

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：32413

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01517

研究課題名(和文)皮膚の特性を利用したラテラルスラストの抑制効果

研究課題名(英文)Suppressing lateral thrust using skin characteristics

研究代表者

福井 勉(FUKUI, TSUTOMU)

文京学院大学・保健医療技術学部・教授

研究者番号：90199183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：変形性膝関節症で見られる膝の外側への急激な動きやO脚を新しいテーピング方法で抑制させられるか検証した研究を行った。まずテーピング方法について検討を行い、膝外側の皮膚を伸張し、内側部を弛緩させる方法を適応した。また上半身にもバランスを考えた対応を考慮に入れる必要性があり追加検証を行った。次に、立案したテーピングにより、高齢者の歩行を動作解析装置で計測した。その結果、膝内反角度はテープ貼付により立脚期中平均0.92度減少し、それは足をついている立脚期のあらゆる瞬間に減少が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

研究結果はラテラルスラストや内反変形に対して短期的変化を示したと考えている。平均0.92度の変化は動作解析装置による介入前後の変化としては小さくはないと考えられる。本研究結果は皮膚の緊張状態が関節角度を変化させたと考えられ、われわれが考えてきた関節に対する影響をひとつ裏付けたと考えている。今後、テーピング方法の長期効果や疼痛に対する効果をさらに検討することによって、変形性膝関節症に対する保存療法の一助になり得ると考えられる。さらに皮膚に伸張応力を与える布地の開発が伴えば、テーピング不要の安全なアンダーウェア開発に結び付く可能性を有すると考えている。

研究成果の概要(英文)：This study verified the effect of suppressing the lateral thrust seen in knee osteoarthritis by a new taping method. In the first research phase, we considered the taping methods. After the experiment, we adopted the methods which are stretching lateral knee skin and take the tension of medial knee skin with four kinesio-type tapes. In the second phase, we asked elder subjects to walk along the gait way and measured the Dynamic Femoro-Tibial angle during gait [DFTA] by using 3D motion analysis system with and without the finally designed taping method. They were asked to walk with a self-selected speed several times. Totally eight gait trials were measured and analyzed. The data of each subject were normalized by time and averaged. As a result, a total difference angle between before and after taping was 0.92 degrees and DFTA with tape showed significantly smaller than DFTA without taping. That is, a decrease in the varus angle with new taping method was observed.

研究分野：理学療法

キーワード：皮膚 変形性膝関節症 内反膝 lateral thrust テーピング

## 1．研究開始当初の背景

変形性膝関節症の「原因」については明確には不明とされているが、メカニカルストレスに負うところが大きく、特に歩行などの動作が膝関節に与える影響が大きいとされている。変形性膝関節症の動作分析には動作解析装置が用いられてきたが、皮膚上マーカから骨位置を同定することの困難さが多く指摘され、skin movement artifact と呼ばれている (Cappozzo et al., 1996) (Leardini et al., 2005) (Andersen et al., 2012)。この artifact は皮膚と骨の間にズレが生ずるために発生し、それに対して様々な補正方法が考案されているが、未だ確立された方法が無い。研究代表者らは、この skin movement artifact を検討するうちに、皮膚の動きに特徴があることがわかってきた。関節運動に伴い、体節同士が近づく運動では、皮膚が遠ざかり、体節同士が遠ざかる運動では皮膚が近づくように動くというものである。さらに骨が突出する部位の皮膚を伸長すると関節運動を抑制し、弛緩させると関節運動が拡大する特徴が示された。すなわち、関節運動時に皮膚には方向依存性があり、この生理的な皮膚の動きを補助あるいは制限する方向へ皮膚を誘導すると関節運動を変化させる効果があることが分かってきた。皮膚操作による関節運動変化は膝痛に応用可能と考え運動学的に把握することを研究課題とした。

## 2．研究の目的

本研究は変形性膝関節症で見られる lateral thrust を新しいテーピング方法で抑制させる効果を検証するものである。動作解析装置を用いてその効果検証を行う。

- 1) 健康人の歩行中の下肢関節の運動を変化させるテーピングの方法について動作解析装置を用いて計測し、検討する
- 2) 高齢被験者に対してテーピングの有無により歩行中の膝関節の動態を分析し効果検証するものである。

## 3．研究の方法

本研究では変形性膝関節症で良く見られる内反膝の角度およびその角度が歩行中に急激に大きくなる lateral thrust をテーピングの利用で抑制させる効果を検証するものである。動作解析装置を用いてその効果検証を行った。

[1] 健康人が自然歩行する際の、下肢関節運動学的および運動力学的データを動作解析装置を用いて計測し、テーピングの方法について吟味する。

ただし、テーピングの方法については、従来あるような非伸縮性テープを使用し、固定する形式のものではなく、あくまでも伸縮性テープを用い、高齢者でも自分で貼付可能なものとする。具体的には、応募者が今まで考案し、数名に対する予備実験でも改善が確認されているものに、数種の方法を行う。下肢に整形外科疾患の既往のない健康成人に参加して頂くものとする。分析に際しては、MX カメラ（8 台）を用いた 3 次元動作解析装置 VICON MX (Vicon Motion Systems 社) を使用する。股 膝 足関節中心を定義することの可能な、Plug-in-Gait full-body model を用いる。反射マーカを両側前頭部、両後頭部、第 7 頸椎棘突起、第 10 胸椎棘突起、頸切痕、胸骨剣状突起、右肩甲骨中央、両肩鎖関節、両上腕骨外側上顆、両手関節母指側および小指側、両第 2 中手骨頭、両上前腸骨棘、両上後腸骨棘、両大腿外側、両膝関節、両下腿外側、両足関節外果、両第 2 中足骨頭、両踵骨に貼付する。データのサンプリング周波数は 100 Hz とする。計測にはトレッドミルを用いる。分析項目は下肢関節の関節中心を定義し、股 膝 足関節中心を結ぶ線のなす前額面上角度を動的大腿脛骨角（以下、DFTA: Dynamic FemoroTibial Angle）として求める。

[2] 上半身、下半身質量中心の相互補完性の検討

1 の結果テーピングの方法については、研究成果図 1 のような種類が最も変化が安定していることが分かった。しかし同時に、膝関節に影響を及ぼすのは骨盤から上部の体幹、頭部、上肢の質量が関与していることが観察されたため、本研究の基盤となる膝関節に影響を与える、上半身の影響を計測する必要性を感じ、当初予定していなかった、研究を追加することとなった。前屈、後屈、スクワット、歩行時の上半身、下半身質量中心位置を身体全体の重心位置からそれぞれ同じ質量の上半身と下半身を想定してどこが最も適しているかを

観察するものである。上記動作を行い研究でも用いた Plug-in-Gait full-body model で身体重心位置を観察した。上半身と下半身のマーカーから身体内に virtual marker を数か所想定し、両者の中点が身体重心とどの程度異なるのかという実験を行うものとした。

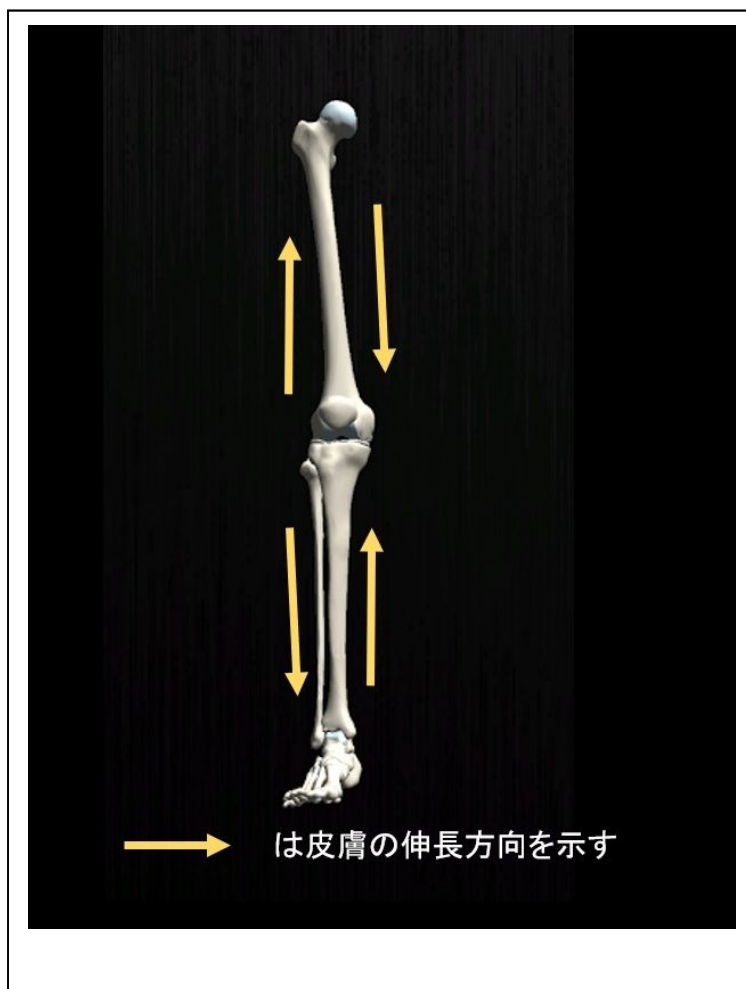
[3] 高齢者が自然歩行する際の、膝関節の内反角度の計測を動的大腿脛骨角（以下、DFTA：Dynamic FemoroTibial Angle）から求めた。図1のテーピングを高齢者に用いた場合、DFTA に変化が見られるかどうかについて、特に歩行立脚期について検討するものとした。対象は高齢者の方の募集に東京都文京区シルバー人材センターにお願いし、変形性膝関節症の診断には関わらず、内反変形がある被験者をお願いした。分析に際しては、上記実験と同様に MX カメラを用いた 3 次元動作解析装置 VICON MX（Vicon Motion Systems 社）に加え、床反力装置（AMTI 社）を用いる。テーピング前後の歩行中の下肢の動態を分析し効果検証する。床反力装置による 8 歩分の運動力学的データにより、時間正規化した DFTA について差があるとしたら立脚期のどの時期か検討することを目的とした。当初予定した一元配置は高齢被験者の疲労を考慮して、テープの有無による、対応のある検定に改変した。

#### 4．研究成果

[1]により、動的内反角度が最も変化したものは図1のようなものであった。

次に、[2]により、身体重心を推定することが可能な上半身および下半身質量中心は、動作により異なることが分かった。しかしながら総合的に判定可能な部位は上半身では、C7と両肩鎖骨中央を結ぶ座標 A と剣状突起と第10胸椎を結ぶ点の中点 B を4等分に内分した点（U1,U2,U3,U4,U5）のうち U4 であった。下半身は両股関節中心と両膝関節中心を4等分に内分した点（L1,L2,L3,L4,L5）のうち L3 であった。歩行中にも上半身の質量中心を考慮する必要があることが分かった。

[3]の結果、結果的に、DFTA はテープ貼付によりにより立脚期中平均 0.92deg の内反角度の減少が生じた(図2)。また立脚期の時間正規化した結果、立脚期中のどの時期においても、テーピング施行前と比較して DFTA が減少していた。本研究の限界は疼痛の無い被験者を用いて施行したことと、即時変化のみを調査した横断実験であることである。



研究結果はラテラルスラストや内反変形に対して短期的変化を示したと考えている。平均 0.92 度の変化は動作解析装置による介入前後の変化としては小さくはないと考えられる。本研究結果は皮膚の緊張状態が関節角度を変化させたと考えられ、われわれが考えてきた関節に対する影響をひとつ裏付けたと考えている。今後、テーピング方法の長期効果や疼痛

に対する効果をさらに検討することによって、変形性膝関節症に対する保存療法の一助になり得ると考えられる。さらに皮膚に伸張応力を与える布地の開発が伴えば、テーピング不要の安全なアンダーウェア開発に結び付く可能性を有すると考えている。

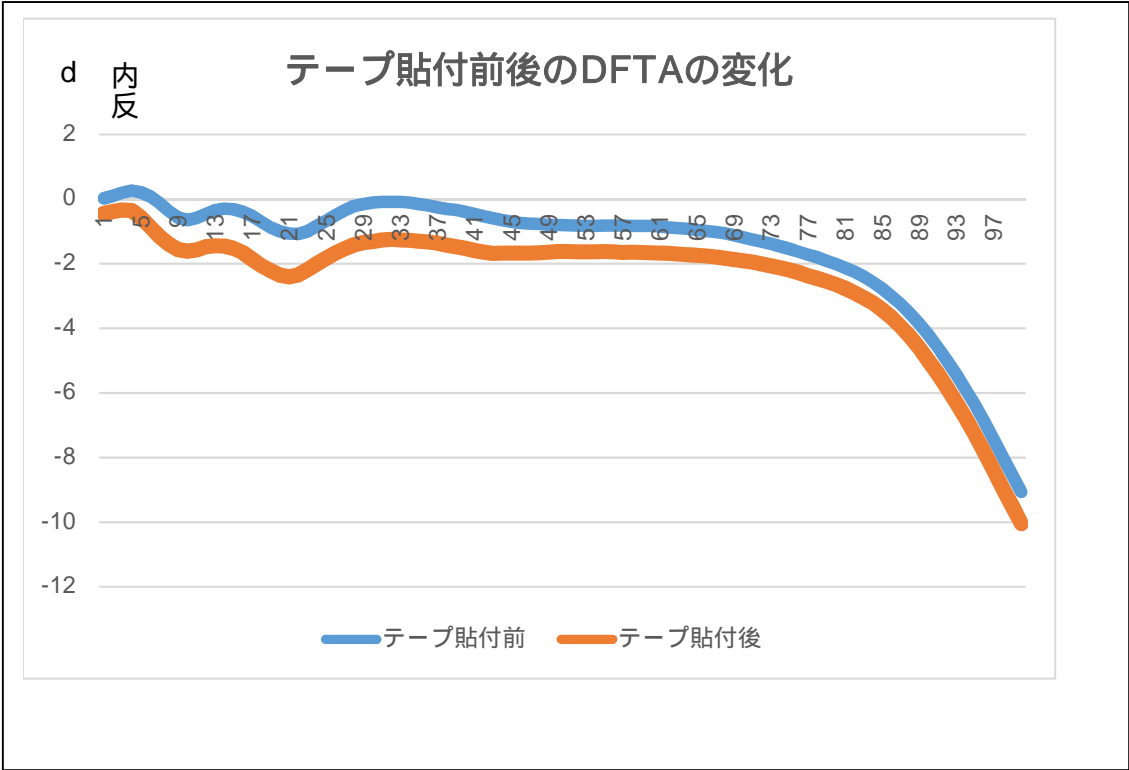


図2 歩行立脚期におけるテープ貼付前後の DFTA の変化

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Tsutomu Fukui, Yuko Otake and Takashi Kondo    | 4. 巻<br>5             |
| 2. 論文標題<br>Skin Movement Rules Relative to Joint Motions | 5. 発行年<br>2017年       |
| 3. 雑誌名<br>Clin Res Foot Ankle                            | 6. 最初と最後の頁<br>234-234 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.4172/2329-910X.1000234     | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）                    | 国際共著<br>-             |

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件／うち国際学会 1件）

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>Tsutomu Fukui, Yuko Otake   |
| 2. 発表標題<br>Novel biomechanical model using upper and lower body virtual markers with equal mass for analyzing hip strategy |
| 3. 学会等名<br>World confederation for physical therapy（国際学会）  |
| 4. 発表年<br>2019年  |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

## 6. 研究組織

|       | 氏名<br>（ローマ字氏名）<br>（研究者番号）                   | 所属研究機関・部局・職<br>（機関番号）                         | 備考 |
|-------|---|---|----|
| 連携研究者 | 大竹 祐子<br><br>(Otake Yuko)<br><br>(70744374) | 東都大学・幕張ヒューマンケア学部理学療法学科・准教授<br><br><br>(32428) |    |