

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：17701

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K23255

研究課題名（和文）歩行中の下肢関節角度を改善させる適切な言語教示法の検討

研究課題名（英文）Investigation of appropriate verbal instructions to improve leg extension angle during gait.

研究代表者

宮崎 宣丞（Miyazaki, Takasuke）

鹿児島大学・医歯学総合研究科・特任助教

研究者番号：40876760

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）：健常成人を対象とした、歩行中のTLAを改善させる適切な言語教示による即時効果の検討では、TLAや足関節底屈角度の増加に伴う歩行速度の即時的な増加を認めた。歩行中の関節運動を指導することで歩容の変化に伴い歩行速度が増加することが示唆された。

その結果を基に、入院患者1例に対して足関節底屈角度・TLAを指標としたウェアラブルセンサーを用いた歩行のフィードバックによる介入効果の検討を行い、歩行練習後に関節角度の変化に伴う歩行速度増加を認めた。関節運動に関しては、TLAでの反応が良い症例であったため、身体機能等を加味した適切なフィードバックの指標、介入効果の検討が今後も必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

歩行能力向上に向けた理学療法において、歩行中の関節角度を変化させるような教示を与えて歩行練習をすることが多い。しかし、症例の特性に応じて歩行練習の指標に関する根拠を示した報告はなく、今回の報告が歩行中の関節運動を変化させることにより、着目した関節運動の変化に伴う歩行速度増加を示すものとなった。

臨床現場における検討では、症例によっては歩行速度を変化させやすい、変化させにくい関節運動がある可能性が示された。そのため、症例の疾患や身体機能を加味して、効果的に歩行能力向上に寄与する歩行練習の指標を検討していくことが、臨床現場における効果的な歩行練習の実現に繋がると考える。

研究成果の概要（英文）：In healthy young participants, the immediate effects showed an increase gait speed with an increase in TLA and ankle plantar flexion angle. It was suggested that verbal instructions focused on joint movements during gait increased gait speed with changes in gait.

Based on the results, we also examined the immediate effect of real-time gait feedback in 1 inpatient. Gait feedback Targets of feedback used TLA and ankle plantar flexion angle during gait measured by wearable sensors. Gait feedback showed the immediate effects an increase gait speed. As the patient responded well to TLA compared with ankle movement, it is necessary to further study to clarify the appropriate feedback targets and intervention effects considering of physical function and other factors.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：ウェアラブルセンサー リハビリテーション 歩行 教示 関節角度

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

歩行において、立脚後期における下肢の伸展角度(TLA: Trailing Limb Angle) が注目されており、TLA の改善は歩行能力向上に繋がると考えられる。臨床現場における歩行の指導は口頭指示(言語教示)で行うことが多いが、その教示法により効果が異なることが報告されている。TLA の改善は歩行能力向上に必要と考えられるが、TLA を改善させる適切な言語教示法は確立されていない。

本研究結果によって、歩行能力向上に関連する適切な教示法が確立されることで、臨床現場におけるウェアラブルセンサーを用いた効果的な歩行練習の実現に繋がると考える。

### 2. 研究の目的

本研究は、ウェアラブルセンサーを用いて計測した歩行中の関節角度(TLA) を改善させる適切な言語教示を明らかにすることを行うことを目的とする。

### 3. 研究の方法

本研究では、歩行中の TLA の改善に適した言語教示法の確立に向けて、健常人にて適切な言語教示法を検討して基礎データを蓄積し、その後、症例を対象に臨床での効果を検討することを計画している。

2020 年度には、歩行中の TLA を改善させる適切な言語教示の方法の検討を行う。プロトコルとしては、TLA の改善を目的とした言語教示を数種類与えて歩行練習を実施し、教示を与える前後、歩行中の関節運動などをウェアラブルセンサーを用いて計測し、各教示の効果を比較検討する。対象は、まず健常成人で実施し、その後、脳卒中、人工関節置換術後など下肢機能低下を認める入院患者にて同様のプロトコルにて効果検証を行う。歩行パラメータについて、歩行の計測にはウェアラブルセンサーは、慣性センサー(Mtw, Xsens 社製、現有設備)を用いる。対象者の身体部位 7 か所(骨盤、両大腿、両下腿、両足部)に慣性センサーを貼付し、14m の直線歩行路において歩行計測を行う。歩行は快適速度、最大速度での歩行を 1 回ずつの計 2 回をストップウォッチで計測。慣性センサー(加速度、角速度、センサーの位置情報、傾斜角度)のデータから、TLA、関節運動・加速度などを算出する。

2021 年度には、ウェアラブルセンサーを用いた歩行のフィードバックによる介入効果の検討を行う予定としている。プロトコルは、ウェアラブルセンサーを用いて計測した TLA を指標としたリアルタイムの歩行のフィードバックを用いた歩行練習を実施し、効果検証を行うことである。前年度の結果を踏まえ、歩行練習の際には TLA の改善に適した口頭指示を使用する予定としている。対象者は、下肢機能低下を有する入院患者である。歩行練習の前後でウェアラブルセンサーを用いて歩行パラメータを計測し、即時効果、長期的な介入効果の検討を行う予定である。

### 4. 研究成果

#### (1) 健常成人を対象とした、歩行中の TLA を改善させる適切な言語教示による即時効果の検討

対象は健常成人 12 名 (27.1 ± 4.3 歳、女性 3 名)とし、教示による歩行練習の前後に実施した 10m 歩行テスト時の歩容を比較した。教示での歩行練習は 30m の歩行路で 1 分間実施した。歩行条件は、通常歩行(control 条件)、推進力に関連する要因と考えられる立脚後期の足関節底屈(ankle 条件)と下肢全体の伸展角度(Trailing limb angle: TLA 条件)をそれぞれ強調した計 3 条件とした。条件間の休息は 2 分間とした。各条件の教示内容は、control 条件; いつも通り歩いてください、ankle 条件; 足で蹴って歩いてください、TLA 条件; 脚全体を後ろに伸ばして歩いてください、と内的教示に基づいた指示とした。

結果として、TLA や足関節底屈角度の増加に伴う歩行速度の即時的な増加を認めた。

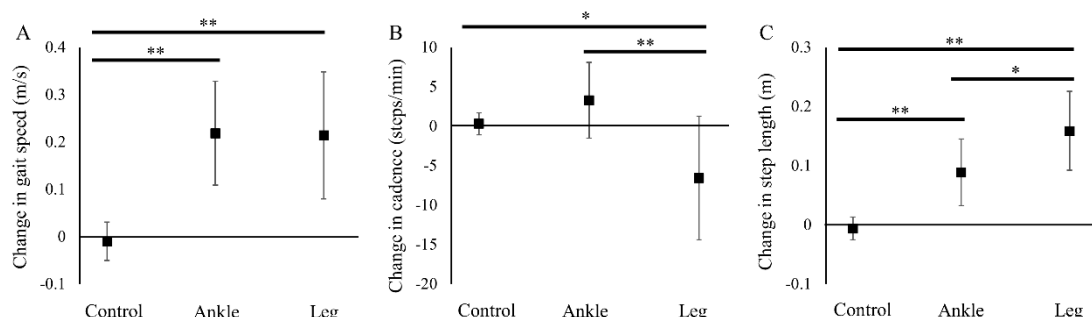


図. 時空間的歩行パラメータの即時的な変化

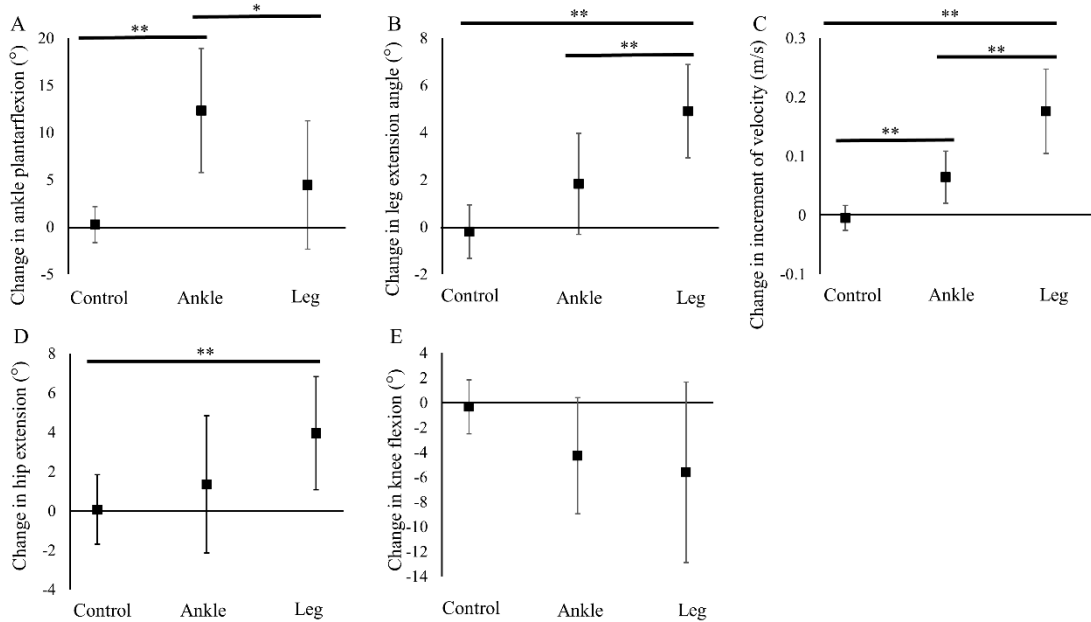


図. 歩行パラメータ(関節角度, 推進力)の即時的な変化

歩行中の関節運動を指導することで歩容の変化に伴い歩行速度が増加することが示唆された。理学療法士が行う歩行練習中に歩容の指導を行うことは、簡便で意義のある方法であると考えられる。より効果的な歩行練習を行うためには、患者特性に応じて教示により変化しやすい指標をターゲットにする必要があると考えられるため、今後も検討が必要である。

## (2) 入院患者を対象としたウェアラブルセンサーによるリアルタイムフィードバックを用いた歩行練習の即時効果

対象は、入院中の虚弱高齢者1名(71歳, 女性)とした。フィードバックによる歩行練習の前後に実施した10m歩行テスト時の歩容を比較し、歩容の即時的変化を分析した。練習前の歩行テストでは通常歩行を、練習後のテストではフィードバックで練習した歩容を順守させた。歩行テストは各2回実施し、仙骨後面, 両側の大腿と前面の前面, 足背部に固定した慣性センサー(Mtw Awinda)を用いて計測した。

フィードバック下での歩行練習は30mの歩行路で1分間実施した。歩行条件は、通常歩行に加え、(1)の結果を参考にして推進力に関連する要因と考えられる立脚後期の足関節底屈と下肢全体の伸展角度をそれぞれ強調した計3条件とし、条件間の休息は2分間とした。快適歩行時の関節角度を20%増した角度を目標値とし、目標値に達した際に音声でフィードバックした。足関節条件では「音が鳴るように足で蹴って歩いてください」、下肢伸展条件では「音が鳴るように脚全体を後ろに伸ばして歩いてください」と指示した。

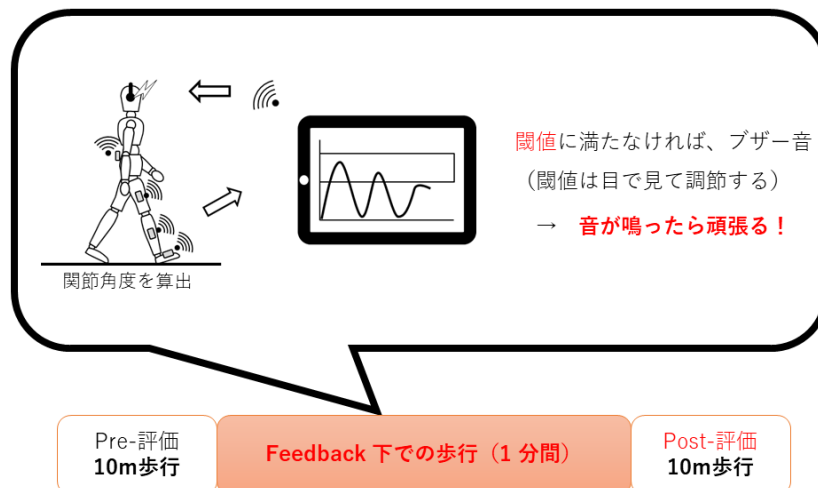


図. フィードバックの仕組み

歩行速度の増加はわずかであったが(0.01-0.04 m/s), 足関節底屈角度(6.5°, 20%増)と下肢伸展角(4.8±4.0°, 32%増)は増加し、下肢伸展条件での増加が顕著であった。

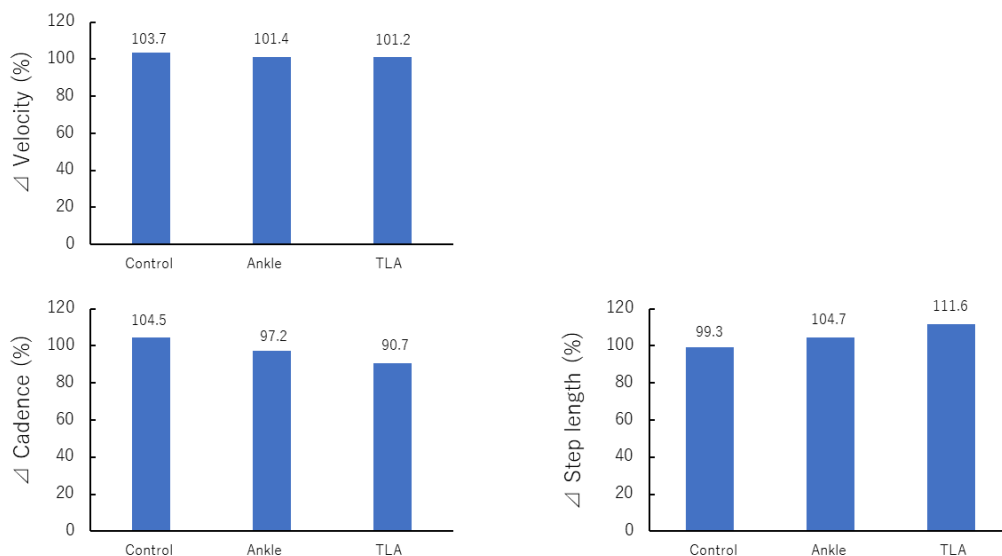


図. 時空間的歩行パラメータの即時的な変化

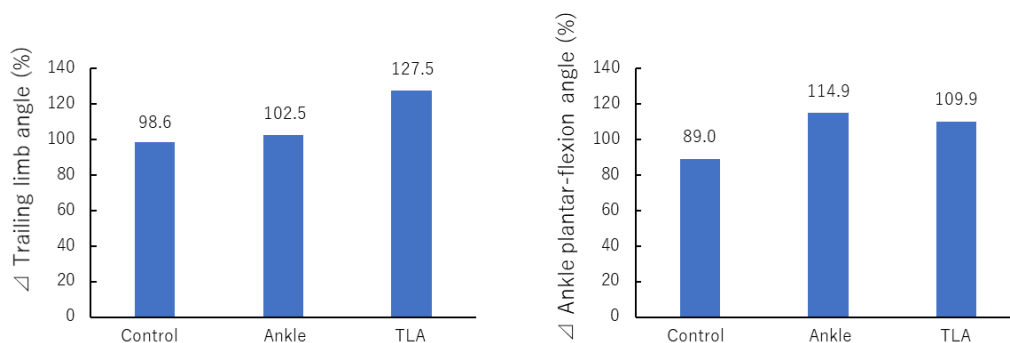


図. 歩行パラメータ(関節角度)の即時的な変化

ウェアラブルセンサーを用いた歩行のフィードバックについて、歩行速度向上の即時効果までは認めなかった。しかし、関節運動に関してはTLAでの反応が良い症例であったため、患者特性を加味したフィードバックの指標を用いて歩行練習を継続していくことで、効果的に歩行速度を向上するための歩行練習の実現に繋がると考える。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Miyazaki Takasuke, Kiyama Ryoji, Nakai Yuki, Kawada Masayuki, Takeshita Yasufumi, Araki Sota, Hayashi Hiroyuki, Higashi Naoto, Makizako Hyuma	4. 巻 18
2. 論文標題 The Relationship between Leg Extension Angle at Late Stance and Knee Flexion Angle at Swing Phase during Gait in Community-Dwelling Older Adults	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 11925 ~ 11925
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph182211925	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Matsuzawa Yuta, Miyazaki Takasuke, Takeshita Yasufumi, Higashi Naoto, Hayashi Hiroyuki, Araki Sota, Nakatsuji Shintaro, Fukunaga Seiji, Kawada Masayuki, Kiyama Ryoji	4. 巻 57
2. 論文標題 Effect of Leg Extension Angle on Knee Flexion Angle during Swing Phase in Post-Stroke Gait	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Medicina	6. 最初と最後の頁 1222 ~ 1222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/medicina57111222	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 松澤 雄太, 米良 隼紀, 宮崎 宣丞, 山口 祐弥, 竹下 康文, 荒木 草太, 中辻 晋太郎, 貴嶋 芳文, 川田 将之, 木山 良二
2. 発表標題 脳卒中片麻痺歩行の下肢伸展角に影響を及ぼす因子の検討
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎宣丞, 木山良二, 竹下康文, 川田将之, 中井雄貴, 荒木草太, 林浩之, 東直人, 山口祐弥, 牧迫飛雄馬
2. 発表標題 地域在住高齢者における最大歩行中の Walk Ratio に影響する因子の検討
3. 学会等名 第4回日本リハビリテーション医学会秋季学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒木草太, 木山良二, 牧迫飛雄馬, 川田将之, 宮崎宣丞, 竹下康文, 中井雄貴, 林浩之, 東直人, 窪園琢郎, 中村俊博, 竹中俊宏, 大石充
2. 発表標題 高齢者における加齢による歩容の変化
3. 学会等名 第57回日本リハビリテーション医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎宣丞, 木山良二, 竹下康文, 荒木草太, 川田将之, 中井雄貴, 富岡一俊, 谷口善昭, 竹中俊宏, 牧迫飛雄馬
2. 発表標題 地域在住高齢者における歩行の定常性, 対称性と認知機能の関連
3. 学会等名 第62回日本老年医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹下康文, 木山良二, 宮崎宣丞, 荒木草太, 川田将之, 中井雄貴, 富岡一俊, 谷口善昭, 竹中俊宏, 牧迫飛雄馬
2. 発表標題 地域在住高齢者における歩行の対称性と下肢筋量の左右差の関連
3. 学会等名 第62回日本老年医学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮崎宣丞, 福崎弘樹, 竹下康文, 荒木草太, 松澤雄太, 指宿勝巳, 足立貴志, 中井雄貴, 川田将之, 木山良二
2. 発表標題 口頭による教示が歩容に与える即時的变化 - 健常成人による予備研究
3. 学会等名 第26回日本基礎理学療法学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒木草太、松浦央憲、東條竜二、中村俊博、竹下康文、松澤雄太、宮崎宣丞、指宿勝巳、足立貴志、中井雄貴、川田将之、木山良二
2. 発表標題 回復期脳卒中片麻痺者のPhysical Cost Indexと身体機能・歩行パラメータの関連
3. 学会等名 第19回日本神経理学療法学会学術集会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

鹿児島大学バイオメカニクス研究室 <a href="http://kagoshima-biomechanics.com">http://kagoshima-biomechanics.com</a>
---

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	木山 良二  (Kiyama Ryoji)		
研究協力者	川田 将之  (Kawada Masayuki)		
研究協力者	中井 雄貴  (Nakai Yuki)		

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
---------	---------