

空気圧ソフトアクチュエータを用いた足関節の関節可動域訓練装置

谷口 浩成*, 大江 祥生*

CPM Device for Ankle Joints using Pneumatic Soft Actuators

Hironari TANIGUCHI*, Sachio OHE

The onset of a stroke often causes movement disabilities like partial paralysis. If the condition does not improve, contractures may occur in some joints and muscles. Therefore, it makes daily life difficult for the patients. Normally, range of motion (ROM) exercise is prescribed by therapists to prevent the joints contracture and improve the patient's symptoms. However, the patients cannot receive enough rehabilitation, because the time of therapy from the therapist is limited. Thus, the purpose of this study is to develop a rehabilitation device for ankle joints. In this paper, we report the methods of ROM exercises for ankle joints using pneumatic soft actuators. We fabricated an experimental device with mechanism elements and pneumatic equipment. We also confirmed the performance of our proposal through the experiments.

Key Words : Soft actuator, ROM exercise, Ankle joint, Pneumatics

1. はじめに

事故や病気により体が麻痺し、関節を動かすことができない状態が長く続いてしまうと関節に拘縮が現れる。拘縮が進行すると、強直に移行する場合があります。強直になると正常な状態に改善することが非常に困難となるため、拘縮を予防することが重要であると考えられている。また、拘縮になることにより、身体の可動関節の他動・自動運動による生理的関節可動域が欠け、生活活動が著しく抑止される状態を関節可動域制限と呼ぶ。関節可動域制限は、様々な関節に発症するが、その中でも足関節は日常生活において重要な関節である。そこで我々の研究グループでは、複数の動作が可能な足関節の関節可動域訓練装置に関する研究を実施してきた¹⁾²⁾。本稿では、柔軟、軽量といった特長を持った空気圧ソフトアクチュエータを駆動源とし、底背屈動作、内外転動作を行える足関節の関節可動域訓練装置について紹介する。

2. 足関節の関節可動域訓練装置

足関節の関節可動域訓練は、底屈、背屈、内転、外転、内返し、外返し、回外、回内などの動作がある。底屈および背屈動作は、主に距腿関節の可動による動作であり、内転、外転、内返し、外返しは、主に距骨下関節の可動による動作である。また、底屈、内転、内返しの複合運動として回外があり、背屈、外転、外返しの複合運動として回内がある。本

装置では、これら複数の動作を、空気圧ソフトアクチュエータによって実現することを目指している。

病院での調査において、作業療法士および理学療法士から、足関節の関節可動域訓練を実施するときは、足の先端を動かすのではなく根元から動かすこと、しっかりと踵を包み込んで足を動かすこと、膝を固定して実施すること、内外返し単体で施術することは少なく複合運動である回内や回外を施術することがあるなどの意見を得た。これらを踏まえ、空気圧ソフトアクチュエータを用いた足関節の関節可動域訓練装置を検討した。図1に試作した装置を示す。各動作や機能を達成するために15種類のアクチュエータを組み合わせ用いた。



Fig.1 Prototype of CPM device for ankle joints

3. 関節可動域訓練試験

足関節の参考可動域角度に対する関節可動域訓練の到達度を確認するため、成人男性9名を被験者とし、右足を対象にして関節可動域訓練を行った。アクチュエータの印加圧力を20kPaとし、仰向けの状

* 大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部
ロボット工学科

(〒530 - 8568 大阪府大阪市北区茶屋町1-45)

(E-mail: hironari.taniguchi@oit.ac.jp)

* Osaka Institute of Technology

態で背屈用アクチュエータに対して足関節が 90 度になるように装置に足を挿入した. 測定する動作は, 背屈, 底屈, 内転, 外転の 4 動作とし, 各動作をデジタル角度計により測定した. 測定結果は, 足の大きさ順に並べており, 被験者 1 が一番足のサイズが大きく, 被験者 9 が一番足のサイズが小さい.

底屈動作の測定結果を図 2 に示す. 測定は 3 回実施した. 赤い破線は, 参考可動域角度の 45 度を表している. 底屈動作の平均角度は 35.4 度となり, 参考可動域角度を 100% とした達成度は 78.7% であった. 被験者 5 番, 6 番, 8 番は, 他の被験者と比べて達成度が低い結果となった. これは, 底屈用アクチュエータが足部に作用する際, 股関節が可動し, 膝が前に移動することが原因の 1 つであると考えられる. 図 3 に底屈動作の様子を示す.

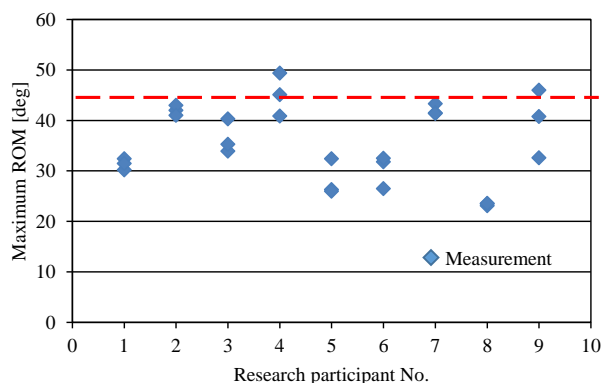


Fig. 2 The measurement results of plantar flexion motion.

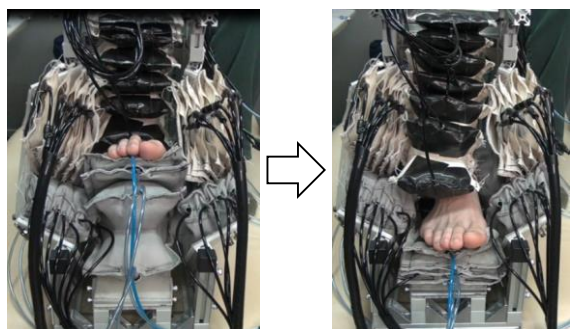


Fig. 3 Plantar flexion motion

次に, 外転動作の測定結果を図 4 に示す. 外転動作の参考可動域角度は 20 度である. 実験結果より, 外転動作の平均角度は 20.5 度となり, 達成度は 102.4% であった. 図 4 より, 被験者による測定結果のばらつきも少なく, 大きさの異なる足に対して十分に外転動作を実施できることがわかった. 外転動作の様子を図 5 に示す.

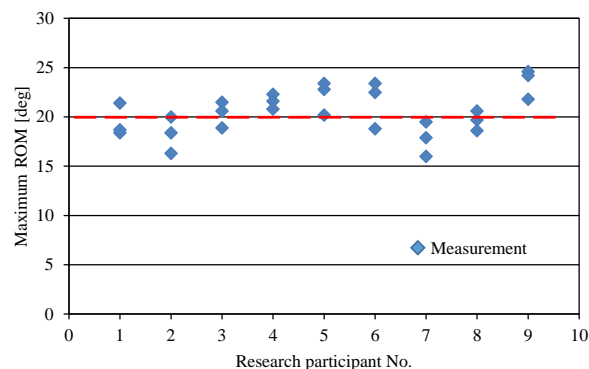


Fig. 4 The measurement results of abduction motion.

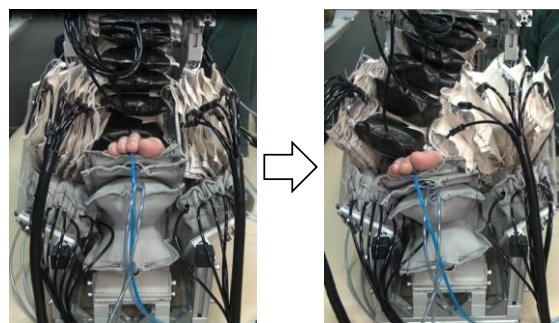


Fig. 5 Abduction motion

4. まとめ

本稿では, 空気圧ソフトアクチュエータを用いた足関節の関節可動域訓練装置について, 一部の動作を例に挙げて紹介した. 関節可動域動作実験の結果, 角度測定が可能であった背屈, 底屈, 内転, 外転の 4 動作では, 75% 以上の達成度を確認した. しかしながら, 被験者による関節可動域角度のばらつきが確認され, 安定した運動を提供するためにはまだ不十分であるため, 今後改善していく.

参考文献

- 1) Hironari Taniguchi, Noriko Tsutsui, and Yoshiaki Takano, Feasibility Test of Range of Motion Exercises for Ankle Joints Rehabilitation using Pneumatic Soft Actuators, Lecture Notes in Electrical Engineering, pp. 159-165(2015)
- 2) 谷口 浩成, 高野 義章, 筒井 法子, 空気圧ソフトアクチュエータを用いた足関節拘縮予防機器の試作, 平成 27 年度春季フルードパワーシステム講演会論文集, pp.46-48(2015).