

## 伸張性テープの皮膚への貼付による 歩行中膝関節角度の変動パターン

### *Elastic Tape-induced Pattern Changes in Knee Angle during Gait*

山本 洋之<sup>1)</sup> 柳田 泰義<sup>2)</sup>

HIROYUKI YAMAMOTO<sup>1)</sup>, YASUYOSHI YANAGIDA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Faculty of Health Sciences, Himeji Dokkyo University: 7-2-1 Kamiono, Himeji, Hyogo 670-8524, Japan. TEL+81 79-223-6695  
E-mail: scoyama@hera.eonet.ne.jp

<sup>2)</sup> Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

*Rigakuryoho Kagaku* 27(3): 285-289, 2012. Submitted Nov. 30, 2011. Accepted Jan. 26, 2012.

**ABSTRACT:** [Purpose] To verify how the application of elastic tape to the anterior surface of the thigh changes the knee angle pattern during gait. [Subjects] The subjects were 10 persons who showed an abnormal gait pattern when walking ordinarily. [Method] Subjects were asked to walk as usual, and with elastic tape attached to the anterior surface of the thigh. The knee angle was measured during gait with an electronic goniometer. We graphed the temporal changes of knee angle and compared them with the normal gait pattern. [Results] With application of the tape, the knee angle gait pattern of 6 of the 10 subjects improved, becoming like that of the normal gait pattern. [Conclusion] The application of elastic tape to the anterior surface of the thigh changed the knee angle gait pattern. The change in knee angle resulted from stimulus via the skin, rather than voluntary muscular adjustment, suggesting the possibility that it originated from a change in reflexive tensile strength.

**Key words:** gait, knee angle, Kinesio tape

**要旨:**〔目的〕歩行中の膝関節角度の変動パターンが、伸張性テープを大腿前面に貼付することによりどのように変化するかを確認すること。〔対象〕通常歩行中の膝関節角度の変動パターンが、正常とされるパターンではないタイプを示す10名。〔方法〕通常の歩行と、伸張性テープを大腿前面に貼付した状態での歩行を行わせ、歩行中の膝関節角度を電子角度計で測定した。膝関節角度の時間的変化をグラフ化し正常な変動パターンとの比較をした。〔結果〕10名中6名においては膝関節角度の変化が改善され正常なパターンに近似するものとなっていた。〔結語〕伸張性テープを大腿前面に貼付することにより、歩行中の膝関節角度の変動パターンは変化した。膝関節角度の変化は随意的な筋力調整ではなく、皮膚からの刺激により反射的な張力の変化が生じた可能性が示唆された。

**キーワード:** 歩行, 膝関節角度, キネシオテープ

<sup>1)</sup> 姫路獨協大学 医療保健学部: 姫路市上大野町7-2-1 (〒670-8524) TEL 079-223-6695

<sup>2)</sup> 神戸大学 人間発達環境学研究所

## I. はじめに

歩行中における膝関節の動きは、1歩行周期中に2回の屈曲・伸展があることから、**Double Knee Action**として知られている。1歩行周期内での膝関節屈曲角度の大きさをみると、最も小さくなるのは踵が接地する時期と、立脚期の後半で反対側の下肢を前方に振り出す時期の約0°、最大になるのは遊脚期の間における約60°、および立脚期における最大の約15°を特性値として持つ<sup>1)</sup>。正常な歩行における膝関節角度の時間的な変化曲線は、それらの極値を通る滑らかな曲線として観察される<sup>2)</sup>。しかし歩行中の膝関節の角度変動が正常パターンと違う場合、伸張性テープを皮膚に貼付することにより発生する刺激で筋張力を変化させ角度変動パターンを変化させる可能性が期待できるが、伸張性テープの貼付刺激はブラシーボによるものではとの疑念が指摘されている<sup>3,4)</sup>。そこで今回、伸張性テープとしてのキネシオテープを大腿四頭筋の表に皮膚に貼付し、歩行中の膝関節角度がどのような変化を呈するかを測定したので報告する。

## II. 対象と方法

### 1. 対象

対象者は健常な女子10名(22.2 ± 1.3歳)とした。ただし事前に測定された通常歩行中の膝関節角度パターンから、いわゆる正常とは異なるが、痛み、不快感等の訴えのない者に限定した。対象者には実験の目的と測定は大腿、下腿側面へ角度計をテープ固定する非侵襲的な測定であること、測定データは数値化されてコンピューターで処理されることを説明し、その同意を得た。また、競技スポーツ参加者を対象からは除外した。

### 2. 方法

関節角度の測定には、日本光電社製の電子角度計TM-5110を使用した。電子角度計の2本のレバーアームを、大腿外側面と下腿外側面のそれぞれの中央で、角度計の中心軸が右大腿骨の外側上顆に位置するようにテープで固定した。角度計の装着時には、立位で膝の伸展屈曲を行わせ装着によるレバーアームのずれがないことを確認した。また電子角度計は、屈曲0°と屈曲60°の位置を整形用角度計で測定し校正した。電子角度計からの出力は日本光電社製のテレメーターシステム送信機CH1061に接続し、受信機WEB-5000を介し、アナログ信号はティアック社製データレコーダーES8により100 HzでAD変換しパーソナルコンピューターに取り込んだ。また同時に電子角度計の波形は、日本光電社製プリンターRTA-1200でその都度モニタリングした。歩行では各被験者の通常歩行になるように「いつもの様に歩いて下さい」と指示し、弾性ウレタン樹脂により塗装された平面

での素足歩行で、左下肢を測定した。測定開始の合図はなく自由歩行中、5歩行周期以上安定した波形が観察された後の1歩行周期にあたる波形をデータとして採用した。試行順は通常歩行、伸張性テープを貼付した歩行の順とした。伸張性テープは、日東メディカル(株)製キネシオロジーテープ37.5 mm幅を用い、大腿四頭筋の大腿直筋、外側広筋、内側広筋の走行方向に合わせて、大腿の長軸方向の中間位置から膝蓋骨上端までの長さとし、立位での膝伸展位で伸張性テープを元の長さの110%に伸ばして貼付した。

測定された波形の4つの極値はそれぞれ、踵接地時期での最大伸展角度(Initial Extension Angle: 以下IEA)、立脚中期での最大屈曲角度(Mid Flexion Angle: 以下MFA)、立脚後期での後期最大伸展角度(Late Extension Angle: 以下LEA)、遊脚期での最大屈曲角度(Flexion Angle on Swing Phase: 以下FAS)とした。各対象者について測定結果から、それぞれの極値と1歩行周期の時間を求めた。また、膝関節角度変動パターンのタイプ分類は、正常な**Double Knee Action**が観察されたものを基本として、タイプ1はいわゆる正常で、IEAとLEAが5°以内でMFAが10°以上、全体として滑らかな曲線であるものとした。タイプ2はIEAが5°より大きく屈曲を示したものの、タイプ3はLEAが5°より大きく屈曲を示したものの、タイプ4はMFAが10°未満であったもの、タイプ5はIEAとLEAの間に2回以上の膝屈曲が認められるもの。複合タイプは上記のうちの複数のタイプが混合したもので、例えばタイプ2とタイプ3の複合されたものをタイプ2+3として表した<sup>3)</sup>。

また、1歩行周期に要する時間の伸張性テープの貼付の有無による比較にはWilcoxon検定を用い、5%を有意水準とした。統計処理はR2.13.0を用いた。

## III. 結果

伸張性テープの貼付により膝関節角度の平均値は、IEAでは小さく、MFAでは大きく、LEAでは差小さくなり、FASは小さくなっていたが、いずれの角度変化も有意ではなかった(表1)。1歩行周期の時間は伸張性テープの貼付なしの状態では、1.06(±0.05) secであったが、伸張性テープの貼付により1.02(±0.06) secと有意に短縮していた(表1)。

膝関節角度変動パターンのタイプは、伸張性テープの貼付後に、被験者1, 3, 4, 7, 8の5例で正常なタイプとなり、被験者2, 6, 10の3例ではタイプの変化は認められなかった。被験者5では伸張性テープの貼付前ではタイプ5であったが貼付後はタイプ3に、被験者9においてはタイプ4+5であったものがタイプ5となった(表1, 図1)。特に、複合タイプ5、あるいはタイプ5を含む複合タイプを示すのが7例であったが、伸張性テープ

表1 歩行中の膝関節角度、1歩行周期時間および膝関節角度変動パターン

テープ貼付	IEA (°)		MFA (°)		LEA (°)		FAS (°)		1歩行周期 (sec)		角度変動パターン	
	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有	無	有
被験者1	2.5	0.1	18.6	20.3	7.7	3.9	45.2	46.8	1.10	1.01	3	1
被験者2	3.5	1.6	5.9	5.2	5.4	5.4	46.6	45.4	0.99	1.02	2+4+5	2+4+5
被験者3	0.5	2.1	10.5	10.3	4.0	4.0	54.0	52.2	1.12	1.10	5	1
被験者4	6.9	2.4	12.5	11.1	2.4	0.6	43.1	44.7	1.03	0.99	2+5	1
被験者5	2.1	1.9	14.3	20.0	2.6	9.2	53.6	53.9	1.03	0.99	5	3
被験者6	7.1	10.8	11.7	20.3	1.8	0.6	53.6	50.0	0.99	0.90	2	2
被験者7	9.4	4.9	16.6	12.7	1.3	0.7	39.3	38.4	1.07	1.03	4	1
被験者8	9.8	10.8	16.2	16.4	1.9	0.4	57.0	47.3	1.10	1.11	3+5	1
被験者9	2.9	4.7	8.7	12.2	0.9	0.2	59.7	61.5	1.09	1.02	4+5	5
被験者10	2.6	2.7	5.4	8.6	1.7	0.8	63.9	59.7	1.12	1.05	4+5	4+5
平均	4.73	4.20	12.04	13.71	2.97	2.58	51.60	49.99	1.06	1.02		
標準偏差	3.28	3.75	4.50	5.31	2.14	2.99	7.81	7.05	0.05	0.06		

※1歩行周期ではテープ貼付の有無に有意差あり (p<0.05)

貼付により3例に減少した。以上、膝関節角度変化パターンは正常タイプに5例がなり、タイプの変化がなかったのが3例、違うタイプに変化したのが1例、複合タイプであったものが単独でのタイプとなったのが1名であった。

#### IV. 考 察

歩行中の膝関節角度を目視で数量化することは困難である。しかし、機械的な角度計による方法や<sup>5)</sup>、画像解析を用いた方法により可能になり<sup>6)</sup>、近年では3軸方向の角度も計測されるようになった<sup>7)</sup>。このような器機の開発とともに測定は容易になり、結果の解析もコンピュータの性能やソフトウェアの向上により、様々に利用されるようになってきている。しかし画像を取り込む方法では、多くの機器において目印となるマーカーを付ける必要があり、マーカー自体の動きによる誤差が生じる。またビデオカメラでの画像解析では、機器の精度によっては数%程度の誤差が生じるとの報告があり<sup>8)</sup>、僅かな変位の測定には適さない。機械的な電子角度計を使用する場合は、角度計の2本のアームを固定するためのベルトを大腿部と下腿部に巻くことにより、生体動作を直接的に計測することから測定誤差は少ない。しかし、膝蓋腱の固定ベルトや膝周囲のテーピングはスポーツ等で膝の傷害の治療として用いられていることから、ベルトの固定による歩様への影響を排除することは困難である。これに対して今回、電子角度計の2本のアームを大腿と下腿の側面にテープにより固定する方法<sup>9)</sup>を用いた。この方法は膝伸展筋、屈筋への物理的な刺激を除去するため、膝の屈曲・伸展方向に関与する筋には刺激を与えないように電子角度計の2本のアームを大腿側面、下腿側

面にテープにより固定するものである。

今回の対象者は、一般的な生活を送り、自覚的には膝の異常を感じていないにもかかわらず、伸張性テープ貼付なしでは、正常な角度変動パターンを示しておらず、特に立脚中に2回以上の膝関節の屈曲を示すものが7例あった。しかしこのような短時間での波動的な動きが随意的に行われたとは考えられず、その場合FASや1歩行周期時間も影響を受けると考えられるがFASの変化は僅かであり、1歩行周期時間は被験者全体では短縮傾向であったがタイプ5から正常タイプに移行した被験者では変化がなかった。これらのことから、膝関節角度の角度タイプが変化したことは、不随意的な筋張力に変化があったものと推察される。

タイプ5において、立脚期における膝関節角度の変動が不安定な動きをするのは、膝関節が脛骨上を大腿骨がすべり運動と回転運動をする骨構造としては不安定なものであることに起因している。特に屈曲20°~40°は構造的に関節の接触面積が減少し、膝蓋骨も不安定になりやすい角度であり<sup>10)</sup>、立脚中期では膝関節の屈筋と伸筋の拮抗作用が不十分になる。このようなタイプ5はIEAの時期から立脚中期での張力発揮の不安定さから、関節角度変動も正常とは異なるパターンが出現したものと考えられる。伸張性テープの貼付により歩行中の膝関節角度変化に影響があったが、伸張性テープの貼付効果については筋力、垂直跳び、反復横跳び等の運動能力に対しては見られないとの報告が多い<sup>4,11)</sup>。しかし一方、膝関節の伸展・屈曲を繰り返す高強度運動の後、高速での等速性運動を行わせた場合には、ハムストリングスの筋力低下の程度は伸張性テープ貼付により、貼付のない場合より小さかったとの報告がある<sup>12)</sup>。また、伸張性テ

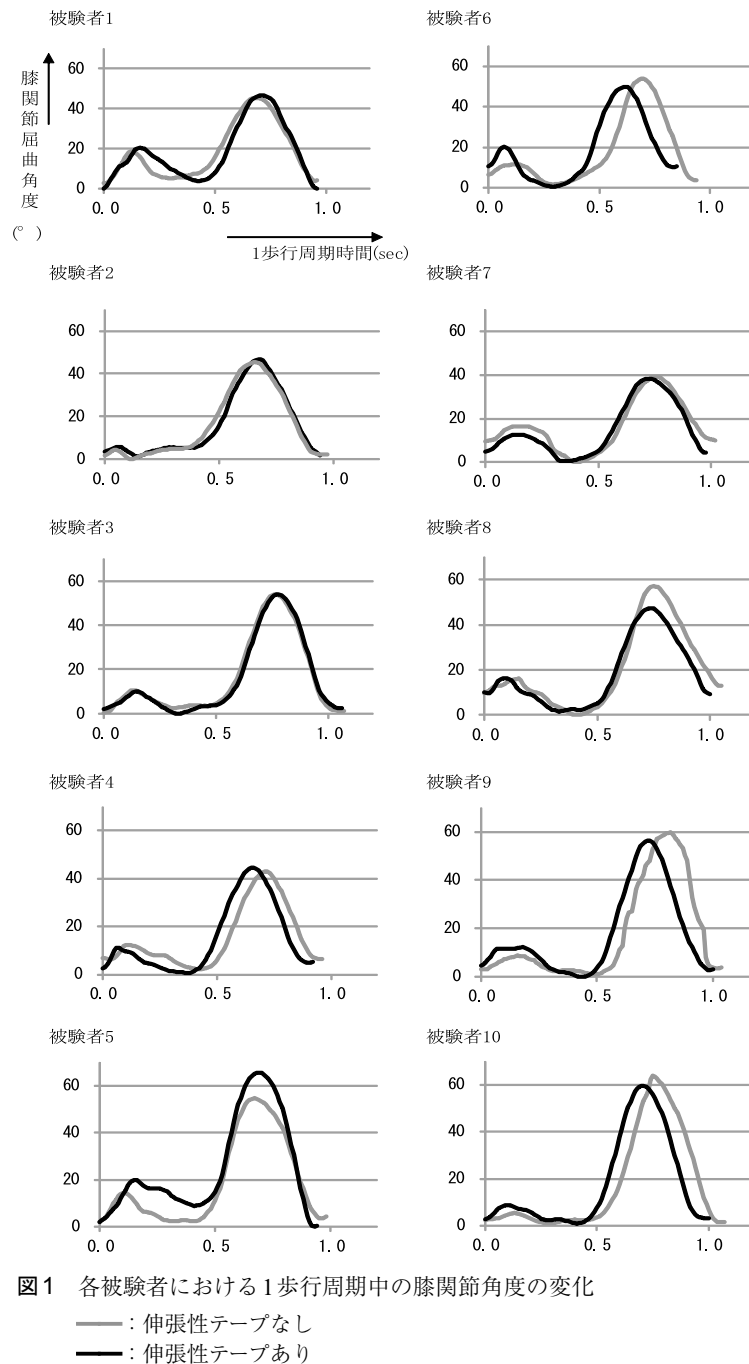


図1 各被験者における1歩行周期中の膝関節角度の変化

プの貼付により平衡機能、バランスが改善されるとした報告もある<sup>13)</sup>。これらの例は、伸張性テープの効果は意識的な運動でのパフォーマンスに対しては意識的でないが、不随意的な運動、または疲労下で筋力を随意的にコントロールできないような状況での運動能力に対してはあることを示唆している。本研究においても伸張性テープの貼付により多くの被験者で歩様の変化を示した。伸張性テープの効果が生理学的には十分に解明されておらず、今回の実験においても伸張性テープの貼付に対して被験者が意識し、歩様を変化させたものとも考えられる。しかし、立脚中に膝屈曲を2回以上行うタイプ5、またはタイ

プ5を含む複合タイプがタイプ1に変化した被験者では、歩行速度の短縮傾向はなく、その膝関節変化は瞬間的なものであり、随意的に変化させることは困難である。

皮膚刺激を通した触圧覚受容器からの脊髄への入力による反射は、筋力を抑制または促通させることもあることが知られている<sup>14)</sup>。今回の実験においても、伸張性テープの貼付により筋張力の変化があったものと考えられる。しかし立脚中期の筋活動は正常でも踵接地の時期に比して小さいことから、伸張性テープの皮膚への貼付が歩行に対する意識を高め膝関節角度変化パターンが変化したのか、伸張性テープの皮膚刺激による反射的な促通的刺

激として筋張力に影響したのかについては、今後脊髄レベルでの反射についての検討が必要である。

#### 引用文献

- 1) Kirsten GN: 月城慶一, 山本澄子, 江原義弘・他(訳): 観察による歩行分析. 医学書院, 東京, 2005, pp39-46.
- 2) 大橋正洋, 野村 進: 歩行の運動学. 理学療法, 2009, 26(1): 11-18.
- 3) 野坂和則: 皮膚に貼ったテープが運動パフォーマンスに及ぼす影響. 横浜市立大学紀要体力医学編, 1999, 27, 11-18.
- 4) 伊達満理子, 榎塚正一, 北島見江・他: チタンシールとキネシオテープの比較からみたブラシーボ効果の検討—生理的指標と運動能力の評価から—. 武庫川女子大紀要(人文・社会科学), 2004, 52: 47-56.
- 5) 河村 洋, 数藤康雄, 橋詰 勉・他: 関節角度計を用いた歩行の研究. バイオメカニズム, 1978, 4: 157-167.
- 6) Frigo C, Rabuffetti M, Kerrigan DC, et al.: Functional oriented and clinically feasible quantitative gait analysis method. Med Biol Eng Comput, 1998, 36: 179-185.
- 7) 伊藤不二夫, 大西 昇, 青山 孝: 歩行中股・膝関節の3次元角度変化. バイオメカニズム, 1984, 7, 244-254.
- 8) 鈴木良吉, 佐藤晴彦, 下田隼人: デジタルビデオカメラを用いた矢状面歩行解析におけるマーカー位置の計測誤差. 理学療法学, 2008, 35(5): 89-95.
- 9) 山本洋之, 柳田泰義: 歩行立脚期の膝関節角度変化の多様性について. 理学療法科学, 26(2): 269-273.
- 10) 井原秀俊, 中山彰一: 関節トレーニング—関節は高感度センサーである—. 共同医書, 東京, 1990, pp8-9.
- 11) 野坂和則: 皮膚に貼ったテープが運動パフォーマンスに及ぼす影響. 横浜市立大学紀要体力医学編, 1999, 27, pp11-18.
- 12) 山次俊介, 出村慎一, 長澤吉則・他: キネシオテーピングが下肢の等速性筋力に及ぼす効果. 体力科学, 48(2), 281-290.
- 13) 三浦孝仁, 山口 誠, 越智英輔: 足関節におけるキネシオテープ貼付が身体の重心動揺安定性に及ぼす影響. 岡山大学教育学部研究集, 2006, 131, 51-55.
- 14) 伊藤文夫: 筋感覚からみた運動制御. 名古屋大学出版会, 名古屋, p232.