

《研究報告》

## 母趾喪失による立ち上がりと歩行への影響

大谷 綾香<sup>1)</sup>, 小野 綾<sup>2)</sup>

**要旨：**本研究は、本研究では若年者を対象として母趾喪失が立ち上がりと歩行に及ぼす影響について明らかにした。被験者を母趾が接地できない装備をした実験群と対照群とに分け、立ち上がり時と歩行時の動作データを測定し、足底と母趾の面積データも含めて分析を行った。動作データ分析結果に有意差がみられたものはなかった。しかし、実験群男性は実験群女性と比べて早く歩く傾向がみられた。実験群女性は対照群女性よりも歩幅が狭くなる傾向がみられ、これは恐怖心や不安感が歩行を慎重にさせた事可能性がある。母趾による支持がない状況が歩行時の安定性を低下させていることが示唆され、これは歩行時のふらつきに繋がると考える。また、母趾支持が得られない状態では、他の第2～5趾が重心コントロールのために通常よりも力を加えている状態となり、歩行時の足趾の柔軟性低下のため衝撃吸収が得られにくくなる可能性がある。それだけでなく、立ち上がり動作に必要な体幹前傾と下腿前傾の度合いは小さくなる可能性もある。母趾喪失により新しい動作形態へと再構築されるため、その歩行状態でも安全に環境へ適応しながら歩行することが重要である。また、必要に応じて歩行補助具を使用し、第2～5趾の足圧負荷力を軽減する事が重要である。

**キーワード：**母趾, 足趾切断, 歩行, 立ち上がり

### I. 緒 言

わが国は平均寿命が世界のトップクラスであり、高齢者の割合が世界最高でさらに増加している(伊藤雅治他, 2014)。このことから世界一の長寿国であり、超高齢社会と言える。医療面では慢性疾患が増加し、運動器に問題を抱える高齢者も多くなると考えられる。運動器とは、骨や軟骨などの骨格系と筋系とを合わせた総称である。運動器は、加齢や疾患の影響により歩行への影響や転倒への増大などの問題を生じ、健康寿命の短縮につながる。疾患による影響としては、糖尿病や閉塞性動脈硬化症による足壊疽などが挙げられ、また外科的治療として母趾を喪失する場合もある。そして、歩行速度の低下や歩行バランスの変化などを及ぼす。

人の立位姿勢において唯一、床面に接している身体

部分は足底である。足底および足底周囲の機能に、足底各部に分布する機械受容器から中枢神経系への情報入力に加えて、足趾屈筋群の床面把握作用による身体安定性の確保があげられる。なかでも、母趾は、水平面・垂直面ともに、偏位した体重心を支持する「支持作用」の役割がある(竹内弥彦他, 2014)。母趾が切断された場合、足圧中心をより前方に移動させることが困難であることが明らかになっている(加辺憲人, 2002)。また、動的姿勢制御能や足趾把持筋力へも影響し、足趾把持筋力が弱まることで動揺面積を増加させ、転倒の危険性を増加させる可能性があると考えられる(加辺憲人, 2002)。

現在、片麻痺患者を対象にした歩行分析等の報告はあるが、母趾喪失を仮定した詳細な歩行分析等の報告はない。本研究では健康な若年者を対象として、母趾喪失が立ち上がりと歩行に及ぼす影響について明らか

1) 藤代健生病院

2) 弘前学院大学看護学部看護学科

連絡先：小野 綾 〒036-8231 弘前市稔町20-7

TEL：0172-31-7151, FAX：0172-31-7101, E-mail：ono-a@hirogaku-u.ac.jp

受理：2020年3月16日

にした。母趾喪失が人の動作にどのような影響を与えるかを明らかにすることで、バランス維持動作の支持や転倒の予防を考察できる。

## II. 方 法

### 1. 対象

被験者候補はH大学構内にて広告を行い募集を行った。応募者の中から先着順で20歳代の健康な大学生男20名、女20名を対象とした。高齢者では筋力低下や運動器障害、またはその他の疾患が歩行状態に影響を与える可能性がある。本研究では母趾の支持が得られない事の影響のみを検討する事を目的とし、研究対象は高齢者ではなく健康な若年者とした。

### 2. データ収集方法

#### 1) 対照群と実験群の構成

被験者をランダムに対照群（男10名、女10名）と実験群（男10名、女10名）に分けた。研究前には十分な説明を行い、同意を得てから行った。

#### 2) 被験者装備の準備と個々の足部データ収集

全被験者において、同じ製品のサンダルを準備した。

(1) 全被験者において、足部裏面全体の写真を撮影した。

##### (2) 対照群の装備

サンダルのサイズを個別に確認し調整した。装着時のズレを防止するために足部全体をサンダルごと覆うように弾性ネットを使用した。

##### (3) 実験群の装備

サンダルのサイズを個別に確認し調節した。さらに、サンダル上面に母趾部分の輪郭線をつけた。その後、輪郭線に沿って母趾部分に相当するサンダル底面を切除し、立ち上がりや歩行時に母趾が接地しないように加工した。切除面が鋭利にならないようにエッジ加工を行った。装着時のズレを防止するために足部全体をサンダルごと覆うように弾性ネットを使用した。

### 3) 実験手順

#### (1) 環境

15m×5mのスペースを確保できる部屋内で、照明をつけ室内を十分明るくした状態で実験を行った。実験スペースの周辺には障害物を置かないようにした。

#### (2) 被験者の装備

対照群、実験群の被験者は、実験時に前述のサンダルを装着した。

#### (3) 動作解析装置

携帯型加速度モニタ装置としてApple社のiPhone4sを用いた。スマートフォンにあるジャイロセンサーの信頼性と妥当性は先行研究により確認されている (Capela NA et.al., 2015)。この装置を被験者の第3腰椎の高さでバンドを用いて腰部に装着した。

#### (4) 立ち上がり実験の手順

①手順1：被験者には大腿部が水平になるようにし、股関節、膝関節、足関節が90度になるようにして椅子に座ってもらった。

②手順2：被験者には実験者の合図のもと起立してもらった。この際に、実験者は動作データを測定し、被験者の横から連続写真を撮影した。

#### (5) 歩行実験の手順

①手順1：被験者は動作解析装置を装着した状態で、歩行開始地点に立った。

②手順2：被験者は実験者の合図のもとに10mの距離を自由歩行した。この際に、実験者は動作データを測定した。

### 4) 画像解析と動作解析

#### (1) 足部裏面の面積測定

足部裏面全体の写真を画像処理ソフトAdobe Photoshop CCにて白黒に二値化し、画像解析ソフトNIH imageJ (Rasband, W.S. et.al., 2007, Abramoff, M.D. et.al., 2004)にて画像解析を行い、足部裏面全体と母趾部のみ面積を求めた。

#### (2) 立ち上がり実験、歩行実験での動作解析

携帯型加速度モニタ装置として用いるApple社のiPhone4sからは、アプリケーションを通して歩行周期変動係数、ケイデンス、左右対称性、重心変異幅、歩行速度、歩幅のデータを得ることができる。得られたデータは記録を行った。

また、実験時に撮影した写真を基に、動作時の関節屈曲度を計測した。体幹傾斜角度は肩峰と大転子を結んだ線と垂線をなす角度 (図1) とし、下腿傾斜角度は下腿長軸と垂線のなす角度 (図2) として分度器で測った。

また、実験中は被験者の発言や行動の観察も行った。

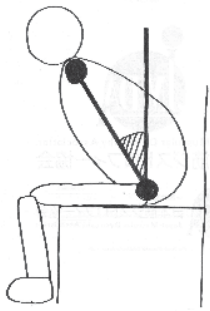


図1 体幹傾斜角度

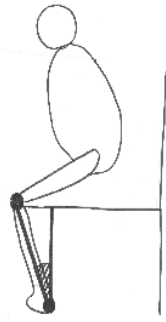


図2 下腿傾斜角度

### 3. データの分析方法

得られたデータは Microsoft Excel 2013 にて集計し、IBM SPSS Statistics (Version 22) を用いて統計学的に分析を行った。ケイデンス、歩行周期変動係数、左右対称性、重心変位幅（上下方向）、重心変位幅（左右方向）、体幹前傾角度、下腿前傾角度の男女それぞれの対照群と実験群との差について Mann-Whitney の U 検定を行った。統計ソフトは IBM SPSS Statistics Ver. 22 を用いた。

### 4. 倫理的配慮

本研究は弘前学院大学倫理審査委員会の承認を得て行った。

## Ⅲ. 結 果

### 1. 足サイズ

- 1) 男性の対照群は平均値  $26.8 \pm$  標準偏差  $0.8$  cm (中央値  $27.0$  cm), 実験群は平均値  $26.9 \pm$  標準偏差  $1.4$  cm (中央値  $26.5$  cm) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $23.9 \pm$  標準偏差  $0.9$  cm (中央値  $24.0$  cm), 実験群は平均値  $23.7 \pm$  標準偏差  $1.0$  cm (中央値  $23.5$  cm) であった。

### 2. 足底面積と母趾面積割合

- 1) 男性の対照群は足底面積平均値  $178.1 \pm$  標準偏差  $15.9$  cm<sup>2</sup> (中央値  $181.1$  cm<sup>2</sup>), 母趾面積割合平均値  $6.0 \pm$  標準偏差  $0.5\%$  (中央値  $6.2\%$ ) であった。実験群は足底面積平均値  $179.5 \pm$  標準偏差  $20.5$  cm<sup>2</sup> (中央値  $172.4$  cm<sup>2</sup>), 母趾面積割合平均値  $6.1 \pm$  標準偏差  $0.5\%$  (中央値  $6.1\%$ ) であった。
- 2) 女性の対照群は足底面積平均値  $142.4 \pm$  標準偏差  $11.1$  cm<sup>2</sup> (中央値  $140.0$  cm<sup>2</sup>), 母趾比率平均値  $6.2 \pm$  標準偏差  $0.6\%$  (中央値  $6.2\%$ ) であった。実

験群は足底面積平均値  $141.2 \pm$  標準偏差  $7.7$  cm<sup>2</sup> (中央値  $140.5$  cm<sup>2</sup>), 母趾比率平均値  $5.9 \pm$  標準偏差  $0.8\%$  (中央値  $6.0\%$ ) であった。

### 3. ケイデンス (図3)

- 1) 男性の対照群は平均値  $112.2 \pm$  標準偏差  $7.8$  (中央値  $112.5$ ), 実験群は平均値  $113.7 \pm$  標準偏差  $5.7$  (中央値  $112.3$ ) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $113.9 \pm$  標準偏差  $6.1$  (中央値  $113.0$ ), 実験群は平均値  $115.9 \pm$  標準偏差  $6.5$  (中央値  $117.3$ ) であった。

### 4. 歩行周期変動係数 (図4)

- 1) 男性の対照群は平均値  $0.154 \pm$  標準偏差  $0.059$  (中央値  $0.138$ ), 実験群は平均値  $0.157 \pm$  標準偏差  $0.052$  (中央値  $0.146$ ) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $0.153 \pm$  標準偏差  $0.042$  (中央値  $0.165$ ), 実験群は平均値  $0.16 \pm$  標準偏差  $0.021$  (中央値  $0.140$ ) であった。

### 5. 左右対称性 (図5)

- 1) 男性の対照群は平均値  $0.95 \pm$  標準偏差  $0.14$  (中央値  $0.99$ ), 実験群は平均値  $0.88 \pm$  標準偏差  $0.21$  (中央値  $0.94$ ) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $0.92 \pm$  標準偏差  $0.06$  (中央値  $0.93$ ), 実験群は平均値  $0.90 \pm$  標準偏差  $0.13$  (中央値  $0.90$ ) であった。

### 6. 重心変位幅 (上下方向) (図6)

- 1) 男性の対照群は平均値  $2.93 \pm$  標準偏差  $0.81$  cm (中央値  $2.85$  cm), 実験群は平均値  $3.15 \pm$  標準偏差  $0.66$  cm (中央値  $3.15$  cm) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $2.66 \pm$  標準偏差  $0.47$  cm (中央値  $2.65$  cm), 実験群は平均値  $2.86 \pm$  標準偏差  $0.38$  (中央値  $3.10$  cm) であった。

### 7. 重心変位幅 (左右方向) (図7)

- 1) 男性の対照群は平均値  $1.88 \pm$  標準偏差  $0.57$  cm (中央値  $2.00$  cm), 実験群は平均値  $1.73 \pm$  標準偏差  $0.68$  cm (中央値  $1.60$  cm) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $1.56 \pm$  標準偏差  $0.54$  cm (中央値  $1.55$  cm), 実験群は平均値  $1.74 \pm$  標準偏差  $0.42$  cm (中央値  $1.60$  cm) であった。

### 8. 体幹前傾角度 (図8)

- 1) 男性の対照群は平均値  $41.7^\circ \pm$  標準偏差  $7.6^\circ$  (中央値  $43.0^\circ$ ), 実験群は平均値  $40.4^\circ \pm$  標準偏差  $5.4^\circ$  (中央値  $41.0^\circ$ ) であった。
- 2) 女性の対照群は平均値  $42.3^\circ \pm$  標準偏差  $9.4^\circ$  (中

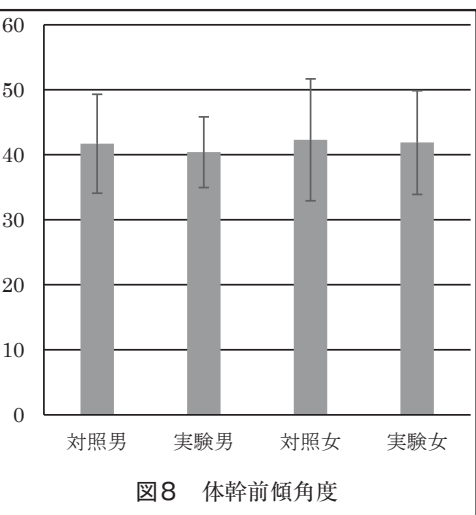
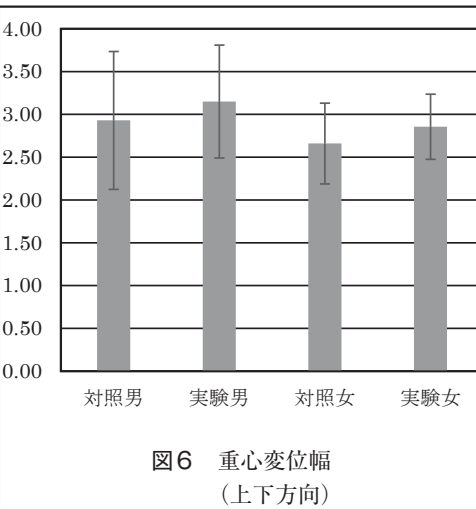
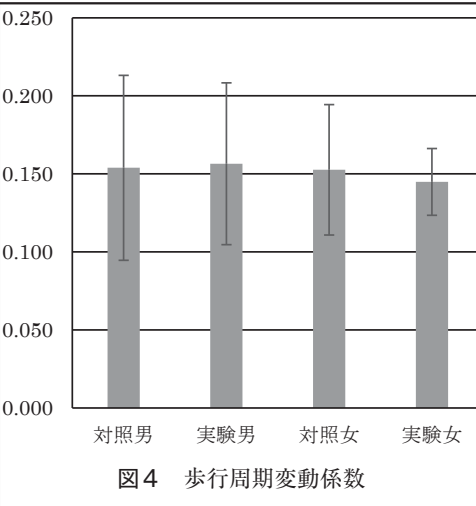
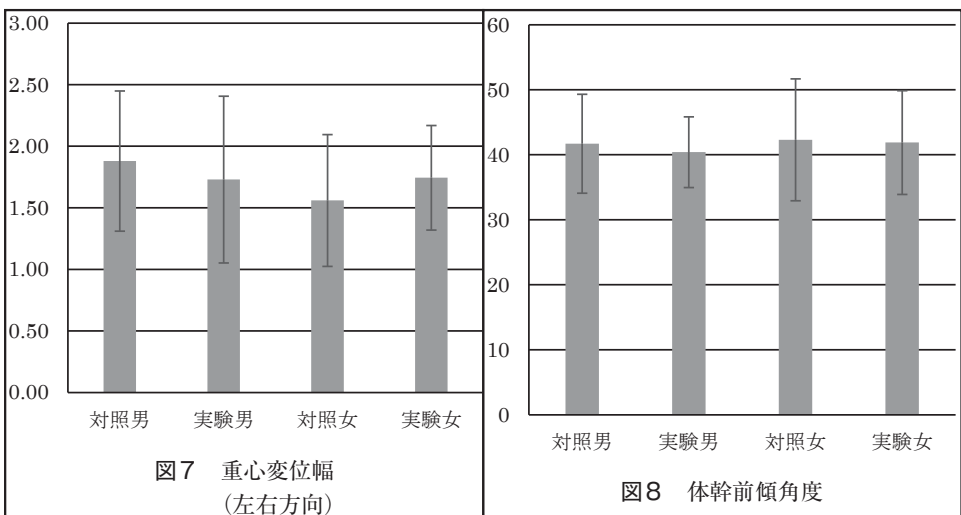
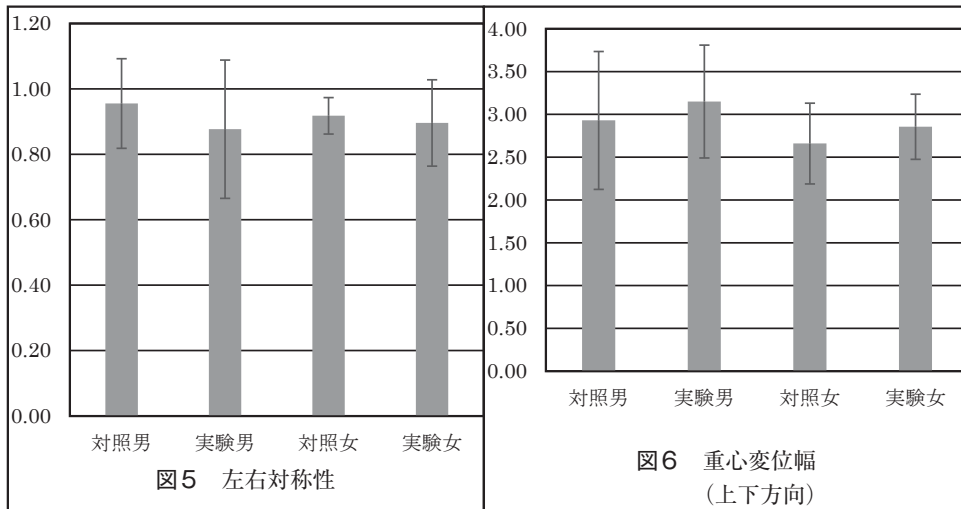
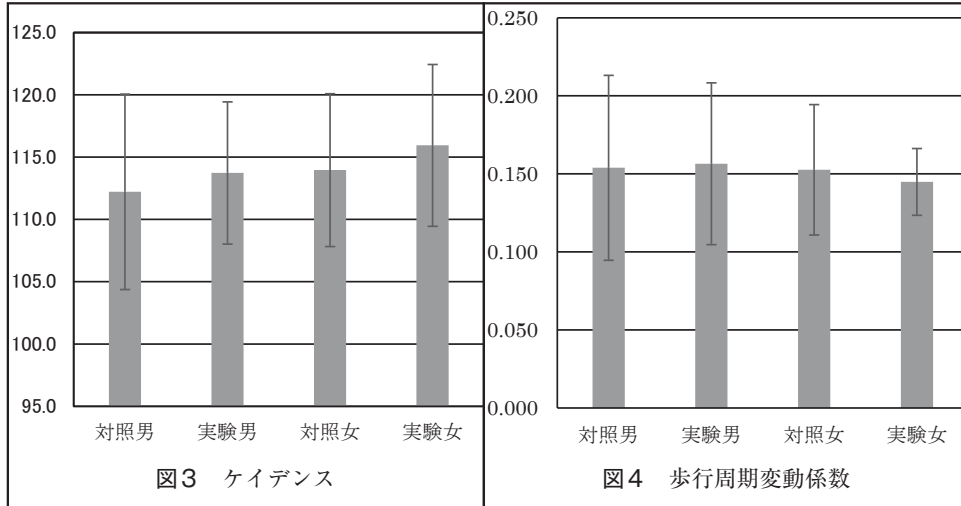
中央値42.0°), 実験群は平均値41.9° ± 標準偏差8.0° (中央値45.0°) であった。

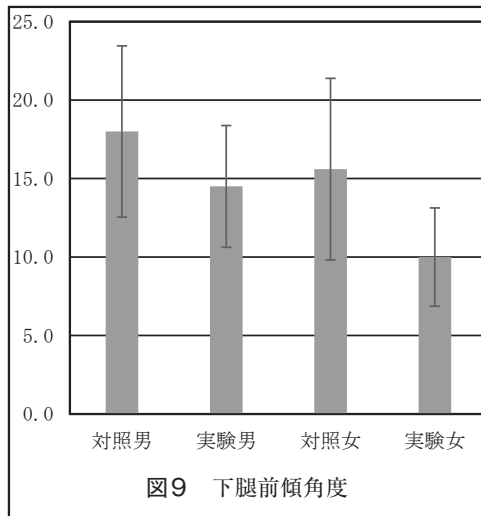
### 9. 下腿前傾角度 (図9)

1) 男性の対照群は平均値18.0° ± 標準偏差5.5° (中央値19.0°), 実験群は平均値14.5° ± 標準偏差3.9°

(中央値14.5°) であった。

2) 女性の対照群は平均値15.6° ± 標準偏差5.8° (中央値14.5°), 実験群は平均値10.0° ± 標準偏差3.1° (中央値9.0°) であった。





## 10. 実験中の被験者行動観察結果

実験群を対象にした歩行実験では2名にふらつきや不安感、慎重性がみられた。また、立ち上がり動作の実験でも1名が前のめりになりバランスを崩す場面がみられた。

## 11. 統計学的分析

ケイデンス、歩行周期変動係数、左右対称性、重心変位幅（上下方向）、重心変位幅（左右方向）、体幹前傾角度、下腿前傾角度の男女それぞれの対照群と実験群との差について Mann-Whitney のU検定を行った結果、有意差はみられなかった。

## IV. 考 察

本研究では、20歳代の健康な大学生を対象に、母趾喪失が立ち上がりと歩行に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、足部裏面の画像解析と携帯型加速度モニタ装置を使った立ち上がりと歩行の動作解析を行った。得られたデータから母趾喪失による立ち上がりと歩行への影響について次のように考察する。

### 1. 足のサイズ

人にとって足底が唯一の接地面であることから考えても立ち上がり・歩行における足部の機能的役割は非常に大きく主として足底の皮膚や足部の筋・腱等を介して情報収集を行う受容器としての役割と、身体を支え転倒しないように体重心の位置を調節する効果器としての役割があるといわれている（村田伸他, 2004）。本研究の結果では、対照群と実験群の足サイズは男女共に群間の偏りはないといえる。足底面積に対する母

趾面積の割合もまた、男女の足サイズの大きさに関わらず共通で6%前後で群間の偏りはないといえる。このことより、足のサイズの個人差は群間比較結果に大きな影響は与えなかったと考える。

## 2. 母趾支持の有無が歩行に与える影響

### 1) ケイデンス

ケイデンスは対照群と比べて、実験群の男性では変化がなかった。しかし実験群の女性には有意ではないものの値が大きい傾向がみられた。恐怖を感じるのは男性よりも女性の方が強い傾向があるとされており（市橋照子他, 2017）、女性の方が恐怖心を感じていたために起こった可能性がある。また、今回の調査方法では靴ではなくサンダルを用いたことから、被験者にとっては普段の歩行環境と異なることも影響があったと考えられる。先行研究では男性の方が女性よりも筋力が大きいと報告されており（宮谷昌枝他, 2003, 半田幸子他, 2004）、そのことによって女性の実験群の値が大きい傾向がみられたことが考えられる。実験群の女性で足元をみながら一歩一歩慎重に歩行するものもいて、母趾がないだけで不安感や恐怖感があると話していた。

### 2) 歩行周期変動係数

歩行周期変動係数は対象群と比べて実験群の男性では有意ではないものの値が大きい傾向がみられた。実験群の女性では有意ではないものの値が小さい傾向がみられた。このことは、前述のケイデンスと合わせて考えると実験群の男性は女性と比べて比較的大きい数値であり早く歩いていることが分かるが、実験群の女性は恐怖心や不安感があるために歩行が慎重になり歩幅が狭まることによって、値が小さくなった可能性がある。

### 3) 左右対称性

左右対称性は値が大きいほど対象性が良好といえるが、実験群では男女ともに有意ではないものの対称性が低下する傾向がみられた。このことは、母趾による支持がない状況が歩行時の安定性を低下させていることを示唆している。歩行とは左右対称性をもって効率的な身体重心の移動を行うと定義されているが、左右非対称となった実験群の歩行は非効率的であるといえる。また、左右対称性の低下はふらつきに繋がると考える。

### 4) 重心変位幅（上下方向）

重心変位幅（上下方向）は対照群よりも実験群の方

が値が大きかった。このことは母趾で支持できない分、他の第2～5趾が重心コントロールのために通常よりも力を加えている状態であると予測される。このことが歩行時の足趾の柔軟性低下につながり、衝撃吸収が得られにくくなることで歩行時の上下方向の変動が大きくなったのではないかと予測される。

#### 5) 重心変位幅 (左右方向)

重心変位幅 (左右方向) は実験群の女性では有意ではないものの値が大きい傾向がみられた。母趾で支持がない分、重心が前方に移動した場合に他の第2～5趾がどれだけ支持できるかということが重要であり、第2～5趾よりも母趾の方が関与している (半田幸子他, 2004) と報告されていることから重心変位幅は変化することが予測される。またケイデンス、歩行周期変動係数からみても女性の歩数は男性と比べて多く、歩幅も狭いため支持基底面が小さくなることが予測される。支持基底面が小さくなるほどより小さな範囲内に重心を保つ必要があり優れた姿勢調節能が求められ、その際に足趾把持力が有利に働く (半田幸子他, 2004) が、母趾が喪失しているために左右への揺れが大きくなったと考えられる。

女性の実験群とは反対に、実験群の男性では有意ではないものの値が小さい傾向がみられた。これは先行研究によると、男性において足趾把持力が強いほどバランス能力も優れている (佐々木諒平, 2010) ことが示唆されている。また、形態学的性差として筋質量の差や関節の柔軟性の差、重心位置の高さの差 (猪飼哲夫他, 2006) など関係し左右の揺れが小さくなったと推測される。これらのことから、男女では筋力などの違いによってもバランス能力へ影響することがわかったため、今後は性差だけでなく各年代においても母趾喪失による歩行への影響について検討する必要がある。

### 3. 母趾支持の有無が椅子からの立ち上がり動作に与える影響

立ち上がり動作は体幹の前傾に始まり、臀部離床後に股関節および膝関節の伸展運動によって直立位になるものである。また、足部と臀部で形成する大きな支持基底面から、足部だけの狭い支持基底面に重心線を移動させる必要がある難しい課題でもある。立ち上がり動作は4相に分けられ、第1相は股関節屈曲し体幹前傾によって運動開始したのち臀部離床まで、第2相は足関節の最大背屈位まで、第3相は股関節伸展終了

まで、第4相はバランスの安定化を図る時期であるといわれている (藤澤宏幸, 2012)。このうちの第2相と第3相の画像から体幹前傾角度及び下腿前傾角度を測った。その結果、対照群と比べると男女共に実験群は有意ではないものの値が小さい傾向がみられた。母趾の支持がない分、他の第2～5趾が重心コントロールに働き、それと関係して体幹前傾と下腿前傾の度合いは小さくなったのではないかと考えられる。

また、若年成人を対象にしていることから下肢筋力もあり (宮谷昌枝他, 2003)、個人差はあるものの普段の立ち上がり動作が速いものもいた。立ち上がり時の運動速度が速くなれば股関節屈曲角度が小さくなり、臀部離床時の重心軌道の前方移動量が減る (藤澤宏幸, 2012)。その結果として体幹前傾角度及び下腿前傾角度も小さくなったと考える。

### 4. 母趾支持がないことによる動作の不安定さ

実験群を対象にした歩行実験では2名にふらつきや不安感、慎重性がみられた。また、立ち上がり動作の実験でも1名が前のめりになりバランスを崩す場面がみられた。動的立位姿勢制御における前方への重心移動では足趾が関与しており、第2～5趾よりも母趾の方が有意に関与している (加辺憲人, 2002) と報告されている。今回の実験でもそのことを裏付けるように立ち上がり動作でバランスを崩すものもみられ、バランスを崩してもすぐに支えられる位置で見守ることや声がけなど安全性や心理面に配慮することが看護として必要だと考える。

母趾喪失により第2～5趾への荷重の引継ぎが再構築されることで第2～5趾に負担がかかり柔軟性が低下すると推測される。そのことが原因で、重心コントロールをする一方足圧のアンバランスにも繋がり、ある部分への強い圧迫や摩擦の刺激を長時間受けることで胼胝になる可能性がある (亀井智子, 2016)。特に胼胝は利き足もしくは荷重がかかる足の母趾球、小趾球あるいは第2中足骨頭部などに形成されやすいため、予防としては足に合う靴選びやインソールなどで胼胝好発部位の加重を分散させることが必要である。また、胼胝ができた場合は足裏やすりで硬くなった部位を軽く削り、湿潤環境を作らないようにする必要がある (亀井智子, 2016)。

### 5. 高齢者における立ち上がり・歩行動作時の母趾の重要性

高齢者では加齢により筋力は衰えていき、足趾把持

筋力も下肢筋と同様に低下することが明らかになっている（半田幸子他, 2004, 佐々木諒平, 2010）。先行研究より下肢筋力のピークは20~30（遅くても40）歳代で、その後加齢と共に低下すると報告が多いと述べられている（半田幸子他, 2004）。また、足趾把握筋力は50歳代で低下の割合が高くなり、70歳以上では20歳代の50%に低下していると報告されている（半田幸子他, 2004）。

立位では左右方向への動揺が若年者と高齢者で差が大きく、若年者が一定方向への動揺が生じるのに対して高齢者はいろいろな方向への動揺が生じる（半田幸子他, 2004）。そのため、母趾を喪失すると更に左右方向への同様が大きくなると考えられる。近年、高齢者の転倒予防に対する足趾の役割が注目され、実際に介護予防教室においても、タオルギャザー等のトレーニングや履物等の指導が積極的に取り入れられており（福山勝彦他, 2014）、これらのことから母趾喪失は高齢者の転倒を高める誘因となることが推測される。

特に、椅子からの立ち上がり動作は足趾把持筋力・下肢筋力が低下している高齢者にとって、支持基底面を変化させながら行う抗重力運動は難しい（藤澤宏幸, 2012）。そのため、バランスを崩して後方・側方へ倒れることも多いため（藤澤宏幸, 2012）、固定された手すりや家具に掴まりながら立ち上がる必要がある亀井智子, 2016）。

歩行では、母趾喪失により新しい歩行形態になるため、その歩行状態でも安全に環境へ適応しながら歩行することが重要である。また、必要に応じて歩行補助具を使用し、第2~5趾の足圧負荷力を軽減することや患者の身体に触れるか触れないかの距離で、患者の患側寄り後方に立ちながら援助する（亀井智子, 2016）ことが必要である。

そして、今回の実験では行っていないが、立ち上がり動作に比べ着座動作の身体運動学的研究が少ないのが現状であり、着座動作も高齢者の転倒の誘引となるため着座動作についてさらなる検討が必要である。その結果、母趾喪失患者の歩行についての特徴を知ることにより、日常動作の中でどのような事に注意して援助すればよいか推測できる可能性がある。

## V. 本研究の限界

本研究は、母趾喪失による立ち上がりと歩行への影

響について、ケイデンスや左右対称性などを測定し検討したものである。今回の実験では健康な20歳代の大学生男女40人を対象にして行ったが、今後は被験者数を増やす必要がある。

## VI. 結 論

本研究で得られた動作データの分析の結果、有意差がみられたものはなかった。しかし、実験群男性は実験群女性と比べて早く歩く傾向がみられた。実験群女性は対照群女性よりも歩幅が狭くなる傾向がみられ、これは恐怖心や不安感が歩行を慎重にさせた事可能性がある。母趾による支持がない状況が歩行時の安定性を低下させていることが示唆され、これは歩行時のふらつきに繋がると考える。また、母趾支持が得られない状態では、他の第2~5趾が重心コントロールのために通常よりも力を加えている状態となり、歩行時の足趾の柔軟性低下のため衝撃吸収が得られにくくなる可能性がある。それだけでなく、立ち上がり動作に必要な体幹前傾と下腿前傾の度合いは小さくなる可能性もある。母趾喪失により新しい動作形態へと再構築されるため、その歩行状態でも安全に環境へ適応しながら歩行することが重要である。また、必要に応じて歩行補助具を使用し、第2~5趾の足圧負荷力を軽減する事が重要である。

## VII. 引用文献

- 1) Abramoff, M.D., Magelhaes, P.J., *et.al.* (2004), "Image Processing with ImageJ", *Biophotonics International*, 11(7), 36-42
- 2) Capela NA, Lemaire ED, *et.al.* (2015), Novel algorithm for a smartphone-based 6-minute walk test application: algorithm, application development, and evaluation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 12-19
- 3) 藤澤宏幸 (2012), 日常生活活動の分析—身体運動学的アプローチ, 医歯薬出版株式会社, 東京
- 4) 福山勝彦, 福山ゆき江 (2014), 足趾運動調節能力を用いた足趾運動覚検査の開発と年代及び左右(利き足, 非利き足) 差の検討, *理学療法科学*, 29(5), 759-763
- 5) 半田幸子, 堀内邦雄, 他 (2004), 足趾把握筋力の測定と立位姿勢調整に及ぼす影響の研究, *人間工学*, 40(3), 139-147
- 6) 市橋照子, 藤巻公裕 (2017), 運動指導における恐怖感の研究 2—性差について—, *日本体育学会大会号*,

36

- 7) 猪飼哲夫, 辰濃尚, 他 (2006), 歩行能力とバランス機能の関係, リハビリテーション医学, 43, 828-833
- 8) 伊藤雅治, 松永夏来, 他 (2014), 国民衛生の動向, 厚生労働統計協会, 東京
- 9) 加辺憲人 (2002), 足趾が動的姿勢制御に果たす役割に関する研究. 理学療法科学, 17 (3), 199-204
- 10) 亀井智子 (2016), 根拠と事故防止からみた老年看護技術, 医学書院, 山口
- 11) 村田伸, 忽那龍雄, 他 (2004), 最適歩行と最速歩行の相違. 理学療法科学, 19 (3), 217-222
- 12) 宮谷昌枝, 東香寿美, 他 (2003), 下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差—20歳代と70歳代の比較—, 体力科学, 52, 133-144
- 13) 抜井周子 (2016), 足趾接地の有無が立位最前傾位での足圧中心位置に及ぼす影響, 理学療法・臨床・研究・教育, 23, 21-24
- 14) 佐々木諒平 (2010), 足趾機能がバランス能力に与える影響について, 理学療法—臨床・研究・教育, 17, 14-17
- 15) 竹内弥彦, 大谷拓哉, 他 (2014), 後方への外乱負荷応答時における高齢者の母趾屈筋活動特性, 理学療法, 29 (2), 177-181
- 16) Rasband, W.S. (2007), ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://rsb.info.nih.gov/ij/>



## The Effect of the Loss of the Hallux on Standing and Walking

Ayaka OTANI<sup>1)</sup>, Aya ONO<sup>2)</sup>

**Abstract:** This study clarified the effects of the loss of the hallux on standing and walking in young people. The participants were divided into an experimental group in which they were equipped with a device that prevented them from being able to use their hallux and a control group. The motion data during standing and walking were measured and analyzed, including data on the area of the soles and toes. There were no significant differences in the results of the motion data analysis. However, men tended to walk faster than women in the experimental group. Women in the experimental group tended to have shorter stride lengths than those in the control group, possibly due to fear or anxiety. The lack of support due to the absence of the hallux reduces stability during walking, which leads to wobbling during walking. Furthermore, in the absence of the hallux, the other second to fifth toes apply more force than usual to control the center of gravity. This could impede shock absorption due to reduced flexibility of the toes during walking. Furthermore, the degree of the forward tilt of the trunk and lower leg, required for standing up, may also be reduced. Since the loss of the hallux creates a new form of movement for the body, it is important to adapt safely to the environment during walking. It is also important to use walking aids, as necessary, to reduce the pressure load on the second to fifth toes.

**Key words :** hallux, hallux amputation, walking, standing

---

1) Fujishiro Kensei Hospital

2) Department of Nursing, Hirosaki Gakuin University

Contact information: Aya Ono

〒036-8231 20-7 Minorucho, Hirosaki-shi

TEL: 0172-31-7151, FAX: 0172-31-7101, E-mail: ono-a@hirogaku-u.ac.jp