

# 変形性膝関節症用装具 N-OA に関する研究 — 膝の振れ幅とスラストに着目して —

県立長崎シーボルト大学 情報メディア学科 松下かほり

## 1. はじめに

N-OA 膝装具（以下 N-OA）は変形性膝関節症（Osteoarthritis:以下 OA）に対し、その症状を軽減するために考案された。OA は膝関節のクッションである軟骨の磨耗や筋力の低下が要因となって、膝関節に炎症、変形（主に内反）が起き、痛みを生じる病気である。今日まで OA に対する膝装具の評価には患者の主観的評価を用いることが多く、疼痛改善など臨床成績の向上についての報告が多くみられる。しかし、運動学的・動力学的観点から詳細に研究した報告は少ない<sup>[1]</sup>。そこで、本稿では膝の横方向に対する振幅と lateral thrust の大きさを計測し、長崎かなえ義肢製作所で開発されてきた N-OA 膝装具の効力について定量的な評価を行った。

## 2. 膝振幅計測実験

### 2.1 被験者

被験者は、N-OA 装着歴 2 ヶ月の 82 歳の男性 (Subject1 と呼ぶ)、健常者の 22 歳の女性 (Subject2 と呼ぶ) と、N-OA 装着歴 3 年 6 ヶ月の 64 歳の女性 (Subject3 と呼ぶ) の計 3 名である。

### 2.2 実験内容

本研究では、モーションキャプチャ手法により、被験者の歩行の動きを非接触で計測した。被験者の両足の付け根、膝、足首にマーカーを装着し、撮影に使用したハイスピードカメラは 1 秒間に 200 フレーム撮影するように設定し、撮影時間は 7.81 秒に設定した。

ハイスピードカメラは 2 台使用し、被験者にはランニングマシン（トレッドミル）上を歩行してもらった。歩行速度は 1km/h と 2km/h の 2 種類で実験を行い、健常者以外は N-OA 非装着時と装着時の様子を撮影した。

### 2.3 実験結果・考察

膝の横方向への振幅が N-OA 非装着時と装着時でどのように変化するか、装着したら膝の内反が改善されるかどうか、膝装具評価の一基準として考えられる。そこで、歩行時における膝の振幅距離 L を評価基準とする。L の算出は次のように行った。Fig. 1 に示すように、足の付け根のマーカーの座標を  $(x_1, y_1)$ 、膝のマーカーの座標を  $(x_2, y_2)$ 、足首のマーカーの座標を  $(x_3, y_3)$  とおき、足の付け根と足首の中心線の点を  $(x_0, y_0)$  とおく。足首と足の付け根の水平距離を A、垂直距離を B とすると

$$A = x_3 - x_1,$$

$$B = y_3 - y_1,$$

また、膝と足の付け根の垂直距離 C は

$$C = y_2 - y_1,$$

である。ここで

$$P = \frac{C}{B}$$

とおくと、膝の x 座標  $(x_0)$  は

$$x_0 = x_1 + A \cdot P$$

となる。したがって L は

$$L = x_2 - x_0$$

より求めることができる。

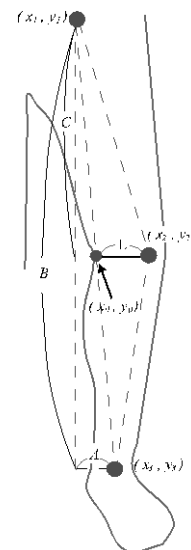


Fig. 1 The definition of L.

振幅距離 L の計算結果の一例を Fig. 2 に示す。同図は Subject1 が歩行速度 1km/h で歩いた時の右足の L の計算結果である。縦軸が L の長さ、横軸が時間を示す。

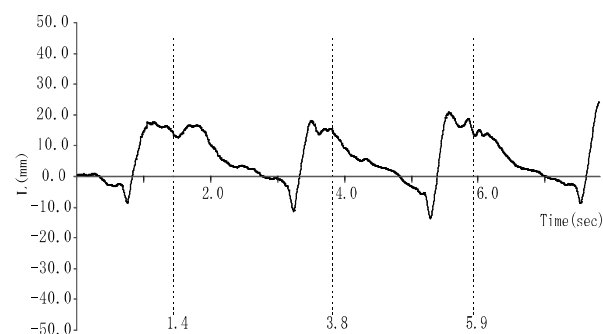


Fig. 2 An example of L.

1 歩行周期における L の平均、最大値、最小値を求めた。Fig. 3 にそれらの結果を各被験者の歩行速度別で示す。Subject1 の結果である (a)、(b) より N-OA の装着により、膝の振幅距離 L が約 7mm~10mm 減少したことが確認できる。また、Subject3 についても、N-OA の装着によって膝の振幅距離 L が約 3mm~5mm 減少したことがわかる。いずれの結果も N-OA の装着によって、膝の振幅距離 L の平均値が減少していた。以上の結果から、膝装具 N-OA は OA に対して膝の横方向の振幅矯正に有効であることが確認できた。

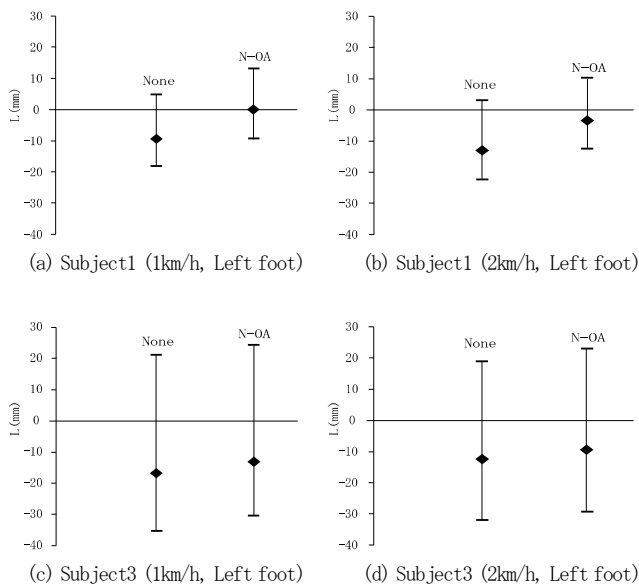


Fig. 3 The results of the experiments for measuring the horizontal knee movement.

### 3. lateral thrust 計測実験

#### 3.1 被験者

被験者は、N-OA 装着歴のない 87 歳の女性 (Subject4 と呼ぶ) と、N-OA 装着歴 10 ヶ月の 64 歳の男性 (Subject5 と呼ぶ) と、2.1 にも登場した Subject1 と Subject2 の計 4 名である。

#### 3.2 実験内容

本研究では、モーションキャプチャ手法により、被験者の歩行の動きを非接触で計測した。被験者へのマーカー配置や、ハイスピードカメラの設定は 2.2 と同様である。

今回の実験ではハイスピードカメラを 4 台使用し、被験者には平地約 2.5m の距離を歩行してもらった。Subject4 は歩行速度 60 歩/分のみ、残りの被験者には歩行速度 84 歩/分と 116 歩/分の 2 種類で実験を行い、健康者以外は N-OA 非装着時と装着時の様子を撮影した。

#### 3.3 実験結果・考察

N-OA が変形性膝関節症の悪化因子である lateral thrust<sup>[2]</sup>の抑制に有効かどうかを調べた。2.3 と同様に、各被験者の膝振幅距離 L を求め、立脚期に発生する小さな動揺を確認した。その動揺を lateral thrust と判断し、大きさを計測して lateral thrust の大きさを比較した。その結果、Fig. 4 のような各被験者の歩行速度別の lateral thrust の計測結果が得られた。

Fig. 4 の (b)においては lateral thrust が N-OA 非装着時に比べ装着時では 1.32mm 増大しているが、その他の結果において、N-OA 非装着時よりも装着時の lateral thrust が減少する傾向が確認できた。N-OA は変形性膝関節症の悪化因子である lateral thrust の抑制に有効であるといえる。

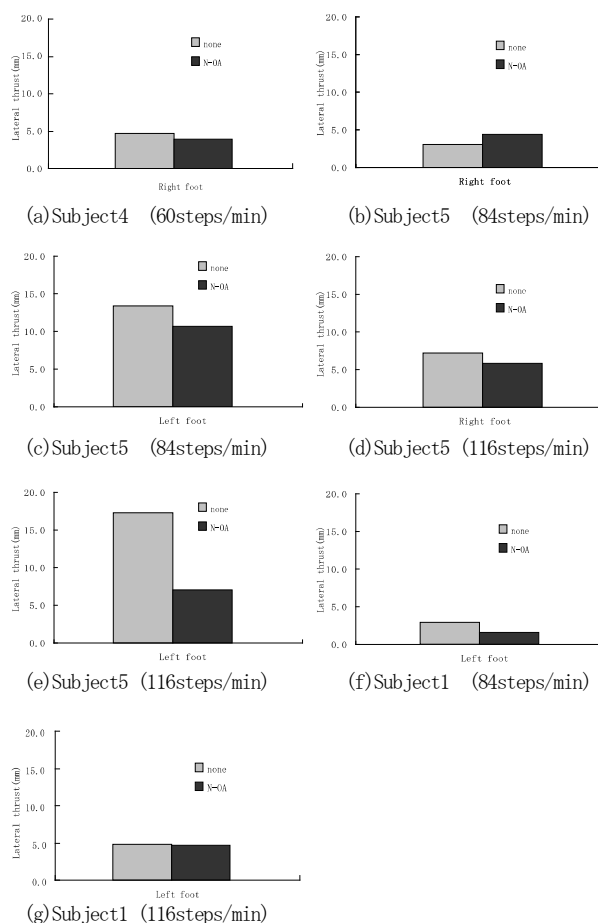


Fig. 4 The results of the experiments for measuring the lateral thrust.

### 4. あとがき

本研究では、N-OA の装着時と非装着時における膝の振幅と lateral thrust に着目し、N-OA の有効性を検証した。光学式モーションキャプチャの手法を用い、歩行時の下肢の動きを撮影し、3 次元座標データから膝の振幅と lateral thrust を算出し、N-OA の装着時と非装着時の大きさを比較した。

2 つの実験の結果から N-OA が変形性膝関節症に対して有効な装具であることがわかった。N-OA に使用されている矯正を目的とした 3 本のストラップが、膝の振幅や lateral thrust に作用していると考えられる。

今回の実験は、膝振幅計測実験・lateral thrust 計測実験ともに横方向のみの大きさに着目し、その検証を行ったが、膝の回転などに着目した検証も必要である。また、OA 患者の被験者が 4 名であったが、さらに被験者の数を増やして検討を行うべきである。

### 参考文献

[1] 西野勝敏・長崎浩爾・大森豪・古賀良生・田中正栄・山本智章：変形性膝関節症用装具のバイオメカニクス-機能的膝装具効果の検討事例、臨床スポーツ医学, Vol. 24, No. 7, p777, 2007  
 [2] 大森豪, 古賀良生：変形性膝関節症の発症および悪化因子、総合リハ, Vol. 29, No. 3, pp221-225, 2001