

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：13201

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12598

研究課題名(和文) 健常者を含む歩行機能回復のための足首関節リハビリテーション運動装置の開発

研究課題名(英文) Development of ankle joint stretching mechanism using a brace structure

研究代表者

戸田 英樹 (toda, hideki)

富山大学・大学院理工学研究部(工学)・准教授

研究者番号：10520687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では「足首関節専用リハビリテーションシステム」の基本機構，利用の際に必要なベッドなどへの接続機構や安全機構，利用のしやすさを考えた各種インターフェース，市場化の際に必要な倫理審査を経由して臨床実験を行う研究開発を行った．寝たきりを防止するためには足首関節の健康状態を維持することが必須であり，最低限歩行動作を行えば人間の生活のQOLを維持できる．しかし従来までこの足首関節用のリハビリテーション装置が存在してこなかった．本研究ではこの開発に世界で唯一成功しているものである．結果として，本研究の成果が直接関わる研究論文2本，国際学会7本という成果を修める事が出来た．

研究成果の概要(英文)：In present study, an ankle joint pushing system was proposed and the effect of the system was examined in the system. Ankle joint bending is one of important physical therapist (PT)'s medical treatment for recovery of walking function and prevention contracture. However, since the ankle treatment needs large force (near subject weight) and precise angle / power control, it has not been replaced by a mechanical treatment system. The developed system uses two features. (1) The proposed device fixing the ankle joint position correctly by contacting with at Achilles tendon, back of calf and hip positions. (2) The bucket rotation center could be shifted the position horizontally as the movement of talus when the pushing. This mechanism can realize the pushing the toe by a large force with no pain any part of the foot stably and it can realize biceps femoris and gastrocnemius muscles stretching simultaneously that was only physical therapist could treat by their ankle treatment.

研究分野：ロボティクス，リハビリテーションシステム

キーワード：足首関節拘縮 リハビリテーション 理学療法士 寝たきり防止

1. 研究開始当初の背景

人間は「立つ」事によって人間らしさを維持し社会生活を行っているが「立つ」ためには「足首」の健康状態が若年・老年問わず保たれていることが重要である。骨折や老化によって足首の健康が失われると「立つ」事が出来なくなり必然的に寝たきりや生活のQOLが下がることにつながっている。このため理学療法士は、リハビリテーションの施術において足首は重要な部位の一つと考えており、特別な施術手法を用いてリハビリテーションを行ってきたが、体重を支えられる足首への施術は体力的にも技術的にも難しい部分があり、特に人手が足りない現場において、足首リハビリテーションの自動化は常時必要とされてきた。しかしながら、大きな力を正しく足首関節に加える必要性から、機械化が困難であり、現在まで有用な機械化手法は存在していなかった。

2. 研究の目的

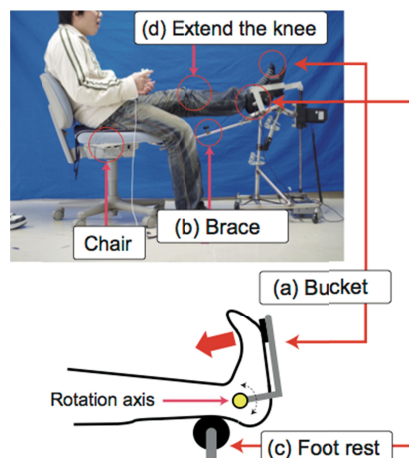
本研究では、足首関節の特に背屈リハビリテーションの自動化・機械化を目指す基礎研究および倫理審査を経た本装置の臨床的効果の検証を行う。

3. 研究の方法

本研究では世界初の足首関節専用リハビリテーション装置の開発を行いその機能評価や倫理審査の通過後は臨床的な試験を理学療法士と行う事を目的とする。

4. 研究成果

本研究課題では世界で唯一である「足首関節専用リハビリテーションシステム」の市場化を目指した基本機構、利用の際に必要なベッドなどへの接続機構や安全機構、利用のしやすさを考えた各種インターフェース、市場化の際に必要な倫理審査を経由して臨床実験を行っていく研究開発を行った。寝たきりを防止するためには足首関節の健康状態を維持することが必須であり、足首関節の健康を保てれば、最低限歩行動作を行えることから人間の生活のQOLを維持する上では重要な部位であり。しかしながら従来までこの足首関節用のリハビリテーション装置が存在してこなかった。本研究ではこの開発に世界で唯一成功しているものである。結果として、本研究の成果が直接関わる研究論文2本、国際学会7本という成果を修める事が出来た。幾つかの展示会などで効果を実体験して頂く機会を得、研究期間中では、浜松の企業、現在は長崎の企業が本研究のアイデアを自社商品として開発を進めている状態である。また、倫理審査などの手続きに関してはまだ終了していないものの、保険や保障に関する要因の重要性など、倫理審査に関わる先生方と密な議論を進めることが出来、本研究のような装置を外へ出す場合にどのようなことに注意している必要があるか多面的



に理解が進むこと
図1 提案装置の概略図

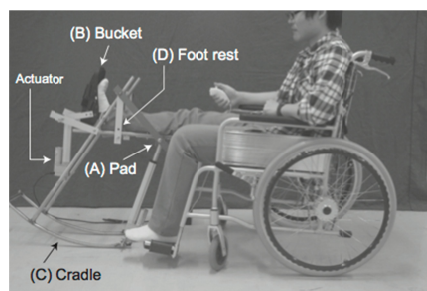


図2 本研究期間で新規に開発した提案改良装置

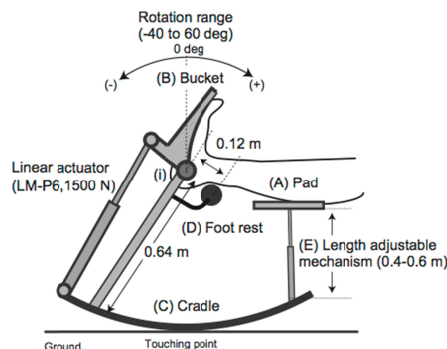


図3 図2の機構の概要図

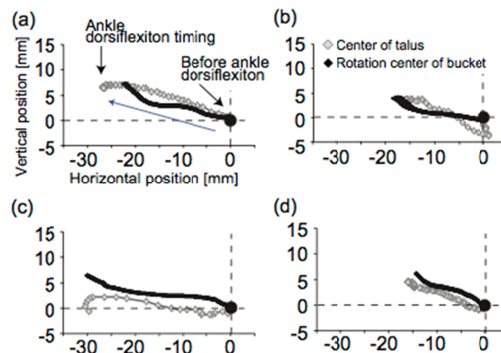


図4 提案機構を利用して足首を押し込んだ際の装置の回転軸の位置と実際の足のく

るぶし位置の運動

となった。

図1に示したのが、本研究で提案し改良を行った足首専用のリハビリテーション装置の概要図である。足首関節を大きな力で押し込む反力を相殺するために、椅子と装置を固定する「梁」を持つ特別な機構を持ち、安定して大きな力を足首に加えることが出来る。図2と図3に示したのは、本研究期間中に開発を行った装置図であるが、足首を押し込む際に、足の骨の構造からくるぶしの位置が足首関節の位置と常に同一とならない解剖学的理由から、図1の装置に水平方向に移動する機構を取り付け、足の押し込みの安定性を改良したものである。図4では、図3の機構を用いると、足首の押し込み時に、四人の被験者において装置の回転軸とくるぶしの位置が一致しながら移動し常に安定した押し込みが可能となった実験結果を示した(二報目の論文の図より)。

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)

[雑誌論文](計 2件)

Hideki Toda, Takeshi Matsumoto, Hiroya Takeuchi, Experimental study of Ankle joint Pushing Mechanism Concerning About the Horizontal Movement of Talus, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 29, pp. 未定, 2017.

Hideki Toda, Takeshi Matsumoto, Ryota Tanizaki, Takehiro Imaeda, Ankle joint pushing mechanism by stabilization of ankle position using a brace structure, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing, Vol. 10, pp.1-11, 2016.

[学会発表](計 17件)

Hajime Yamamoto, Hideki Toda, Lower back joint torque relief frame mechanism for lifting a heavy object by hand, 2016 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science (AICS2016), Cuilin, China.

Kohei Fujiuchi, Hideki Toda, Autonomous 4 rotor helicopter 10 m range movement control system by using two search lights and the evaluation, 2016 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science

(AICS2016), Cuilin, China.

Manabu Fujiki, Hideki Toda, Proposal of lateral inhibition real time map updating method for simultaneous localization and mapping by using LRF, 2016 International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science (AICS2016), Cuilin, China.

Hiroya Takeuchi, Hideki Toda, Takeshi Matsumoto, Proposal of an Ankle joint bending machine using exoskeleton support from foot to hip, 2015 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics, Zuhai, China, 2015.

Motoki Okumura, Hideki Toda, Proposal of low deformation hardness sensing method by constant-displacement pushing without force control, International Conference of u-Healthcare 2015 (u-Health2015), Osaka, Japan, 2015.

Takeshi Matsumoto, Hideki Toda, A proposed mechanism for ankle joint rehabilitation using a brace structure, International Conference of u-Healthcare 2015 (u-Health2015), Osaka, Japan, 2015.

Hiroaki Takano, Hideki Toda, Roll movement realized by yaw and roll command combination method of AR.Drone 4 rotor helicopter for improving stability of automatic position stop, International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM2015), Waseda university, Japan, 2015.

松本竹史, 戸田英樹, ブレース構造を用いた足首関節リハビリテーション機構の開発, 日本生体医工学会北陸支部大会, 富山, 2015.

奥村元城, 戸田英樹, 一定距離押し込みを用いた柔軟物の硬度計測手法の提案, 日本生体医工学会北陸支部大会, 富山, 2015.

松本竹史, 戸田英樹, 外骨格をもちいた足関節の底屈リハビリテーション機構の開発, 第33回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2015), 東京電機大学, 2015.

高野宏章, 戸田英樹, 水平旋回を導入した4ロータヘリコプタの自律位置制御手法の提案, 第33回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ2015), 東京電機大学, 2015.

奥村元城, 戸田英樹, 幼児水頭症検査の

為の計測対象より柔らかいプローブと一定距離押し込みによるやわらかさ検査装置の開発, 2015年ロボティクス・メカトロニクス学術講演会(ROBOMECH2015), 京都みやこめっせ, 2015.

高野広章, 戸田英樹, 機首の向きを離散的に変えることによる4ロータヘリコプタの移動性能の評価, 第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016), 山形大学, 1F1-03, 2016.

山本創, 戸田英樹, 重量物を保持する動作における腰部負担低減を目的とした腰部モーメント軽減機構の提案, 第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016), 山形大学, 1E1-03, 2016.

藤内航平, 戸田英樹, 橋梁下点検のためのサーチライトを位置計測ビーコンとして使用した4ロータ機の自動運転自律制御手法の提案, 第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016), 山形大学, 1F3-06, 2016.

藤城真那英, 戸田英樹, 森林等複雑形状環境での仮想LRFマッチングと側抑制地図更新を用いた環境地図生成の試み, 第34回日本ロボット学会学術講演会(RSJ2016), 山形大学, 2X1-04, 2016.

松本竹史, 戸田英樹, 足首専用リハビリテーション装置の開発, 第37回バイオメカニクス学術講演会, 富山県立大学, 11月12-13日, 2C-3-4, 2016.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:

取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸田 英樹 (TODA, Hideki)
富山大学・大学院理工学研究部(工学)・准教授
研究者番号: 10520687