

薄型足関節捻挫用サポーターは、 足関節底背屈可動域を制限しない

Thin-type ankle brace for ankle sprain does not restrict ankle
dorsiflexion and plantar flexion range of motion

永元英明*^{1,2}, 奥貫拓実*^{3,4}, 若宮知輝*¹
山口龍星*¹, 劉 紫劍*¹, 前道俊宏*⁵
勝谷洋文*¹, 田中博史*¹, 熊井 司*⁵

キー・ワード : ankle sprain, thin-type ankle supporter for ankle sprain, ankle dorsiflexion and plantar flexion
足関節捻挫, 薄型足関節捻挫用サポーター, 足関節底屈・背屈可動域

〔要旨〕 足関節捻挫の治療やその再発予防のために使用されている薄型足関節捻挫用サポーターは足関節の底背屈可動域を制限する可能性がある。また、運動によりその制限は更に低下する可能性があるが、現時点ではこれらに関しては不明である。本研究の目的は、薄型足関節捻挫用サポーターの装着による足関節底屈および背屈可動域制限の有無および運動による影響の有無を検討することである。対象は、一般成人男性5名、平均年齢は 30.8 ± 5.2 歳である。足関節背屈と底屈の自動および他動可動域を、それぞれ膝関節伸展位と屈曲位で裸足とサポーター装着下で計測した。運動課題は、カーフレイズ、フルスクワット、垂直ジャンプ、ランニングとし、サポーター装着下各運動課題後に同様の可動域を計測した。全ての条件で3回計測し平均値を算出後、裸足とサポーター装着下、サポーター装着下での運動課題前後の可動域を対応のあるt検定で統計学的に解析した。その結果、裸足とサポーター装着下では全ての計測項目で有意な変化はなかった。また、各運動課題前後においても全ての計測項目で有意な変化はなかった。本研究の結果、薄型足関節捻挫用サポーターは足関節の底屈および背屈可動域を制限しない可能性がある。

はじめに

足関節捻挫は、代表的なスポーツ外傷のひとつである¹⁾。すべてのスポーツ外傷・障害のうち10-30%を足関節が占めているとされ、そのうち約70%が足関節捻挫と報告されている¹⁾。さらに、足関節捻挫を繰り返し受傷することで外側靭帯損傷に起因する慢性足関節不安定症などの重篤な病態に至ることが明らかになっている²⁾。足関節捻挫の治療やその再発予防を目的として足関節装具が頻

用される。その目的は、足関節の回外を制動することであるが、足関節の底屈および背屈可動域も制限されることが報告されている³⁻⁵⁾。さらに、運動課題により固定力や可動域を制動する効果が低下することも明らかにされている^{6,7)}。

FILMISTA ANKLE (以下FA) (日本シグマックス株式会社、東京都新宿区)は、薄型で足関節の軽い圧迫と保護を目的に設計されたソフトサポートタイプの足関節捻挫用のサポーターで、市販されている(図1)。FAは、本体生地には特殊なウレタンフィルムを圧着させた独自技術による薄型サポーターで、裸足でも着用でき、激しい動きでも肌に密着することで固定性が低下しないことを特徴としている。近年の研究で、FAは足関節回外可動域を制動することが明らかにされている⁸⁾。一方、足関節の底屈および背屈可動域制限の有無

*1 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科

*2 東北大学整形外科

*3 日本学術振興会

*4 東洋大学ライフイノベーション研究所

*5 早稲田大学スポーツ科学学術院

Corresponding author : 熊井 司 (kumakumat@waseda.jp)

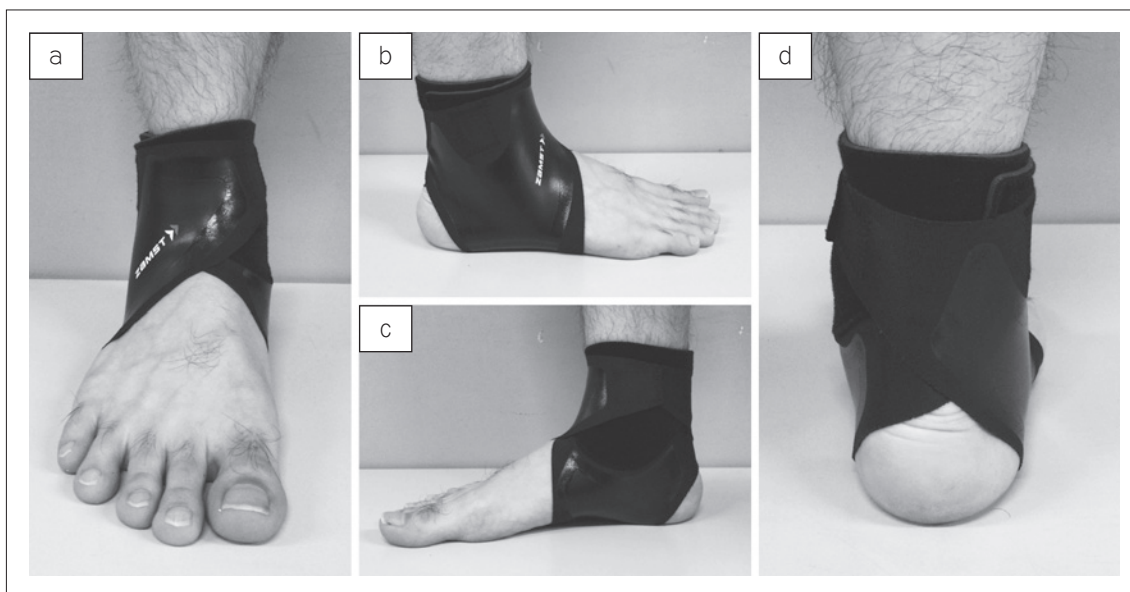


図1 FILMISTA ANKLEの写真。
a. 前面, b. 外側面, c. 内側面, d. 後面

については報告がない。本研究の目的は、FAによる足関節底屈および背屈可動域制限の有無と運動課題による影響の有無を検討することとした。

対象および方法

対象は、健康でかつ International Ankle Consortium による慢性足関節不安定症の包含基準⁹⁾を満たさない一般成人男性5名（平均年齢 30.8±5.2歳）とした。足関節および足部の手術既往がある者、運動課題ができない者は除外した。さらに、対象者には、研究の目的と意義、並びに内容の十分な説明を行い、理解と本人の同意を得た。

計測は、右足関節とした。仰臥位とし、足関節の背屈および底屈可動域を自動と他動で、それぞれ膝関節伸展位と屈曲位で計測した。すべての条件を裸足とFA装着下の順に計測した。FAの装着方法は、使用説明書に則って対象自身に装着してもらった。運動課題は、両足関節にFAを裸足に装着した上で、カーフレイズ、フルスクワット、垂直ジャンプを各20回とランニングとした。カーフレイズは、両手を壁に軽く支持した状態で両足を肩幅に開き、両踵接地位から両足関節を最大底屈させた後、両踵接地位に戻すまでを1回とカウントした。フルスクワットは、両上肢拳上位で両手を後頭部に置き両足を肩幅に開き、立位から股関節と膝関節が最大屈曲位となった後、立位まで戻るまでを1回とカウントした。垂直ジャンプは、

立位からハーフスクワットとなった後、最大の出力で垂直方向にジャンプし着地するまでを1回とカウントした。ランニングは、FAの上に靴下を履き、個人の運動靴を履いた上でトレッドミル上を10km/hrで5分間走行した。運動課題後、FA装着下に運動課題前同様に足関節の背屈および底屈可動域を自動と他動で、それぞれ膝関節伸展位と屈曲位で計測した。計測には、東大式角度計(Z813-153A, 日本フリッツメディコ, 千葉県流山市)を用いた。足関節の可動域は、腓骨骨軸と第5中足骨骨軸がなす角度で計測した。すべての条件で3回同一検者が計測し、平均を算出した。

統計解析は、JMP Pro 15 (SAS Institute 社製, 米国)を用いた。裸足とFA装着下、FA装着下の運動課題前後の各可動域を、対応のあるt検定を用いて統計学的に解析した。有意水準は5%未満に設定した。

結果

各条件での計測結果を表1~5に示す。FA装着は、足関節背屈・底屈の可動域に影響を与えなかった。

考察

本研究の結果、裸足とFA装着下で足関節の背屈および底屈可動域の有意な変化はなかった。

FAは、足関節の回外方向を制動することが明

表 1 安静時の裸足と FILMISTA ANKLE 装着下の各可動域の計測結果.

	計測方法	裸足	フィルムスタ	p 値
膝伸展位足関節底屈角度	自動	70 ± 16.4°	72 ± 12.9°	0.71
	他動	71.3 ± 14.5°	73 ± 12.6°	0.74
膝伸展位足関節背屈角度	自動	5.7 ± 8.6°	4.7 ± 9.3°	0.76
	他動	8.7 ± 9.7°	6 ± 11.2°	0.49
膝屈曲位足関節底屈角度	自動	73.3 ± 11°	72.3 ± 11.5°	0.81
	他動	74 ± 10.7°	73.3 ± 11°	0.87
膝屈曲位足関節背屈角度	自動	15 ± 7.6°	12.3 ± 9.2°	0.39
	他動	18 ± 9°	13.7 ± 11.1°	0.25

表 2 FILMISTA ANKLE 装着下のカーフレイズ前後における各可動域の計測結果.

	計測方法	カーフレイズ後	カーフレイズ前	p 値
膝伸展位足関節底屈角度	自動	71.3 ± 12.5°	72 ± 12.9°	0.89
	他動	72 ± 11.3°	73 ± 12.6°	0.82
膝伸展位足関節背屈角度	自動	5 ± 9.3°	4.7 ± 9.3°	0.92
	他動	6 ± 11.2°	6 ± 11.2°	1.0
膝屈曲位足関節底屈角度	自動	71.3 ± 12.2°	72.3 ± 11.5°	0.82
	他動	72 ± 11°	73.3 ± 11°	0.74
膝屈曲位足関節背屈角度	自動	11 ± 7.8°	12.3 ± 9.2°	0.67
	他動	13.7 ± 9.2°	13.7 ± 11.1°	1.0

表 3 FILMISTA ANKLE 装着下のフルスクワット前後における各可動域の計測結果.

	計測方法	スクワット後	スクワット前	p 値
膝伸展位足関節底屈角度	自動	71.3 ± 14.6°	72 ± 12.9°	0.90
	他動	73.3 ± 12.8°	73 ± 12.6°	0.94
膝伸展位足関節背屈角度	自動	4.3 ± 8.6°	4.7 ± 9.3°	0.92
	他動	5.3 ± 10.6°	6 ± 11.2°	0.87
膝屈曲位足関節底屈角度	自動	71.3 ± 12.2°	72.3 ± 11.5°	0.82
	他動	72 ± 11°	73.3 ± 11°	0.75
膝屈曲位足関節背屈角度	自動	11.7 ± 7.5°	12.3 ± 9.2°	0.83
	他動	14 ± 9.3°	13.7 ± 11.1°	0.93

らかにされている⁸⁾。本研究の結果と合わせると、FA は足関節の底屈および背屈可動域を制限せず、回外のみ制動するサポーターであることが示唆された。足関節の底背屈可動域を制動する必要がなく、回外のみ制動を要する患者やスポーツ選手には有用なサポーターと考えられる。

本研究では、各運動課題前後でも有意な可動域の変化を認めなかった。Greene らは、支柱付きの足関節用の装具を用いて、運動課題としてのバレーボール練習前後の可動域の変化を計測した⁶⁾。その結果、運動開始 20 分後から練習開始前と比較し足関節回内および回外可動域が増加しはじめ、最終計測時の練習開始 3 時間後では回外可動域が練習開始前と比較し有意に増加したと報告した。Cordova らは、半硬性装具と軟性装具、テーピン

グの固定性についてメタ解析した⁷⁾。その結果、半硬性装具では、運動課題前後で有意な可動域の増加は認めなかった。一方、軟性装具とテーピングは、運動課題後に有意な可動域の増加を認めたことを明らかにした。FA は、薄型の軟性サポーターであり、裸足と比較してその装着により可動域を制限していた場合、運動課題の影響で可動域が変化する可能性が考えられた。しかしながら、本研究の結果、裸足と FA 装着下を比較しても有意な可動域の変化がなかったことから、運動課題による可動域の変化を評価することは困難であった。

装具装着下で運動パフォーマンスに影響を与えなかったという報告⁶⁾がある一方、装具装着下では運動パフォーマンスが低下すると結論づけている研究もある^{5,10)}。Metcalf らは、運動パフォーマン

表 4 FILMISTA ANKLE 装着下の垂直ジャンプ前後における各可動域の計測結果.

	計測方法	垂直ジャンプ後	垂直ジャンプ前	p 値
膝伸展位足関節底屈角度	自動	71.7±13.6°	72±12.9°	0.95
	他動	72.3±12.4°	73±12.6°	0.89
膝伸展位足関節背屈角度	自動	3.3±8.2°	4.7±9.3°	0.68
	他動	4.3±10°	6±11.2°	0.67
膝屈曲位足関節底屈角度	自動	70.3±12°	72.3±11.5°	0.65
	他動	70.3±12°	73.3±11°	0.48
膝屈曲位足関節背屈角度	自動	11.7±6.5°	12.3±9.2°	0.82
	他動	13.7±8.5°	13.7±11.1°	1.0

表 5 FILMISTA ANKLE 装着下のランニング前後における各可動域の計測結果.

	計測方法	ランニング後	ランニング前	p 値
膝伸展位足関節底屈角度	自動	71.3±13.2°	72±12.9°	0.89
	他動	72±13.1°	73±12.6°	0.83
膝伸展位足関節背屈角度	自動	2±8°	4.7±9.3°	0.41
	他動	3±9.8°	6±11.2°	0.44
膝屈曲位足関節底屈角度	自動	70.7±12.9°	72.3±11.5°	0.71
	他動	71±12.3°	73.3±11°	0.59
膝屈曲位足関節背屈角度	自動	12.7±6.8°	12.3±9.2°	0.91
	他動	13.3±6.7°	13.7±11.1°	0.92

ス評価として垂直跳び, アジリティーテストを行い, テーピングおよび装具装着下と非装着下との間で結果の比較検討を行った. その結果, 非装着下と比較しテーピングおよび装具装着下のいずれも有意にパフォーマンスが低下していた. 一方, Ambegaonkar らは非装着下と比較し装具装着下ではアジリティーテストのみが有意に低下したと報告した. 本研究は, FA 装着による足関節底屈および背屈可動域の制限有無を検討することを目的としていたため, 運動課題のパフォーマンス自体は評価していない. しかしながら, 今後は運動パフォーマンスへの影響の有無を検討する必要があると考える.

本研究の限界として, 対象が健常者かつ数が限られていること, さらに足関節の可動域計測方法が挙げられる. 可動域の計測方法は, 本研究のような非荷重位と荷重位で行う方法がある. 過去に, 測定方法や手技の検者内および検者間の信頼性は高値であると報告されており^{11,12)}, 結果への影響は小さいと考える. また, 底背屈以外の動きを評価していないが, この点については, 過去に回内外可動域が計測され報告されている⁸⁾ ことから除外した. 過去の報告では, 軟性装具は運動課題開始 20 分後から可動域が増加してきたとされている⁶⁾. 本研究の運動課題は, カーフレイズ, フルス

クワット, 垂直ジャンプを各 20 回と 5 分間のランニングとしており, 課題時間が短かった可能性がある. FA は, スポーツ選手に特化した装具ではなく, 一般人の使用も想定している市販のサポーターである. 従って, 一般成人男性が遂行可能な運動課題が望ましいと考え, 前述のプロトコールとした. さらに, 今回運動課題のパフォーマンス自体は評価していない. 本研究は, FA 装着による足関節底屈および背屈可動域の制限有無を検討することを目的としていたため, 今後は運動パフォーマンスの評価も必要であると考え. また計測者が, 裸足と FA 装着の条件を盲検化できていないため, 計測バイアスが生じている可能性もあることも研究限界である.

結 語

薄型足関節捻挫用サポーターである FILMISTA ANKLE は, 裸足と比較しその装着により足関節の底屈および背屈可動域を制限しないことが明らかとなった.

謝 辞

本研究を実施するにあたり, サポーター提供の協力をいただいた日本シグマックス株式会社にお礼申し上げる.

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 (概念化) : 永元英明, 奥貫拓実

Data curation (データ管理) : 永元英明

Formal analysis (正式な分析) : 永元英明

Investigation (調査) : 永元英明, 奥貫拓実, 若宮知輝, 山口龍星, 劉紫劍, 前道俊宏, 勝谷洋文, 田中博史

Methodology (方法論) : 永元英明, 奥貫拓実, 前道俊宏

Project administration (プロジェクト管理) : 永元英明, 奥貫拓実, 前道俊宏, 熊井司

Resources (リソース提供) : 永元英明, 奥貫拓実, 熊井司

Software (ソフトウェア) : 永元英明

Supervision (指導) : 田中博史, 熊井司

Validation (検証) : 永元英明, 奥貫拓実

Writing original draft (草稿の執筆) : 永元英明

Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング) : 永元英明, 奥貫拓実, 熊井司

文 献

- 1) Fong DTP, Hong Y, Chan LK, et al. A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports. *Sports Med.* 2007; 37: 73-94. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737010-00006>.
- 2) Kobayashi T, Gamada K. Lateral Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability: A Critical Review. *Foot Ankle Spec.* 2014; 7(4): 298-326. <https://doi.org/10.1177/107110079801901002>.
- 3) Paris DL, Kokkalis J, Vardaxis V. Ankle ranges of motion during extended activity periods while taped and braced. *J Athl Train.* 2005; 30(3): 223-228 PMID: 16558340.
- 4) Alfuth M, Klein D, Koch R, et al. Biomechanical Comparison of 3 Ankle braces With and Without Free Rotation in the Sagittal Plane. *J Athl Train.* 2014; 49(5): 608-616. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.3.20>.
- 5) Metcalfe RC, Schlabach GA, Looney MA, et al. A comparison of moleskin tape, linen tape, and lace-up brace on joint restriction and movement performance. *J Athl Train.* 1997; 32(2): 136-140 PMID: 16558443.
- 6) Greene TA, Hillman SK. Comparison of support provided by a semirigid orthosis and adhesive ankle taping before, during, and after exercise. *Am J Sports Med.* 1990; 18(5): 498-506. <https://doi.org/10.1177/036354659001800509>.
- 7) Cordova ML, Ingersoll CD, LeBlanc MJ. Influence of Ankle Support on Joint Range of Motion Before and After Exercise: A Meta-Analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2000; 30(4): 170-182. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2000.30.4.170>.
- 8) 大澤健介, 干場拓真, 深野真子, 他. 足関節ブレースが歩行時の足関節キネマティクスに与える影響. *靴の医学.* 2016; 30(2): 36-41. <https://kutsuigaku.com/journal/paper/Z30.pdf> [参照日 2022年12月5日].
- 9) Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the international ankle consortium. *J Athl Train.* 2013; 48(8): 585-591. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2013.0303>.
- 10) Ambegaonkar JP, Redmond CJ, Winter C, et al. Ankle Stabilizers Affect Agility but Not Vertical Jump or Dynamic Balance Performance. *Foot Ankle Spec.* 2011; 4(6): 354-360.
- 11) Moseley A, Adams R. Measurement of passive ankle dorsiflexion: Procedure and reliability. *Austral J Physiother.* 1991; 37(3): 175-181. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60540-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60540-7).
- 12) Konor MM, Morton S, Eckerson JM, et al. Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *Int J Sports Phys Ther.* 2012; 7(3): 279-287 PMID: 22666642.

(受付 : 2023年1月3日, 受理 : 2023年6月2日)

Thin-type ankle brace for ankle sprain does not restrict ankle dorsiflexion and plantar flexion range of motion

Nagamoto, H.^{*1,2}, Okunuki, T.^{*3,4}, Wakamiya, K.^{*1}
Yamaguchi, R.^{*1}, Liu, Z.^{*1}, Maemichi, T.^{*5}
Katsutani, H.^{*1}, Tanaka, H.^{*1}, Kumai, T.^{*5}

^{*1} Graduate School of Sport Sciences, Waseda University

^{*2} Department of Orthopaedic Surgery, Tohoku University

^{*3} Japan Society for the Promotion of Science

^{*4} Institute of Life Innovation Studies, Toyo University

^{*5} Faculty of Sport Sciences, Waseda University

Key words: ankle sprain, thin-type ankle supporter for ankle sprain, ankle dorsiflexion and plantar flexion

[Abstract] Ankle brace is commonly used to treat and prevent ankle sprain. Its main aim is to restrict supination of the ankle. However, some braces restrict ankle dorsiflexion and plantar flexion. In addition, loosening and loss of restriction after exercise have also been reported. The purpose of this study was to reveal if thin-type ankle brace for ankle sprain restricts ankle dorsiflexion and plantar flexion and its effect of exercise. Five male adults (average age of 30.8 ± 5.2 years) were included in the study. Dorsiflexion and plantar flexion of subjects' right ankle was measured before and after wearing the brace, and before and after exercises. Exercises consisted of performing 20 times of calf raise, full squat, maximum vertical jump, and 5-minute running on a treadmill. Measurement was performed thrice, and their average was statistically analyzed between with and without the brace, and before and after each exercise. The results showed that there was no significant difference between all measured angles of with and without the brace and before and after each exercise. Thin-type ankle brace for ankle sprain have been reported to restrict supination. Considering our results, this brace does not restrict ankle dorsiflexion and plantar flexion.