

転倒予防用フットウェアに関する研究

生活科学課 牧村めぐみ、浦上 晃、能登有里彩、石黒智明*¹

1. 緒言

急速に高齢化が進んでいる日本にとって、寝たきり状態を招きやすい高齢者の転倒を予防し、健康寿命を伸ばすことが重要な課題である。転倒は屋外より屋内での発生率が高いことから、住環境だけではなく、屋内用フットウェアによる転倒予防支援も必要である。住居の介護リフォームに比べフットウェアであれば、気軽に利用できる転倒予防グッズとして提案できる。高齢者の転倒予防へのニーズは高く、医療機関・福祉施設はもちろん、自宅で日常的に利用することで、歩行能力が維持され健康寿命の延伸に繋がることが期待される。

そこで本研究では、高齢者の転倒を予防し健康寿命を伸ばすことを目的とした、転倒防止用フットウェア設計の基礎データの取得のため、被験者実験により歩行動作の解析(筋電・床反力・動作解析)を行った。

2. 実験方法

2.1 被験者と歩行実験

被験者は 60 代から 80 代までの日常歩行に支障のない女性 4 名とした。実験衣は動作や反射マーカ貼付の妨げにならないよう、高伸縮性長袖シャツおよびハーフパンツとした。サンプルは市販の転倒予防用ルームシューズ 7 種(1~7)、ノーマルソックス 1 種(8)、転倒予防用ソックス 1 種(9)を用意し、シューズはショートソックスを使用し被験者に各種のサンプルを着用した条件と裸足の条件の計 10 条件で幅 40cm、長さ約 3m の実験用歩行路を歩かせた。歩行実験時には、実験に用いたシューズやソックスを着用した場合に期待される効果については説明を加えず、被験者には自由な速度で歩行を行わせた。

2.2 筋電位の測定

歩行動作における筋活動量を検証するため、テレメータ筋電計(有エスアンドエムイーDL-5000)を用い、双極導出法によりサンプリング周波数を 1kHz として筋電位データを取得した。測定筋は、表在筋の中で歩行動作に関与すると考えられる左足の大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋内側頭、腓腹筋外側頭とした。

2.3 床反力による蹴り出し力の測定

歩行動作における個人やフットウェアの種類による蹴り出し力の違いを運動力学的に検証するため、自由歩行での接地から離床までの床反力をフォースプレート(キスラー(株)9281B)により測定した。

2.4 動作解析の測定

歩行動作を身体側面から 100fps で撮影し、被験者に貼付した 7 点の反射マーカ-の時間変位を動作解析装置(㈱ライブラリーCarrot)により求め、軌跡を解析した。(図 1)。



図 1 実験の様子

3. 実験結果および考察

3.1 筋活動量の評価

歩行実験中の筋電図から積分値(iEMG)を算出し、筋活動量を比較した結果の一部を図 2 に示す。被験者 a は 60 代、被験者 b は 80 代の女性である。腓腹筋は内側頭と外側頭の合計値とした。図 2 より、大腿直筋の筋活動量に被験者による差はあまり見られなかった。大腿二頭筋は、被験者 a ではシューズやソックスの着用により筋活動量が増加したが、被験者 b は裸足と比較すると全般に筋活動量が減少する傾向が見られた。腓腹筋は、被験者 a、b とも裸足の筋活動量が最も少なく、サンプルによる差は両者とも同様の傾向を示した。

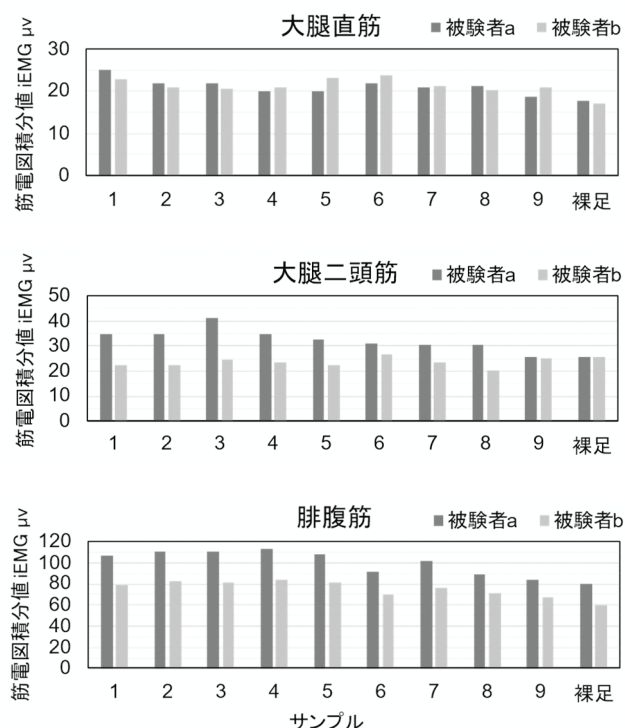


図 2 測定筋の筋活動量比較

*¹ 現 ものづくり研究開発センター

3.2 床反力特性の評価

歩行実験時の蹴り出し力のピーク値として、床反力の前後分力 F_y の最大値および鉛直分力 F_z (図 3)の最大値を求めた結果の一部を図 4 に示す。

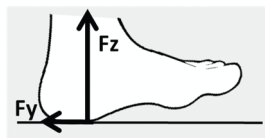


図 3 床反力の分力図

F_y の後分力(制動力)、前分力(推進力)とも高齢の被験者 b は低かったが、 F_z の鉛直分力に違いはあまり見られなかった。一般に高齢者は筋力の低下とともに、前後分力の蹴り出し力が低下すると言われており、同様の結果が得られた。

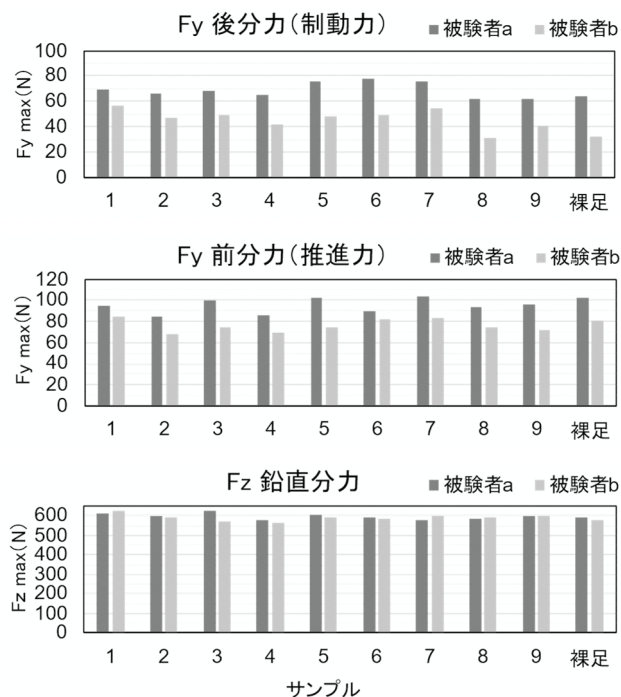


図 4 蹴り出し力の比較

3.3 動作解析の評価

歩行実験時の歩行速度、ストライド長(一歩行周期に片足が進んだ距離)、つま先高さの最大値を求めた結果の一部を図 5 に示す。いずれも高齢の被験者 b の値が低い結

果となった。被験者 a はシューズおよびソックスの着用により歩行速度が速くなり、ストライド長は長くなる傾向が見られたが、被験者 b はサンプルによる差はあまり見られなかった。また、つま先 UP 効果をうたったサンプルであっても、着用時にはつま先が上がるが、歩行動作時の最大高さが低くなるものもみられた。

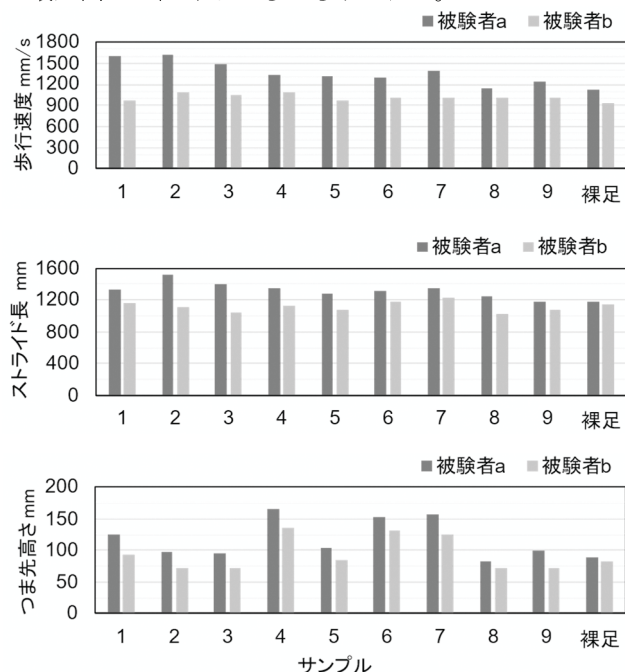


図 5 動作解析の比較

4. 結言

転倒防止用フットウェアを設計するための基礎データの取得のため、被験者実験により歩行動作の解析(筋電・床反力・動作解析)を行った。その結果、筋電は大腿二頭筋と腓腹筋で個人差とサンプル差を確認できた。また、一般に高齢者は筋力の低下とともに蹴り出し力の前後分力が低下し、さらに歩行速度とストライド長も低下すると言われており、本研究でも同様の結果が得られた。次年度は大腿二頭筋と腓腹筋の筋活動量の増減、前後分力 F_y と動作解析との相関に着目し、試作品の開発を進める。

キーワード：高齢者、転倒予防、筋電、床反力、動作解析

Study on Footwear for Fall Prevention

Human Engineering Section; Megumi MAKIMURA, Akira URAKAMI, Arisa NOTO and Tomoaki ISHIKURO*¹

The purpose of this study is to obtain basic data for designing fall prevention footwear with the aim of preventing falls and extending healthy life expectancy in the elderly. Walking motion was analyzed by experimentation with subjects. It was the measurement of myoelectric potential, floor reaction force, and motion analysis. As a result, Myoelectricity showed individual and sample differences in the biceps femoris and gastrocnemius muscles. The elderly showed a decrease in the anteroposterior component of floor reaction force as muscle strength decreased. In addition, walking speed and stride length were also found to decrease.