

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 20 日現在

機関番号：25406

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25560388

研究課題名(和文) 風船把持が歩行獲得を促す-初期歩行遅延に対する新しい歩行支援システムの提案-

研究課題名(英文) Using a floating balloon influences infant body sway as a walking aid

## 研究代表者

島谷 康司 (Shimatani, Koji)

県立広島大学・保健福祉学部・准教授

研究者番号：00433384

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)：我々は初期歩行後の乳児に約2gの浮力が発生するヘリウムガス入り風船の紐を把持させると歩行時の身体動揺が減少し、歩行距離が延長することに観察評価で気付いた。風船を把持した乳児の歩行周期中の身体動揺について体幹加速度や足底圧軌跡を分析した結果、各被験児が風船を把持した場合の各立脚支持期中の足底圧中心の変動係数は風船を把持しなかった場合と比較して有意に低値を示し、また体幹動揺も風船を把持した場合は有意に低値を示した。先行研究では、子どもの歩行の発達要因として、片脚支持期の動揺が減少が報告されており、風船把持歩行は、乳児期の身体動揺を減少させる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Somatosensory finger-tip contact changes the unstable walking of the baby into independent walking (Li Chen 2008). We showed that body sway decreased when the infants were walking with a floating balloon. The weight shift to the lower extremities was unaffected by the balloon. However, COP in the foot during each stance phase was well-controlled when using the balloon as a walking aid. The infant walking could become stable when the body sway of one leg standing decreases as an infant walking develops (Yaguramaki 2002). Floating balloon could become a Walking aid for children.

研究分野：小児理学療法

キーワード：風船 把持 乳児 歩行支援

### 1. 研究開始当初の背景

初期歩行の遅れや不安定な歩行を呈する乳幼児の相談が増え、保育現場においても健やかな発達を促すために保育士等による保育実践が展開されてはいるものの、保護者・保育士等からより具体的な対策が望まれている。しかし現状では、初期歩行発達遅延の確立した支援方法はない。我々は、初期歩行直後の乳児に風船の紐を把持させると歩行が安定し、歩行距離が延長することに気付いた。このことは、初期歩行期における乳幼児の新しい歩行支援方法の可能性を示唆している。

風船把持歩行の姿勢制御の解釈として、100g 以下の力で指尖が物に軽く触れること (light touch contact: 以下 LTC) によって身体各部位と外界との相対的な位置関係を知覚し、姿勢が調整される [Shimatani et al. (2011, 2012), Jecka et al. (1994, 1997)]。そして、幼児や高齢者の運動学的歩行特性には多くの共通点があり [Bril et al. (1993), Gehall et al. (1984)], LTC がその不適当な戦略を好転換すること、LTC が乳幼児の姿勢制御の力学的特性を自立歩行後の姿勢制御に類似するように変化させること [Li-Chiou Chen et al. (2008)], 乳幼児の手を介助することによって歩行時の姿勢制御を有意に改善すること [Ivanenko (2005)],

体性感覚の応答潜時は短く、不安定性が生じた場合の姿勢制御は優先的に体性感覚に依存すること [Diets (1991, 1994), Horak et al. (1994)] から、風船を把持することによって手からの体性感覚による感覚情報転換戦略をとっていることが予想される。

### 2. 研究の目的

今のところ、初期歩行発達遅延の確立した支援方法はない。本研究では、初期歩行期の乳幼児に対して、ヘリウムガス入りの風船の紐を把持させ、乳児期の歩行を支援するという新しい方法を提案する。まず、(1) 提案する歩行支援方法を用いた乳幼児の姿勢制御の運動学的検証として、新たに乳幼児の風船把持時の歩行を計測し、風船把持が歩行の発達に与える影響を明らかにする。そして、(2) 提案する歩行支援方法を用いた歩行評価法への導入を検討し、「つたい歩きから初期歩行に移行できない」、「初期歩行後の不安定性が持続している」、といった歩行の発達遅延を呈する乳幼児の新しい歩行評価法を提案する。(図1)

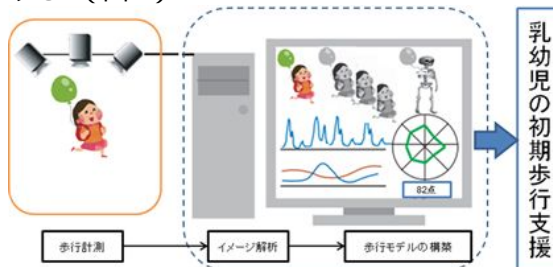


図1 研究概要

### 3. 研究の方法

#### 実験 : 風船把持歩行と通常歩行の比較

実験環境は、慣れた実験環境(被験児の自宅で母親の付添いのもと)で行った。計測機器は、小型3軸加速度計(MicroStone社製)とデジタルビデオカメラ1台とした。加速度センサの固定部位は、幼児の重心の高さに相当する背部に、側方成分・垂直成分・前後成分の加速度をとらえられるようにベルトで固定した。測定周期は10msとした。また、デジタルビデオカメラは歩行の正面をとらえるように配置し、歩行の特徴を確認した。

計測条件は、5m歩行距離を自由歩行とし、約100のHeガス入りUFO風船(浮力約2g)の把持位置は一定にした風船把持条件、通常歩行の2条件を比較した。各条件を3試行実施し、そのうち二乗平均平方根(RMS)が最小値を示すデータを採用し、Wilcoxonの符号順位和検定を用いて比較検証した。

#### 実験 : 風船把持歩行と玩具歩行の比較

計測機器は実験と同様とした。計測条件は、5m歩行距離を自由歩行とし、約100のHeガス入りUFO風船(浮力約2g)の把持位置は一定にした。玩具(ベビー用木製マラカス)は全長14cm、持ち手8.5cm、重さ109gの柄の部分の把持させた。そして風船把持条件、玩具把持条件、通常歩行の3条件を比較した。計測は週1日を6週間連続して行った。各条件を3試行実施し、そのうちRMS(Root Mean Square)が最小値を示すデータを採用した。

#### 実験 : 片麻痺児の風船歩行の有用性

計測機器は実験と同様とした。計測条件は、10m歩行距離を自由歩行とし、通常歩行条件、約100のHeガス入りUFO風船(浮力約2g)の把持位置は一定にした風船歩行条件、長さ16mの紙を100g以下の力で指尖タッチさせたLT歩行条件の3条件を比較した。各条件を3試行実施し、そのうちRMS(Root Mean Square)が最小値を示すデータとその変動係数を算出した。

#### 実験 : 風船把持歩行の歩容解析と風船把持歩行の有用性について

計測機器は、腰部に装着した小型3軸加速度計(MicroStone社製)と歩行路に敷いたシート式下肢加重計(ウォークWay MW-1000)を使用した。計測条件は、5m歩行距離を自由歩行とし、約100のHeガス入りUFO風船(浮力約2g)の把持位置は一定にした風船把持条件、通常歩行の2条件を比較した。各条件を3試行実施し、そのうち3軸加速度データからRMSが最小値を示すデータを採用した。また、下肢荷重計データから足底圧軌跡、左右の足底圧中心が求められた。その結果をKruskal Wallis test (Steel-Dwassの多重比較)を用いて比較した。

#### 4. 研究成果

##### 結果

初期歩行開始後の健常乳児に、歩行時の風船の有無を条件に、加速度計を用いて身体動揺、歩行距離、歩行スピードを継続的に評価した結果、風船を把持させた場合のRMSは把持させなかった場合よりも有意に低値 ( $p < 0.05$ ) を示し、初期歩行間もない乳児にヘリウムガス入り風船を把持させると身体動揺が少なくなること (効果量:  $r = 0.37$ ) が示唆され、そのために歩行距離が延長する可能性が考えられた (図2)。

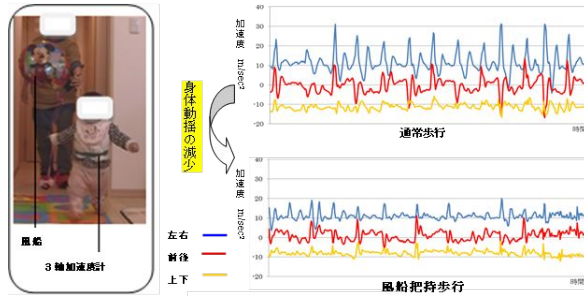


図2 風船の有無による体幹加速度の違い  
上; 通常歩行, 下; 風船把持歩行

風船を把持させた場合のRMSは把持させなかった場合、玩具を把持した場合よりも有意に低値 ( $p < 0.05$ ) を示し、初期歩行間もない乳児にヘリウムガス入り風船を把持させると身体動揺が少なくなることが示唆され、そのために歩行距離が延長する可能性が考えられた (図3)。

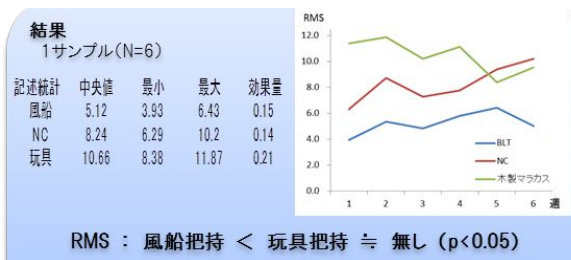


図3 風船把持歩行と玩具歩行の比較  
(6週間の経時的変化)

##### 結果

10歩行速度は、風船条件が1.56 m/秒、LT条件が1.03 m/秒、NC条件が1.52 m/秒であった。風船条件のRMSはLT条件やNC条件と大きな違いはなく、変動係数も同程度であり有意な差は認められなかった。以上の結果から、風船を持ってもLTをしてもNCとは違いが無く、自立歩行児には風船把持の効果が低く限界がある可能性が示唆された。

##### 結果

風船を把持した場合のRMSは持たなかった場合のRMSよりも有意に低かった ( $p <$

0.05) 初期歩行期の乳児に風船を把持させると身体動揺が少なくなることが示唆された。また、足底圧データから各被験児のステップごとの歩幅、歩隔、足底圧軌跡長、足底圧中心を算出し、さらに各被験児の左右ステップ毎の軌跡長 (例えば、右単脚支持期 左単脚支持期への足底圧軌跡長の大きさ) の平均値と左右単脚支持期の足底圧中心の変動係数を風船の有無で比較した (図4, 図5)。その結果、歩幅、歩隔、左右ステップ毎の軌跡長の平均値に有意な差は認められなかった。一方、風船を把持させた場合の各立脚支持期中の足底圧中心の変動係数は有意に低値 ( $p < 0.01$ ) を示した。風船を把持した場合に体幹加速度 (左右方向の動揺) の減少と単脚支持期の足底圧中心の変動係数の減少の結果から、乳児期の風船把持歩行は、左右脚への体重移動時の姿勢動揺への効果は低いものの、左右の各単脚支持時には体幹の動揺性が減少することが示唆された。

乳児歩行が安定していく過程の重要因子に「歩行時片脚立位期の姿勢動揺の減少」が報告 [矢倉巻ら (2002)] されていることから、風船把持歩行は、乳児期の身体動揺を減少させる可能性がある。

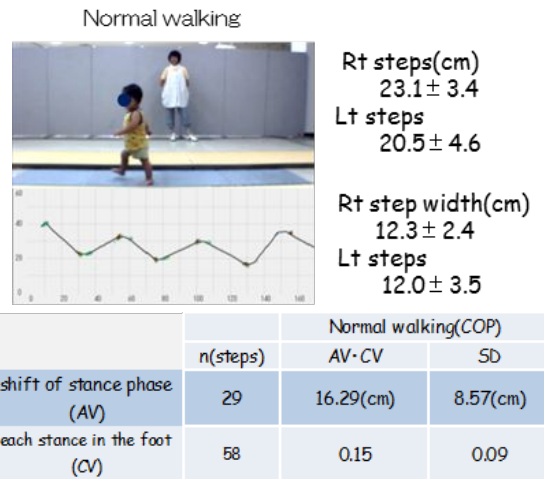


図4 通常歩行時の下肢加重データ

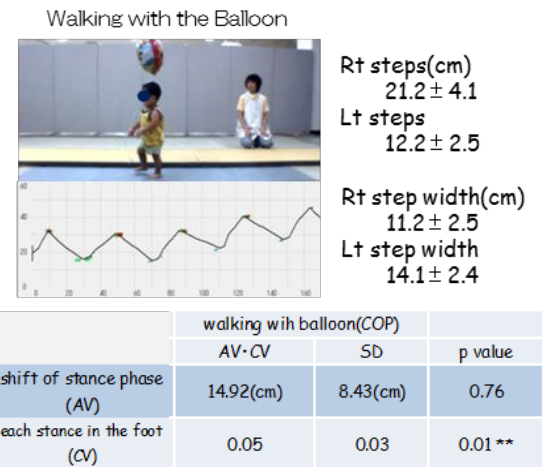


図5 風船把持歩行時の下肢加重データ

## 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)

[学会発表](計 2件)

Koji Shimatani, Keisuke Shima, et,al:  
Infant body sway decreased on using a floating balloon as a walking aid. World congress for physical therapy 2015, Singapore.

Koji Shimatani, Keisuke Shima, et,al:  
Using a floating balloon infant body sway decrease. RIC-IIT workshop robotics and interactive technologies for neuroscience and neurorehabilitation 2015, Arenzano, Italy.

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

島谷 康司 (SHIMATANI Koji)  
県立広島大学・保健福祉学部・准教授  
研究者番号：00433384

### (2)研究分担者

島 圭介 (SHIMA Keisuke)  
横浜国立大学・工学研究科・准教授  
研究者番号：50649754