあり、高い発見率が求められる⁴⁾。その病態把握にはX線検査よりも超音波画像観察の方が有用であると Szczepaniak らによって報告されている¹²⁾。発育期の足関節捻挫では14%が整形外科病院を受診、41%が接骨院を受診、18%が両方を受診、放置する者が27%と接骨院を訪れるものが最も多いという報告があるが¹³⁾、発育期のATFL腓骨付着部の裂離骨折についての先行研究は整形外科領域の報告は多いが、接骨院における調査は皆無であった。

我々の臨床経験から足関節内返し捻挫で接骨院を来院する患者が履いてくる下駄箱の靴を踵から眺めていると、何故か踵後外側が片減りしている経験から、靴の踵の片減りや回外足は足関節内返し捻挫の誘因になるのではな

いかとの仮説を立てた。そこで、本研究では、発生機序が足関節の内返し捻挫で接骨院を受診した中学生までの患者を対象に、被験者の踵骨立脚自然肢位の踵骨傾斜角と、受傷時に履いていた靴の踵後部の傾斜角を測定することで回外足の傾向を調査した。また、来院時の柔道整復師による臨床所見と超音波画像観察陰影を記録し、各項目間の関連について統計学的考察を加え、接骨院を訪れた発育期の足関節内返し捻挫の病態と回外足との関連について明らかにすることを目的とした。

II. 対象および方法

1. 対象

被験者は東京都内で開業する一軒の接骨院を受傷機序が足関節内返し捻挫で来院した中学生までの患者で、患者本人と保護者から書面と口頭にて説明を行い、同意を得られた26名（平均：10.44 ± 1.92歳）とした。

2. 回外足の傾向の調査

先行研究で Hertel は足関節捻挫の一誘因として、病変によるものでない距骨の傾きについて報告し³⁾、また、齋藤らは靴の踵外側が摩耗していると歩行時の距骨下関節の回外と外旋が増加することを報告している¹⁴⁾。

本調査では、被験者の踵骨立脚自然肢位（Resting Calcaneal Stance Position, 以下：RCSP）の踵骨回外角度ならびに被験者が受傷時に履いていた靴の踵外側の片減りの角度を調査した。RCSP の計測は踵骨隆起を後方から見た最上部の中間点、アキレス腱付着部の中間点、最下部の中間点の3点を結んだ線と床平面との傾斜角をデジタル角度計（シンワ製）で測定した（Fig. 1）¹⁵⁾。

靴の踵外側の片減りは被験者が受傷時に履いていた靴を下駄箱に入れ、後方から三脚で固定したデジタルカメラで撮影し、板面からの垂線と傾斜した靴底の垂線が成す角を画像処理ソフト Image J にて測定した（Fig. 2）。

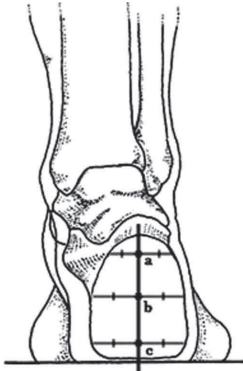


Fig.1 デジタル角度計(シンワ製)による RCSP の踵骨回内回外角度の計測



Fig.2 靴の踵内外側の片減りの計測



Fig.3 触察による調査(左図：外果周囲の腫脹，右図：靱帯部の圧痛)

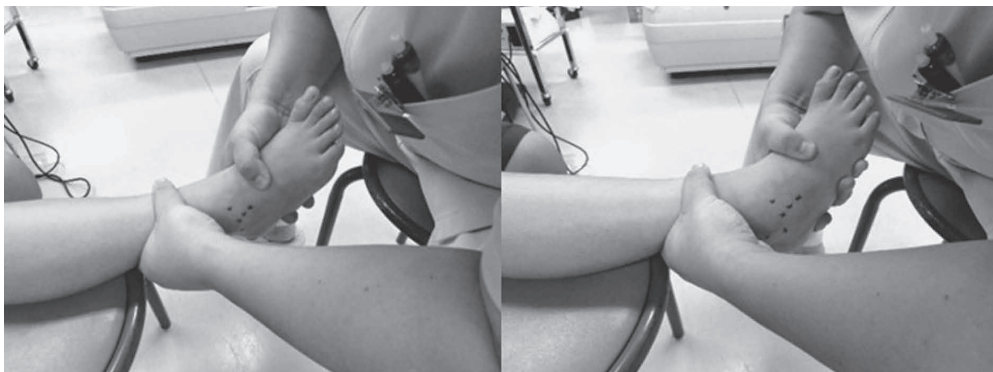


Fig.4 徒手検査(左図：前方引き出しテスト，右図：内返しテスト)。

3. 柔道整復師による臨床所見の調査

被験者を臨床経験20年以上の柔道整復師が医療面接を行い、触察・徒手検査などから得られた臨床所見を記録した。

医療面接は、性別・既往歴・年代（10歳を境に低学年と高学年に分類）・受傷原因・受傷環境・歩容について聴取し、触察では、腫脹の有無・足関節周囲靱帯部の圧痛、徒手検査として前方引き出しテストならびに内返しテストを行いそれぞれの結果を記録した（Fig. 3, 4）。

4. 超音波画像観察装置による調査

本調査は、超音波画像観察に同意した被験者に対し、

超音波画像観察装置（SDU-450XL, SHIMADZU）の9.0MHz リニアプローブ使用で、深度5 cm，焦点1 cmとし、先行研究にある裂離骨片の所見と同様な所見があるか否かについて観察した（Fig. 5, 6）^{4, 11)}。

5. 統計解析

統計処理は JMP Pro12（SAS）を用い、有意水準5%未満を有意とした。

測定した値について正規性があるか否かについて Shapiro-Wilk のW検定、回外足の傾向と靴の踵外側の片減りについて Wilcoxon の符号順位検定、回外足と靴の踵外側の片減りとの関連については Spearman の相関係

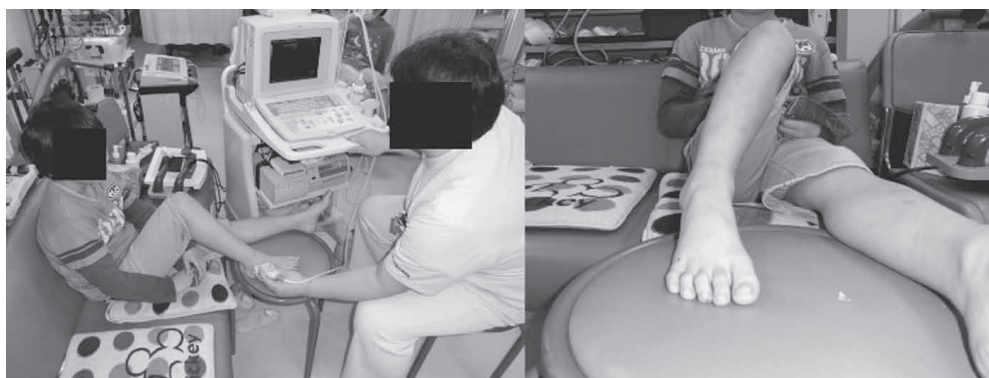


Fig.5 超音波画像観察装置による足関節内返し損傷の病態調査.

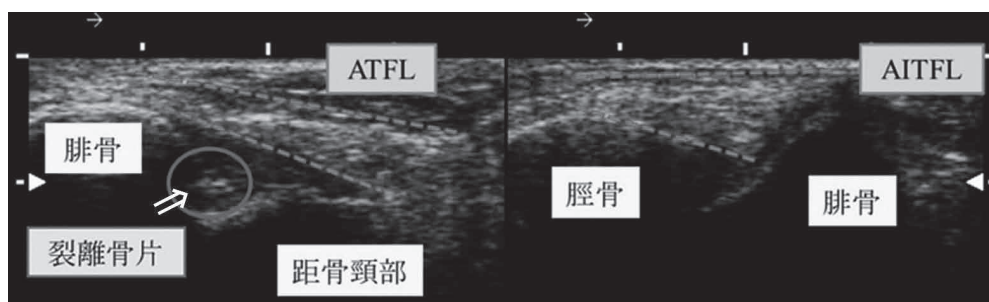


Fig.6 超音波画像観察装置によって抽出された前距腓靭帯(左図)ならびに前下脛腓靭帯(右図). 矢印部に裂離骨片とみられる所見が観察された.

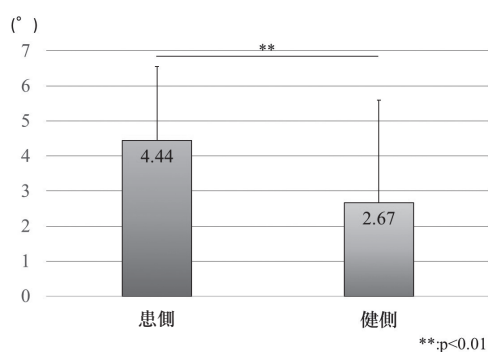


Fig.7 RCSP の踵骨回外角度.

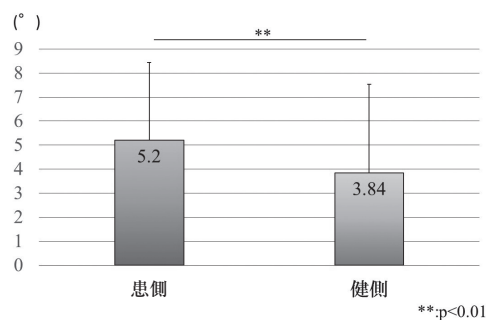


Fig.8 靴の踵外側片減りの角度.

数を求めた。超音波画像観察の結果と臨床所見の比較には χ^2 検定ならびに Fisher の正確確率検定を用いた。

なお、本研究は東京有明医療大学の倫理審査（有明医療大倫理承認第158号）を受けて行われたものである。

Ⅲ. 結 果

1. 回外足の傾向について

測定値は平均ならびに標準偏差を示した。

RCSP の踵骨は、健側は $2.67 \pm 2.92^\circ$ の回外、患側は $4.44 \pm 2.11^\circ$ の回外で患側が有意に回外していた ($p < 0.0001$) (Fig. 7)。

受傷時に履いていた靴の踵外側片減りの角度は健側 $3.84 \pm 3.70^\circ$ 、患側 $5.20 \pm 3.24^\circ$ で患側が有意に片減りしていた ($p = 0.0022$) (Fig. 8)。

回外足と靴の踵外側片減りとの関連については被験者 26 名 52 足の比較を行い、RCSP の踵骨は $3.56 \pm 2.70^\circ$ 回外、靴の踵外側は $4.52 \pm 3.55^\circ$ 片減りで正の相関が認められた ($r = 0.4285$) (Fig. 9)。

2. 超音波画像観察所見と臨床所見との比較

超音波観察の結果、26 症例中 14 症例 (54%) に裂離骨片と思われる所見が認められ、近医による X 線検査で 14 症例全てに裂離骨折が診断された。

裂離骨片所見と臨床所見との比較の結果、既往の有無

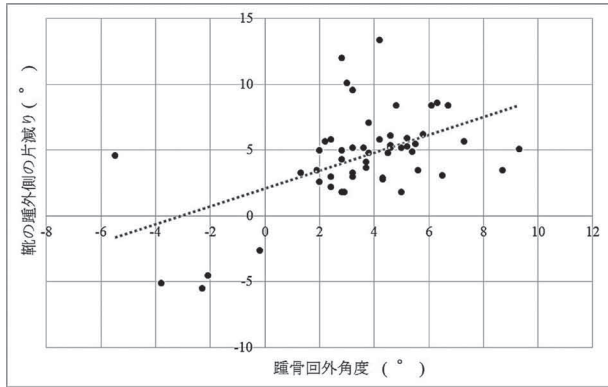


Fig.9 RCPS の踵骨回外角度と靴の踵外側の片減りとの相関。

(有：12例 (46%)，無：14例 (54%)) について有意な差が認められた ($p=0.0494$)。また、性差 (男：17例 (65%)，女：9例 (35%))・年代 (低学年：13例 (50%)，高学年：13例 (50%))・受傷原因 (運動時：21例 (81%)，生活時：5例 (19%))・受傷環境 (屋内：6例 (23%)，屋外：20例 (77%))・患側荷重の可か否か (可：21例 (81%)) との間にそれぞれ有意な関連性は認められなかった (Table. 1)。

裂離骨片所見と外果周囲の腫脹の有無 (有：10例 (38%))・靱帯の圧痛部 (ATFL 部のみ：16例 (62%)，ATFL 部および前下脛腓靱帯部：9例 (35%)，ATFL 部および踵腓靱帯部：1例 (4%))・前方引き出しテスト結果 (陽性：14例 (54%))・内返しテスト結果 (陽性：17例

(65%)) との間にそれぞれ有意な関連性は認められなかった (Table. 2)。

IV. 考 察

1. 足関節内返し捻挫と回外足について

Hartel の先行研究において科学的根拠は乏しいが、病変によるものではない距骨の傾きが足関節内返し捻挫の要因であると報告されているが、その根拠は示されていない³⁾。本研究結果から、足関節内返し捻挫を経験した患側は健側と比較し有意に回外足を認め、靴の踵外側の片減りにおいても有意な差を認めたことから、Hartel の報告を支持するものであった。また、RCSP の踵骨回外角度と靴の踵外側の片減りとの間には正の相関が認められたことより、回外足による靴の踵外側の片減りは、足関節内返し捻挫の誘因になるものと考えられた。

2. 超音波画像観察所見と臨床所見について

多くの整形外科系先行研究では、発育期の足関節内返し捻挫による ATFL 付着部の裂離骨折診断のために超音波画像検査と X 線検査を用いた報告を行っている⁵⁻¹¹⁾。柔道整復師は初診時検査として X 線検査は行えないため、医療面接と触察、徒手検査などから病態を判断する必要がある。そこで、超音波画像から得られた所見と医療面接などから得られた臨床所見との関連について比較を行った結果、既往と裂離骨折との間に関連が認められ、初発の足関節内返し捻挫では裂離骨折が隠されていることが

Table.1 視診・問診の結果と裂離骨片所見との関連

	性別		既往*		年代	
	男性	女性	有	無	低学年	高学年
全体	17	9	12	14	13	13
裂離骨片有	9	5	4	10	9	5
	受傷原因		受傷環境		患足荷重	
	運動時	生活時	室内	室外	可	不可
全体	21	5	6	20	21	5
裂離骨片有	11	3	4	10	13	1

(例)
*: $p<0.05$

Table.2 触診・徒手検査の結果と裂離骨片所見との関連

	外果周囲の腫脹		圧痛部		
	有	無	ATFLのみ	ATFL・AITFL	ATFL・CFL
全体	10	16	16	9	1
裂離骨片有	6	8	9	5	0
	前方引き出しテスト		内返しテスト		
	陽性	陰性	陽性	陰性	
全体	14	12	17	9	
裂離骨片有	8	6	10	4	

(ATFL:前距腓靱帯, AITFL:前下脛腓靱帯, CFL:踵腓靱帯)

(例)
n.s.: not significant

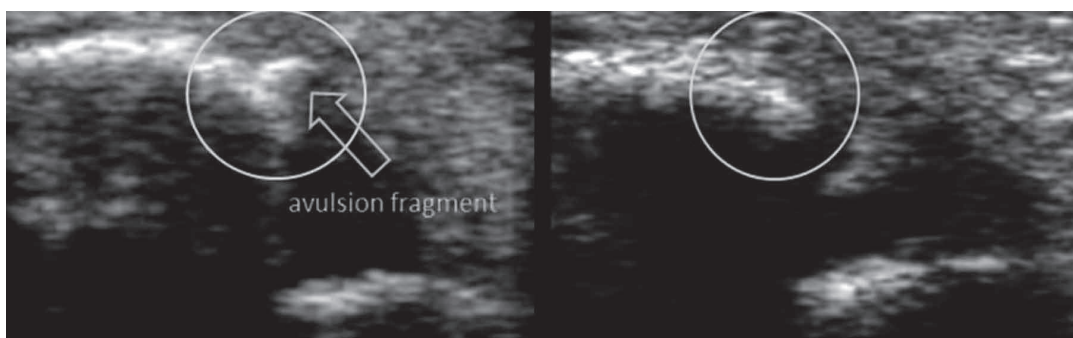


Fig.10 超音波画像観察装置による徒手整復前(左図)と後(右図)の観察。
徒手整復を行うことで裂離骨片(矢印部)が整復されている。

多く、来院した患者の病態を予測する材料になるものと考えられた。

また、他の臨床所見と超音波画像所見との間に統計学的な有意な差は認められなかったが、臨床所見では腓骨外果周囲に腫脹があり、内返しテストが陽性であった患者に裂離骨片の所見を認める傾向であった。裂離骨折は治癒に時間がかかるだけでなく、後遺症を残存させることが多い³⁾。超音波画像観察装置の設備を持たない接骨院は多いものと思われる。発育期の足関節内返し捻挫には約半数に裂離骨折が隠されているということを念頭に、疑わしき症例はX線検査にて適切に診断を受ける必要性があるものと考えられた。また、裂離骨折を認めた14症例中、徒手整復を拒否した2症例以外は、徒手整復を行うことで、裂離骨片の整復が確認できたことから、柔道整復術である徒手整復と外固定の有用性についても今後科学的根拠を示す必要があるものと考えられた (Fig.10)。

3. 本研究の限界点

本研究の被験者は未成年者であり、インフォームドコンセントとインフォームドアセントを行う必要があり本人と保護者から同時に同意を得られないケースが多く、1軒の接骨院のみを母集団とした調査には限界があった。

V. 結 語

発育期における足関節内返し捻挫の一誘因として、踵骨の回外足とこれに伴う靴の踵後外側の片減りが関連していることが明らかとなった。このことから発育期の靴の片減りを放置するのではなく、靴を上手に使用方法などについても指導することは、足関節捻挫を予防につながるものと思われた。また、接骨院を訪れ、被験者として同意を得られた発育期の足関節内返し捻挫には50%以上に腓骨外果の裂離骨折が隠されていたことから医接連携が重要であると思われた。

謝 辞

本研究において協力してくださった久米鍼灸整骨院の柔道整復師の先生方ならびに被験者として参加いただいた患者様とご家族に対し深謝いたします。

参考文献

- 1) 小林 匠, 能 由美, 米田 佳 ほか. 慢性足関節不安定症と足関節異常キネマティクス. Sportsmedicine 2013; 25 (4): 11-15, 28.
- 2) 田中精一. 足関節外側靱帯付着部裂離骨折の2症例. 柔道整復・接骨医学 2002; 10 (3): 318.
- 3) Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. J Athl Train 2002; 37 (4): 364-375.
- 4) 難波一能, 中西左登志, 山田 剛 ほか. 小児足関節外果裂離骨折における新しいX線撮影法の検討. 日本放射線技術学会雑誌 2013; 69 (4): 413-418.
- 5) 掛川 晃, 田中矢. 小児期における足関節外果裂離骨折の長期経過—エコーを用いた骨形態の評価—. 日本柔道整復接骨医学雑誌 2012; 20 (2): 67-76.
- 6) 山路倫生, 山路敦子. 当院における小児足関節外果裂離骨折に対する保存療法—骨片転位と固定期間の検討. 東海スポーツ傷害研究会誌 2013; 31: 18-20.
- 7) 山内達朗, 沼田 亨, 中島三郎 ほか. 成長期の足関節外側側副靱帯裂離骨折. 整形外科と災害外科 1989; 37 (4): 1753-1756.
- 8) 柏倉 剛, 木村善明, 櫻場 乾 ほか. 小児足関節捻挫の超音波画像診断. 骨折 2014; 36: 436.
- 9) 小林久文, 相澤 充, 林 英俊. 小児足関節内反捻挫における Type 分類とその傾向—超音波検査の有用性の検討について—. 理学療法群馬 2009; 20: 30-39.
- 10) 西田美紗子, 森川美紀, 磯田真理 ほか. 運動器超音波検査で腓骨遠位端骨軟骨剥離骨折を認めた一症例. 日本理学療法学会大会 2011; 2010 (0): 1026.
- 11) Boutis K, Plint A, Stimec J et al. Radiograph-Negative Lateral Ankle Injuries in Children: Occult Growth Plate Fracture or Sprain?. JAMA Pediatr 2016; 170 (1): 154147.
- 12) Szczepaniak J, Ciszowska-Lysoń B, Śmigielski R et al. Value of ultrasonography in assessment of recent injury of anterior talofibular ligament in children. Journal of Ultrasonography 2015; 15 (62): 259-266.
- 13) 齊藤明義. 足関節捻挫Ⅱ～Ⅲ度損傷：初期管理の重要性、とくに固定肢位について Sportsmedicine 2012; 24 (7): 6-15.
- 14) 齋藤誠二, 村木里志. 靴底の摩耗が歩行中の下肢に与える影響. 人間工学 2006; 42 (4): 243-250.
- 15) 藤井英之, 藤村淳一, 久米信好 ほか. 下肢の疼痛と RCSP の関係について. 柔道整復・接骨医学 (0918-7979) 2007; 15 (3): 216.