

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：23102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16400

研究課題名(和文) 下肢機能評価手法と下肢運動認知能力指標を用いた足部機能の複合的評価システムの構築

研究課題名(英文) Development of multiple evaluation system for foot function using evaluation methods for lower limb function and motion cognitive faculty index of lower limb

研究代表者

野本 洋平 (NOMOTO, YOHEI)

新潟県立大学・国際地域学部・准教授

研究者番号：50455242

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、下肢機能評価手法と下肢運動認知能力指標を用いた足部機能の複合的評価システムの構築を目的とした。特に下肢機能と足爪の観測情報の関係、下肢機能と足爪異常の関係および跨ぎ動作における足部位置について、検討した。その結果、足爪異常と歩行能力、足部柔軟性に相関関係が認められた。跨ぎ動作における足部位置については、二つの障害物を跨ぐ動作は、三步で跨ぐ群と二歩で跨ぐ群の特徴がわかった。

研究成果の概要(英文)：We have development an multiple evaluation system for foot function using evaluation methods for lower limb function and motion cognitive faculty index of lower limb. Especially, we investigated the relationship between the observation of toenail and lower limb function. And we also investigated the relationship between the lower limb function and abnormal toenail, feet position by stepping over. As the result, flexibility of foot and walking ability were correlated to the abnormal toenail significantly. About the feet position by stepping over, step over the motion of dual task has the characteristics of groups of 3steps and groups of 2steps.

研究分野：生活支援工学

キーワード：足部機能

1. 研究開始当初の背景

高齢者の転倒が社会的問題となっている。高齢者の転倒予防を含めた複合的ヘルスプロモーションによる健康支援技術が社会的に求められている。高齢者の転倒リスクを高める因子は、主として下肢機能の低下などであるから、これら機能の維持・向上を目的とした運動指導等の実施、および転倒メカニズムの解明を目的とした基礎的研究が多数行われている。今後、健康科学領域においては運動指導の方法・場所の充実が期待でき、これに基礎的研究成果が加わり、当該領域の議論はさらに活発化すると考えられる。よって、転倒リスクの低減を目的とし、下肢機能の低下など対象者個別に効果的かつ効率的に考えられた運動指導プログラムの実現への期待が一層高まる。

しかし、運動指導効果の指標や転倒リスク評価のためのパラメータを導出するための手法は定量性および簡便性において極めて不明確な状況にある。例えば、転倒リスクを表す主パラメータと下肢機能の計測・推定手法に次のような課題を抱えている。すなわちサイベックスマシーン（下肢筋力計測）や EquiTest System（姿勢制御能計測）は大型で移動困難かつ高価であり、多数の健常高齢者を対象とする実験に適用できないこと、歩行のダイナミクス解析からモデル推定する方法は極めて複雑であり研究室外での解析に適さないことなど、議論の進展に必要な工学側から提供されるべき技術・手法が実用には十分でないことが挙げられる。よって、下肢機能の評価は、半定量的な指標に留まり、また研究機関ごとに一様でなく、個々の研究成果の比較も困難なままである。社会的要求の高まりに反し、効果的かつ効率的な運動指導プログラムの実現・普及に必要な基礎技術・基礎データ面に遅れがあるという課題がある。

2. 研究の目的

本研究では、転倒リスクを推定する足部機能の複合的評価システムの構築を目的とした。主に、足部機能の評価には、歩行能力、下肢筋力、足部柔軟性の評価が可能な下肢機能評価手法により解析を行った。さらに足爪の観測情報では、足爪の形態評価が可能な足爪評価アプリケーションにより解析したところ、足爪異常が少なくなることで、下肢機能評価指標における歩行能力、足部柔軟性が向上することが明らかになった。このように、下肢機能と足爪の観測情報を用いることで下肢機能の向上の変化をとらえることができた。また、足指に機能不全がある400名以上の高齢者に聞き取り調査を実施したところ、歩行中における「つまづき」から転倒を経験した高齢者が多くいることがわかった。つまり、下肢機能評価手法、足爪の形態評価に加えて、「つまづき」の動作に着目し、下肢の運動認知能力を測定する運動課題の1つとして跨ぎ動作について検討した。

3. 研究の方法

本研究では、研究期間の2年間に以下のように実験および分析を行った。

(1) 下肢機能と足爪の観測情報の関係

対象者は足爪に複数の異常がなく、評価の妥当性の確認が困難な例を除いた正常例の高齢者4名（男性1名、女性3名、平均80.5±2.7歳）と黄乾の異常がある高齢者3名（男性2名、女性1名、平均81.7±4.5歳）とした。正常例の高齢者4名と黄乾の異常がある高齢者3名のRGB値および下肢機能について、検討した。

(2) 下肢機能と足爪異常の関係

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。計測項目は足爪異常と下肢機能評価指標を求めるために、歩行バランス値、膝関節の高さの上昇値、大転子の変動量、足関節の動作範囲、足指外転距離、最大歩幅、足指屈曲角度、足指間圧力とした。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 協会作成の基準に基づきフットケアワーカが各指を26段階で評価・点数化した。期間は1年間で月1回の実験を行った。

高齢者の足爪異常と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検討した。

(3) 跨ぎ動作における足部位置について

実験は8mの直線歩行が可能な実験室で行った。図1に計測の概要を示す。対象者は、20～21歳の健常若年者23名（平均年齢20.7±0.4歳）である。実験は8mの直線歩行が可能な実験室で行った。歩行路の床にはテープで直線を引いた。障害物は高さ2cm、5cm、10cm、30cmの計四つとして、幅45cm、奥行き4cmは同一である。また、障害物は対象者が跨ぎ動作中につまづいても転倒することがないように、材質を紙として歩行路と区別がしやすい色とした。障害物は歩行開始から4m地点の前後（障害物間の距離を各対象者の2ステップ長）に二つ（dual task：以下DT）設置した。障害物の設置条件は、高さ2cmの二つの障害物をDT条件(C1)、高さ5cmの二つの障害物をDT条件(C2)、高さ10cmの二つの障害物をDT条件(C3)、高さ30cmの二つの障害物をDT条件(C4)、DT条件で最初に高さ2cmの障害物、次に高さ10cmの障害物(C5)、DT条件で最初に高さ2cmの障害物、次に高さ30cmの障害物(C6)、DT条件で最初に高さ10cmの障害物、次に高さ2cmの障害物(C7)、DT条件で最初に高さ30cmの障害物、次に高さ2cmの障害物(C8)の計8条件とした。デジタルビデオカメラは左右と前方の三台で、それぞれサンプリング周波数を60Hzとして撮影した。

図2に計測項目を示す。計測項目は図2の

toe-distance (以下 TD)、heel-distance (以下 HD) とした。跨ぎ動作では、障害物を先に超える下肢を leading limb、障害物を後から超える下肢を trailing limb と定義することにした。

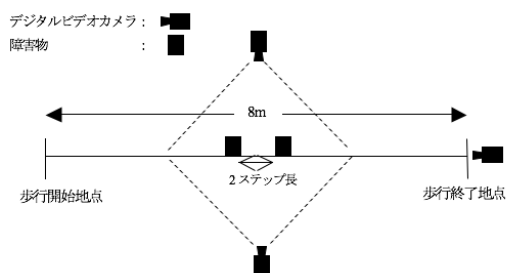


図1 計測の概要

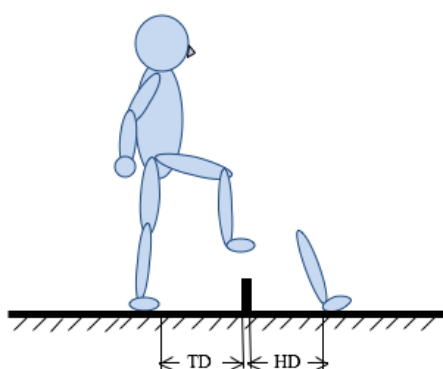


図2 計測項目

4. 研究成果

(1) 下肢機能と足爪の観測情報の関係

足爪の観測情報では、足爪の形態評価が可能な足爪評価アプリケーションにより解析したところ、足爪異常が少なくなることで、下肢機能評価指標における歩行能力、足部柔軟性が向上することが認められた。

(2) 下肢機能と足爪異常の関係

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。足部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。

以上の結果から、足爪異常評価点を下げることによって歩行能力指標、足部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。

(3) 跨ぎ動作における足部位置について

本実験の対象者は、二つの障害物を跨ぐ歩数が大きく分けて二つになることがわかった。図3に各群における障害物を跨ぐ時の概要を示す。図3より本実験結果から、二つの障害物を跨ぐ動作は、大きく分けて三步で跨ぐ群

表1 下肢機能評価指標と足爪異常の関係

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

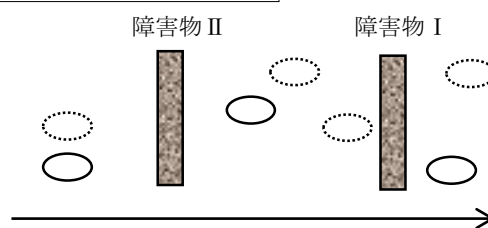
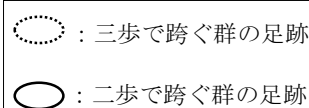


図3 障害物を跨ぐ歩数

と二歩で跨ぐ群になることを確認した。さらに複数の障害物を設置した場合、Toe-Distance に影響を与えることを確認した。

①TD の trailing limb の結果

一つ目の障害物における TD の trailing limb の結果では、三步で跨ぐ群と二歩で跨ぐ群を比較して、全ての条件で有意差を確認できなかった。二つ目の障害物における TD の trailing limb の結果では、三步で跨ぐ群より二歩で跨ぐ群が全ての条件で有意に高い値であることを確認した。

②TD の leading limb の結果

一つ目の障害物における TD の leading limb の結果では、三步で跨ぐ群と二歩で跨ぐ群を比較して、全ての条件で有意差が確認できなかった。二つ目の障害物における TD の leading limb の結果では、三步で跨ぐ群より二歩で跨ぐ群が全ての条件で有意に高い値であることを確認した。

③HD の trailing limb の結果

一つ目の障害物における HD の trailing limb の結果では、三步で跨ぐ群より二歩で跨ぐ群が全ての条件で有意に高い値であることを確認した。二つ目の障害物における HD の trailing limb の結果では、二歩で跨ぐ群より三步で跨ぐ群が C1、C2、C7、C8 の条件で有意に高い値であることを確認した。

④HD の leading limb の結果

一つ目の障害物における leading limb の結果では、二歩で跨ぐ群が三步で跨ぐ群より

全ての条件で有意に高い値であることを確認した。二つ目の障害物における HD の leading limb の結果では、C5 以外の条件において、二歩で跨ぐ群より三歩で跨ぐ群が有意に高い値であることを確認した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

1. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：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～、国際地域研究論集、2017:8:17-24

[学会発表] (計 5 件)

1. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：跨ぎ動作と足部位置の関係、感性工学会、2017 年 3 月 (大阪)
2. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：障害物高の相違による toe distance と heel distance の変化、日本生体医工学会、2016 年 4 月 (富山)
3. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：跨ぎ動作における障害物クリアランスに関する研究、計測システムインテグレーション 2015、2015 年 12 月 (名古屋)
4. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：高齢者の足爪の観測情報と下肢機能の関係、日本生体医工学会 BME on Dementia 研究会、2015 年 10 月 (新潟)
5. 野本洋平、大矢哲也、川澄正史：障害物が跨ぎ動作に与える影響、日本生体医工学会、2015 年 5 月 (名古屋)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野本 洋平 (NOMOTO YOHEI)

新潟県立大学・国際地域学部・准教授

研究者番号：50455242