

<学術論文>

慢性足関節不安定症を有する大学スポーツ競技者における 下腿筋トリガーポイントと足関節の機械的及び 機能的不安定性との関連

簗戸崇史^{1,2)}，高本考一²⁾1) 環太平洋大学 体育学部 健康科学科, 2) 東亜大学 大学院総合学術研究科
連絡先: t.sudo@ipu-japan.ac.jp

《要 旨》

慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability: CAI) は、足関節捻挫後に捻挫の再発や主観的な不安定感、足関節機能低下の自覚などを特徴とする状態である。CAI の発症および遷延に關与する詳細な病態は、いまだ十分に明らかにされていない。そこで本研究では、筋・筋膜性トリガーポイント (Myofascial Trigger Point: MTrP) が CAI の発症および症状の遷延に關与する可能性があるとの仮説に基づき、CAI を有するスポーツ競技者を対象に、下腿筋群の MTrP と足関節の機械的及び機能的不安定性との関連を検討した。本研究では、下腿筋群における MTrP の有無及び数を触診および問診により評価した。また、閉眼立位における足関節内反時の腓骨と足根骨との距離変化を、伸縮性ひずみセンサを用いて測定し、足関節の機械的弛緩性 (機械的不安定性) の指標として評価した。さらに、閉眼条件下での片脚立位課題中における足圧中心面積を足圧計により測定し、足関節の機能的不安定性の指標として静的バランス能力を評価した。その結果、CAI を有する大学アスリートでは、患側下腿筋群における足関節不安定感誘発性 MTrP 数が、患側足関節の内反時における足関節弛緩性 (Spearman rank test: $\rho = 0.49$, $P < 0.05$) および閉眼時の片脚立位姿勢バランス能力の障害度 (Spearman rank test: $\rho = 0.54$, $P < 0.05$) と、いずれも正相関することが判明した。以上より、MTrP は CAI における機械的および機能的足関節不安定性に關与し、CAI の発症および症状の遷延に影響を及ぼす可能性が示唆された。

キーワード: トリガーポイント, 慢性足関節不安定症, 機械的不安定性, 機能的不安定性

1. 序論

スポーツ外傷において、足関節捻挫は全体の約 14% を占める頻度の高い外傷である (Fong et al., 2007)。また、再発率が高く、競技復帰までに約 3 週間以上を要することから (Roos et al., 2017)、スポーツパフォーマンスの維持・向上を阻害する主要な要因の一つとされている。足関節捻挫後に、捻挫の再発や主観的な不安定感などの残存症状が持続し、足関節機能の低下を自覚する状態は、慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability: CAI) と定義される (Gribble et al., 2014)。CAI の有病率は、足関節捻挫後の患者の約 46% に達すると報告

されており (Lin et al., 2021)、臨床上重要な問題である。CAI は、足関節捻挫による靱帯損傷に起因する内反方向への弛緩性 (緩み、ぐらつき) を主徴とする機械的不安定性と、固有感覚障害、下肢筋力低下、筋協調性の異常、ならびに静的・動的バランス能力の低下などを含む機能的不安定性が併存し、相互に關連することで生じる病態であることが示唆されている (Cordova et al., 2010; Kobayashi & Gamada, 2014; Hertel & Corbett, 2019; Xue et al., 2021)。しかし、CAI の発症・遷延に關与する詳細な病態メカニズムについては、いまだ十分に明らかにされていない。

先行研究により、慢性足関節不安定症 (Chronic Ankle Instability: CAI) を有する者では、足関節周囲筋である前脛骨筋及び腓骨筋に筋内の索状硬結上に存在する過敏点である筋・筋膜性トリガーポイント (Myofascial Trigger Point: MTrP) が認められ、これら MTrP に対する鍼治療は、足関節の主観的不安定感ならびに静的・動的バランス機能を改善させることが報告されている (Salom-Moreno et al., 2015; Mullins et al., 2019; López-González et al., 2021; Mullins et al., 2021)。MTrP は自発的にまたはその圧迫刺激により、局所あるいは遠隔部に痛みやしびれなどの感覚異常を引き起こす (Simons et al., 1998; Facco & Ceccherelli, 2005)。さらに、MTrP は、筋力低下 (Bagcier et al., 2022)、筋活動の遅延 (Yassin et al., 2015)、筋活動パターンの変化 (Lucas et al., 2010)、および固有受容感覚の障害 (Yilmaz et al., 2025) を引き起こし、その特徴は CAI における機能的不安定性の特徴と一部共通している。また、足関節不安定性を有する状態での反復動作は、靱帯や筋などの軟部組織に対してさらなる微細損傷や機械的負荷をもたらす可能性があるとされている (Sobel et al., 1993; Cordova et al., 2010)。加えて、MTrP は反復的な筋負荷により形成される可能性が示唆されている (Simons et al., 1998)。

これらのことから、本研究では、MTrP が CAI に伴う機械的不安定性および機能的不安定性と関連し、CAI の発症ならびに症状の遷延に関与している可能性があるとの仮説を立てた。しかし、前脛骨筋および腓骨筋以外の下腿筋に存在する MTrP を含め、MTrP と CAI における機械的不安定性及び機能的不安定性との関連性は不明である。そこで本研究では、CAI を有するスポーツ競技者を対象に、患側下腿筋群に存在する MTrP と、足関節弛緩性及び片脚立位姿勢バランス能力との関連性を検討した。

2. 方法

2.1 被験者

本研究は、大学のスポーツチームに所属し、競技活動を継続している者のうち、少なくとも一側に慢性足関節不安定性 (chronic ankle instability: CAI) を有する大学生アスリート 17 名を対象とした。対象者の基本属性は、年齢: 19.94 ± 0.29 歳、性別: 男性 12 名・女性 5 名、身長: 167.88 ± 1.59 cm、体重: 65.91 ± 3.34 kg であり、優位足は右 15 名、左 2 名であった。優位足は、ボールを蹴る際に用いる足、または姿勢の不安定性が誘発された際に一歩を踏み出す遊脚側と定義した (van Melick et al., 2017)。CAI は、1) 足関節捻挫の既往を有すること、2) 足関節の giving way (足首に力が入らなくなり、足首が崩れる現象) を経験していること、および 3) Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) による評価において合計スコアが 11 点以上であることの 3 条件を満たす者と定義した (Gribble et al., 2014)。なお、測定時点で負傷により競技活動を中断している者は除外した。本研究は、ヘルシンキ宣言に準拠して実施され、環太平洋大学倫理審査委員会の承認を得た上で実施した (承認番号: 22-009, 承認日: 2022 年 9 月 20 日)。測定に先立ち、すべての対象者に研究内容を説明し、書面によるインフォームド・コンセントを取得した。

2.2 下腿筋のトリガーポイント評価

本研究では、両側下腿筋群に存在する MTrP を、1 名の評価者が触診および問診により評価した。評価を担当した者は、医療系国家資格を有し、15 年以上の臨床経験を有するとともに、MTrP 評価に関する研修を受け、評価法について十分なトレーニングを積んだ者であった。評価対象とした筋は、腓腹筋、ヒラメ筋、後脛骨筋、長母趾屈筋、長趾屈筋、長腓骨筋、短腓骨筋、前脛骨筋、長母趾伸筋、長趾伸筋、短趾伸筋、および短趾屈筋であった。MTrP は、筋内に触知される索状硬結上に存

在する過敏な圧痛点と定義した (Simons et al., 1998)。評価では、まず触診により索状硬結の有無を確認し、次に母指で圧迫することで当該部位の圧痛を評価した。加えて、圧迫時に対象者が普段感じている足関節不安定感が再現されるか否かを確認した。母指圧迫により日常的な足関節不安定感が再現された MTrP を足関節不安定感誘発性トリガーポイント (ankle instability sensation-inducing myofascial trigger point: AI-MTrP) と定義し、不安定感が再現されなかった MTrP を非足関節不安定感誘発性トリガーポイント (non-ankle instability sensation-inducing myofascial trigger point: non-AI-MTrP) と定義した。先行研究において、経験を有する評価者による MTrP の同定は、良好な評価者間信頼性を示すことが報告されている (Sanz et al., 2016; Rozenfeld et al., 2021)。

2.3 CAI の機械的及び機能的不安定性評価

本研究では、CAI における足関節の機械的不安定性を評価するため、伸縮性ひずみセンサ (AT メジャー, Aimeric MMT 社製) を用いて、左右それぞれの足関節内反時における腓骨



図 1. 伸縮性
ひずみセンサ

対象者の足関節に伸縮性ひずみセンサを装着し、関節を内反させた際の腓骨と足根骨との距離を測定した。

と足根骨間の距離変化を、センサの伸長を感じることにより測定し、足関節の機械的不安定性の評価指標とした。このセンサを用いて足関節の不安定感を信頼性が高く測定でき、他の診断法と強く相関することが報告されている (Teramoto et al., 2021)。測定では、対象者の足関節に伸縮性ひずみセンサを装着し、閉眼・両脚安静立位を開始肢位とした。センサ装着側の足関節を内反させた際の腓骨と足根骨間の距離

変化を、右足および左足でそれぞれ 3 回ずつ記録し、その平均値を解析指標とした (図 1)。足関節内反時において、腓骨と足根骨間の距離変化が大きいほど、足関節の弛緩性が高いことを示す。

本研究では、CAI における足関節の機能的不安定性を評価するため、足圧計 (Footplate, Footmaxx 社製) を用いて、閉眼各条件下での片脚立位課題中における足圧重心 (center of pressure: COP) データを取得し、静的姿勢制御能力の評価指標とした。対象者には、閉眼条件下で足圧計上に片脚立位をとり、20 秒間可能な限り安定した姿勢を保持するよう指示した。測定中は、遊脚側下肢が床面または支持脚に接触しないようにした。測定は左右下肢それぞれで実施した。取得した COP データから、左右下肢それぞれの片脚立位保持中の COP 面積 (静的姿勢制御能力の障害の大きさを反映する) を算出した。片脚立位保持中の COP 面積が大きいほど静的姿勢制御能力の低下を示す。

2.4 統計解析

データは平均値±標準誤差で示した。本研究では、片側 CAI を有する対象者においては、CAI を有する脚を患側脚と定義した。両側 CAI を有する対象者においては、Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) スコアが高い脚を患側脚と定義した。また、両側の IdFAI スコアが同一であった場合には、IdFAI と併せて評価した Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT) スコアが低い脚 (スコアが低いほど CAI の症状が重い) を患側脚と定義した。

本研究では、患側脚における足関節内反時の腓骨と足根骨との距離、及び片脚立位保持中の COP 面積と下腿筋群における AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の総数との相関関係を、Spearman の順位相関係数を用いて分析した。各変数の正規性は Shapiro-Wilk 検定を用いて検討した。その結果、AI-MTrP の総数に正規性が認められなかったため、相関解析には Spearman の順位相関係数を用いた。Non-

AI-MTrP に関しては、同一の基準を用いるため Spearman の順位相関係数で解析を行った。統計解析は 95%信頼水準で行い、有意水準は $p < 0.05$ とした。すべての統計解析には、jamovi version 2.3.15 (The jamovi project, 2024) を用いた。

3. 結果

本研究の対象者 17 名のうち、9 名は片側性 CAI を有しており、その内訳は右脚 8 名、左脚 1 名であった。残りの 8 名は両側性 CAI を有しており、患側脚として設定した脚の内訳は右脚 4 名、左脚 4 名であった。被験者 17 名における患側脚の IdFAI 及び CAIT のスコアは、それぞれ 20.06 ± 1.26 (範囲: 11-29), 19.94 ± 1.13 (範囲: 10-28) であった。患側脚の下腿筋における AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の総数は、それぞれ 2.24 ± 0.75 個 (範囲: 0-10) 個, 5.65 ± 1.08 個 (範囲: 0-13) であった。表 1 及び表 2 には、被験者 17 名の各下腿筋における AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の個数を示し

てある。患側側の足関節内反時の腓骨と足根骨との距離は、 7.82 ± 0.92 mm (範囲: 1.55-15.00) であった。また患側側の片脚立位保持中の COP 面積は、 1237.24 ± 138.83 mm² (範囲: 490-2695) であった。

表 3 には、CAI における足関節の機械的及び機能的不安定性と MTrP との関連性を示してある。患側の足関節内反時において、腓骨と足根骨との距離と患側脚における下腿筋の AI-MTrP 総数との間に有意な正相関が認められた (Spearman rank test, $\rho = 0.49$, $P = 0.048$)。一方、腓骨と足根骨との距離と non-AI-MTrP 総数との間には有意な相関は認められなかった (Spearman rank test, $\rho = -0.38$, $P = 0.135$)。また患側での片脚立位保持中における COP 面積 (静的姿勢制御能力の障害度) と、患側下腿筋における AI-MTrP 総数との間にも有意な正相関が認められた (Spearman rank test, $\rho = 0.54$, $P = 0.025$)。一方、同 COP 面積と non-AI-MTrP 総数との間には有意な相関は認められなかった (Spearman rank test, $\rho = -0.07$, $P = 0.785$)。

表 1. 各被験者の CAI の患側における各下腿筋に存在する AI-MTrP の数.

Subject No	腓腹筋	ヒラメ筋	後脛骨筋	長母趾屈筋	長趾屈筋	長腓骨筋	短腓骨筋	前脛骨筋	長母趾伸筋	長趾伸筋	短趾伸筋	短趾屈筋	総数
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	7
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	1	1	1	1	1	1	0	2	0	1	10
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
10	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	6
11	0	0	0	0	1	0	1	1	1	2	0	0	6
12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表2. 各被験者のCAIの患側における各下腿筋に存在する non-AI-MTrP の数.

Subject No	腓腹筋	ヒラメ筋	後脛骨筋	長母趾屈筋	長趾屈筋	長腓骨筋	短腓骨筋	前脛骨筋	長母趾伸筋	長趾伸筋	短趾伸筋	短趾屈筋	総数
1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	11
2	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	9
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	5
5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	4
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	12
9	2	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	8
10	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
11	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	8
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	13
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	9
17	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	8

表3. CAI における足関節の機械的及び機能的不安定性と MTrP との関連性.

	下腿筋の AI-MTrP 数 (N=17)	下腿筋の non-AI-MTrP 数 (N=17)
患側の足関節内反時における 腓骨と足根骨との距離	$\rho = 0.49, p = 0.048$	$\rho = -0.38, p = 0.135$
患側での片脚立位保持中における COP 面積	$\rho = 0.54, p = 0.025$	$\rho = -0.07, p = 0.785$

AI-MTrP, ankle instability sensation-inducing myofascial trigger point (足関節不安定感誘発性トリガーポイント); non-AI-MTrP, non-ankle instability sensation-inducing myofascial trigger point (足関節不安定感非誘発性トリガーポイント); COP, center of pressure (足圧重心)

4. 考察

本研究では、MTrP が CAI に伴う機械的不安定性および機能的不安定性と関連し、CAI の発症ならびに症状の遷延に関与している可能性があるとの仮説を立て、CAI を有する大学生アスリートを対象に、患側下腿筋群に存在する MTrP と、足関節弛緩性及び片脚立位姿勢バランス能力との関連性を検討した。本研究により、CAI を有する大学生アスリートでは、患側足関節の内反時における足関節弛緩性およ

び閉眼時の静的姿勢制御能力の障害度が、下腿筋における AI-MTrP 数と正相関することが明らかになった。以上の結果は、本研究の仮説を支持するものであった。本研究の新規性は、下腿筋群の MTrP と CAI における機械的不安定性および機能的不安定性との関連性を検討した点にある。

MTrP の形成機序として、1) 反復性及び持続性の機械的ストレスにより筋に過負荷がかかり筋硬結(持続性局所的筋収縮)が形成される、2) これにより局所虚血及び筋収縮持続による代謝エネルギー増加によるエネルギー危機

が生じ、発痛物質が放出されることにより硬結上に過敏点が生じ、MTrP が形成される、3) さらに、これらの過程が持続することで、MTrP は自発的に、または圧迫刺激により、局所または遠隔部に痛みやしびれなどの感覚異常を引き起こす状態へ移行する、すなわち MTrP が活性化することが示唆されている (Simons et al., 1998; Facco & Ceccherelli, 2005)。また MTrP は、筋力低下 (Bagcier et al., 2022), 筋活動の遅延 (Yassin et al., 2015), 筋活動パターンの変化 (Lucas et al., 2010), および固有受容感覚の障害 (Yilmaz et al., 2025) を引き起こし、活性化された MTrP ではその症状がより顕著であることが報告されている。

一方、CAI は、初発の足関節捻挫に起因する靭帯損傷により生じ、足関節の内反方向の弛緩性を特徴とする機械的不安定性を招く (Cordova et al., 2010)。この不安定な状態での反復動作は、靭帯や筋肉などの軟部組織にさらなる微細な損傷や機械的負荷をもたらすことが示唆されている (Sobel et al., 1993; Cordova et al., 2010)。さらに CAI では、固有受容感覚の障害 (Hoch et al., 2014), 筋力低下 (Khalaj et al., 2020) 静的バランス異常 (Song et al., 2022) などの機能的不安定性が生じる。こうした機械的不安定性と機能的不安定性の相互作用が、CAI の慢性化・遷延化に寄与することが示唆されている (Chang et al., 2021)。

したがって、CAI を有し、足関節の弛緩性が高いスポーツ競技者では、足関節不安定性を代償するために特定の下腿筋群へ持続的な過負荷が加わり、当該筋群における MTrP の形成および活性化が生じる可能性がある。このことから、本研究では、距骨 - 腓骨間距離が大きい、すなわち足関節の弛緩性が高い競技者ほど、下腿筋群に AI-MTrP を多く有すると推測される。これは、AI-MTrP と足関節の機械的不安定性との関連を示唆するものである。また、

MTrP の形成および活性化に伴う筋力低下や固有受容感覚の障害は、主観的不安定感やバランス障害といった CAI の既存症状をさらに増悪・持続させる可能性がある。このことから、本研究では、AI-MTrP を多く有する競技者ほど COP 面積が大きく、閉眼時の静的姿勢制御能力が低下している、すなわち足関節の機能的不安定性が高いことが示唆される。これは、AI-MTrP と足関節の機能的不安定性との関連を示唆するものである。

本研究の限界点として、第一に、CAI を有さない健常者を用いて、足関節弛緩性、静的バランス、MTrP の有無を評価しておらず、CAI の有無による足関節の機械的・機能的不安定性と MTrP の関係性を検討していない点が挙げられる。第二に、本研究は横断研究であるため、CAI の機械的及び機能的不安定性と MTrP の間の因果関係を明らかにできない点である。今後は、コホート研究により、CAI の機械的・機能的不安定性と MTrP 形成の変化を経時的に調査する必要がある。

5. 結論

本研究では、CAI を有する大学生アスリートを対象に、足関節の機械的・機能的不安定性と MTrP 数との関連性について検討した。その結果、患側足関節における内反方向への足関節弛緩性、および閉眼時の立位姿勢制御能力の障害度が、下腿筋における足関節不安定感誘発性 MTrP 数と正相関を示した。本研究の結果から、CAI を有し、足関節弛緩性が高いスポーツ競技者では、足関節の不安定性を代償するために特定の下腿筋群へ持続的な過負荷が加わり、MTrP の形成および活性化が生じることが示唆された。また、このような MTrP の存在が、バランス障害をはじめとする CAI の既存症状をさらに増悪・持続させると推察された。

引用文献

- Bagcier, F., Yurdakul, O.V., Üşen, A., Bozdag, M. (2022), The relationship between gluteus medius latent trigger point and muscle strength in healthy subjects, *J Bodyw Mov Ther*, 29:140-145.
- Chang, S.H., Morris, B.L., Saengsin, J., Tourné, Y., Guillo, S., Guss, D., DiGiovanni, C.W. (2021), Diagnosis and Treatment of Chronic Lateral Ankle Instability: Review of Our Biomechanical Evidence, *J Am Acad Orthop Surg*, 29(1):3-16.
- Cordova, M.L., Sefton, J.M., Hubbard, T.J. (2010), Mechanical joint laxity associated with chronic ankle instability: a systematic review, *Sports Health*, 2(6):452-459.
- Facco, E., Ceccherelli, F. (2005), Myofascial pain mimicking radicular syndromes, *Acta Neurochir Suppl*, 92:147-150.
- Fong, D.T., Hong, Y., Chan, L.K., Yung, P.S., Chan, K.M. (2007), A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports, *Sports Med*, 37(1):73-94.
- Gribble, P.A., Delahunt, E., Bleakley, C.M., Caulfield, B., Docherty, C.L., Fong, D.T., Fourchet, F., Hertel, J., Hiller, C.E., Kaminski, T.W., McKeon, P.O., Refshauge, K.M., van der Wees, P., Vicenzino, W., Wikstrom, E.A. (2014), Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium, *J Athl Train*, 49(1):121-127.
- Hertel, J., Corbett, R.O. (2019), An Updated Model of Chronic Ankle Instability, *J Athl Train*, 54(6):572-588.
- Hoch, M.C., McKeon, P.O. (2014), Peroneal reaction time after ankle sprain: a systematic review and meta-analysis, *Med Sci Sports Exerc*, 46(3):546-556.
- Khalaj, N., Vicenzino, B., Heales, L.J., Smith, M.D. (2020), Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis, *Br J Sports Med*, 54(14):839-847.
- Kobayashi, T., Gamada, K. (2014), Lateral Ankle Sprain and Chronic Ankle Instability: A Critical Review, *Foot Ankle Spec*, 7(4):298-326.
- Lin, C.I., Houtenbos, S., Lu, Y.H., Mayer, F., Wippert, P.M. (2021), The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review, *J Foot Ankle Res*, 14(1):41.
- López-González, L., Falla, D., Lázaro-Navas, I., Lorenzo-Sánchez-Aguilera, C., Rodríguez-Costa, I., Pecos-Martín, D., Gallego-Izquierdo, T. (2021), Effects of Dry Needling on Neuromuscular Control of Ankle Stabilizer Muscles and Center of Pressure Displacement in Basketball Players with Chronic Ankle Instability: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial, *Int J Environ Res Public Health*, 18:2092.
- Lucas, K.R., Rich, P.A., Polus, B.I. (2010), Muscle activation patterns in the scapular positioning muscles during loaded scapular plane elevation: the effects of Latent Myofascial Trigger Points, *Clin Biomech (Bristol)*, 25(8):765-770.
- Mullins, J.F., Hoch, M.C., Kosik, K.B., Heebner, N.R., Gribble, P.A., Westgate, P.M., Nitz, A.J. (2021), Effect of Dry Needling on Spinal Reflex Excitability and Postural Control in Individuals With Chronic Ankle Instability, *J Manipulative Physiol Ther*, 44(1):25-34.

- Mullins, J.F., Nitz, A.J., Hoch, M.C. (2019), Dry needling equilibration theory: A mechanistic explanation for enhancing sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability, *Physiother Theory Pract*, 1-10.
- Roos, K.G., Kerr, Z.Y., Mauntel, T.C., Djoko, A., Dompier, T.P., Wikstrom, E.A. (2017), The Epidemiology of Lateral Ligament Complex Ankle Sprains in National Collegiate Athletic Association Sports, *Am J Sports Med*, 45(1):201-209.
- Rozenfeld, E., Strinkovsky, A., Finestone, A.S., Kalichman, L. (2021), Reliability of Trigger Point Evaluation in the Lower Leg Muscles, *Pain Med*, 22(10):2283-2289.
- Salom-Moreno, J., Ayuso-Casado, B., Tamaral-Costa, B., Sánchez-Milá, Z., Fernández-de-Las-Peñas, C., Alburquerque-Sendín, F. (2015), Trigger Point Dry Needling and Proprioceptive Exercises for the Management of Chronic Ankle Instability: A Randomized Clinical Trial, *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015:790209.
- Sanz, D.R., Lobo, C.C., López, D.L., Morales, C.R., Marín, C.S., Corbalán, I.S. (2016), Interrater Reliability in the Clinical Evaluation of Myofascial Trigger Points in Three Ankle Muscles, *J Manipulative Physiol Ther*, 39(9):623-634.
- Simons, D.G., Travell, J., Simons, L.S. (1999), Myofascial Pain and Dysfunction. The Trigger Point Manual, Vol. 1, 2nd edition, Baltimore: *Williams & Wilkins*
- Sobel, M., Geppert, M.J., Warren, R.F. (1993), Chronic ankle instability as a cause of peroneal tendon injury, *Clin Orthop Relat Res*, 296:187-191.
- Song, K., Jang, J., Nolte, T., Wikstrom, E.A. (2022), Dynamic reach deficits in those with chronic ankle instability: A systematic review and meta-analysis, *Phys Ther Sport*, 53:40-50.
- Teramoto, A., Iba, K., Murahashi, Y., Shoji, H., Hirota, K., Kawai, M., Ikeda, Y., Imamura, R., Kamiya, T., Watanabe, K., & Yamashita, T. (2021), Quantitative Evaluation of Ankle Instability Using a Capacitance-Type Strain Sensor, *Foot & ankle international*, 42(8), 1074-1080.
- The jamovi project. (2024), jamovi. Version 2.6, Computer Software, Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- van Melick, N., Meddeler, B. M., Hoogeboom, T. J., Nijhuis-van der Sanden, M. W. G., & van Cingel, R. E. H. (2017), How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults, *PloS one*, 12(12), e0189876.
- Xue, X., Ma, T., Li, Q., Song, Y., Hua, Y. (2021), Chronic ankle instability is associated with proprioception deficits: A systematic review and meta-analysis, *J Sport Health Sci*, 10(2):182-191.
- Yassin, M., Talebian, S., Ebrahimi Takamjani, I., Maroufi, N., Ahmadi, A., Sarrafzadeh, J., Emrani, A. (2015), The effects of arm movement on reaction time in patients with latent and active upper trapezius myofascial trigger point, *Med J Islam Repub Iran*, 29:295.
- Yılmaz, N., Kafa, N., Okan, S. (2025), Does trigger point sensitivity affect proprioception? Effects of trigger point sensitivity in the upper trapezius muscle on proprioception, *J Orthop Res Rehabil*, 3(3):71-75.

Association Between Myofascial Trigger Points in the Lower Leg Muscles and Mechanical and Functional Ankle Instability in Collegiate Athletes with Chronic Ankle Instability

Takashi Sudo^{1,2}, Kouichi Takamoto²,

¹ Department of Sports and Health Sciences, Faculty of Physical Education, International Pacific University, Okayama, Japan

² Graduate School of Integrated Sciences and Arts, University of East Asia, Yamaguchi, Japan

Abstract

Chronic ankle instability (CAI) is defined as a condition characterized by recurrent ankle sprains and persistent symptoms following an initial ankle sprain, including a subjective feeling of ankle instability and perceived decline in ankle function. However, the detailed pathophysiology involved in the development and persistence of CAI has not yet been fully elucidated. We hypothesized that myofascial trigger points (MTrPs) may contribute to the development of CAI and the persistence of its symptoms, and investigated the relationship between MTrPs in the lower leg muscles and mechanical and functional ankle instability in athletes with CAI. MTrPs in the lower leg muscles were assessed through manual palpation and patient interview. The distance changes between the fibula and the tarsal bones during ankle inversion in a standing position with closed eyes were measured using a stretchable strain sensor. Mechanical laxity of the ankle joint was evaluated as an indicator of mechanical instability of the ankle. The center of gravity of the pressure area during a single-leg standing task under eyes-closed conditions was recorded using a pressure plate, and the area swept by the center of gravity was measured as disturbance of static balance ability reflecting functional ankle instability. The results indicated that mechanical laxity of the ankle joint during ankle inversion and disturbance of static balance ability during single-leg standing were significantly and positively associated with the number of ankle instability sensation-inducing MTrP in the lower leg muscles. These results suggest that MTrP is associated with mechanical and functional ankle instability in CAI, which may contribute to the development and persistence of CAI symptoms.

Key words: Myofascial trigger point, Chronic ankle instability, mechanical and functional ankle instability