

査読論文

高齢者の足爪異常と下肢機能の関係  
～メディカルフットケアを用いた改善提案～  
**Relationship between Malfunction of Toenail and  
Lower limb function on Aged**  
～A proposal of Improvement by Medical footcare～

野本 洋平<sup>1</sup>・大矢 哲也<sup>2</sup>・川澄 正史<sup>3</sup>

NOMOTO Yohei, OHYA Tetsuya and KAWASUMI Masashi

Social concern is increasing in preventing fall of aged. Since 80% or more of hip fracture of aged were caused by falls, fall is one of the most serious problem in aged. The improvement in aged people's the lower limb function is important for QOL, and fall prevention. Foot deformities are a common problem among elderly people. We found that the lower limb function, who have abnormalities in foot or toenail, are declined. However, there is no study to examine the relation between the abnormalities in foot or toenail and lower limb function. The purpose of this study was reveal relationship of malfunction of toenail to lower limb function. There were a total of 10 subjects ( 7 females, 3 males ), ranged in age from 73 to 96 years old with a mean age of 80.3 years. They are living in a special elderly nursing home. In order to evaluate the improvement of the lower limb function after medical foot care, walking ability, lower limb muscle strength, and the flexibility were investigated for one year. The data was analyzed statistically. As a result of performing medical foot care for one year, walking ability, and the flexibility improved, furthermore the lower limb muscle strength had stabilized.

キーワード: 高齢者、足爪、下肢機能  
Key words: aged, toenail, lower limb function

## 1 はじめに

高齢者の転倒は、骨折だけではなく、転倒後症候群による閉じこもり、廃用性症候群を引き起こす等の問題の一因となるため、予防が求められている。転倒のほとんどは歩行中などのダイナミック(動的環境)の中から発生する。転倒予防には下肢筋力、姿勢制御能、歩行能力などの下肢機能の向上が有効とされている<sup>[1]</sup>。姿勢制御に必要な情報は、足部からも得られるが、足裏からの入力情報が重要であるとされる<sup>[2, 3]</sup>。そのため、転倒リスクの指標として、足部や足爪の形状を評価することが重要であると考え。高齢者の 60%は、足爪に異常が見られる<sup>[4]</sup>。足爪異常は、痛みなどの影響から歩きづらさが起こり、転倒を引き起こす原因となる<sup>[5]</sup>。我々はこれまでに、深爪、巻き爪、肥厚爪、爪白癬などが歩行能力に影響すると考え、(1)歩行バランス値の変化、(2)すり足歩行によるつま先の高さの変化、(3)すり足歩行による膝関節の高さの上昇値の変化、(4)歩行中の身体重心位置の変化による計測結果の値と足爪異常の関係について、検討した。これらの結果では、歩行パラ

ンス値のみ足爪異常との相関があることを確認した。それ以外の結果では、相関が確認されなかった<sup>[6]</sup>。相関が確認されなかった原因の一つとして、足爪異常が歩行能力以外のいくつかの身体機能に影響を与えていると考える。そのため、歩行能力以外の項目も含めて足爪異常の関係を検討する必要がある。また、我々はこれまでに下肢筋力や柔軟性、歩行能力を簡便かつ客観的に評価することが可能な下肢機能評価指標の開発を行ってきた。

そこで本研究では、高齢者の足爪の観測情報と歩行能力に加え、開発した下肢機能評価指標を用いて、足爪異常と下肢機能の関係について明らかにすることを目的とする。

## 2 実験条件および方法

### 2-1 対象者

対象者は特別養護老人ホーム在住の高齢者 10 名(平均年齢 80.6±6.1 歳、76~96 歳)である。全ての対象者は自立歩行が可能である。対象者には計測値を研究で使用するものであることを十分に説明し、同意を得た上で実験を開始した。また、対象者には毎月一回、一年間のメディカルフットケアを行い、その際に下肢機能に関連する項目の計測および足爪の観測を行った。

### 2-2 メディカルフットケア

メディカルフットケア(以下、フットケアとする)とは、足爪の異常である巻爪や肥厚などを改善・予防するために、適切な爪きりや肥厚部分の除去などを行うケア手法の一つである。フットケアは美容的に行うマニキュア、付け爪、ネイルアートなどのフットネイルと区別される<sup>[7]</sup>。また、フットケアを施すフットケアワーカーは、皮膚や足爪の構造、生理機能、足に起こる病気を判断かつケアする知識を持つ。本研究では、メディカルフットケア JF 協会に協力を要請し、対象者の足爪のケアを実施した。

### 2-3 足爪異常の評価

足爪の観測情報(以下、足爪異常評価点とする)は、メディカルフットケア JF 協会の作成した基準に基づきフットケアワーカーが各指を 26 段階で評価・点数化した。26 項目の評価基準には、深爪、巻爪、足爪の角質や変色の有無などがあれば、一つの異常に対し一点が加算される。評価および点数化では、レベル 26 に近づくほど状態が悪く、数値が小さいほど軽度である。

### 2-4 下肢機能評価指標

下肢機能の評価は、歩行能力、足首柔軟性、下肢筋力に関係する計測項目を計測し、我々が開発した下肢機能評価指標(式(1)~(3))を用いて行った。(1)歩行能力に関わる計測項目として、歩行バランス値、大転子の変動量、膝関節の高さの上昇値を、(2)足首柔軟性に関わる計測項目として、歩行中の足関節動作範囲、最大一步幅、足指外転距離を、(3)下肢筋力に関わる計測項目として、足指屈曲角度、足指間圧力の合計 8 項目を選定した。選定した 8 項目の計測値は、各能力別に提示できるように主成分分析を行った。主成分分析は、多くの計測結果の値をできるだけ情報の損失なく、一個または少数個の指標に要約する方法である<sup>[8]</sup>。主成分分析の結果をもとに式(1)より歩行能力指標、式(2)より足首柔軟性指標、式(3)より下肢筋力指標を求め、下肢機能の評価指標とした。

$$\text{歩行能力指標} = (0.39 \times X_4 + (-0.45) \times X_5 + 0.54 \times X_6) \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{足首柔軟性指標} = (0.44 \times X_1 + 0.44 \times X_2 + (-0.51) \times X_3 \times (-1)) \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{下肢筋力指標} = ((-0.46) \times X_7 + (-0.74) \times X_8) \times (-1) \dots\dots\dots(3)$$

$X_1$ : 足関節動作範囲       $X_2$ : 足指外転距離       $X_3$ : 最大一步幅       $X_4$ : 歩行バランス値

$X_5$ : 大転子の変動量       $X_6$ : 膝関節の高さの上昇値       $X_7$ : 足指屈曲角度       $X_8$ : 足指間圧力

## 2-5 歩行能力に関する計測項目

### 2-5-1 歩行バランス値

Imms らは歩行バランスを評価するため、立脚相、遊脚相の時間に着目し、歩行バランスを定量的に評価している<sup>[9]</sup>。さらに実験結果では活動性の高い高齢者、活動性の低い高齢者、若年者を比較し活動性の低い高齢者の歩行バランスの値が 2.0 以下、活動性の高い高齢者と若年者で 2.0 より若干高いことを報告している。ここでは、先行研究の歩行バランス値を参考に検討を進める。歩行バランス値は式(4)より求めた。式(4)中の  $P_t$  は立脚相の計測時間[秒]を表し、 $S_t$  は遊脚相の計測時間[秒]を表す。

$$Walking\ balance = \frac{P_t}{S_t} \dots\dots\dots(4)$$

### 2-5-2 膝関節の高さの上昇値

膝関節の高さの上昇値の計測では、動作解析のためのマーカ位置を図 1 の B.膝関節外顆に取り付け<sup>[10]</sup>、デジタルビデオカメラの撮影画像(連続静止画)より、歩行中の膝関節の高さの上昇値  $K_\delta$  を二歩行周期における最大値から抽出し、時系列データの垂直軸における最大値  $K_{h2}$ 、基準値  $K_{h1}$  を各対象者の静止立位時として式(5)より求めた。膝関節の高さの上昇値は、各対象者の下肢長で除し、正規化した。下肢長は、対象者の上前腸骨棘から外果までの距離とする。

$$K_\delta = K_{h2} - K_{h1} \dots\dots\dots(5)$$

### 2-5-3 大転子の変動量

大転子の変動量の計測では、身体重心位置の変動量を調べるため、人間の身体重心中心の近くにあるとされる図 1 中の A の位置、すなわち大転子に計測用マーカを付加しこれを計測点とした<sup>[11]</sup>。計測ではデジタルビデオカメラの撮影画像(連続静止画)より歩行中の大転子の変動量  $T_\delta$  を二歩行周期における最大値、最小値から抽出し、時系列データの垂直軸における最大値を  $T_{h2}$ 、最小値を  $T_{h1}$  として式(6)より求めた。大転子の変動量は、各対象者の下肢長で除し、正規化した。下肢長は、対象者の上前腸骨棘から外果までの距離とする。

$$T_\delta = T_{h2} - T_{h1} \dots\dots\dots(6)$$

## 2-6 足首柔軟性に関する計測項目

### 2-6-1 足関節動作範囲

本研究では歩行中の足関節動作範囲を計測するために、図 1 中の対象者の B.膝関節外顆、C.足関節外顆、D.第 5 中足骨粗面、E.踵にマーカを取り付け<sup>[11]</sup>、デジタルビデオカメラより得られたデータから、歩行中の足関節動作範囲  $\theta_0$  を求めた。図 3 の  $\theta_1$  を足関節動作範囲の基準とし、 $\theta_2$  を足関節伸展角度、 $\theta_3$  を屈曲角度とする。足関節動作範囲  $\theta_0$  は、式(7)より求めた。

$$\theta_0 = |\theta_2 - \theta_1| + |\theta_1 - \theta_3| \quad \cdots \cdots (7)$$

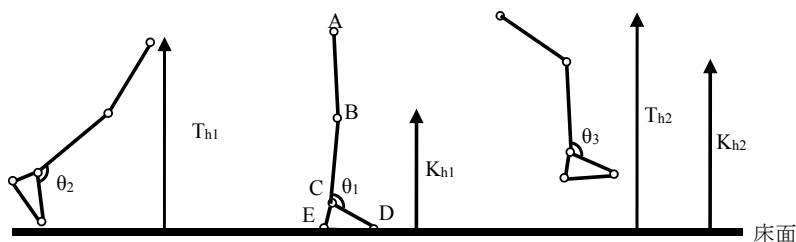


図 1 膝関節の高さの上昇値と大転子の変動量の計測

### 2-6-2 足指外転距離

足指外転距離の計測は、椅座位で行えるため安全である。対象者の姿勢は膝関節を 90 度とし、踵を上げないように注意した。計測回数は左右足二回ずつ行い、二回のうち大きい方の計測値を記録した。図 2 に足指外転距離の計測風景を示す。計測はノギスを用い、足母指と第二指の最大に開いた距離  $y_1$  を計測した<sup>[11]</sup>。ノギスは 0.05 mm きざみに 150 mm まで計測できる。

### 2-6-3 最大一歩幅

図 3 に最大一歩幅の概要を示す。計測方法は、立位で両足を揃えた状態から計測する足をゆっくりずらすように前方に踏み出し、最大距離を保持させその距離  $l$  を計測した。その際、手で足を支持することを禁止した。最大一歩幅の計測は左右二回ずつとし、二回のうち大きい方の計測値を記録した。最大一歩幅の計測値は、各対象者の下肢長で除し、正規化した。

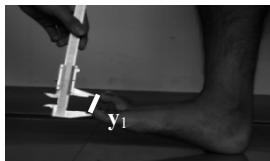


図 2 足指外転距離の計測



図 3 最大一歩幅

## 2-7 下肢筋力に関する計測項目

### 2-7-1 足指屈曲角度

足指屈曲角度の計測は、椅座位で行えるため安全である。対象者の姿勢は、膝関節を 90 度とし、踵を上げないように注意した。計測回数は左右足二回ずつ行い、二回のうち大きい方の計測値を記録した。図 4 の足指屈曲角度の計測では、a の第一基節骨と b の内果に万能角度計を当て  $\theta_1$  の角度を計測した<sup>[11]</sup>。万能角度計は 1 度きざみに 180 度まで計測できる。

### 2-7-2 足指間圧力

足指間圧力の計測では、静的な状態の下肢筋力を定量的にかつ簡便に評価することができる<sup>[11]</sup>。図 5 に足指間圧力計測器を示す。足指間圧力計測は、足母指と第二指間の挟む力を計測するものである。計測は椅座位で行えるため、安全かつ簡便に下肢筋力を評価できる。対象者の姿勢は、膝関節および足関節を 90 度とし、踵を上げないように注意した。計測回数は左右二回ずつ行い、二回のうち大きい方の値を記録した。



図 4 足指屈曲角度の計測

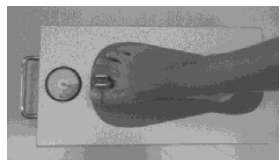


図 5 足指間圧力計測機器

## 3 実験結果および考察

### 3-1 足爪異常の計測結果

図 6 に足爪異常の計測結果を示す。フットケア開始前の平均値と標準偏差が  $9.1 \pm 5.2$ 、フットケア三ヵ月後が  $5.0 \pm 1.7$  と低い値となり有意差を確認した。足爪異常はフットケアを開始して三ヶ月後で開始前と比較して有意に改善したことを確認した。すなわち、フットケアを実施したことから足爪の異常とされる深爪、肥厚爪、爪変色などの障害が形態観察から改善したことを確認した。

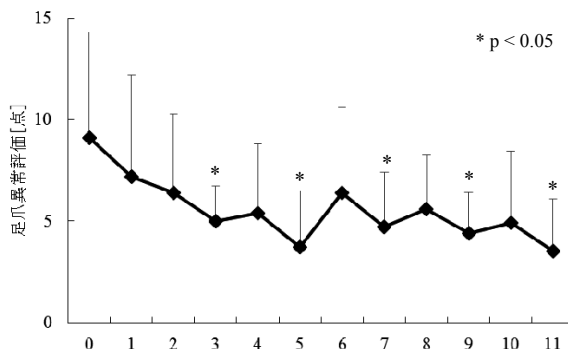


図 6 足爪異常の計測結果  
0~11: フットケア前~フットケア 11 回目

### 3-2 主成分得点の結果および主成分得点と足爪異常点との関係

下肢機能評価指標の結果について、図 7 から図 9 に示す。図 7 の歩行能力指標の平均値と標準偏差の結果は、フットケア開始前が $-3.90 \pm 0.57$ 、フットケア一ヵ月後に $0.01 \pm 0.74$ であった。図 8 の足首柔軟性指標の平均値と標準偏差の結果は、フットケア開始前が $-1.25 \pm 0.87$ 、フットケア一ヵ月後に $-0.04 \pm 0.54$ であった。図 9 の下肢筋力指標の平均値と標準偏差の結果は、フットケア開始前が $0.28 \pm 0.97$ 、フットケア三ヵ月後で $0.72 \pm 1.08$ であった。

表 1 に各指標と足爪異常評価点における相関係数を示す。歩行能力指標において、足爪異常評価点と有意な負の相関関係を確認した。足指柔軟性指標において、足爪異常評価点と有意な負の相関関係を確認した。一方、下肢筋力指標において、足爪異常評価点と相関関係が確認されなかった。

フットケア前後における下肢機能評価指標の結果では、歩行能力指標、足首柔軟性指標の向上が確認された。下肢筋力指標の結果は、維持の傾向が確認された。この理由として、本報告の対象者は、フットケア以外に特別な運動すなわち、下肢筋力を強化するような運動を行っていない。そのため、下肢筋力指標は向上が認められなかったと考える。

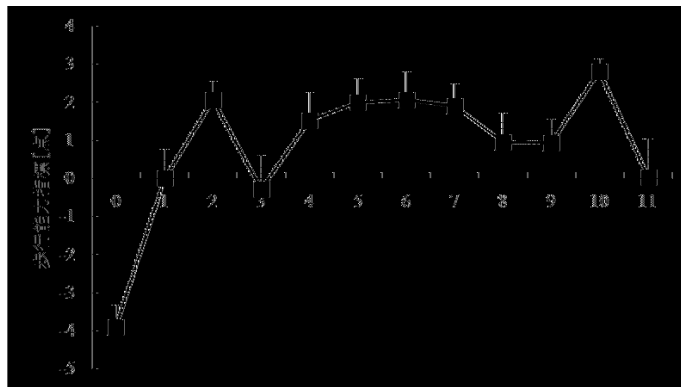


図 7 歩行能力指標の結果  
0～11:フットケア前～フットケア 11 回目

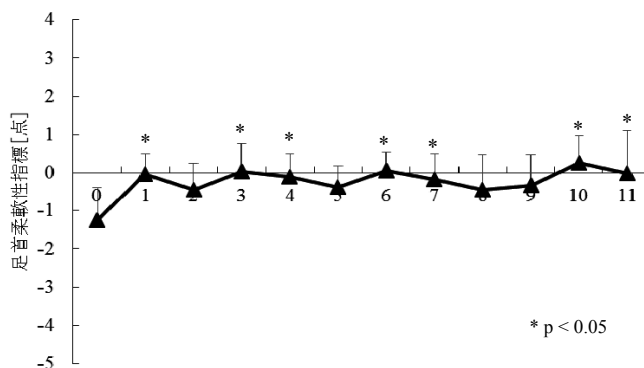


図 8 足首柔軟性指標の結果  
0～11:フットケア前～フットケア 11 回目

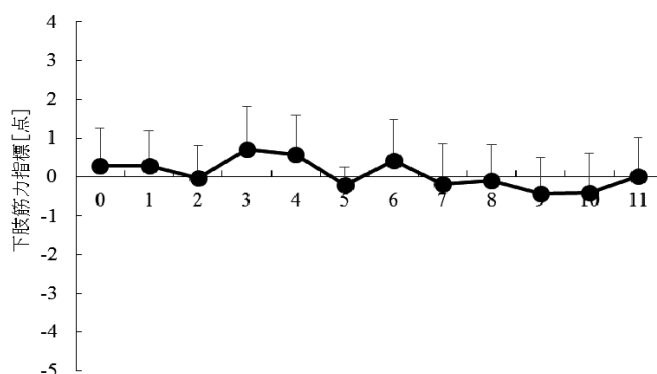


図 9 下肢筋力指標の結果  
0～11:フットケア前～フットケア 11 回目

表 1 各指標と足爪異常評価点との関係

指標	相関係数	p 値
歩行能力	-0.58	*0.05
足指柔軟性	-0.60	*0.05
下肢筋力	0.40	0.20

## 4 おわりに

本研究では足爪異常を持つ高齢者に対して、メディカルフットケアを一年間実施し、足爪異常評価点と下肢機能評価指標の関係を一年間にわたり調べた。その結果、メディカルフットケアにより足爪異常評価点を下げることによって歩行能力指標、足指柔軟性指標が向上することが明らかになった。したがって、足爪異常を持つ人は、足爪が改善されることで転倒リスクである下肢機能が改善されることが示唆された。以上より、身体機能の維持・向上を目指した運動指導に、メディカルフットケアを取り入れていくことで、より効果的な下肢機能の維持・改善が図れると考えられる。

## 謝 辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費若手(B) (課題番号:50455242)として行った。

## 参考文献

- [1] 野本洋平、他 2010.『主成分分析を用いた高齢者と若年者の下肢機能の評価手法の開発』電気学会論文集 C. 130(3). pp.370-375
- [2] AR.Bisdorff, et al (1999). EMG responses to free fall in elderly subjects and akinetic rigid patients. J Neurol Neurosurg Psychiatry.66(4). pp.447-455

- [3] AR.Bisdorff, et all (1995). EMG responses to sudden onset free fall. *Acta Otolaryngol Suppl*.pp347-349
- [4] フットケアのあり方に関する研究委員会 2002.『フットケアのあり方に関する調査研究報告書. 東京都』フットケアのあり方に関する研究委員会編. pp.87-117.
- [5] 武藤芳照, 他 2002.『高齢者の転倒予防への医学的対応』運動・物理療法. 13(2). pp.98-105.
- [6] 野本洋平, 川澄正史 2007.『高齢者の足爪の機能改善と歩行能力評価指標の関係』ライフサポート学会誌. 19(4). pp.19-26
- [7] 宮川晴妃 2003.『メディカルフットケアの技術. メディカルフットケアの基本』日本看護協会出版会. pp.24-77
- [8] 菅民郎 1998.『すべてわかるアンケートデータの分析』現代数学社. pp.153-166
- [9] Imms FJ, Edholm OG (1978). The assessment of gait and mobility in the elderly. *Conference on the Ageing Brain*. 8(4). pp.261-267
- [10] I.A.Kapandji (荻島秀男監訳) 1992.『カバンディ関節の生理学Ⅱ 下肢』医歯薬出版. p.242
- [11] 山下和彦・斎藤正男 2002『高齢者の転倒防止能力の足指間圧力計測による推定』計測自動制御学会. 38(11). pp.952-957

---

<sup>1</sup> 新潟県立大学 国際地域学部 国際地域学科 (nomoto@unii.ac.jp)

<sup>2</sup> 日本医療科学大学 保健医療学部 臨床工学科

<sup>3</sup> 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科