

<学術論文>

慢性足関節不安定性を有する大学生アスリートにおける 下腿筋トリガーポイントの発生頻度

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、足関節捻挫後に足関節に「崩れる」ような感覚や主観的な不安定感が持続する状態であり、スポーツパフォーマンス低下の一因となる。近年、筋硬結上の過敏点である筋・筋膜性トリガーポイント（Myofascial Trigger Point: MTrP）がCAIの病態に関与する可能性が示唆されているが、下腿の広範な筋群におけるMTrPの発生頻度や、MTrPが主観的な不安定感を直接的に誘発するかは明らかではない。本研究は、CAIを有する大学生アスリート（CAI群）と健常アスリート（Healthy control: HC群）を対象に、下腿筋群におけるMTrPの発生頻度を比較し、臨床的特徴との関連を検討した。その結果、CAI群の患側脚では、HC群の優位脚と比較して、1) 圧迫により足関節の不安定感を誘発するMTrPの発生頻度が長趾屈筋及び長趾伸筋において有意に高かった（ $P < 0.05$ ）、および2) 不安定感を誘発しないMTrPの発生頻度が腓腹筋、ヒラメ筋、長趾屈筋、長・短腓骨筋、長・短趾伸筋で有意に高値を示した（ $P < 0.05$ ）。さらに、下腿筋群におけるMTrP数と、不安定感や動的バランスなどの臨床データとの間に有意な相関関係が認められた（Spearman rank test, $P < 0.05$ ）。以上より、下腿筋群のMTrPがCAIの不安定感に関与し、その病態形成において重要な役割を果たしている可能性が示された。

キーワード：トリガーポイント，慢性足関節不安定症，大学生アスリート

1. 序論

慢性足関節不安定症（Chronic ankle instability: CAI）は、足関節捻挫の既往歴があるアスリートにおいて、足関節が「崩れる」ような感覚、繰り返し起こる捻挫、持続的な足関節の不安定感、および主観的な足関節の機能低下などを特徴とする病態である（Gribble et al., 2014）。これはスポーツ競技者のパフォーマンス低下の主要な要因となる（Peters et al., 1991; Subramanian et al., 2021）。CAIの発生メカニズムとして、初発の捻挫による靱帯損傷が関節弛緩などの機械的不安定性を引き起こ

し、同時に固有感覚受容器の障害による神経筋制御の異常や筋力低下などの機能的不安定性をもたらすことが示唆されている（Hertel, 2002; Cordova et al., 2010; Kobayashi & Gamada, 2014; Hoch et al., 2014; Hertel & Corbett, 2019; Khalaj et al., 2020; Song et al., 2022）。これらが相互に作用することで足関節周囲の靱帯や筋肉の軟部組織に反復的な過負荷が加わり、さらなる損傷を招くという悪循環が、捻挫の再発や慢性的な不安定感を生み出すと示唆されている（Hertel, 2002; Cordova et al., 2010; Kobayashi & Gamada, 2014; Hoch et al., 2014; Hertel & Corbett, 2019; Khalaj et al., 2020; Song et al., 2022）。しかし、この悪循環

モデルにおいて、患者が訴える主観的な不安定感を引き起こす局所的な病態生理学的メカニズムについては、未だ十分に解明されていない。

一方、筋・筋膜性トリガーポイント (myofascial trigger point: MTrP) は、筋硬結上の過敏点であり、自発的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等の感覚異常を引き起こすことが知られている (Simons et al., 1998; Facco & Ceccherelli, 2005)。MTrP は、反復性または過度な運動による筋への過負荷により形成され (Simons et al., 1998)、固有受容感覚および神経筋制御の異常、筋力低下、可動域の制限、ならびに姿勢制御機能障害を引き起こすことが報告されている (Celik & Yeldan, 2011; Celik, D., & Mutlu, 2013; Abichandani & Mehta, 2016; López-González et al., 2021)。このように MTrP は運動調節機能に重要な役割を果たし、CAI の病態、特に機能的不安定性に関与している可能性が示唆される。これまでの研究では、足関節に不安定感を有する者では、前脛骨筋や腓骨筋等の下腿筋において MTrP と同様に機械的圧痛閾値の低下が報告されている (Lorenzo-Sánchez-Aguilera et al., 2020)。さらに CAI 患者のこれらの筋に存在する MTrP に対する dry needling 療法が足首の不安定感、バランス機能不全、および姿勢制御不全などの CAI 症状を改善することが報告されている (Salom-Moreno et al., 2015; Rossi et al., 2017; Mullins et al., 2019; López-González et al., 2021)。以上から、MTrP が CAI の症状形成に深く関与している可能性が示唆される。

以上から CAI を有する者では、足関節の不安定感を代償するための反復的な運動により、前脛骨筋や腓骨筋のみならず下腿の広範な筋群に過負荷が生じ、MTrP が形成される可能性があると考えられる。さらに、形成された MTrP は、CAI の主症状である主観的不安定感に関与する可能性があるという仮説を立てた。しかし、CAI を有するアスリートと健常アスリート間で、下腿筋群における MTrP の発生頻度を網羅的に比較した研究はこれまで存在しない。また、MTrP が不安定感の発生に関与す

るかどうかは検証されていない。そこで本研究では、MTrP が CAI の病態にどのように関与しているかを明らかにするため、CAI を有する大学生アスリートと健常な大学生アスリートを対象に、下腿筋群における MTrP の発生頻度を比較し、臨床的特徴との関連を検討した。さらに、下腿筋群の MTrP に対する圧迫刺激が、足関節の不安定感を誘発するか検討した。

2. 方法

2.1 被験者

本研究は、少なくとも片脚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 20 名 (CAI 群) と、CAI を有さない大学生アスリート 20 名 (healthy control: HC 群) を対象とした。CAI 群は、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、片側または両側に CAI を有する者を対象とした。CAI は、1) 足関節捻挫の既往を有すること、2) 足関節の Giving way を経験していること、および 3) Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI) のスコアが 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)。HC 群は、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、両側とも CAI を有しない者を対象とした。両群において、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 (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 足関節の不安定性の評価

足関節の不安定感は、IdFAI, Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT), 及び 11 段階主観的足関節不安定感スケール (11-point self-reported perception of ankle instability scale: SPAIS-11) を用いて評価した (Mineta et al., 2019)。

2.3 下腿筋のトリガーポイント評価

本研究では、鍼灸師および柔道整復師の国家資格を有し、15年の臨床経験ならびに筋・筋膜性トリガーポイント (myofascial trigger point: MTrP) の評価に関する研修歴を有する評価者が、触診および問診により、両側下腿筋群における MTrP の有無および数を評価した。評価対象筋は、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、および短趾屈筋とした。MTrP は、筋内の索状硬結上に認められる過敏点と定義した (Simons et al., 1998)。評価者は、触診により索状硬結を同定し、母指圧迫により当該部位における圧痛の有無を確認した。さらに、母指圧迫により対象者が日常的に自覚している足関節不安定感が再現される 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) とし、足関節不安定感が再現されない 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) とした。母指圧迫では、圧力を漸増的に加え、対象者が過度な疼痛を訴えない範囲で局所圧痛を自覚し、かつ評価者が索状硬結を明瞭に触知できる程度の圧を用いた。索状硬結を認めた部位に対して約5～10秒間圧迫を加え、足関節不安定感の再現の有無を確認した。先行研究では、経験豊富な評価者による MTrP の同定は、評価者間信頼性が高いことが報告されている (Sanz et al., 2016; Rozenfeld et al., 2021)。

2.4 動的姿勢制御の評価

動的姿勢制御は、Professional Y Balance Test Kit (Perform Better Japan) を用いて、modified Star Excursion Balance Test (mSEBT) により評価した (Picot et al., 2021)。対象者は支持脚で片脚立位を保持した状態で、リーチ脚を前方、後内側、後外側の3方向へ最大限到達させた。測定は左右両脚につ

いて各方向2回ずつ実施し、各方向における到達距離の平均値を算出した。得られた平均到達距離は、脚長 (前上脛骨棘から内果までの距離) で除して正規化した。

2.5 統計解析

データは平均値±標準誤差で示した。連続変数の正規性は、Shapiro-Wilk test を用いて検定した。CAI 群と HC 群間の基本特性の比較には、データの正規性および変数の種類に応じて、Student's t-test, Mann-Whitney U test, または χ^2 test を用いた。CAI 群では、片側 CAI を有する対象者において 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、IdFAI スコアが高い脚を患側脚と定義し、両側の IdFAI スコアが同一であった場合には、CAIT スコアが低い脚を患側脚と定義した (点数が低いほど不安定性が強い)。HC 群では、優位脚を分析対象脚とした。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步を踏み出す遊脚側と定義した (van Melick et al., 2017)。CAI 群の患側脚と HC 群の優位脚との間で、臨床データ、下腿筋における AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の発生頻度、ならびに下腿筋における AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の総数を比較した。連続変数の群間比較には、データの正規性に依りて Student's t-test または Mann-Whitney U test を用いた。カテゴリ変数の比較には χ^2 test または Fisher's exact test を用いた。期待度数が小さいセルを含む場合は、Fisher の正確確率検定を用いた。さらに、CAI 群の患側脚および HC 群の優位脚における下腿筋群の AI-MTrP 及び non-AI-MTrP の総数と臨床データとの関連を検討するため、Spearman's rank correlation test を用いた。統計解析は 95% 信頼水準で行い、 $p < 0.05$ を統計学的有意水準とした。すべての統計解析は、jamovi version 2.6.44 (The jamovi project, 2024) を用いて実施した。

3. 結果

3.1 CAI 群および HC 群における基本情報ならびに臨床データ

表 1 は、CAI 群及び HC 群における基本情報を示す。CAI 群と HC 群の間で年齢、性別、身長、体重および優位脚に有意な差は認められなかった ($P > 0.05$)。CAI 群では片側性 CAI を有する者が 12 名おり、そのうち 9 名が優位脚に、3 名が非優位脚に CAI を有していた。一方、両側性 CAI を有する者は 8 名おり、そのうち 3 名は優位脚、5 名は非優位脚の CAI の重症度が高かった。CAI 群の患側脚における足関節捻挫の既往歴の割合 (20 名中 20 名) は、HC 群の優位脚 (20 名中 8 名) と比較して

有意に高かった ($\chi^2 = 17.10, P < 0.001$)。

表 2 は、CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における臨床データを示す。CAI 群の患側脚における IdFAI および SPAIS-11 スコアは、HC 群の優位脚と比較して有意に高値を示した (Student's t test, Mann-Whitney U test, $P < 0.05$)。一方、CAI 群の患側脚における CAIT スコアは、HC 群の優位脚と比較して低値を示した (Mann-Whitney U test, $P < 0.001$)。mSEBT A 及び mSEBT PM において CAI 群の患側脚と HC 群の優位脚との間で有意な差は認められなかった (Student's t test, $P > 0.05$)。しかし、CAI 群の患側脚の mSEBT PL においては、HC 群の優位脚と比較して有意に低値を示した (Student's t test, $P < 0.05$)。

表 1. CAI 群及び HC 群における基本情報.

	CAI 群 (N = 20)	HC 群 (N = 20)	統計結果 (P -value)
年齢 (歳)	19.95 $\pm$ 0.24	19.70 $\pm$ 0.26	Student's t-test: -0.70, $P = 0.491$
性別 (男性 / 女性)	13/7	17/3	Fisher exact test, $P = 0.273$
身長 (cm)	167.59 $\pm$ 1.38	167.86 $\pm$ 1.94	Student's t-test: 0.11, $P = 0.913$
体重 (kg)	65.48 $\pm$ 2.79	66.80 $\pm$ 2.95	Mann-Whitney U test: 185, $P = 0.684$
優位脚 (右 / 左)	18/2	20/0	Fisher exact test, $P = 0.487$

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症); HC, healthy control (健常対照群).

表2. CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における臨床データ.

	CAI 群の患側脚 (N =20)	HG 群の優位脚 (N = 20)	統計結果 (P -value)
IdFAI	19.15 ± 1.20	2.65 ± 0.64	Student's t-test: -12.13, P < 0.001
CAIT	20.90 ± 1.14	28.85 ± 0.40	Mann-Whitney U test: 28, P < 0.001
SPAIS-11	4.7 ± 0.57	0.00 ± 0.00	Mann-Whitney U test: 30, P < 0.001
mSEBT A	0.57 ± 0.02	0.61 ± 0.02	Student's t-test: 1.92, P = 0.062
mSEBT PM	1.02 ± 0.02	1.07 ± 0.02	Student's t-test: 1.35, P = 0.186
mSEBT PL	1.07 ± 0.02	1.13 ± 0.02	Student's t-test: 2.35, P = 0.024

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症); IdFAI, Identification of Functional Ankle Instability; CAIT, Cumberland Ankle Instability Tool; SPAIS-11, 11-point self-reported perception of ankle instability scale (11段階主観的足関節不安定感スケール); mSEBT, modified Star Excursion Balance Test; A, anterior (前方); PM, posteromedial (後内方); PL, posterolateral (後外方).

3.2 CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における MTrP の発症頻度

CAI 群の患側脚における下腿筋の AI-MTrP の発生頻度 (20 名中 10 名) は, HC 群の優位脚 (20 名中 0 名) と比較して有意に高かった (Fisher exact test, $P < 0.01$)。また, CAI 群の患側脚における下腿筋の AI-MTrP の数は, 1.90 ± 0.66 (最小: 0, 最大: 10) であり, HC 群の優位脚と比較して有意に多かった (Mann-Whitney U test: 100.00, $p < 0.01$)。CAI 群の患側脚では, 長趾伸筋のみ AI-MTrP が最大 2 個認められたが, それ以外の筋では 2 個以上認められることはなかった。

図 1 及び表 3 は, CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿各筋の AI-MTrP の発生頻度を示す。CAI 群の患側脚における長趾屈筋及び長趾伸筋の AI-MTrP の発生頻度は, HC 群の優位脚と比較して有意に高かった (Fisher exact test, $P < 0.05$)。

CAI 群の患側脚における下腿筋の non-AI-MTrP の発生頻度 (20 名中 16 名) は, HC 群の優位脚 (20 名中 6 名) と比較して有意に高かった ($\chi^2 = 10.10, P = 0.001$)。また, CAI 群の患側脚における下腿筋の non-AI-MTrP の数は, 5.50 ± 1.06 (最小: 0, 最大: 13) であ

り, HC 群の優位脚 [1.40 ± 0.71 (最小: 0, 最大: 11)] と比較して有意に多かった (Mann-Whitney U test: 86.00, $p < 0.001$)。両群とも腓腹筋及び長趾伸筋に non-AI-MTrP が最大 2 個認められたが, それ以外の筋では 2 個以上認められることはなかった。

図 2 及び表 4 は, CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿各筋の non-AI-MTrP の発生頻度を示す。CAI 群の患側脚における腓腹筋, ヒラメ筋, 長指屈筋, 長腓骨筋, 短腓骨筋, 長趾伸筋, 短趾伸筋の non-AI-MTrP の発生頻度は, HC 群の優位脚と比較して有意に高かった (Fisher exact test, $P < 0.05$)。

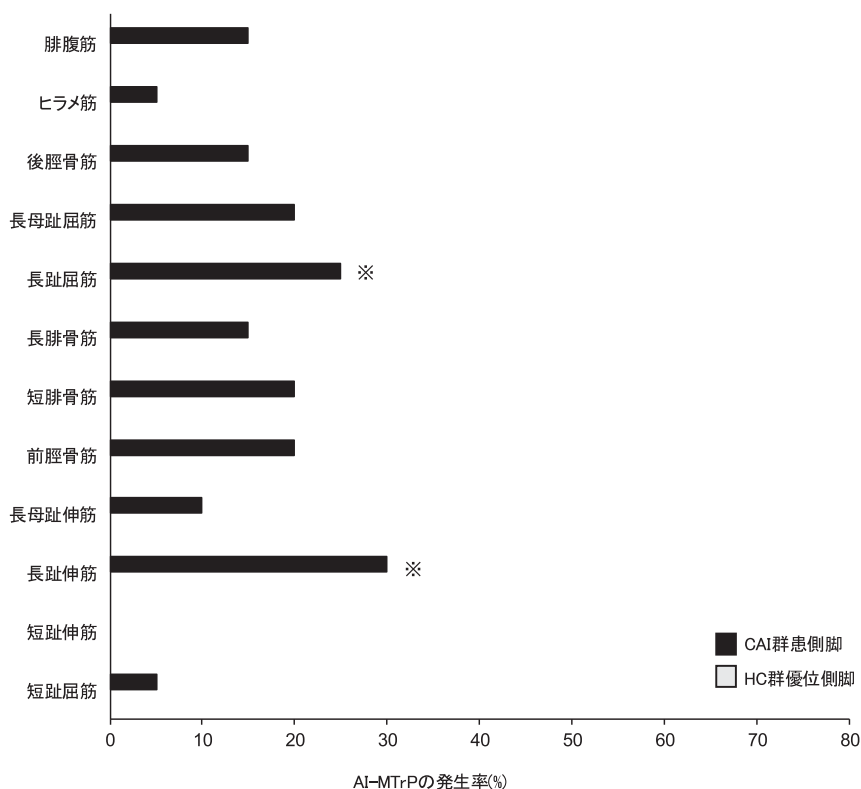


図 1. CAI 群の患側脚および HC 群の優位脚における各下腿筋の AI-MTrP 発生率.

CAI 群の患側脚における長趾屈筋及び長趾伸筋の AI-MTrP 発生率は、HC 群の優位脚と比較して有意に高かった。

※ Fisher exact test, $P < 0.05$

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症) ; HC, healthy control (健常対照群) ; 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)

表 3. CAI 群の患側脚および HC 群の優位脚における各下腿筋の AI-MTrP 発生頻度.

	CAI 群の患側脚 (N = 20)	HC 群の優位脚 (N = 20)	Fisher exact test, P-value
腓腹筋	3	0	P = 0.231
ヒラメ筋	1	0	P = 1.000
後脛骨筋	3	0	P = 0.231
長母趾屈筋	4	0	P = 0.106
長指屈筋	5	0	P = 0.047
長腓骨筋	3	0	P = 0.231
短腓骨筋	4	0	P = 0.106
前脛骨筋	4	0	P = 0.106
長母趾伸筋	2	0	P = 0.487
長指伸筋	6	0	P = 0.020
短指伸筋	0	0	N/A
短指屈筋	1	0	P = 1.000

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症) ; HC, healthy control (健常対照群).

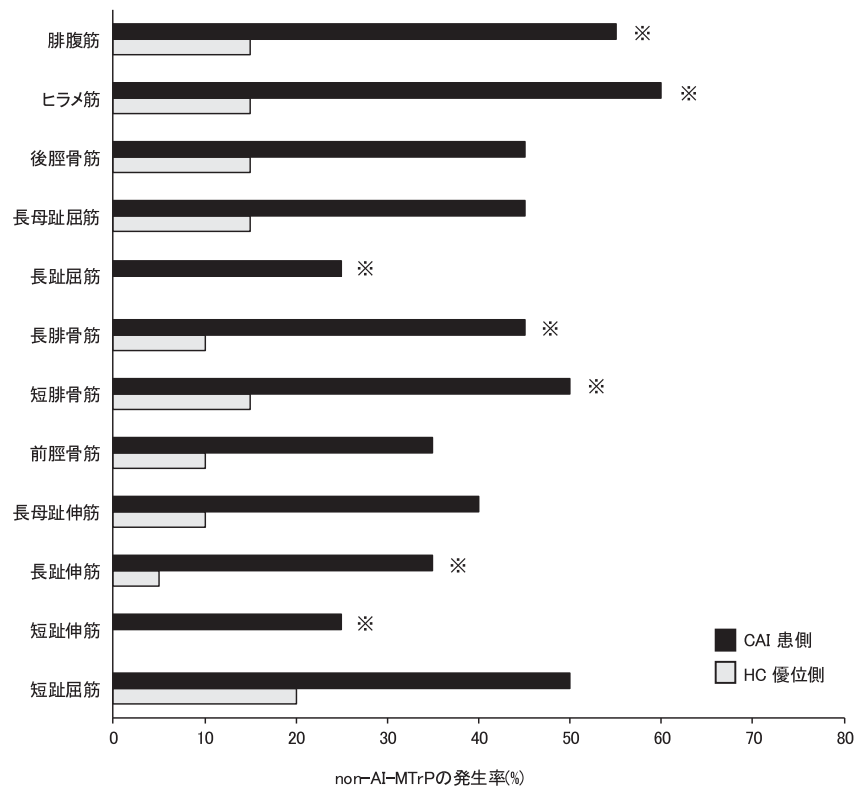


図2. CAI 群の患側脚および HC 群の優位脚における各下腿筋の non-AI-MTrP 発生率.

CAI 群の患側脚における腓腹筋, ヒラメ筋, 長指屈筋, 長腓骨筋, 短腓骨筋, 長趾伸筋, 及び短趾伸筋の non-AI-MTrP 発生率は, HC 群の優位脚と比較して有意に高かった。

※ Fisher exact test, $P < 0.05$

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症); HC, healthy control (健常対照群); 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)

表4. CAI 群の患側脚および HC 群の優位脚における各下腿筋の non-AI-MTrP 発生頻度.

	CAI 群の患側脚 (N = 20)	HC 群の優位脚 (N = 20)	Fisher exact test, P-value
腓腹筋	11	3	P = 0.019
ヒラメ筋	12	3	P = 0.008
後脛骨筋	9	3	P = 0.082
長母趾屈筋	9	3	P = 0.082
長指屈筋	5	0	P = 0.047
長腓骨筋	9	2	P = 0.031
短腓骨筋	10	3	P = 0.041
前脛骨筋	7	2	P = 0.127
長母趾伸筋	8	2	P = 0.065
長指伸筋	7	1	P = 0.044
短指伸筋	5	0	P = 0.047
短指屈筋	10	4	P = 0.096

CAI, chronic ankle instability (慢性足関節不安定症); HC, healthy control (健常対照群).

3.3 MTrP 数と臨床データの関連性

表 5 は、CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿筋の MTrP の数と臨床データとの相関関係を示す。CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿筋の AI-MTrP 総数は、IdFAI 及び SPAIS-11 と有意な正相関を示し、CAIT, mSEBT PM, 及び mSEBT PL と有意な負相関を示した (Spearman rank

test, $P < 0.05$)。また、CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿筋の non-AI-MTrP 総数は、IdFAI 及び SPAIS-11 と有意な正相関を示し、CAIT と有意な負相関を示した (Spearman rank test, $P < 0.05$)。AI-MTrP 総数と non-AI-MTrP 総数との間に有意な相関は認められなかった (Spearman rank test, $P > 0.05$)。

表 5. CAI 群の患側脚及び HC 群の優位脚における下腿筋の MTrP の総数と臨床データとの関連性。

	AI-MTrP 数 (N = 40)	non-AI-MTrP 数 (N = 40)
non-AI-MTrP 数	$\rho = 0.12, p = 0.478$	
IdFAI	$\rho = 0.64, p < 0.001$	$\rho = 0.56, p < 0.001$
CAIT	$\rho = -0.65, p < 0.001$	$\rho = -0.47, p = 0.002$
SPAIS-11	$\rho = 0.75, p < 0.001$	$\rho = 0.40, p = 0.011$
mSEBT A	$\rho = -0.31, p = 0.053$	$\rho = -0.04, p = 0.794$
mSEBT PM	$\rho = -0.43, p = 0.006$	$\rho = 0.11, p = 0.484$
mSEBT PL	$\rho = -0.35, p = 0.028$	$\rho = 0.17, p = 0.303$

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 (非足関節不安定感誘発性トリガーポイント); IdFAI, Identification of Functional Ankle Instability; CAIT, Cumberland Ankle Instability Tool; SPAIS-11, 11-point self-reported perception of ankle instability scale (11 段階主観的足関節不安定感スケール); mSEBT, modified Star Excursion Balance Test; A, anterior (前方); PM, posteromedial (後内方); PL, posterolateral (後外方)。

4. 考察

本研究では、CAIを有する大学生アスリートと健常な大学生アスリートを対象に、下腿筋群におけるMTrPの発生頻度を比較し、臨床的特徴との関連を検討した。その結果、CAI群の患側脚では、HC群の優位脚と比較して、足関節の不安定感を誘発するMTrPおよび誘発しないMTrPのいずれにおいても、下腿筋群における発生頻度が有意に高値を示した。また、下腿筋群におけるMTrP数と臨床データとの間に有意な相関関係が認められた。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、CAIを有する大学生アスリートと健常な大学生アスリートを対象として、下腿筋群におけるMTrPの発生頻度およびMTrPと臨床的特徴との関連性を検討し、さらにMTrPが主観的な足関節不安定感の誘発に関連することを明らかにした点にある。

CAIの発症機序として、初発の足関節捻挫による靱帯損傷が、足関節の内反および前方引き出し時の過度な関節弛緩を伴う機械的不安定性を引き起こすことが報告されている(Cordova et al., 2010)。さらに、靱帯損傷は固有受容感覚の低下を招き、下腿筋の反応時間遅延、足関節内・外反時の筋力低下、および静的・動的バランス制御の障害などの機能的不安定性を生じさせる(Hoch et al., 2014; Khalaj et al., 2020; Song et al., 2022)。これらの機械的および機能的不安定性が相互に作用することで、足関節に反復的な過負荷が加わり、軟部組織のさらなる損傷を誘発する(Cordova et al., 2010; Hoch et al., 2014; Khalaj et al., 2020; Song et al., 2022)。この悪循環が捻挫の再発や「ぐらつき感」を生み、最終的に慢性的な不安定感へと至ると示唆されている(Cordova et al., 2010; Hoch et al., 2014; Khalaj et al., 2020; Song et al., 2022)。このようにCAI特有の不安定な状態での反復的・過度な運動は、下腿筋群に持続的な過負荷をもたらし、MTrPの形成を促進すると推測される。MTrPは、筋への過負荷による持続的かつ局所的な筋収縮

によって筋硬結が形成されることで生じる。この硬結部では局所的な虚血と代謝エネルギー需要の増大によるエネルギー危機が発生し、侵害受容性物質の放出を伴う過敏点が形成される(Simons et al., 1999)。この状態が持続してMTrPが活性化すると、局所や遠隔部に疼痛や感覚異常が自発的あるいは圧迫刺激によって誘発される(Simons et al., 1998; Yilmaz et al., 2025)。さらに、MTrPは筋力低下、筋活動の遅延、活動パターンの変化、および固有受容感覚の障害を引き起こすことが報告されている(Lucas et al., 2010; Yassin et al., 2015; Bagcier et al., 2022; Yilmaz et al., 2025)。従って、CAIを有するアスリートにおいては、足関節の不安定な状態での反復的かつ過度な運動による下腿筋群への持続的な過負荷がMTrPを形成し、形成されたMTrPが機能的不安定性をさらに悪化させることにより、CAIの病態を長期化させている可能性が示唆される。

本研究において下腿筋群のMTrP数(AI-MTrP数およびnon-AI-MTrP数)は、足関節の不安定感(IdFAIスコア、CAIT, SPAIS-11)と有意な相関($P < 0.05$)を示した(表5)。この結果はMTrP数が多いほど、足関節の不安定感が高いことを意味する。また、AI-MTrP数(不安定感を誘発するMTrP数)は、動的バランス制御の指標であるmSEBTスコアと有意な負相関($P < 0.05$)を示した(表5)。この結果は不安定感を誘発するMTrPの数が多いほど、動的バランス制御が障害されていることを意味する。一方、CAIにおける不安定感や「足が崩れる感覚」は、固有受容感覚の障害と関連していることが示唆されている(Xue et al., 2020)。さらに、MTrPを有する筋では固有受容感覚の障害が認められ、MTrPが感覚異常を引き起こすこと(Simons et al., 1998)を考慮すると、MTrPに起因する固有受容感覚の低下及び感覚異常が、CAIに伴う主観的な不安定感に寄与していると推測される。以上から、特に足関節の内反・外反制御に関与する長趾屈筋および長趾伸筋に存在するMTrPが、不安定感を誘発してい

る可能性が高いことが示唆された。

CAI における姿勢制御障害は、足関節背屈制限、外転筋の筋力低下、腓骨筋群の活動遅延などによって引き起こされることが報告されている (Basnett et al., 2013; Hoch & McKeon, 2014; Alshahrani et al., 2024)。一方, MTrP は筋活動の遅延や関節位置感覚の障害を引き起こす (Yassin et al., 2015; Yilmaz et al., 2025) ことから, 本研究で観察された不安定感を誘発する MTrP は, CAI における姿勢制御障害の重要な要因の一つであると推察される。この仮説は, CAI 患者の下腿筋 MTrP に対する dry needling 療法等の介入が, 足関節の機能的な不安定性, 筋活動タイミング, およびバランス制御を改善させるという先行研究の知見 (Salom-Moreno et al., 2015; Rossi et al., 2017; López-González et al., 2021; Mullins et al., 2021) によっても裏付けられる。

本研究にはいくつかの限界がある。第一に, 片側性および両側性の CAI を有する参加者を混在して対象としたため, 対象者集団が不均一である。第二に, 横断的研究デザインであるため, MTrP と CAI の間の因果関係 (MTrP が CAI の原因なのか, 結果なのか) を特定することはできない。第三に, 評価対象を下腿筋群に限定した点である。CAI においては股関節

や大腿部の筋機能障害も報告されているため (Hertel et al., 2019), 今後の研究では, より近位の筋群における MTrP の存在とその役割についても調査する必要があると考えられる。

5. 結論

本研究は, CAI を有する大学生アスリート (CAI 群) と CAI を有さない健常アスリート (HC 群) を対象に, 下腿筋群における筋・筋膜性トリガーポイント (MTrP) の発生頻度を比較し, 臨床的特徴との関連性を検討した。その結果, CAI 群の患側脚では, HC 群の優位脚と比較して, 1) 足関節の不安定感を誘発する MTrP の発生頻度が長趾屈筋および長趾伸筋で有意に高かった, および 2) 不安定感を誘発しない MTrP の発生頻度は腓腹筋, ヒラメ筋, 長腓骨筋, 短腓骨筋, 長趾伸筋及び短趾伸筋で有意に高値を示した。さらに, 下腿筋群における MTrP 数と臨床データ (不安定感や動的バランス) との間に有意な相関関係が認められた。これらの結果より, 下腿筋群の MTrP が CAI の主観的不安定感に関与し, その病態形成において重要な役割を果たしている可能性が示された。

引用文献

- Abichandani, D., Mehta, M. (2016), Comparison of cervical proprioception in individuals with and without latent myofascial trigger points, *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 5(3):41.
- Alshahrani, M.S., Reddy, R.S., Alshahrani, A., Gautam, A.P., Alsubaie, S.F. (2024), Exploring the interplay between ankle muscle strength, postural control, and pain intensity in chronic ankle instability: A comprehensive analysis, *Heliyon*, 10(5):e27374.
- Bagcier, F., Yurdakul, O.V., Üşen, A., Bozdog, M. (2022), The relationship between gluteus medius latent trigger point and muscle strength in healthy subjects, *J Bodyw Mov Ther*, 29:140-145.
- Basnett, C.R., Hanish, M.J., Wheeler, T.J., Miriovsky, D.J., Danielson, E.L., Barr, J.B., Grindstaff, T.L. (2013), Ankle dorsiflexion range of motion influences dynamic balance in individuals with chronic ankle instability, *Int J Sports Phys Ther*, 8(2):121-128.
- Celik, D., Mutlu, E.K. (2013), Clinical implication of latent myofascial trigger point, *Curr Pain Headache Rep*, 17(8):353.

- Celik, D., Yeldan, I. (2011), The relationship between latent trigger point and muscle strength in healthy subjects: a double-blind study, *J Back Musculoskelet Rehabil*, 24(4):251-256.
- 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.
- 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. (2002), Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability, *J Athl Train*, 37(4):364-375.
- 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.
- 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.
- Lorenzo-Sánchez-Aguilera, C., Rodríguez-Sanz, D., Gallego-Izquierdo, T., Lázaro-Navas, I., Plaza-Rodríguez, J., Navarro-Santana, M., Pecos-Martín, D. (2020), Neuromuscular mechanosensitivity in subjects with chronic ankle sprain: a cross-sectional study, *Pain Medicine*, 21(9):1991-1998.
- 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.
- Mineta, S., Inami, T., Fukano, M., Hoshiba, T., Masuda, Y., Yoshimura, A., Kumai, T., Hirose, N. (2019), The reliability, and discriminative ability of the identification of functional ankle instability questionnaire, Japanese version, *Phys Ther Sport*, 35:1-6.
- 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.
- Peters, J.W., Trevino, S.G., Renstrom, P.A. (1991), Chronic lateral ankle instability, *Foot*

- Ankle*, 12(3):182-191.
- Picot, B., Terrier, R., Forestier, N., Fourchet, F., McKeon, P.O. (2021), The star excursion balance test: an update review and practical guidelines, *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 26(6):285-293.
- Rossi, A., Blaustein, S., Brown, J., Dieffenderfer, K., Ervin, E., Griffin, S., Frierson, E., Geist, K., Johanson, M. (2017), Spinal and peripheral dry needling versus peripheral dry needling alone among individuals with a history of lateral ankle sprain: A randomized controlled trial, *Int J Sports Phys Ther*, 12:1034-1047.
- 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., Albuquerque-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*.
- 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.
- Subramanian, S.S., Teng, S.Y., Senthil, P., Gaowgeh, R.A.M., Alfawaz, S.S., Neamatallah, Z. (2021), Correlation between level of functional ability and sports performance among football players with chronic ankle instability (CAI), *J Pharm Res Int*, 33:415-424.
- 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.

Prevalence of Myofascial Trigger Points in Lower Leg Muscles Among College 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 a condition characterized by a subjective feeling of ankle instability and functional decline following an ankle sprain. Myofascial trigger points (MTrPs) are suggested to be part of the pathophysiology of CAI. However, the prevalence of MTrPs in lower leg muscles and the causal relationship between MTrPs and the subjective feeling of ankle instability in individual with CAI remain unclear. The present study investigated the prevalence of MTrP in lower legs muscle in the college athletes with and without CAI and relationship between it and clinical feature. The present study investigated the prevalence of MTrPs in lower leg muscles in college athletes with and without CAI, as well as the relationship between MTrPs and clinical features. The prevalence of ankle instability sensation-inducing MTrPs in the flexor digitorum longus and extensor digitorum longus on the affected leg side in college athletes with CAI was significantly higher than that on the dominant leg side in those without CAI. In non-ankle instability sensation-inducing MTrPs, the prevalence in the gastrocnemius, soleus, flexor digitorum longus, peroneus longus, and peroneus brevis, extensor digitorum longus, and extensor digitorum brevis was significantly higher on the affected leg side in individuals with CAI than on the dominant leg side in those without CAI. The number of MTrPs in lower leg muscles was significantly related to the subjective feeling of ankle instability and dynamic balance. Thus, MTrPs in the lower leg muscles were suggested to directly induce the subjective feeling of instability in CAI and be deeply involved in its pathophysiology.

Key words: Myofascial trigger point, Chronic ankle instability, College athletes