

足関節の機能性テーピングが運動パフォーマンスに及ぼす影響

田中地亮佑・古賀友香理

要旨

【目的】足関節の機能性テーピングが運動パフォーマンスに及ぼす影響を検証した。【対象と方法】健常若年成人 20 名(男性 12 名, 女性 8 名)(平均年齢 21.0 歳)の足関節に伸縮性・非伸縮性テープを組み合わせた機能性テーピングを行い, 足関節の関節可動域, Y バランステストによる動的バランス機能, 片脚垂直跳びによるジャンプ力, 反復横跳びによる敏捷性を評価した。【結果】テーピングによって内反・外反角度が有意に制限されたが, 底屈および背屈角度に差は無かった。Y バランステストでは, テーピング群が前方, 内側後方, 外側後方とも裸足より有意に低下した。ジャンプ力に差は認めなかったが, 反復横跳び回数はテーピング群が有意に少なかった。【結論】健常人においては, 機能性テーピングによってバランス能力と敏捷性が影響を受ける可能性がある。

はじめに

スポーツ競技による負傷において足関節捻挫の発生率は高く, スポーツ外傷全体の約 15%, 足関節外傷の約 85%を占める^{1,4)}。足関節捻挫の治療による回復は比較的良好であるが, 約 80%は足関節捻挫を繰り返す, 約 40%は関節不安定症に至る^{3,5,6)}。したがって, 足関節外傷後の再発予防および後遺症としての足関節不安定症に対して内反と底屈を制動するテーピング固定を施すことがある^{7,8)}。テーピングは 1880 年頃より欧米で使用されはじめ, 本邦では 1975 年に初めて講習会が開催された⁹⁾。その後, テーピングは主にスポーツの現場で普及し, スポーツ時の関節の固定, 保護の目的で用いられる。コクラン・システムティックレビューによると, サッカーやバスケットボールのような捻挫のリスクが高い競技では, 半硬性サポーターやエアークャストなどを用いることで足関節靭帯損傷の予防効果があると報告されている¹⁰⁾。実際に, 慢性的に足関節に不安定性がある者に対してテーピングを施すと, 足関節を適正な位置に保持して歩行やジョギングの際の足関節捻挫を予防する効果があるとされる¹¹⁾。しかし, 関節を固定することは損傷部位を保護できる一方で, 可動域が制限されてしまい, 運動パフォーマンスが低下する可能性がある^{10,12,13)}。先行研究では

バランス能力¹⁴⁾やジャンプ前のしゃがみ込む動作が阻害されることによる垂直跳び能力¹³⁾の低下を来す可能性も指摘されている。

テーピングに関する研究では, その効果や制動時間を検討したものが多く, 巻き方やテープの材質などによって結果は報告者によって様々である¹²⁾。さらに, テーピングと運動能力との関連性を検討した先行研究は少なく, 特に瞬発性・敏捷性を評価したものは渉猟し得ない。そこで本研究では, 足関節の伸縮性・非伸縮性テープを用いた機能性テーピングが運動能力の中のバランス能力, ジャンプ力, 敏捷性に及ぼす影響を多面的かつ客観的に検証することを目的とした。本研究で得られる知見は, 競技スポーツに関わる選手や指導者にとって有益な情報になり得ると考える。

対象と方法

対象は四肢の運動器疾患や神経疾患の既往がない健常成人ボランティア 20 名(男性 12 名, 女性 8 名)(平均年齢 21.0±0.6 歳)である。除外基準は, テーピングテープや皮膚処理時にアレルギー反応を示す者, 過去もしくは現在, 運動器疾患を有する者, 研究期間中に運動を制限すべき疾患を有する者, 研究への参加を拒否した者とした。対象者の基本情報(年齢, 身長, 体重,

既往歴、スポーツ歴、喫煙歴など)は自記式アンケートにて収集した。

次に、テーピング装着前後(裸足、テーピング状態)での足関節関節可動域(背屈、底屈、内反、外反)を角度計にて計測した。運動機能については、動的バランス機能をY バランステスト、ジャンプ力を片脚垂直跳び、左右の敏捷性を反復横跳びで評価した。

足関節テーピング方法

本研究では内外側の側副靭帯損傷予防を目的としたテーピングを採用した。対象者の右足関節周囲の剃毛など前処理を施した後、幅 70mm の皮膚保護用ラップ (L-アンダーラップ, LINDSPORTS 社)を巻いた。スターアップとヒールロックに幅 50mm の伸縮性テーピング(リンドエラスト PRO, LINDSPORTS 社)を用い、ホースシューとアンカーには幅 38mm の非伸縮性テーピング(エコノミーホワイト, LINDSPORTS 社)を使用した(図 1)。テーピングは、実業団チームでトレーナーとして働く熟練者から指導を受け、十分に練習を行った 1 名の検査者が施行した¹⁵⁻¹⁷⁾。



図 1 足関節テーピング法

1) 動的バランス機能評価(Y バランステスト)

Dunsky ら¹⁸⁾の方法に準じて身体の動的バランス機能の評価した。床に幅 5cm のマスキングテープを前方、後外側、および後内側の 3 方向に 130cm の長さで貼り付け、マスキングテープに 0.5cm 単位で目盛を記載した。対象者は 3 方向に伸びたテープの中心に両側母趾が位置するように立ち、スタート肢位とした。上体のバランスを保ちながら、右脚を支持脚として左脚で 3 本のマ

スキングテープをできるだけ遠くに向けて伸ばし、最高到達距離を計測した。1 分間の休憩を挟んで合計 2 回の測定を行い、2 回の記録のうち最大値を代表値とした(図 1)。転倒するか支持脚が移動した場合の記録は無効とし、再度測定した。最後に実測値を下肢長で除して正規化した。

2) ジャンプ力評価(片脚垂直跳び)

部屋の壁に床上 150cm から天井まで横造紙を貼り付けた。対象者は紙を貼った壁から 10cm 離して右脚で起立肢位をとった。左手中指先端に朱肉を付け、片手をまっすぐ上に伸ばした高さにインクをつけた。この時、検者は肩甲帯が地面と平行であることを後方から確認した。次に、上肢で反動をつけて片脚でできるだけ高く跳びあがり、最高点で紙にインクをつけた。安全のため着地は両脚で行った。立位と跳躍時のインクの(垂直方向の)距離を測定した。1 分間の休憩を挟んで合計 2 回の測定を行い、2 回の記録のうち最大値を代表値とした。転倒するか壁に接触した場合の記録は無効とし、再度測定した。

3) 左右の敏捷性評価(反復横跳び)

文部科学省の新体力テスト実施要項¹⁹⁾に準じて敏捷性を評価した。床に幅 3cm のマスキングテープを 1m 間隔で 3 本平行に貼り付けた。対象者は中央のラインに跨って立ち、スタート肢位とした。「スタート」の掛け声と同時にできるだけ早く 3 本のラインを跨ぎ、20 秒間にラインを跨ぐ、もしくは踏んだ数を計測した。1 分間の休憩を挟んで合計 2 回の測定を行い、2 回の記録のうち最大値を代表値とした。転倒した場合の記録は無効とし、再度測定した。全ての運動評価は靴下や靴を履かず、健側は裸足のまま木製の床の上で行った。

統計学的解析には Statcel3[®]を使用した。裸足とテーピング装着で関節可動域、Y バランステスト、垂直跳び、反復横跳びの連続変数に関して、対応のある t 検定もしくは Mann-Whitney-U 検定による 2 群間比較を行い、有意水準はいずれも 5%未満とした。尚、本研究は長崎大学大学院医歯薬学総合研究科倫理委員会の承認を得て実施した(承認番号:20040901-2)。

結果

1) 関節可動域

テーピング装着時の足関節可動域は、内反 10.1°、外反 13.1°、背屈 19.5°、底屈 51.5°であり、裸足(内反 28.6°、外反 18.0°、背屈 20.8°、底屈 51.3°)と比較すると、底屈および背屈角度には差が無かったが、内反と外反角度は有意に制限されていた(図 2)。

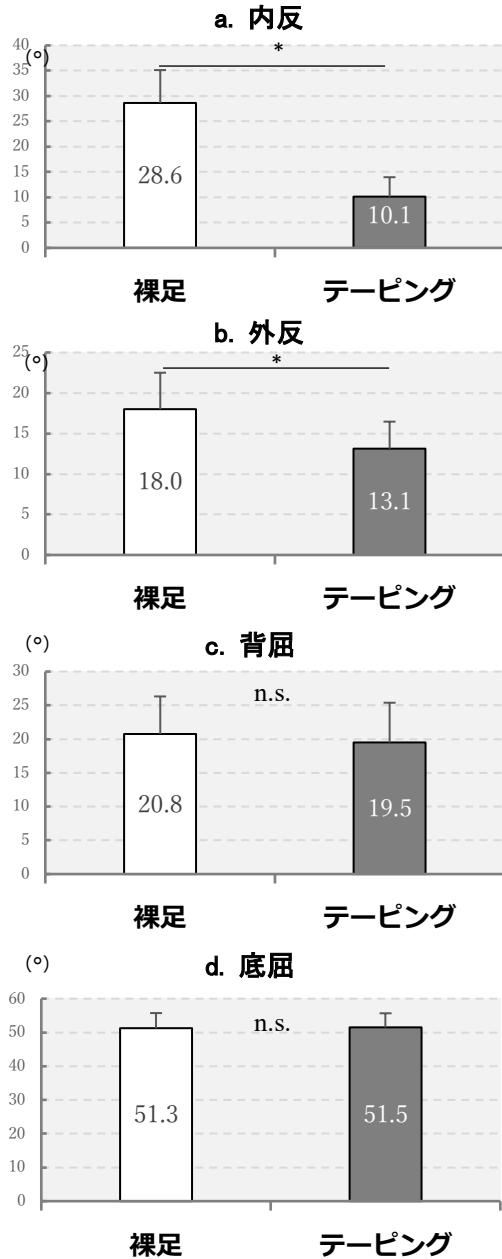


図 2 関節可動域

2) Y バランステスト

Y バランステストの結果を図 3 に示す。裸足では前方 73.6%、内側後方 102.1%、外側後方 95.9%であったのに対し、テーピング装着状態では前方 71.4%、内側後方 99.6%、外側後方 92.8%となり、3 方向とも有意に低下していた。

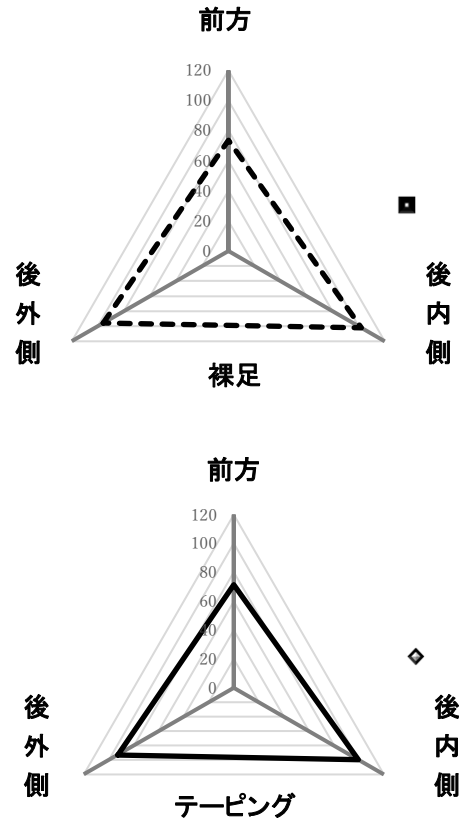


図 3 Y バランステスト

3) 片脚垂直跳び

片脚垂直跳びの平均値は、裸足が 32.4±6.5cm、テーピング状態では 31.8±6.4cm であり、両者に有意な差は認めなかった(図 4)。

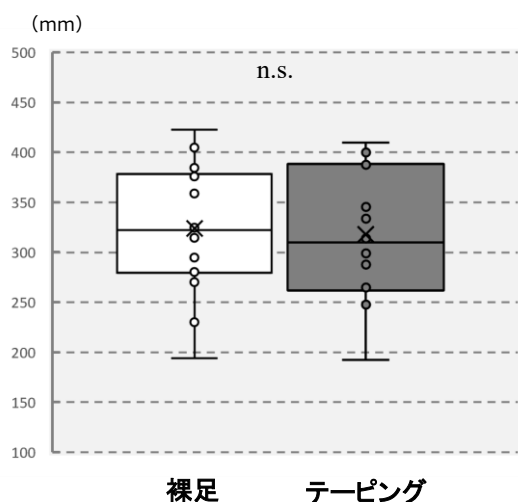


図4 片脚垂直跳び

4) 反復横跳び

裸足での反復横跳びは平均 52.1±5.4 回であったが、テーピングを装着すると 50.0±4.7 回となり、テーピング状態は裸足に比較して有意に低下していた(図5)。

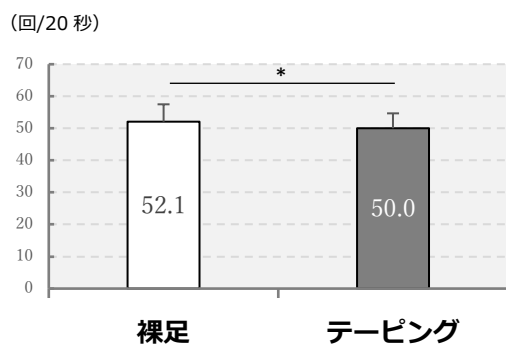


図5 反復横跳び

考察

近年、スポーツ現場では理学療法士が選手のコンディショニングなどに対してアプローチする機会が増加している。通常はマッサージ、アイシングなどの物理療法、関節可動域や筋力エクササイズなどの運動療法を行うが、テーピング処置を依頼されるケースも少なくない。元来テーピングは外傷を受けた関節を外側から制動・保護する目的で使用されてきたが、テープの材質や固定方法の多様化によって有効性や持続時間の延長だけでなく、筋機能の補助を目的としたテーピングも報告されている²⁰⁾。しかし、運動パフォー

マンスへの影響を検証する標準化した判定法は、現状では存在しない。そこで本研究では、健康成人を対象に足関節の機能性テーピングを行い、関節可動域と運動パフォーマンスへの影響を客観的に検証した。

関節の制動効果に関しては、ストレス X 線像による距骨傾斜角、三次元動作解析装置による足関節内反角度の計測でも制動効果が得られるとの報告が大半を占めている²¹⁻²³⁾。本研究でも内-外反の可動域が制限されており、テーピングの本来の目的である関節の内-外反の制動効果は得られていた。一方、底-背屈角度は裸足と差が無かったことは、運動パフォーマンスを保持するという機能性テーピングの特徴を發揮できていたことを示している。テーピングは非伸縮性と伸縮性に大別され、伸縮テープはさらにハードタイプとソフトタイプに分類される。非伸縮テープは応急処置の固定やアンカーテープとして使用され、伸縮テープは患部の圧迫や関節の制動の他にも、その伸縮性をバネのように利用して筋機能を補助することもできる。本研究ではホースシューとアンカーを非伸縮性テーピングで行い、スターアップとヒールロックに伸縮性テーピングを使用したことで、足関節底-背屈の自由度を確保しつつ内-外反を制動できたと考えられる¹⁷⁾。

本研究の運動パフォーマンス評価では、足関節テーピングを施すことでバランス機能と敏捷性が低下したが、ジャンプ力は保持されていた。足関節テーピングが運動パフォーマンスへ及ぼす影響について諸家の報告は統一していない。Koyama¹³⁾は、ジャンプ力が低下したと報告し、MacKean²⁴⁾は短距離走の速度も低下したと報告している。また、Morena²⁵⁾は静的・動的バランス能力には影響しないとしたが、後藤²⁶⁾はバランス能力が低下したと述べている。こうした運動機能が低下したとする報告の多くは非伸縮性テープによる固定用テーピングを用いており、多くは足関節捻挫の既往を有さない健康人を対象としている。一方、満丸²⁷⁾は足関節テーピングによってつま先立ち立位を安定化するとし、大西²⁸⁾は切り返し運動時の内反角度と腓骨筋反応時間が改善したと報告している。このように裸足よりも運動機能が向上したとする研究では、足関節捻挫の既往や不安定性を有する対象者で検討

されていることが多い。つまり、もともと関節安定性が低下している場合には、テーピングの制動効果により関節が安定化するため、裸足の状態よりも運動能力の向上が期待できると考えられる。最近では、テーピングは外傷予防や活動中の応急処置としてだけでなく、怪我をした選手を早期に競技復帰させるツールとしての役割も求められている。本研究で用いた機能性テーピングは、足関節の内-外反を抑制したが、底-背屈角度は保持できていたため、裸足と遜色ないジャンプ力を発揮することができた。一方、健常者を対象としたためバランス機能と敏捷性はテーピングによって低下したが、慢性的な疼痛や関節不安定性などの障害を持っている対象者に施せば、逆に運動パフォーマンスの向上につながる可能性もある。今後は症例数を増やしながら、怪我や障害の程度と、テープの種類やテーピング方法などの組み合わせのバリエーションによる効果を検証していく必要がある。

まとめ

健常若年成人 20 名の足関節に機能性テーピングを行い、運動機能に及ぼす影響を検証した。底屈、背屈角度が制限されなかったことでジャンプ力は低下しなかったが、内反・外反角度が制限されることによって動的バランス能力と敏捷性は裸足より有意に低下した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご尽力を賜りました小関弘展教授ならびにご協力をいただいたボランティアの方々に心より謝意を表します。

参考文献

- 1) Garrick JG: Epidemiologic Perspective. Clin Sports Med. 1982; 1: 13-18.
- 2) 田城 翼, 浦辺幸夫: 足関節捻挫の予防に向けてできること. 臨スポーツ医. 2021; 38: 221-223.
- 3) Abe Y, Sugaya T, et al.: Postural control characteristics during single leg standing of individuals with a history of ankle sprain: Measurements obtained using a gravicorder and head and foot accelerometry. J Phys Ther Sci. 2014; 26 : 447-450.
- 4) Attarian DE, McCrackin HJ, et al.: A biomechanical study of human lateral ankle ligaments and autogenous reconstructive grafts. Am J Sports Med. 1985; 13: 377-381.
- 5) Kim H, Chung E, et al.: A comparison of the foot and ankle condition between elite athletes and non-athletes. J Phys Ther Sci. 2013; 25: 1269-1272.
- 6) Gerber JP, Williams GN, et al.: Persistent disability associated with ankle sprains: A prospective examination of an athletic population. Foot Ankle Int. 1998; 19: 653-660.
- 7) Nishikawa T, Kurosaka M, et al.: Protection and performance effects of ankle bracing. Int Orthop. 2000; 24: 285-288.
- 8) Fumich RM, Ellison AE, et al.: The measured effect of taping on combined foot and ankle motion before and after exercise. Am J Sports Med. 1981; 9: 165-170.
- 9) 鹿倉二郎: テーピングの歴史と概念. Orthopaedics. 1992; 5: 1-8.
- 10) Handoll HH, Rowe BH, et al.: Interventions for preventing ankle ligament injuries. Cochrane Database Sys Rev. 2001: CD000018, doi: 10.1002/14651858.CD000018.
- 11) Chinn L, Dicharry J, et al.: Gait kinematics after taping in participants with chronic ankle instability. J Athl Train 2014; 49: 322-330.
- 12) 和久井鉄城, 三浦雅史: 足関節テーピングの有効性に関する文献研究. 東北理療. 2004; 16: 54-59.
- 13) Koyama K, Kato T, et al.: The effect of ankle taping on the ground reaction force in vertical jump performance. J Strength Cond Res. 2014; 28: 1411-1417.
- 14) Bennell KL, Goldie PA: The differential effects of external ankle support on postural

- control. J Orthop Sports Phys Ther. 1994 ;20: 287-295.
- 15) 鹿倉二郎:【整形外科医に必要なスポーツ医学の知識】関連領域に関する知識 テーピングの基礎知識. 整・災外. 2005;48: 655-661.
 - 16) 鹿倉二郎:【下肢のスポーツ障害リハビリテーション実践マニュアル】テーピングの役割と手技. MEDICAL REHABILITATION. 2004;45:45-50.
 - 17) 小笠原浩気, 鈴木大輔, 他:足関節外側靭帯損傷におけるテーピングの内旋制動性. 日臨スポーツ医学会誌. 2010;18:290-296.
 - 18) Dunsky A, Barzilay I, et al.: Effect of a specialized injury prevention program on static balance, dynamic balance and kicking accuracy of young soccer players. World J Orthop. 2017; 8: 317-321.
 - 19) 文部科学省:新体力テスト実施要項. https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm (2021年12月17日引用)
 - 20) 木田貴英, 井野拓実:【バイオメカニクスから考えるスポーツ医科学】スポーツリハビリテーションのバイオメカニクス テーピングの効果とバイオメカニクス. 臨スポーツ医. 2016;33:18-21.
 - 21) Vaes P, Duquet W, et al.: Objective roentgenologic measurements of the influence of ankle braces on pathologic joint mobility. A comparison of 9 braces. Acta Orthop Belg. 1998; 64: 201-209.
 - 22) Laughman RK, Carr TA, et al.: Three-dimensional kinematics of the taped ankle before and after exercise. Am J Sports Med. 1980; 8: 425-431.
 - 23) Wilkerson GB: Comparative biomechanical effects of the standard method of ankle taping and a taping method designed to enhance subtalar stability. Am J Sports Med. 1991; 19: 588-595.
 - 24) MacKean LC, Bell G, et al.: Prophylactic ankle bracing vs. taping: Effects on functional performance in female basketball players. J Orthop Sports Phys Ther. 1995; 22: 77-81.
 - 25) de-la-Morena JM, Alguacil-Diego IM, et al.: The mulligan ankle taping does not affect balance performance in healthy subjects: A prospective, randomized blinded trial. J Phys Ther Sci. 2015; 27: 1597-1602.
 - 26) 後藤圭介, 篠原 博, 他:テーピングの効果 足関節テーピングがバランス能力に与える影響. 国際エクササイズサイエンス会誌. 2019;2:40-44.
 - 27) 満丸 望, 平川信洋, 他:足関節へのテーピングが立位バランスへ及ぼす効果. 理学療法さが. 2018;4:1-6.
 - 28) 大西 均, 土山裕之, 他:足関節内反捻挫後の不安定性に対するテーピングの効果 足関節内反角度と腓骨筋反応時間による分析. 滋賀県理学療法士会学術誌. 2017; 36:55-58.

(指導教員 小関弘展)