

## 1. はじめに

超高齢社会の課題の1つに転倒骨折が挙げられる。転倒骨折は要介護要因の上位であり、高齢者医療費や介護費用の高騰の一因でもある。特に大腿骨頸部骨折は年間14万人に発生し、対象者のADLを極端に低下させ、高齢者医療費・介護保険費用の負担増につながっている。一方で、身体機能が低下した2次予防対象者に対する支援は十分ではない。1次予防対象者に対する支援はさらに不足している。1次予防や2次予防対象者に求められるのは、a.積極的に歩行を促すこと、b.関節可動域などを広げ、安定な活動力を高めること、c.身体機能維持向上や疾病管理に対する適切な知識の取得と継続的な取り組みが求められる。

転倒を発生させる要因について身体機能の観点からは、①下肢筋力、②バランス機能、③歩行機能の低下の3要素が挙げられる（米国老年医学会ガイドライン等）。しかし、これらを定量的かつ簡便に計測する手法は少ない。本研究では①から③を簡便かつ定量的に計測する機器開発を行っており、転倒リスクの評価指標の構築を進めている。

歩行のメカニズムの観点から、地面を蹴りだす際の力（床反力）は歩行速度、歩行の安定性、フットクリアランス（遊脚期の爪先と地面の距離）の確保、歩幅の延長に重要である。地面を蹴りだす力は、歩行相最終期の爪先離床時に発生するため、足先の機能と歩行中の支持基底面の拡大は歩行機能に密接に関係すると考えられる。

そこで本研究では、身体機能が虚弱な2次予防を中心とする対象者にノルディックウォークを行い、身体機能の変化、アクティビティ（心理的側面を含む）の変化に着目した。ノルディックウォークは2本のポールを持ち、歩行を支援しながら活動する。そのため、A.歩行中の支持基底面の拡大、B.歩行中の推進力の支援、C.歩容の向上が期待される。またポールの使い方や慣れなどの影響も予想される。本研究では、これらの点にも着目しながら解析を進める。

## 2. 実験方法

ノルディックウォークの介入は、週に1回の頻度で同一の曜日に実施した。期間は5月から7月までの12回とした。指導は専門の資格を有するトレーナーが行い、地域包括支援センターのスタッフが対象者の心理的サポートと環境整備を行った。参加人数は17名（ $78.7 \pm 6.4$ 歳、69～92歳）であった。

計測は、介入1回目と最後に実施した。計測では、身体機能の観点から転倒に密接に関係する、①下肢筋力、②バランス機能、③歩行機能に着目した。そこで、下肢筋力は図2-1に示した足指力計測器を用いて評価した。バランス機能は図2-2に示した足圧分布計測器により評価した。さらにバランス機能と歩行機能を図2-3に示した靴型姿勢制御能計測装置により評価した。



図 2-1 足指力計測

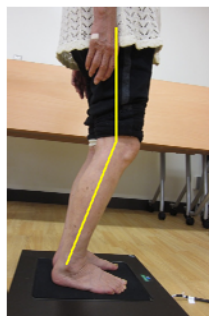


図 2-2 足圧分布計測



図 2-3 靴型姿勢制御能計測装置

### 3. 結果および考察

#### 3.1 下肢筋力

結果は介入前後の計測が行えた12名について解析した。図3-1には介入前後の足指力の結果を示した。足指力の右足は介入前が2.6kgfであったのに対し、介入後には3.0kgfと1.2倍向上した。左足は介入前が2.8kgfから介入後は3.1kgfと1.1倍向上した。図3-1より、対象者の特性として介入前に足指力が2.5kgfを下回っていた転倒リスク群と2.5kgfを超えていた非転倒リスク群に分かれることがわかる(①のラインより左側の対象者が転倒リスク群)。そこで転倒リスク分類に基づいて足指力の変化を図3-2に示した。

その結果、向上率のみに着目すると転倒リスク群は左右足ともに1.3倍の向上が見られた。今回の介入では積極的に足部の筋力向上を図る運動を取り入れていないが、転倒リスクの高い高齢者の足指力が向上したことは有益な結果であると考えられる。さらに③のラインより上の対象者はノルディックウォークの介入により足指力が向上した群である。したがって、ほとんどの対象者の下肢筋力が向上したことが伺える。

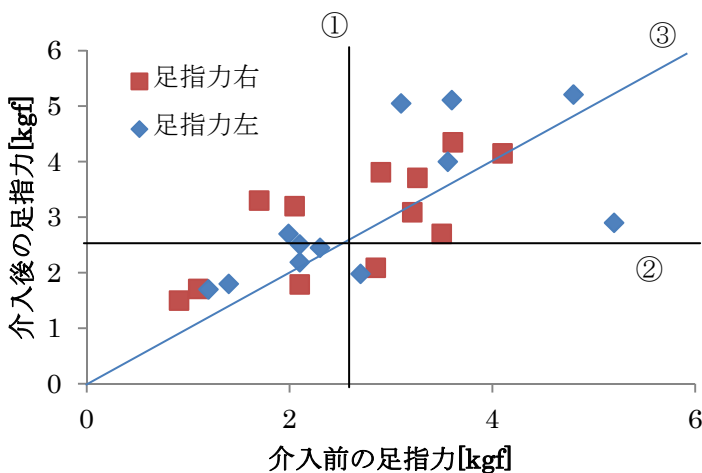


図 3-1 介入前後の足指力の変化

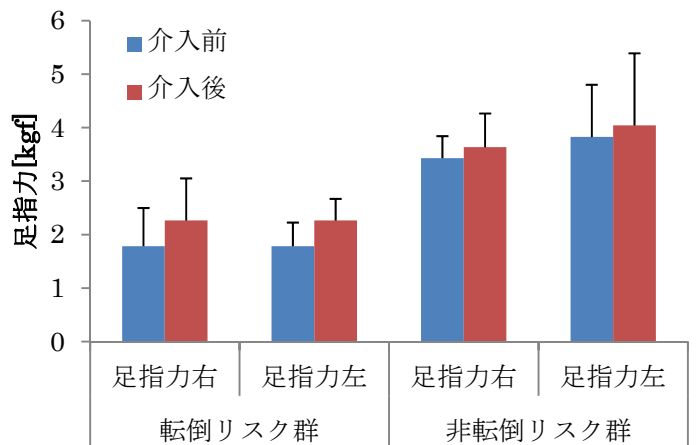


図 3-2 介入前後の転倒リスク別の足指力の変化

#### 3.2 足圧分布の変化

ノルディックウォークは2本のポールを持つことでポールの荷重による前方への推進力が加えられる。そのため、歩行中の踵接地時(歩行中に踵が地面に着いた際)や爪先離床時(爪先が地面を蹴りだす際)の圧力(荷重)値が向上することが期待できる。そのため、足裏部への刺激が加えられ、足指の可動域や3つある足裏アーチの改善が期待できる。そこで、足圧分布の結果の解析を行った。

計測は図2-2の足圧分布計測器の上で45秒間の開眼静止立位を行った。図3-3には介入前後の足圧分布の結果の一例を示した。

表3-1より、介入前に足指は、介入前にはしっかり地面に接地している対象者は3名で、それ以外の対象者は軽度不接地の状態であった。介入後にはすべての対象者の足指が地面に接地していることが確認された。

表3-2には、前足部の横アーチ(前足部アーチと表記)の結果を示した。介入前では前足部アーチは正常群が3名、低下群が9名であった。介入の結果、4名が正常へと移行したことがわかった。この4名は足指力が約1.3倍向上し、全員が向上群に該当した。

表3-3には、中足部アーチ(縦アーチ:土踏まずの形状)の結果を示した。今回の対象者には、中足

部アーチが低下した扁平足は2名、ハイアーチが5名、正常群は5名が該当した。介入の結果、ハイアーチ形状が改善され、5名全員が正常群に分類された。足指力の右足のみ1名が低下していたが、それ以外の足指力右足、さらに足指力の左足は4名全員が向上した。扁平足群は1名が改善、1名は扁平足のままであった。この対象者は強い外反母趾があり、足部の形態が変形していることがわかっている。

表 3-1 介入による静止立位時の足指接地の変化

		介入後足指接地	
		正常	合計
介入前 足指接地	正常	3	3
	軽度不接地	9	9
	合計	12	12

表 3-2 介入による静止立位時の前足部アーチの変化

		介入後前足部アーチ		
		正常	低下	合計
介入前 前足部 アーチ形状	正常	3	0	3
	低下	4	5	9
	合計	7	5	12

表 3-3 介入による静止立位時の中足部アーチの変化

		介入後中足部アーチ		
		正常	扁平足	合計
介入前 中足部 アーチ形状	正常	5	0	5
	ハイアーチ	5	0	5
	扁平足	1	1	2
	合計	11	1	12

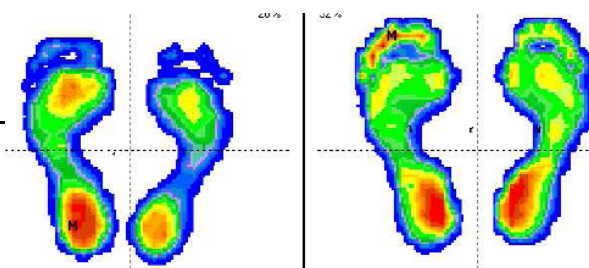


図 3-3 介入前後の足圧分布の結果の一例

### 3.3 靴型姿勢制御計測装置によるバランス機能の変化

計測方法は図 2-3 の靴型姿勢制御計測装置を履き、45 秒間の開眼静止立位を行った。図 3-4~3-6 にノルディックウォーキング指導前後のバランス機能の変化を示した。図 3-4 にはノルディックウォーキング実施前（介入前）と3ヶ月後の指導終了時（介入後）の重心の総軌跡長の変化を示した。総軌跡長は開眼静止立位時の重心の移動距離を示している。その結果、介入後には総軌跡長が15%減少した。

図 3-5 には、介入前後の重心移動の面積の変化の結果を示した。重心移動の面積は小さい方が安定だと考えられる。結果より、介入後には重心移動の面積が55%減少したことがわかった。図 3-6 には介入前後の前後方向(AP 方向)の重心の移動を示している。前後方向の重心の制御には足指や前足部が直接的に関係をしている。そのため、足指などの機能が高まることで前後方向の制御能が高まると推測できる。その結果、介入前後で前後方向の重心移動が25%減少した。表 3-1 から足指が地面に接地するとともに、拇指球での重心支持ができるようになってきたことが寄与していると推測できる。

図 3-7 には左右方向(ML 方向)の重心移動を示した。左右方向の姿勢制御は腰部で行われる。そのため、直接的に大きな変化はないと予測していた。予想通り左右方向の重心移動は変化が見られなかった。

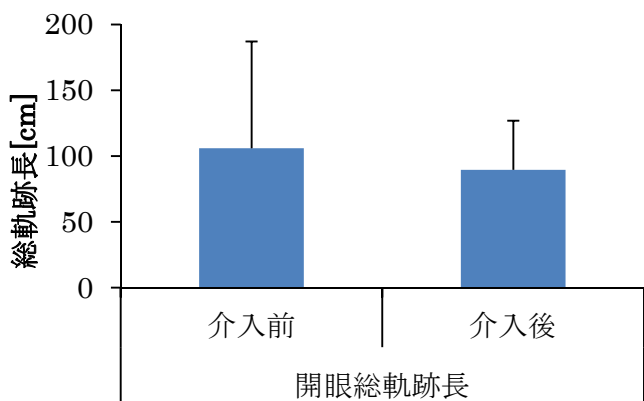


図 3-4 介入前後の開眼総軌跡長の変化

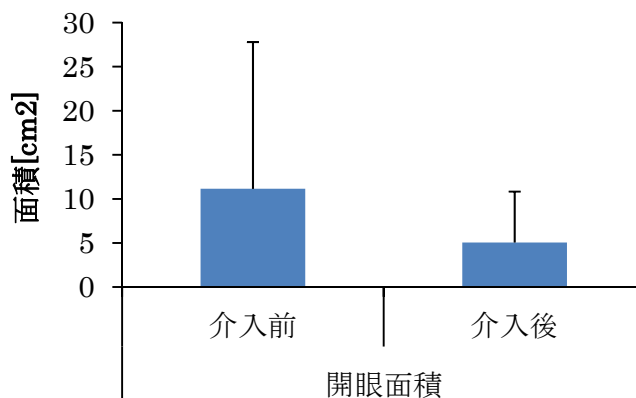


図 3-5 介入前後の面積の変化

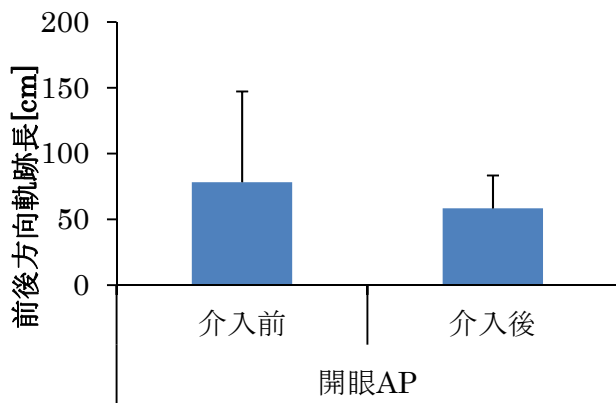


図 3-6 介入前後の開眼前後方向の重心移動の変化

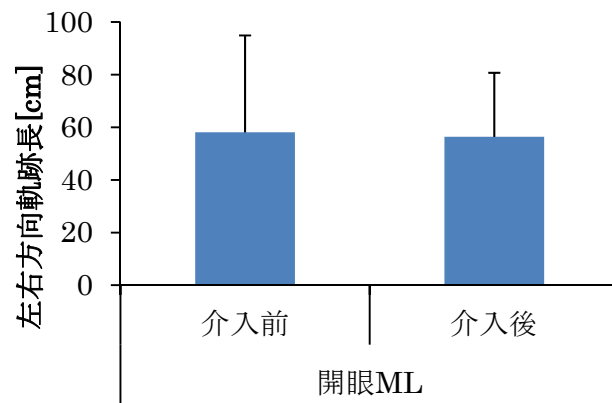


図 3-7 介入前後の開眼左右方向の重心移動の変化

### 3.4 ポールの有無による歩行への影響

高齢者の転倒リスクの高い歩行の特徴として、蹴りだしと踵接地の力（圧力）が小さい（弱い）ことが挙げられる。すなわち、すり足傾向では、歩行中の足関節（足首の関節）の可動域が狭く、歩行速度の低下、歩幅の低下を引き起こすこととなる。さらに、歩行中の両脚支持時間の延長（単脚支持時間の短縮）が見られ、より不安定な歩行となる。

そこで、ポールを持ったことによる靴型姿勢制御計測装置を用いた歩行解析を行った。図 3-8 はノルディックウォーキングを始める前のポールを持たないときの対象者の歩行の一例である。踵（青色）と拇指（紫色）の圧力が小さいことがわかる。そして蹴りだしには拇指球（水色）を使って推進力を得ていることがわかる。

一方、図 3-9 にはノルディックウォーキングに慣れてきた時期の歩行の様子を示した。結果より、踵の圧力は向上し、しっかり拇指で蹴りだしができていくことがわかる。また各センサ位置の荷重のバランスがよいことがこの結果から伺える。この結果より、ポールを持つことで、安定で理想的な歩行パターンが得られていることが示唆された。

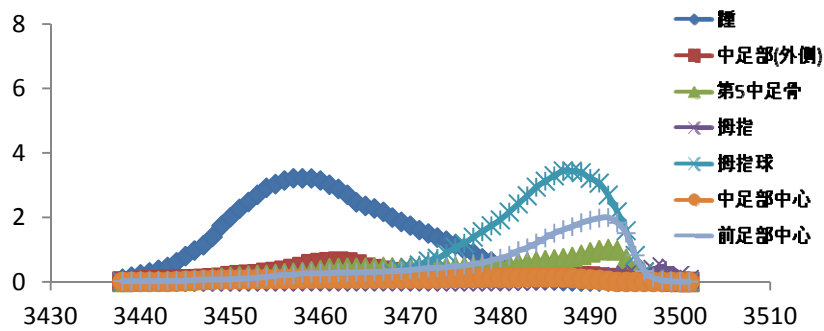


図 3-8 介入前のポールなしのときの歩行の様子

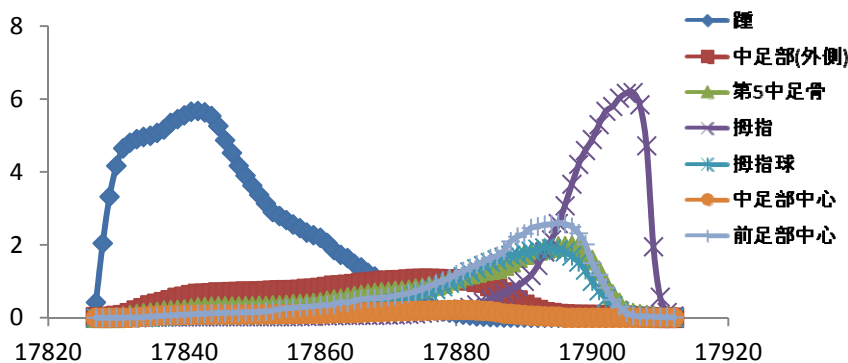


図 3-9 ポールの練習が進んできたときの歩行の様子

### 3.5 アンケートの変化

介入前後に対象者にアンケートを行った。表 3-4 には介入前後で膝や腰の痛みの変化の有無を調べた。結果より、介入前には膝や腰に痛みがあると回答した対象者は 5 名であったが、介入後には 2 名が改善したことがわかった。表 3-5 には、介入前後の立ち上がり時の膝や腰の痛みの結果を示した。結果より、介入前には膝や腰が軽く痛むと回答した対象者は、1 名が介入により痛まなくなると回答した。さらに、時々痛むと回答したうちの 1 名も介入により改善した。

表 3-4 介入前後の階段の上り下り時の腰、膝の痛みの変化

	介入後			
	はい	いいえ	合計	
介入前	はい	3	2	5
	いいえ	0	7	7
	合計	3	9	12

表 3-5 介入前後の立ち上がり時の腰、膝の痛みの変化

	介入後				
	軽く痛む	時々痛む	痛まない	合計	
介入前	軽く痛む	2	0	1	3
	時々痛む	0	2	1	3
	痛まない	0	0	6	6
	合計	2	2	8	12

次の対象者のバックグラウンドについて述べる。介入後にアンケートを実施できた 12 名についてまとめた。アンケートの結果より、12 名中 8 名が独居か夫婦のみの世帯であった（独居 5 名、夫婦 3 名）。

今回、介入前に足部のケアや日常的なストレッチについて触れ、ノルディックウォーキングだけではなく、日常的に取り組むよう話をした。アンケートベースではあるが、ケアやストレッチを実施したのは、12 名中 8 名（67%）であった。日常的な身体機能の変化を実感できたかの設問に対し、12 名中 8 名（67%）が実感できたと回答した。

対象者の中には、高血圧、糖尿病、高脂血症、リウマチ、骨粗鬆症など様々な重複疾患を持つことがわかっている。これらの対象者が、今後もノルディックウォーキングや日常的なケア等を継続できるかとの設問に対し、12 名中 11 名（92%）が継続できると回答した。

以上の結果より、対象者は前向きに本事業に取り組んだことがうかがえた。

### 4. おわりに

2 次予防、あるいは要支援レベルの虚弱高齢者への健康支援、介護予防のためにノルディックウォークを用いた介入研究を実施した。その結果、下肢筋力、足圧分布、靴型姿勢制御計測の観点からは介入により身体機能が向上することがわかり、転倒リスクが低下することが示唆された。今回は 3 ヶ月間の 12 回シリーズでの介入であったこと、解析対象人数が 12 名であったことから、さらに研究を継続することが期待される。

対象者からのヒアリングより、計測が 7 月末の暑い時期であったことから、体調を崩し、7 月中は極端に活動が下がる対象者も存在することがわかった。そのため、環境整備などいくつかの対策も必要であることが考えられる。日本の生活環境と対象者の特性に整合した健康支援の在り方についてさらに研究を深めたい。