

## 足部アーチのテーピングが運動連鎖 Knee-in に及ぼす影響

The influence that the taping of the foot arch gives to kinetic chain

田中 彩 夏

Ayaka TANAKA  
福岡教育大学大学院

片平 誠 人

Makoto KATAHIRA  
福岡教育大学

(平成26年9月30日受理)

### I. 緒言

人はそれぞれ骨格に特徴があり, 解剖学的には「骨形態」や「アライメント」という形で定量化することができる。下肢の代表的なアライメントには, 膝関節ではO脚(外反膝)やX脚(内反膝)のほか, Q-angle, 反張膝などがある<sup>1)</sup>。また, 足部, 足関節では, 扁平足やハイアーチ(凹足)のほか, 開張足, 外反母趾, 内反小趾, 回内足, 回外足といったアライメントがあり<sup>2)</sup>, これらのアライメントに異常があることを, マルアライメントと呼び, スポーツ活動のみならず, 日常生活を送るうえでも支障をきたすことがある。

スポーツ活動では, 下肢に荷重を伴う種目が多く, 地面と身体の接点となる足部の機能は, 運動を実施する上で重要な役割を担うと考えられる。入谷<sup>3)</sup>は, 足部は縦長の身長を20数センチで支えるため複雑な機能が要求されると述べており, 地面に接する唯一の部分であることから, 足よりも上方にある関節の動きを連鎖させると述べている。また, 馬越<sup>4)</sup>は, 関節運動の運動連鎖には, 上行性と下行性のものがあるが, 特にClosedな動作においては圧倒的に足部・足関節からの上行性連鎖が多いと報告している。したがって, 足部のマルアライメントは, 足部・足関節のみならず身体各部位への負担を増大させる危険性があると考えられる。

下肢の運動連鎖として代表されるものに, Knee in-toe outといわれるダイナミックアライメントがある。川野<sup>5)</sup>は, Knee in-toe outが生じた場合には, 膝関節ACL・MCL損傷などの外傷のほか, 鷲足炎などの障害が発生しやすいと述べている。

Knee inを呈する原因には様々なものが考えられるが, 入谷<sup>3)</sup>や, 馬越<sup>4)</sup>が指摘しているとおり, 足部のアライメントが上行性連鎖を生じさせ誘発していることが考えられる。このことから, 足部アライメントへの対処法を考えることは, Knee inが原因で生じるスポーツ傷害の予防につながると推察される。

足部の代表的なアライメントには, 足アーチがある。城下<sup>6)</sup>は, 足アーチを保つためには, タオルギャザーが効果的であると述べている。また, 入谷<sup>3)</sup>は, 足底板の挿入により, 足アーチの問題を改善することができるかと報告している。

しかし, タオルギャザーのようなトレーニングは, その効果が現れるまでには時間がかかることが予想される。また, 足底板の有効性は証明されているものの, 使用するシューズにより作り替える必要があることや, 素足で行うスポーツには使用できないなどの問題点が考えられる。これに対して, テーピングは, 関節の特定の動きを制限し, 適度に圧迫を加えることで足アーチをサポートすることが可能であることから<sup>7)</sup>, タオルギャザーや足底板挿入などの欠点を補える手法ではないかと考えられる。

本研究では, 足部アーチに対するテーピングが, 運動連鎖に及ぼす影響について明らかにすることを目的とし, 足部アーチの低下やKnee inにより生じるスポーツ傷害の予防のための一助としたい。

### II. 方法

#### A. 対象

対象は, 福岡教育大学陸上競技部に所属する女

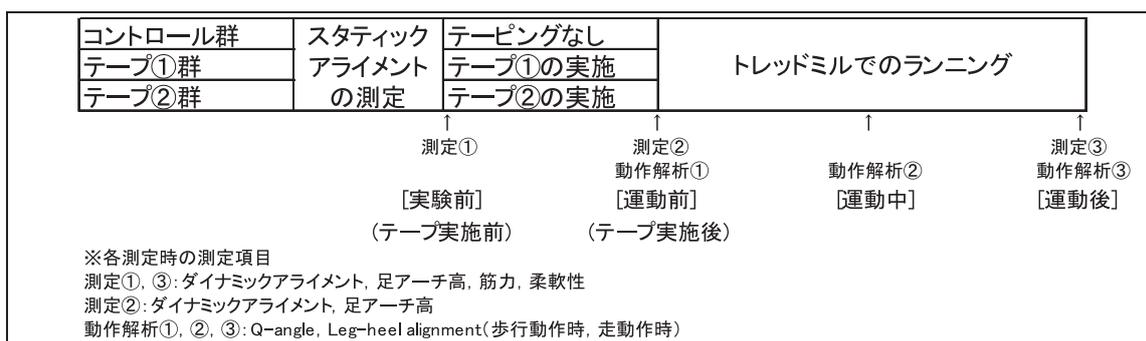


図1 実験手順の概略

子学生9名とした。これらの被験者に対し、テープをしない場合（以下、コントロール群）、アーチサポートテープをした場合（以下、テープ①群）、ファンクショナルテープをした場合（以下、テープ②群）の3条件で運動を行わせ、各測定項目におけるテーピングの有無とテーピング間での差異を比較検討した。なお、被験者は、これら全ての実験条件に参加し、実験順はランダムに行い、1日以上の間隔をあけて行った。

## B. 測定項目・測定方法

測定項目は、下肢筋力、ダイナミックアライメント、動作解析、アーチ高率とした。

下肢筋力の測定は、酒井医療株式会社製の徒手筋力計モービィを使用し、Knee-inの誘因である、股関節外転筋、股関節外旋筋および膝関節伸展筋に対して実施した。筋力の測定は、津山ら<sup>8)</sup>の方法により実施した。

ダイナミックアライメントの測定は、藤井ら<sup>9)</sup>の方法を参考にA-test（動的アライメントテスト）を行った。A-testは、測定足で片足起立をさせ、その状態から膝関節を約30度屈曲し、上前腸骨棘と膝蓋骨中心を結んだ延長線と母趾中央部の延長線との距離を測定した（写真1）。

動作解析は、Panasonic社製のビデオカメラHDC-TM45により、トレッドミル上での歩行および走動作を撮影し、前額面上の静止画像から立脚中期（mid-support）におけるQ-angle、Leg-heel alignmentの計測を行った。なお、どちらの計測も3回ずつ行い、平均値を算出した。歩行速度は（50m/min）、走速度は（100m/min）とした（写真2）。

実験に先立ち、本研究の基礎データとなるスタティックアライメントの測定を実施した。

その後、毎実験時の運動開始前（以下、運動前）と終了後（以下、運動後）に、柔軟性、下肢筋力、ダイナミックアライメント、アーチ沈降度を測定



写真1. A-test



写真2. 立脚中期のQ-angle

した。テープ①群、テープ②群においては、テーピング実施後（運動前）にも、ダイナミックアライメント及びアーチ沈降度の測定を行った。なお、動作解析においては、運動開始時（運動前）と15分経過時（以下、運動中）と運動終了時（運動後）の3回の撮影を実施し、分析を行った（図1）。

## C. テーピングの方法

足部アーチに対するテーピングの方法は、齋藤ら<sup>10)</sup>と川野<sup>11)</sup>、曾我<sup>12)</sup>の方法を参考にした。テープは、リンドバーグ社製のハードタイプ伸縮テープ5.0cm、ソフトタイプ伸縮テープ5.0cm、キネシオテープ5.0cm、ジョンソン&ジョンソン社製の非伸縮テープ3.8cmを使用した。

テープ①は、齋藤ら<sup>10)</sup>の方法を参考に、Xサポート、よこサポート、サーキュラーの3つの手技を用いてサポートテープを実施した。これらに加え、後足部の回内を抑制するために、曾我<sup>11)</sup>の方法を参考に、サポートテープを施した。

テープ②は、川野<sup>11)</sup>の方法を参考に、アンカー、アーチサポート、よこサポート、スプリット、ラッピングの5つの手技を用いて実施した。

テーピング実施時の肢位は、テープ①・②とも



写真3. テーピング方法

に足関節が中間位になるように留意し、テーピング終了時までこの姿勢を保持させ、被験者の両足にテーピングを実施した。

なお、被験者へのテーピングは、日本体育協会公認アスレティックトレーナーが実施した（写真3）。

### Ⅲ. 結果

#### A. ダイナミックアライメント

##### 1. 運動前における各群間の比較

運動前の A-test の値をコントロール群と比較したところ、テープ①群・②群において有意に低い値（テープ①群・右脚： $p < 0.01$ ，テープ②・両脚： $p < 0.01$ ）を示した。なお、テープ①群と②群の間では、有意な差はみられなかった（図2）。

##### 2. 運動後における各群間の比較

運動後の A-test の値をコントロール群と比較したところ、テープ①群・②群において有意に低い値（テープ①②群・左脚： $p < 0.01$ ，テープ①②群・右脚： $p < 0.001$ ）を示した。なお、テープ①群と②群の間では、有意な差はみられなかった（図2）。

#### B. アーチ高率

##### 1. 運動前における各群間の比較

運動前のアーチ高率の値をコントロール群と比



写真4. アーチ高率の算出方法

較したところ、テープ①群・②群において有意に高い値（テープ①群・左足： $p < 0.05$ ，テープ②群・左足： $p < 0.001$ ，右足： $p < 0.001$ ）を示した。テープ①群と②群を比較したところ、テープ②群が有意に高い値（右足： $p < 0.05$ ）を示した（図3）。

##### 2. 運動後における各群間の比較

運動後のアーチ高率（写真4）の値をコントロール群と比較したところ、テープ①群・②群において有意に高い値（テープ①群・左足： $p < 0.05$ ，テープ②群・左足： $p < 0.001$ ，右足： $p < 0.05$ ）を示した。テープ①群と②群を比較したところ、テープ②群が有意に高い値（左足： $p < 0.01$ ）を示した（図3）。

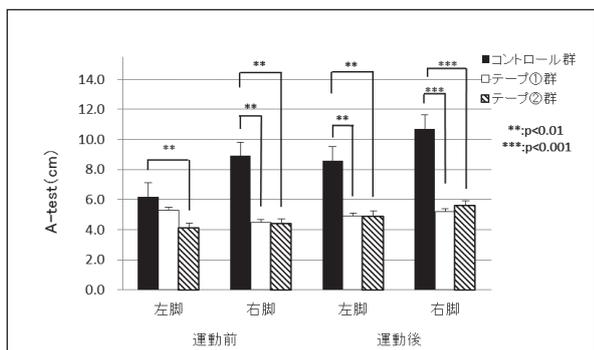


図2 運動前・後における A-test の比較

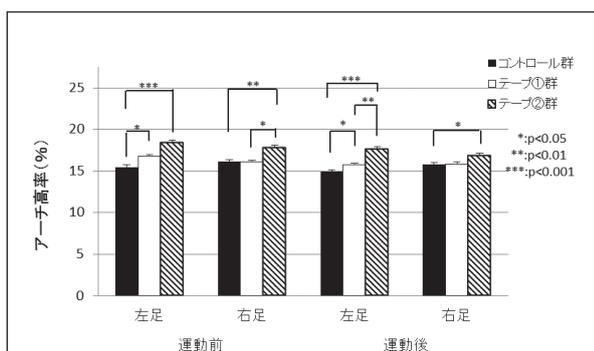


図3 運動前・後におけるアーチ高率の比較

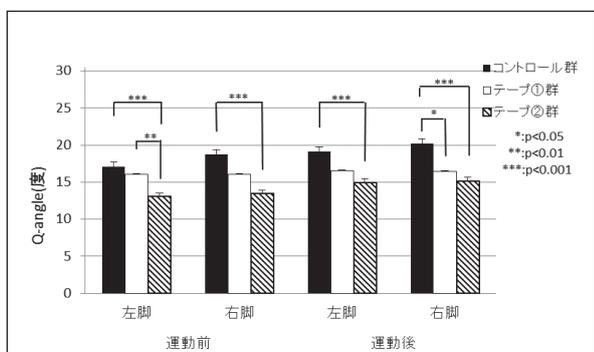


図4 運動前・後における歩行動作時の Q-angle の比較

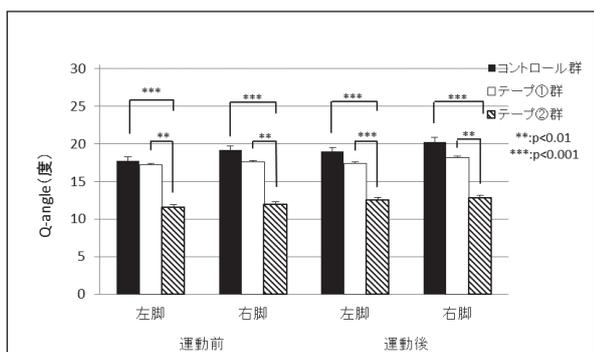


図5 運動前・後における走動作時の Q-angle の比較

C. 動作解析

1. 運動前における各群の比較

運動前の歩行・走動作時の Q-angle の値を比較したところ、コントロール群とテープ①群では、有意な差はみられなかった。コントロール群とテープ②群では、テープ②群が有意に低い値 ( $p < 0.001$ ) を示した。テープ①群と②群では、テープ②群が有意に低い値 ( $p < 0.01$ ) を示した(図4, 5)。

2. 運動後における各群の比較

運動後の歩行・走動作時の Q-angle の値を比較したところ、コントロール群とテープ①群の歩行動作時では、テープ①群が有意に低い値(左脚： $p < 0.05$ )を示した。コントロール群とテープ②群の歩行・走動作時には、テープ②群が有意に低い値 ( $p < 0.001$ ) を示した。テープ①群と②群の歩行動作時には、有意な差はみられなかったが、走動作時において、テープ②群が有意に低い値(左脚： $p < 0.001$ , 右脚： $p < 0.01$ )を示した(図4, 5)。

IV. 考察

スポーツ傷害を予防するためには、筋力や柔軟性などの身体的要素が、適切な状態であることが望ましい。加えて、ダイナミックアライメントにも着目し、身体に対し負担のかからない運動連鎖が成し得ているのかを確認することも重要である。

舌<sup>13)</sup>は、Knee inが生じる原因には様々なものが考えられるが、特に足部アーチの低下により生じる上行性連鎖が原因であると述べている。また、川野<sup>11)</sup>は、足部アーチの低下が原因で、足部に過度な回内が生じると、下腿部の内旋、大腿部の外旋を誘発し、膝関節が外反位をとることにより、膝関節 ACL 損傷や MCL 損傷、半月板損傷などの外傷が生じると述べている。さらに、舌<sup>14)</sup>は、同様の運動連鎖により、鷺足炎や扁平足障害などのランニング障害が誘発されると報告している。したがって、足部アーチを適切に保ち、足部の過度な回内を防ぐ方法を考えることは、Knee inなどの運動連鎖により生じるスポーツ傷害を予防するための一助となると考えられる。

本研究では、足部アーチのテーピングを実施することにより、アーチ高率の低下を防ぐとともに、A-test の値が改善され、その結果、歩行・走動作時における Q-angle が低値を示した。このことから、足部アーチのテーピングが、ダイナミックアライメントのひとつである Knee in を抑制したと

推察される。

本研究では、足部アーチをサポートする2種類のテーピングを実施した。テープ①は、ソフトタイプ伸縮テープを使用し、主にXサポート（フィギュアエイト）を用いてアーチサポートを行うもので、主に足部にテープを巻く方法である<sup>10) 12)</sup>。これに対し、テープ②は、ハードタイプ伸縮テープを使用しアーチサポートを行うファンクショナルテーピングで、足部アーチの低下や回内を抑えるためのスプリットテープを、足部から下腿部へスパイラル状に引き上げる方法である<sup>11)</sup>。

本研究の結果においては、テープ①・②ともに、下肢の運動連鎖に影響を及ぼすことが明らかになったが、特にテープ②においては、運動後における走動作時のQ-angleが低値を示し、Knee inを抑制する傾向がみられた。

Rolf<sup>15)</sup>は、ランニング時には、体重の3～4倍の荷重が加わると述べている。したがって、歩行時よりもランニングの方が、足部に加わる荷重負荷が大きくなると考えられ、足部アーチの沈降度も大きくなると推察される。そのため、通常であれば、歩行時よりも走運動時において加重負担が大きく、足部アーチが扁平化し、Knee inが生じやすくなると考えられる。しかし、本研究では、テープ②を施した場合において、歩行時のQ-angleが増加しKnee inを呈する傾向がみられたが、走動作時には歩行時に比べQ-angleが低値を示しKnee inの抑止効果がみられた。

鹿倉<sup>7)</sup>は、テープの生布は、織物であるため、一定面積内の縦糸と横糸の数、使用されている糸の品質、直径によって、テープの強度が決定されると述べている。今回使用したハードタイプの伸縮テープは、生布の厚みがあり、強度が強いことから、テープ②群においては、運動後においてもアーチ高率を維持することができ、その結果、Knee inを抑制したと考えられる。

川野<sup>11)</sup>は、足部アーチの降下は、ランニングにおけるmid-support時の踵骨回内により増強すると述べており、テープ②のファンクショナルテーピングでは、これらを予防するために、足部から下腿部のアンカーにかけてスプリットテープを行うとしている。したがって、足部の動きがスプリットテープを通じて下腿部、膝関節、大腿部、股関節へと連鎖したと考えられ、足部のみに施したテープ①群よりも、走動作時のQ-angleの値に影響を及ぼしたことが考えられる。

しかし、梅ヶ枝<sup>16)</sup>は、足関節のテーピングにおける距骨傾斜角に対する効果の持続時間は、20

分程度であると報告している。このことから、足関節をまたぐスプリットテープを用いたファンクショナルテープは、長時間の運動を行った際に、テープのゆるみが生じる可能性があることや、テープの厚みにより足部に水疱が生じることが考えられることから、長時間の持続的な運動に対して使用する場合には注意を要すると考えられる。

## V. 結論

本研究の結果から、足部アーチに対するテーピングは、ダイナミックアライメント、アーチ高率、Q-angleに影響を及ぼすことが明らかになった。これにより、下肢のダイナミックアライメントである「Knee in」を抑制する効果があることが示唆された。

また、テープの種類・手技によっても、運動連鎖に違いがみられることが示唆された。

## 文献

- 1) 山本利春 (1990) ランニング障害のバイオメカニズム. 陸上競技紀要, 3, 14-23
- 2) 山本利春 (2001) 評価と計測. ブックハウス・エイチディ, 東京
- 3) 入谷誠 (2012) 足部に関する評価と治療. 理学療法学, 39(4), 293-296.
- 4) 馬越信行・山賀寛ら (1999) 足関節・足部のアライメントと外傷, 特集: アライメントと外傷, pp27-34
- 5) 川野哲英 (1998) スポーツ動作からみた保存療法の考え方. 整・災外, 41, 195-120.
- 6) 城下貴司・福林徹 (2012) 足趾エクササイズが足内側縦アーチに及ぼす影響について. 理学療法科学, 27(4), 397-400.
- 7) 鹿倉二郎 (2007) 傷害予防を目的としたコンディショニングの方法と実際 2. テーピング. 日本体育協会編, アスレティックトレーナー専門科目テキスト⑥, 文光堂:東京, pp214-220
- 8) Helen J. Hislop., Jacqueline Montgomery. (2004) 新・徒手筋力検査法. 津山直一訳, 協同医書:東京.
- 9) 藤井康成・小倉雅・東郷泰久・山口聡・梅博則・前田昌隆・福田隆一・福田秀文・永濱良太 (2004) Knee-in のメカニズムの解明 - 動的 Trendelenburg test を用いた骨盤機能評価と Knee-in との関連性 -. 臨床スポーツ医学, 21(7), 827-831.
- 10) 齋藤隆正 (2006) スポーツテーピング. 高橋

- 書店：東京，pp92-95.
- 11) 川野哲英 (2000) ファンクショナルテーピング. ブックハウス・エイチデイ：東京，pp44-48.
  - 12) 曾我武史 (2006) テーピングメソッド. 高橋書店：東京，pp58-59.
  - 13) 舌正史 (2007) 走動作に影響を与える機能的・体力的要素. 日本体育協会編，アスレティックトレーナー専門科目テキスト⑤，文光堂：東京，pp123-129.
  - 14) 舌正史 (2012) ランニング動作からみた障害発生. 増田雄一編，ランニング障害のリハビリテーションとリコンディショニング，文光堂：東京，pp46-51.
  - 15) Rolf, W. (1995) 目で見える動きの解剖学. 金子ら訳，第14版，大修館，東京，pp70-84
  - 16) 梅ヶ枝健一 (1984) 足関節のテーピング. 整形災害外科，27, 663-667.