

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：34431

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19153

研究課題名（和文）足趾の力ベクトルに着目した外反母趾者に対する新たな歩行評価システムの開発

研究課題名（英文）Development of a new gait evaluation system for people with hallux valgus, focusing on the force vector exerted by the foot on the floor

研究代表者

有末 伊織 (ARISUE, IORI)

関西福祉科学大学・保健医療学部・講師

研究者番号：60735520

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、歩行が可能である軽度な外反母趾者の若年成人女性を対象とし、歩行時の足趾や中足骨頭の前成分と鉛直成分の変化を明らかにし、新たな歩行分析方法の提案を目的とした。研究1では、母趾外反角が大きい者ほど、床押力ベクトルの前後方向および鉛直方向のピーク時間が遅延した。研究2では、各歩行周期の前後方向の相互相関係数が高くなることを示した。母趾外反角が大きい者は停止する前でも高い係数であったが、角度が小さい者の相互相関係数は0.4～0.7となった。これらの結果は、足部制御のタイミングが遅くなり、ピーク時間が集まっており、蹴り出し時に前足部の個別の制御が困難となることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、母趾外反角による足部アライメントの崩れによって、足部制御のタイミングが遅くなり、ピーク時間が集まっており、蹴り出し時に前足部の個別の制御が困難となることを示した。また、外反角が大きい対象者では歩き始めの調整は母趾で行うが母趾変形によって前足部の使い方のバリエーションが少なく、外反角が小さい対象者では歩き始めの調整は母趾で行い、停止前では各部位の前後方向で調整している可能性を示した。これらの成果によって、軽度外反母趾者の歩行時における足趾や中足骨頭の床押力ベクトルの傾向を示すことができた。この歩行評価方法は、足趾運動介入やインソール後の前足部の使い方の評価となる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：This study examines young adult females with mild hallux valgus to analyze changes in the anterior-posterior and vertical components of the toes and metatarsal heads during walking. A new gait analysis method is proposed to improve toe movement interventions and assessments. Study 1 found that individuals with a larger hallux valgus angle had delayed peak times in the anterior-posterior and vertical components of the floor reaction force vector. Study 2 showed high cross-correlation coefficients for the anterior-posterior direction in each gait cycle segment. Subjects with a larger hallux valgus angle maintained high coefficients even before stopping, while those with a smaller angle had coefficients between 0.4 and 0.7. These findings suggest that larger hallux valgus angles delay foot control timing and complicate forefoot control during push-off.

研究分野：生体医工学

キーワード：足趾 歩行

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 (共通)

足趾の力ベクトルに着目した外反母趾者に対する新たな歩行評価システムの開発

1. 研究開始当初の背景

外反母趾の報告は、**20**歳未満での外反母趾の発症が約半数となり**40**歳以降で外反母趾の発症が再度増加傾向にあるとされている。そして外反母趾は、若年の女子大学生で外反母趾を有する者が約**30%**といわれ、高齢者においても足トラブルの一つとされている。外反母趾者においては、母趾の変形により、足底と床との接地面積が減少し、他趾への鉛直方向の圧力が増加するとされており、歩行時の足趾の変形は足底と床との接地面積を変化させ不安定な立位や歩行となる。申請者は、若年健常者を対象とした歩行研究において、母趾には制動の働きがあり、第**1**中足骨や第**5**中足骨は推進の働きがあることを明らかにし、前後方向への力にも着目すべきであることを報告した。歩行が可能である軽度な外反母趾者の若年成人女性を対象とし、歩行時の足趾や中足骨頭の前後成分と鉛直成分の変化を明らかにし、新たな歩行分析方法を提案することで、適切な足趾運動の介入や効果判定につなげることが可能となる。

2. 研究の目的

上記の研究背景に基づき、本研究では、歩行が可能である軽度な外反母趾者の若年成人女性を対象とし、歩行時の足趾や中足骨頭の前後成分と鉛直成分の変化を明らかにし、新たな歩行分析方法の提案を目的とした。

3. 方法

1) 研究1：外反母趾者における歩行時の床押力ベクトルのピーク時間の検討

日常生活に支障のない成人3名を対象とした。3軸力センサ(20mm×20mm×5mm, テック技販社製)を埋め込んだ履物を履き、快適速度で約20mの平らな直線道路を歩行した。その際の、右第1趾足趾骨、右第1中足骨頭、右第5中足骨頭床押力ベクトルを計測し、各センサのサンプリング周波数は、100HzにてA/D変換し、パーソナルコンピューターに取り込んだ。各センサの力ベクトルのデータに関して、右ICから次の右ICまでを1歩行周期として抽出し、各歩行周期の時間で正規化した。2歩行周期目から12歩行周期目までの10歩行周期における各部位の力ベクトルの絶対値がピークとなった時間(ピーク時間)を解析した。3名の対象者間における各部位の力ベクトルのピーク時間の比較を行った。

2) 研究2：各外反母趾者における歩行時の床押力ベクトルの相互相関の検討

日常生活に支障のない成人2名を対象とした。2名の母趾外反角は、ゴニオメーターで計測し約30°(対象者A)と約15°(対象者B)であった。計測方法は研究1と同様の設定で行い、得られた各センサの力ベクトルのデータに関して、各歩行周期の波形が類似したものであるかを検討するために、相互相関関数を用い、時間のずれがない時(ラグ0)の値($R_{xy}(0)$)を算出した。

4. 研究成果

1) 研究1：外反母趾者における歩行時の床押力ベクトルのピーク時間の検討

前後方向のピーク時間

第1趾足趾骨(以下、母趾)・第1中足骨頭・第5中足骨頭の前後方向において、母趾外反角が0°の対象者のピーク時間(51%, 52%, 44%)は、外反角15°と30°の対象者のピーク時間よりも早かった。

左右方向のピーク時間

右1中足骨頭の左右方向において、外反角30°の対象者のピーク時間(46%)が、他の対象者のピーク時間よりも早かった。また、母趾と第5中足骨頭の左右方向においては、外反角30°の対象者のピーク時間(約53~54%)が、他の対象者のピーク時間よりも遅くなっていた。

鉛直方向のピーク時間

第1中足骨頭における鉛直方向は、各対象者でピークとなるタイミングに差はみられなかった。一方、母趾と第5中足骨頭における鉛直方向は、外反角30°の対象者のピーク時間が、他の対象者のピーク時間よりも遅くなった。

2) 研究2：各外反母趾者における歩行時の床押力ベクトルの相互相関の検討

対象者Aでは、各部位の鉛直方向と前後方向において、歩行周期ごとの相互相関係数は0.6~0.9となった。また、左右方向においては、1MPおよび5MPの相互相関係数は0.9~1.0であったが、母趾の相互相関係数は歩き始めで0.4~0.7と低く、その後の相互相関係数は0.7~0.9であった。

対象者Bでは、各部位の鉛直方向においては、歩行周期ごとの相互相関係数は0.6~0.9で

【1 研究目的，研究方法など(つづき)】

あった。そして、前後方向において、歩行周期ごとの相互相関係数は0.9前後であったが、停止前での相互相関係数が0.4~0.7となった。また、左右方向において、5MPの相互相関係数は0.6~0.9、母趾の相互相関係数は歩き始めで0.4~0.6となり、その後0.8~0.9となった。

3)以上の結果より、本計測システムは外反母趾者においても歩行時の足趾の床押力ベクトルを計測することができ、歩行における傾向を示すことができた。

外反母趾によって第1中足趾節関節外転と内旋が生じ母趾が内反することで、横・縦アーチが低下するとされ、歩行時にTst~Pswで前足部が過回内し、内側の圧が高まり、荷重伝達が困難となる。本研究の結果からも、母趾外反角による足部アライメントの崩れによって、足部制御のタイミングが遅くなり、ピーク時間が集まっており、蹴り出し時に前足部の個別の制御が困難となることを示した。

歩行周期ごとの相互相関係数に関して、相互相関係数が低いと波形が徐々に異なっており、相互相関係数が高いと同じ波形が継続していると解釈できる。このことから、外反角が大きい対象者Aは歩き始めの調整は母趾で行うが母趾変形によって前足部の使い方のバリエーションが少ない可能性を示した。もう一方の対象者Bでは、歩き初めの調整は母趾で行い、停止前では各部位の前後方向で調整している可能性を示した。

本研究では、新型コロナウイルス感染症の感染拡大によって、被験者の募集に難渋し、実験計画が円滑に実施できなかった。今後は、本研究の成果を踏まえ、足趾を効果的に使用する運動トレーニング方法や外反母趾等に対する装具による足趾の使い方の変化を明らかにしたいと考えている。なお、未発表データに関しては、国際学会や論文投稿等を検討している。

5. 主な論文発表等

〔学会発表〕計2件(うち)国際学会1件

1) 有末伊織, 岩下篤司, 小西有人, 久利彩子, 竹内直子, 藤長武士

外反母趾者の歩行における足趾で床を押す力ベクトルの研究~蹴り出しのタイミングの違い~
南大阪リハビリテーションケア学会
2024年

2) Iori Arisue, Yuto Konishi, Ayako Hisari, Naoko Takeuchi, Takeshi Fujinaga, Katsuya Tamaki, Atsushi Iwashita

Study of the floor pressing force with the hallux and metatarsals during walking for hallux valgus.

International Society of Electrophysiology and Kinesiology(ISEK)(国際学会)
2024年

6. 研究組織

1) 研究代表者

有末 伊織 (ARISUE IORI)

関西福祉科学大学・保健医療学部・講師

(研究者番号: 60735520)

2) 研究分担者

なし

3) 研究協力者

吉田 正樹 (YOSHIDA MASAKI)

大阪電気通信大学・医療福祉工学部・教授

岩下 篤司 (IWASHITA ATSUSHI)

大和大学 保健医療学部・教授

小西 有人 (KONISHI YUTO)

大阪物療大学・保健医療学部・講師

久利 彩子 (HISARI AYAKO)

大阪河崎リハビリテーション大学・リハビリテーション学部・教授

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 有末伊織、岩下篤司、小西有人、久利彩子、竹内直子、藤長武士
2. 発表標題 外反母趾者の歩行における足趾で床を押しカベクトルの研究～蹴り出しのタイミングの違い～
3. 学会等名 南大阪リハビリテーションケア学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Iori Arisue, Yuto Konishi, Ayako Hisari, Naoko Takeuchi, Takeshi Fujinaga, Katsuya Tamaki, Atsushi Iwashita
2. 発表標題 Study of the floor pressing force with the hallux and metatarsals during walking for hallux valgus.
3. 学会等名 International Society of Electrophysiology and Kinesiology (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	吉田 正樹 (YOSHIDA MASAKI)		
研究協力者	岩下 篤司 (IWASHITA ATSUSHI)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	小西 有人 (KONISHI YUTO)		
研究協力者	久利 彩子 (HISARI AYAKO)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関