

ACL 損傷の予防に向けて 開発した二周螺旋型弾性ストラップの 着地姿勢に対する制御効果 — 一周螺旋型弾性ストラップとの比較 —

Effects of postural control with a double-spiral elastomeric strap for
ACL injury prevention during landing: Comparison of single spiral
elastomeric strap

森下 聖^{*1}, 小柳磨毅^{*2,3}, 向井公一^{*4}, 成 俊弼^{*2}
稲田竜太^{*3,5}, 松本光平^{*2,3}, 中野和彦^{*6}

キー・ワード: ACL injury prevention, double-spiral elastomeric strap, three-dimensional motion analysis
ACL 損傷予防, 二周螺旋型弾性ストラップ, 三次元解析

【要旨】 (目的) ACL 損傷予防に向けて開発した一周螺旋型弾性ストラップ (一周螺旋型) は片脚着地時の Knee-in を抑制したが, 安全な着地に必要な体幹と下腿前傾が減少した. 本研究では開発した二周螺旋型弾性ストラップ (二周螺旋型) の着地姿勢に対する制御効果を一周螺旋型と比較検証した.

(対象と方法) Knee-in を呈する女子大学生 22 名を対象とし, 二周螺旋型, 一周螺旋型, 装着なしの 3 条件で高さ 30cm 台からの片脚着地を 5 回実施した. 三次元動作解析装置と床反力を用い, 着地前 (-40 ms), 着地時, 着地後 40ms と 80ms の体幹前傾角度, 股関節内旋・外転・屈曲角度, 膝関節外反・屈曲角度, 下腿前傾角度, 膝関節外反モーメントを計測し, 比較を行った.

(結果) 股関節外転角度は全時期で二周螺旋型と一周螺旋型が装着なしより有意に大きく, 股関節内旋角度と膝関節外反角度は装着なしより有意に小さかった. 膝関節外反モーメントは着地後で両ストラップが装着なしより有意に小さかった. 一方, 股・膝関節屈曲および体幹・下腿前傾角度は, 着地前と着地時に一周螺旋型が装着なしより有意に小さかったのに対し, 二周螺旋型は全時期で一周螺旋型と装着なしより有意に大きかった.

(結語) 二周螺旋型は着地前からの Knee-in および着地後の膝関節外反モーメントを抑制し, 安全な着地に必要な下肢屈曲および体幹と下腿の前傾を促進した.

*1 和歌山リハビリテーション専門職大学健康科学部リハビリテーション学科理学療法学専攻

*2 大阪電気通信大学健康情報学部健康情報学科理学療法学専攻

*3 大阪電気通信大学大学院医療福祉工学研究科医療福祉工学専攻

*4 四條畷学園大学リハビリテーション学部リハビリテーション学科

*5 運動器ケアしまだ病院リハビリテーション部

*6 西岡第一病院整形外科

Corresponding author: 中野和彦 (nakanospk@ybb.ne.jp)

はじめに

我々は先行研究において, 着地動作における ACL 損傷の発生機序である Knee-in (股関節内転・内旋および膝関節外反の複合運動) の抑制を目的に, 高い伸張性と弾性を有するスチレン系エラストマーを素材とした一周螺旋型弾性ストラップ^{1,2)} (以下, 一周螺旋型) を開発 (図 1) し, 既製品のストラップ^{3~5)} と比較して片脚着地時の Knee-in を抑制した⁶⁾ ことを報告した. さらに, 一

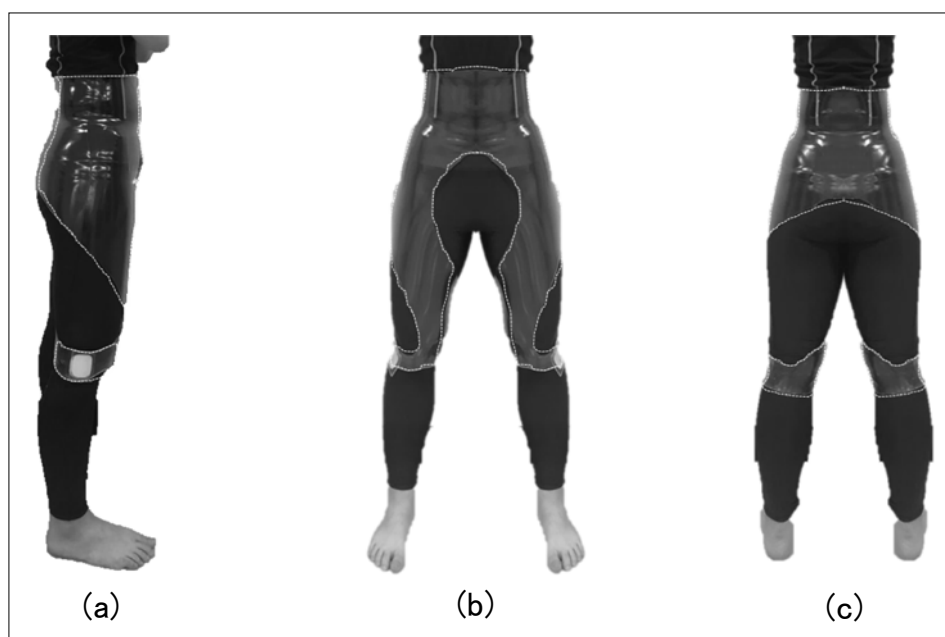


図1 一周螺旋型弾性ストラップ
(a). 側面 (b). 前面 (c). 後面

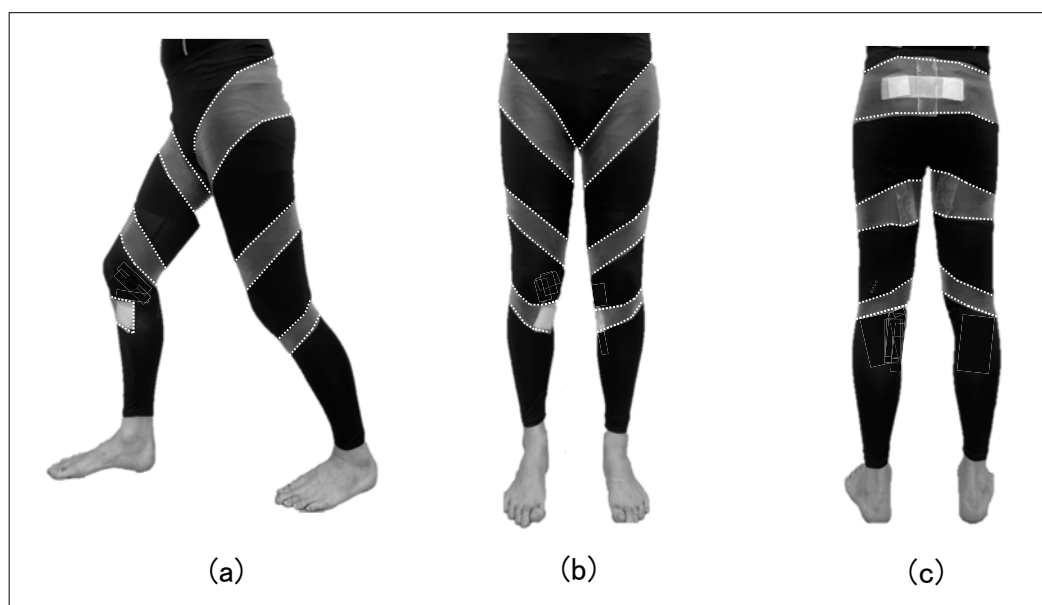


図2 二周螺旋型弾性ストラップ
(a). 側面 (b). 前面 (c). 後面

周螺旋型は、片脚着地前から Knee-in 抑制に加えて ACL 損傷の発生機序である立脚側への体幹側屈を抑制した⁷⁾。しかし同時に一周螺旋型は安全な着地に必要とされる股関節と膝関節の屈曲および体幹と下腿の前傾を減少させた。これは、一周螺旋型のラインが股関節軸の後方と膝関節軸の前方を通過することにより、着地前から股関節と膝関節の外的な伸展モーメントが作用した結果、両関

節の屈曲角度を減少させたと考えられた。

この課題を解決するため、ラインが股関節軸の前方と膝関節軸の後方を通り、両大腿部を二周に螺旋走行する二周螺旋型の弾性ストラップ(以下、二周螺旋型)を新たに開発した(図2)。ACL 損傷は、膝関節に過大な外反モーメントが加わると、剪断、回旋を含めた力学的負荷が加わり発症する^{8,9)}とされることから、新たに開発したストラッ

プには、膝関節外反モーメントを抑制しながら、体幹と下腿の前傾を促す機能を目指して開発した。本研究の目的は、二周螺旋型装着による姿勢制御効果を、一周螺旋型装着との比較から明らかにすることとした。仮説は、二周螺旋型が一周螺旋型と同様に着地前からの Knee-in および着地後の膝関節外反モーメントを抑制することに加えて、安全な着地に必要な体幹と下腿の前傾を促進するとした。

■ 対 象

対象は体幹と下肢に疾患の既往がなく、片脚着地動作のスクリーニングテストにおいて Knee-in を呈した、女子大学生 22 名とした。Knee-in の判断は医師（臨床経験 33 年目）と理学療法士（臨床経験 38 年目）が目視で行った。対象者の年齢は 20.5 ± 0.9 歳、身体特性は、身長 160.9 ± 4.1 cm、体重 51.8 ± 5.7 kg であった。対象者にはヘルシンキ宣言に則り、本研究の趣旨と内容を書面および口頭で説明し、同意を得られた者のみを対象として研究を開始した。本研究は四條畷学園大学倫理委員会の承認を得て実施した（番号 21-4）。

■ 方 法

1. 一周螺旋型弾性ストラップ

一周螺旋型は、伸張性と弾性を有する弾性素材であるスチレン系エラストマー（JIS K 6249、硬度タイプ E の硬度 15°、厚さ 2mm、タナック社製）から、骨盤部（高さ 20cm）と連続するライン（幅 18cm、長さ 50cm）を切り出して作製した。この弾性素材は、自然長における約 200% の伸張を加えた引張試験（東洋精機製作所製 Stograph VES5D）において、伸張速度 200mm/min における応力は 9.9 ± 2.2 N であった。ラインの走行は運動学的に Knee-in の抑制効果があるとされる大殿筋と縫工筋に近似させた^{10,11)}。一周螺旋型は、運動に影響を及ぼすライン縫製がないコンプレッションウェアの上から、骨盤帯を固定し、続いてライン部分を立位の股関節外旋位で片脚の殿部から下腿前面に向かって螺旋方向に約 200% 伸張し、走行させた。最後に末端部を面ファスナーで下腿の外側部に固定して装着した。骨盤部から両脚に向かって同様のストラップを左右対称に装着した（図 1）。

2. 二周螺旋型弾性ストラップ

新たに開発した二周螺旋型は、同一素材、同条件にて装着した。幅 15cm、長さ 150cm に成形した弾性素材の中央部を骨盤に当て、骨盤帯後面から両股関節の前方を通り、下腿前面に向かって両大腿部を二周するように螺旋走行させた後に膝関節の後方を通り、末端部を面ファスナーで脛骨近位の内側部に固定して装着した（図 2）。なお、両ストラップ共に大腿周径に応じて末端余長を重ね貼り、張力を一定にした。

3. 運動課題

30cm の台上から、装着なし、二周螺旋型装着、一周螺旋型装着の計 3 条件で、ランダムに以下の片脚着地動作を実施した。台上から片脚で踏み切り、同側で着地し、着地後は静止するように指示した。両手は腸骨稜を把持し、着地時に姿勢を安定させるために上肢を用いないように指示した。着地時の視線と足部の向きは指示をせず、着地後に足部を移動させた場合は失敗とした。片脚着地の練習試技を 2~3 回実施した後、5 回の成功例から 2~4 回目の 3 回分を計測データとして解析して平均値を算出した。

4. 測定方法

三次元動作解析装置（Nexus Oxford Metrics 社製 Vicon Nexus）と床反力計（AMTI 社製 OR-6、サンプリング周波数 1,000Hz）を用いて計測した。8 台設置した赤外線カメラのサンプリング周波数は 200Hz とした。身体指標は plug-in gait full（Oxford Metrics Ltd. 社製）モデルに準じて、左右前頭部、左右後頭部、胸骨柄、剣状突起、第 7 頸椎棘突起、第 10 胸椎棘突起、右肩甲骨、両側の肩鎖関節、上腕部、上腕骨外側上顆、前腕部、橈骨茎状突起、尺骨茎状突起、第 2 中手骨頭、上前腸骨棘、上後腸骨棘、大腿部、脛骨外側顆、下腿部、外果、踵骨、第 2 中足骨頭の計 39 点に赤外線マーカーを貼付した。

5. 解析方法

三次元動作解析装置により得られたデータは、解析ソフトウェア（VICON NEXUS 2.16.0 OMG 社製）を用いて解析した。分析対象は着地側の下肢とし、股関節内旋・外転・屈曲角度、膝関節外反・屈曲角度、下腿前傾角度とした。股関節の回旋角度はマーカーセットによる計測精度の限界^{12~14)}から、ImageJ を用いて股回旋角度との近似を確認した水平面上の大腿骨長軸と矢状軸がなす

表 1 下肢関節角度の推移 (前額面および水平面)

角度	弾性 ストラップ	時間位相			
		着地前 -40ms	着地時 0ms	着地後 40ms	着地後 80ms
股関節外転	二周螺旋型	22.2±3.5	21.3±3.8	18.6±3.5	14.2±2.3
	一周螺旋型	21.2±3.6	20.8±3.8	17.4±3.1	13.7±2.1
	なし	11.6±1.8	10.9±2.1	10.2±2.3	8.5±1.9
股関節内旋	二周螺旋型	10.1±2.4	9.1±2.3	5.8±2.3	4.9±2.5
	一周螺旋型	10.2±2.5	9.2±2.3	5.9±2.4	4.9±2.7
	なし	20.1±2.5	19.0±2.4	15.6±2.5	14.8±2.7
膝関節外反	二周螺旋型	-7.4±1.7	-7.7±1.3	-7.9±1.6	-8.9±2.9
	一周螺旋型	-7.2±1.7	-7.1±1.7	-7.4±1.9	-8.6±2.9
	なし	1.8±1.0	1.7±1.2	4.4±2.4	5.2±1.1

膝関節：外反＋，内反－

単位 (°) 平均値±標準偏差

*p<0.001

表 2 下肢関節の屈曲と体幹および下腿前傾の角度 (矢状面)

角度と傾斜	弾性 ストラップ	時間位相			
		着地前 -40ms	着地時 0ms	着地後 40ms	着地後 80ms
股関節屈曲	二周螺旋型	38.6±3.8	38.6±3.6	42.8±3.8	46.5±3.1
	一周螺旋型	27.7±4.5	27.7±4.8	35.4±3.6	40.6±3.9
	なし	32.8±5.1	32.7±4.8	35.8±4.3	40.3±4.4
膝関節屈曲	二周螺旋型	42.7±4.3	42.8±4.1	49.7±3.7	56.4±4.2
	一周螺旋型	29.2±4.1	29.5±4.3	39.9±4.1	46.0±4.6
	なし	35.5±4.8	35.5±4.3	40.1±5.2	46.1±4.3
体幹前傾	二周螺旋型	12.9±0.9	13.7±1.5	18.5±1.8	22.9±2.5
	一周螺旋型	4.1±2.3	4.4±2.1	11.7±2.3	15.7±3.0
	なし	8.6±1.6	9.0±1.6	11.7±1.6	15.5±1.8
下腿前傾	二周螺旋型	12.9±0.9	13.7±1.5	18.0±1.4	21.4±2.0
	一周螺旋型	3.4±1.6	3.7±1.5	9.4±1.9	12.0±2.6
	なし	7.0±1.1	7.3±1.2	9.5±1.1	12.2±1.1

単位 (°) 平均値±標準偏差

*p<0.001

角¹⁵⁾を算出し、これを股関節回旋角度の指標とした。下腿前傾角度は、床面に対する脛骨外側顆と外果のマーカを結ぶ線の角度とし、床面に対して前方への傾斜を正とした。着地は、床反力鉛直成分が50N以上を記録したコマ数を着地時と定義し、分析時期は、着地前(-40ms)、着地時、着地後40msと80msとした。膝関節外反モーメントは、着地後40msと80msを分析し、体重で除した値を用いた。統計解析には、統計ソフトウェアIBM SPSS Statistics 30.0.1を用いた。各データは反復測定分散分析を行い、有意差が認められた要因に関して、多重比較(Bonferroni法)を行った。

有意水準は5%とした。

結 果

各装着条件下での下肢関節角度と関節モーメントの結果を表1～3に示す。股関節外転角度は全ての時期において、二周螺旋型と一周螺旋型が装着なしに比べて有意に大きかった(p<0.001)。また、股関節内旋と膝関節外反角度は全ての時期において、二周螺旋型と一周螺旋型が装着なしに比べて有意に小さかった(p<0.001)。股関節と膝関節屈曲および体幹と下腿の前傾角度は着地前(-40ms)と着地時において、一周螺旋型が装着な

表3 膝関節外反モーメントの推移

関節 モーメント	弾性 ストラップ	着地後の経過時間	
		40ms	80ms
膝関節外反	二周螺旋型	-0.03 ± 0.01	-0.05 ± 0.01
	一周螺旋型	-0.03 ± 0.01	-0.05 ± 0.01
	なし	0.05 ± 0.01	0.11 ± 0.01

膝関節：外反＋，内反－
単位（Nm/kg） 平均値±標準偏差
* $p<0.001$

しに比べて有意に小さかった ($p<0.001$) が，二周螺旋型が全ての時期において，一周螺旋型と装着なしに比べて有意に大きかった ($p<0.001$)．膝関節外反モーメントは着地後において，二周螺旋型と一周螺旋型が装着なしに比べて有意に小さかった ($p<0.001$)．股関節外転・内旋・膝関節外反角度とモーメントは二周螺旋型と一周螺旋型には差がなかった ($p=0.062\sim1.000$)．

考 察

以下に，二周螺旋型の片脚着地における Knee-in の抑制，下肢屈曲および体幹と下腿前傾の促進効果について考察する．

1. Knee-in の抑制

本研究の結果から，新たに開発した二周螺旋型は一周螺旋型と同様に着地前後の Knee-in を抑制した．大殿筋と縫工筋の走行に模した一周螺旋型は股関節内転と内旋に抗する張力を発生させ，着地前から股関節外転と外旋を誘導した．二周螺旋型は股関節外旋位で付与される弾性素材の高い初期張力¹⁶⁻¹⁸⁾と，骨盤帯後面から両股関節前方を経て下腿前面へ至る二周螺旋の走行によって，一周螺旋型と同様に股関節外転と外旋を誘導したと考えられた．二周螺旋型による股関節外旋の誘導は，一周螺旋型と同様に下降性の運動連鎖¹⁹⁾を介して着地前後の Knee-in を抑制し，ACL 損傷が発生するとされる着地後 40ms^{7,8)}以降の膝関節外反モーメントを抑制したと考えられた．二周螺旋型は，着地前から股関節の外転と外旋を誘導し，ACL 損傷の危険因子である膝関節外反モーメント²⁰⁾を抑制したことから，前額面と水平面の安全なジャンプ着地動作を誘導することが示唆された．

2. 下肢屈曲および体幹と下腿前傾の促進効果

二周螺旋型では，着地前後の股関節と膝関節の屈曲および体幹と下腿の前傾角度が，一周螺旋型

および装着なしと比較して，有意に大きかった．一周螺旋型は，股関節軸の後方を通るラインの張力が，外的な股関節伸展モーメントを発生し，体幹前傾と股関節屈曲を抑制したと考えられた（図 3a）．これに対し，二周螺旋型は一周螺旋型の下腹部と股関節軸後方のラインを除き，新たに鼠径部を通るラインを加えた結果，外的な股関節伸展モーメントを抑制し，体幹前傾と股関節屈曲を誘導したと考えられた（図 3b）．外的な膝関節モーメントについて，一周螺旋型は膝関節軸の前方を通るラインの張力により，外的な膝伸展モーメントが発生し，膝関節屈曲と下腿の前傾を抑制したと考えられた（図 4c）．一方，ラインが膝関節軸の後方を通る二周螺旋型は，発生した外的な膝関節屈曲モーメントが膝関節屈曲と下腿の前傾を誘導したと考えられた（図 4d）．

3. 展望と限界

三次元解析の結果，二周螺旋型弾性ストラップの装着は，予測制御戦略である着地前の前傾姿勢を誘導し，一周螺旋型の課題であった股関節と膝関節の屈曲および体幹と下腿の前傾不足を解消し，ACL 損傷の危険因子である膝関節外反モーメントを抑制したことから，安全なジャンプ着地運動を着地前から誘導したことが示唆された．しかしながら，本研究は片脚着地動作解析に限定した実験研究であり，今後はアスリートを対象とした ACL 損傷予防に対する前向き調査が必要である．

結 語

開発した二周螺旋型弾性ストラップは，着地前からの Knee-in および着地後の膝関節外反モーメントを抑制し，一周螺旋型弾性ストラップと比べて，下肢屈曲および体幹と下腿の前傾を誘導した．

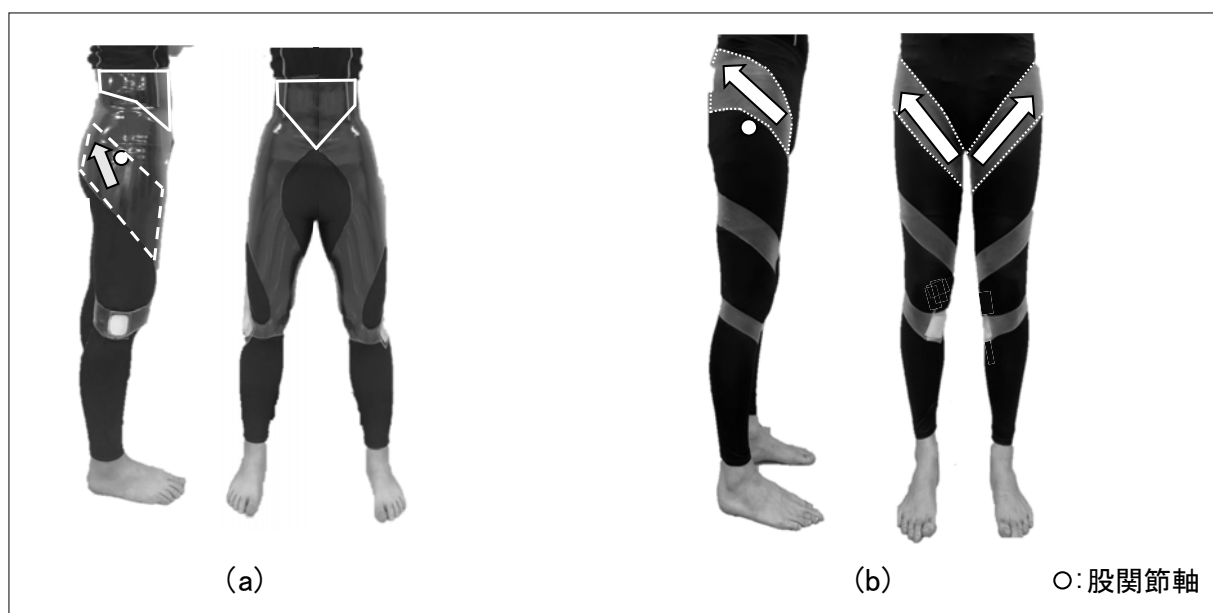


図 3 弾性ストラップの体幹と股関節への作用

一周螺旋型 (a) は、股関節軸の後方を通るラインの張力 (⇐) が体幹前傾と股関節屈曲を抑制した。下腹部 (―) と股関節軸後方のライン (―) を除き、新たに鼠径部を通るライン (⇐) を加えた二周螺旋型 (b) は体幹前傾と股関節屈曲を促進した。

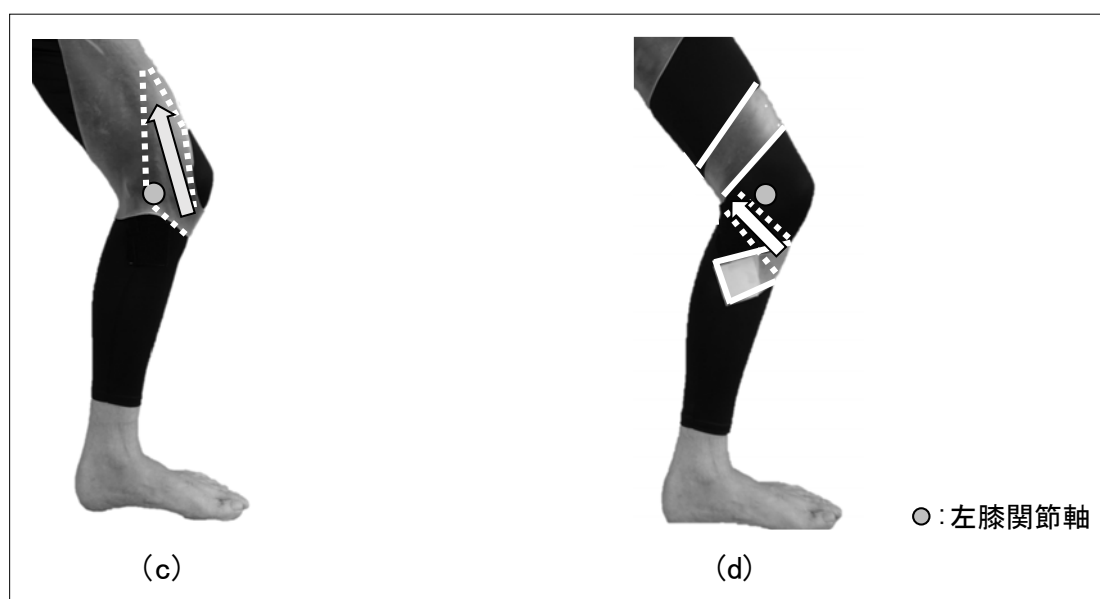


図 4 弾性ストラップの膝関節と下腿への作用

一周螺旋型 (c) は、膝関節軸の前方を通るラインの張力 (⇐) により、膝関節屈曲と下腿の前傾を抑制した。ラインが膝関節軸の後方を通る (⇐) 二周螺旋型 (d) は、膝関節屈曲と下腿の前傾を促進した。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、貴重なご助言を賜りました大阪電気通信大学の木村佳記先生に深く感謝申し上げます。本研究は、日本学術振興会科学研究費補助金 (24K14314) の助成を受けた。

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

森下聖: Conceptualization (概念化), Data curation (データ管理), Formal analysis (正式な分析), Writing

original draft (草稿の執筆), 小柳磨毅: Project administration (プロジェクト管理), Supervision (指導), 向井公一: Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング), Resources (リソース提供), 成 俊弼: Methodology (方法論), Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング), 稲田 竜太: Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング), 松本 光平: Writing review & editing (原稿の見直しとエディティング), 中野和彦: Project administration (プロジェクト管理), Supervision (指導)

文 献

- 1) 三浦大祐, 小柳磨毅, 向井公一, 他. ACL 損傷の予防に向けて開発した Elastomeric Strap の Knee-in 制動効果—二次元画像による着地動作の解析—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2022; 30: 611-617.
- 2) 向井公一, 小柳磨毅, 三浦大祐, 他. ACL 損傷の予防に向けて開発した片側弾性ストラップの knee-in 制動効果—三次元による着地動作の解析—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2024; 32: 459-466.
- 3) Poomsalood S, Hambly K. Does McConnell taping or the stability through external rotation of the femur (SERF) strap affect rearfoot plantar loading patterns during walking in healthy adults? Int J Physiother Res. 2017; 5: 2314-2319.
- 4) Herrington L. Effect of a SERF strap on pain and knee-valgus angle during unilateral squat and step landing in patellofemoral patients. J Sport Rehabil. 2013; 22: 27-32.
- 5) Wallace D, Barr C. The effect of hip bracing on gait in patients with medial knee osteoarthritis. Arthritis. 2012; 2012: 240376.
- 6) 三浦大祐, 小柳磨毅, 向井公一, 他. ACL 損傷の予防に向けて開発した Elastomeric Strap の Knee-in 抑制効果—S.E.R.F. Strap との比較—. スポーツ傷害 (J. Sports Injury). 2020; 25: 7-10.
- 7) 森下 聖, 小柳磨毅, 向井公一, 他. ACL 損傷の予防に向けて開発した両脚弾性ストラップの着地姿勢に対する制御効果—片脚弾性ストラップとの比較—. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2024; 32: 247-254.
- 8) Koga H, Nakamae A, Shima Y, et al. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries: knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. Am J Sports Med. 2010; 38: 2218-2225.
- 9) 古賀英之. ACL 損傷の受傷メカニズム. In: 古賀英之, 二村昭元, 齋田良知, 他(編). 予防に導くスポーツ整形外科. 第1版. 東京: 文光堂; 25-32, 2019.
- 10) Cannon J, Cambridge EDJ, McGill SM. Anterior cruciate ligament injury mechanisms and the kinetic chain linkage: the effect of proximal joint stiffness on distal knee control during bilateral landings. J Orthop Sports Phys Ther. 2019; 49: 601-610.
- 11) Omi Y, Sugimoto D, Kuriyama S, et al. Effect of hip-focused injury prevention training for anterior cruciate ligament injury reduction in female basketball players: a 12-year prospective intervention study. Am J Sports Med. 2018; 46: 852-861.
- 12) Gorton G, Hebert D, Gannotti ME. Assessment of the kinematic variability among 12 motion analysis laboratories. Gait Posture. 2009; 29: 398-402.
- 13) 岡久哲也, 佐藤 紀, 加藤真介. Plug In Gait と Point Cluster Technique の精度検証. 四国理学療法士学会誌. 2017; 39: 212-213.
- 14) Okahisa T, Matsuura T, Tomonari T, et al. Between-day reliability and minimum detectable change of the Conventional Gait Model 2 and Plug-in Gait Model during running. Gait Posture. 2023; 100: 171-178.
- 15) 森下 聖, 小柳磨毅, 向井公一, 他. 新たに考案した股関節回旋角度の解析手法—三次元動作解析における検証—. 保健医療学雑誌. 2024; 15: 25-31.
- 16) 成 俊弼, 小柳磨毅, 向井公一, 他. ACL 不全膝に向けて開発した Elastomeric Knee Brace の力学的評価—モデル膝の前方引き出しに対する制動力—. 臨床バイオメカニクス. 2020; 41: 143-148.
- 17) 成 俊弼, 小柳磨毅, 森下 聖, 他. ACL 不全膝に向けて開発した Elastomeric Knee Brace の内旋制動効果—モデル膝による螺旋ストラップを加えた力学的特性—. 臨床バイオメカニクス. 2021; 42: 275-280.
- 18) 成 俊弼, 小柳磨毅, 森下 聖, 他. ACL 不全膝に向けて開発した弾性膝装具 (Elastomeric Knee Brace) の制動力—膝モデルによる軟性装具との比較—. 臨床バイオメカニクス. 2023; 44: 75-80.
- 19) Koyanagi M, Shino K, Yoshimoto Y, et al. Effects of changes in skiing posture on the kinetics of the knee joint. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006; 14: 88-93.
- 20) Carson DW, Ford KR. Sex differences in knee ab-

duction during landing: a systematic review.
Sports Health. 2011; 3: 373-382.

(受付：2025 年 12 月 11 日，受理：2026 年 5 月 26 日)

Effects of postural control with a double-spiral elastomeric strap for ACL injury prevention during landing: Comparison of single spiral elastomeric strap

Morishita, S.^{*1}, Koyanagi, M.^{*2,3}, Mukai, K.^{*4}, Song, J.^{*2}
Inada, R.^{*3,5}, Matsumoto, K.^{*2,3}, Nakano, K.^{*6}

^{*1} Course of Physiotherapy, Department of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Wakayama Professional University of Rehabilitation

^{*2} Course of Physiotherapy, Department of Health Informatics, Faculty of Health Informatics, Osaka Electro-Communication University

^{*3} Division of Biomedical Engineering, Graduate School of Biomedical Engineering, Osaka Electro-Communication University

^{*4} Department of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation, Shijonawate Gakuen University

^{*5} Department of Rehabilitation, Care Shimada Hospital

^{*6} Department of Orthopaedic Surgery, Nishioka Daiichi Hospital

Key words: ACL injury prevention, double-spiral elastomeric strap, three-dimensional motion analysis

[Abstract] The single-spiral elastomeric strap, developed for anterior cruciate ligament (ACL) injury prevention, effectively reduces knee-in during single-leg landing. However, it can diminish the desirable trunk and lower leg forward-tilt necessary for safe landing.

This study aimed to compare the effects on landing-posture control between a newly developed double-spiral elastomeric strap and single-spiral strap.

Twenty-two female university students who exhibited knee-in performed single-leg landings from a 30-cm platform under three conditions; single-spiral strap, double-spiral strap, and no strap. A three-dimensional motion-analysis system and force plates were used to measure and compare variables, including the trunk forward-tilt angle, hip/knee angles, lower leg forward-tilt angle, and knee valgus moment.

Both strap types resulted in greater hip abduction and smaller hip internal-rotation and knee-valgus angles compared with the no-strap condition; the knee valgus moment significantly reduced after landing. Although the single-spiral strap decreased hip and knee flexion and reduced forward-tilt, the double-spiral strap increased these variables across all landing phases.

Therefore, the double-spiral strap successfully suppressed dynamic knee valgus and knee valgus moments while promoting lower limb flexion and forward-tilt posture, which are essential for safe landing.