

作業療法士の施術を再現する手指関節リハビリ装置の開発*

谷口 造成 **, 内藤 佑介 **

A Hand Rehabilitation Device to Prevent Contracture for Finger Joints Based on an Occupational Therapy

Hironari TANIGUCHI, Yusuke NAITO

This paper describes the concept, design, prototype and evaluation of the hand rehabilitation device with pneumatic soft actuators. The device has two different actuators, stepping motors and the pneumatic soft actuators which are used for the range of motion (ROM) and relaxation exercise. We measured the flexion and extension angles in the rehabilitation test. As the results, we confirmed that the rehabilitation system is able to provide ROM exercise.

Key Words: Hand rehabilitation, Pneumatic soft actuator, ROM exercises, Relaxation exercises

1. 緒 言

事故や病気により運動機能障害を起こす患者は、年々増加している。これにより関節を動かさない状態が続くと、拘縮という現象が起きる。拘縮は、関節可動域の制限を引き起こし、患者の日常生活を困難にさせるため、手指関節の拘縮予防や軽度の拘縮改善を目的に、作業療法士によるリハビリ運動が行われる。しかしながら、作業療法士がリハビリできる時間は限られており、患者は十分なリハビリを受けられないことがある。また、作業療法士を含む介助者の数が、患者数に対して不足しているため、介助者にかかる負担も懸念されている。

これまでも、これらの問題を解決するために、様々な手指関節を対象としたリハビリ装置が開発されている。しかしながら、これらの装置は関節可動域訓練（以下、ROM 訓練と記す）だけを目的としており、作業療法士が行うリハビリの再現には至っていない。そこで本研究では、関節可動域訓練だけでなく筋ストレッチングの動作も行うことのできる手指関節用のリハビリ装置を開発することを目的とする。本報では、本リハビリ装置の設計、製作および筋ストレッチングと関節可動域訓練の評価試験について述べる。

2. リハビリ装置の試作

手指関節リハビリ装置を開発するにあたり、財団法人津山慈風会津山中央病院リハビリテーション課の作業療法士の方々に協力していただき、実際に患者に行っている

手指関節のリハビリ運動を調査した。この調査から、ROM 訓練は、指を曲げる動作（屈曲）、指を反らす動作（伸展）、指を開く動作、把持動作の時に形成される 5 指と 1 指を近づけるような動作（手のアーチ）の 4 種類の ROM 訓練があることが明らかになった。また、作業療法士は患者の筋肉をもみほぐすマッサージ、手のむくみを取り除くために手を圧迫するなどの筋ストレッチングを行っていることもわかった。筋ストレッチングは、患者の緊張を取り除き、ROM 訓練の効果を高めることが目的であるため、ROM 訓練を実施する前に行われる。この調査結果を踏まえ、今回は筋ストレッチングと屈曲および伸展の 2 種類の ROM 訓練を実現するリハビリ装置を試作することとした。

手指のリハビリは、第 1 指（親指）から第 5 指（小指）を対象に実施される。しかし第 1 指は、他の指に比べ自由度が高く、単独でリハビリすることが多い。従って、本リハビリ装置は、第 1 指を除いた第 2 指から第 5 指の筋ストレッチング、屈曲および伸展運動を同時に行える構造とした。Fig. 1 に製作したリハビリ装置を示す。

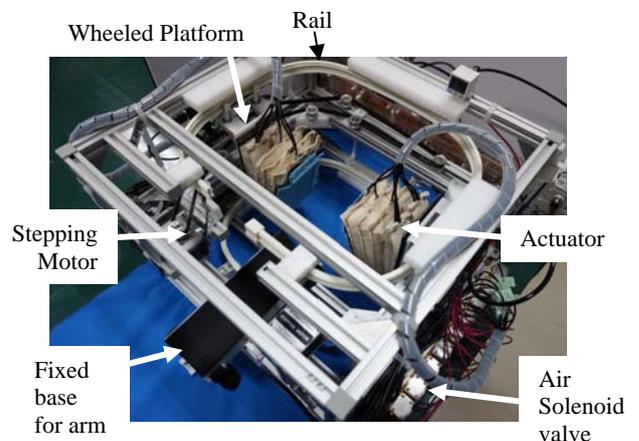


Fig.1 Prototype of rehabilitation device for finger joints

* 平成 21 年 12 月 25 日 原稿受付

** 津山工業高等専門学校電子制御工学科
(所在地：岡山県津山市沼 624-1)
(E-mail: taniguti@tsuyama-ct.ac.jp)

3. 評価試験

3.1 筋ストレッチングの動作試験

Fig.2に筋ストレッチングの様子を示す。それぞれのアクチュエータに空気圧を印加することで、手指を挟みこむような形で圧迫する。この動作を指先から手の甲まで台車を移動させながら行うことで筋ストレッチングを実現できることを確認した。筋ストレッチングの効果は、まだ検証していないため、今後の課題である。



Fig.2 Photograph of massaging the muscles of the hand

3.2 屈曲動作試験

Fig.3(a)に屈曲動作の実験結果を示し、Fig.3(b)に作業療法士が行う様子を示す。各関節の屈曲角度は、MP関節が目標値90度に対して48度、PIP関節が目標値100度に対して91度、DIP関節が目標値80度に対して71度であった。従って、PIP関節およびDIP関節では、目標値に近い角度で屈曲できることを確認した。しかしながら、MP関節は目標角度の50%程度しか屈曲できなかった。これは、アクチュエータが掌の下部のふくらみと接触してしまうことで、アクチュエータをDIP関節と指先間に、適切に作用していないことが原因であると考えられる。また、作業療法士による屈曲動作は、指を包み込みすべての関節を同時に屈曲させているが、リハビリ装置による屈曲では、各関節を別々のタイミングで屈曲させていることがわかった。

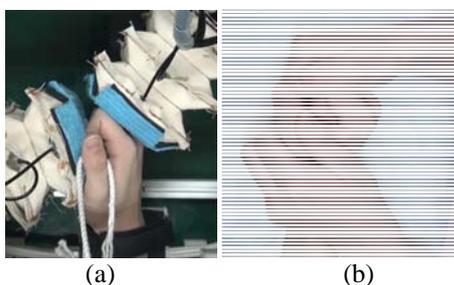


Fig.3 (a) The measurement result of the flexion movement and (b) photograph of the rehabilitation treatment by an occupational therapist

3.3 伸展動作試験

次に、Fig.4(a)に伸展動作の実験結果を示し、Fig.4(b)に作業療法士が行う様子を示す。各関節の伸展角度は、MP関節が目標値45度に対して34度、PIP関節およびDIP関節が目標値0度に対して共に0度であった。この結果より、PIP関節およびDIP関節は、目標角度を実現したが、MP関節は目標角度の75%であり、関節可動域の最大可動域まで動かすことはできなかった。これは、手首の固定が不十分で、手首が伸展方向に反ってしまっていること、また手首の固定に用いている手の甲に接触しているアクチュエータが、MP関節の伸展を阻害していることが原因と考えられる。また、作業療法士による伸展動作と、リハビリ装置による伸展動作は、各関節を曲げるタイミングや方法は同じであることがわかった。

節が目標値45度に対して34度、PIP関節およびDIP関節が目標値0度に対して共に0度であった。この結果より、PIP関節およびDIP関節は、目標角度を実現したが、MP関節は目標角度の75%であり、関節可動域の最大可動域まで動かすことはできなかった。これは、手首の固定が不十分で、手首が伸展方向に反ってしまっていること、また手首の固定に用いている手の甲に接触しているアクチュエータが、MP関節の伸展を阻害していることが原因と考えられる。また、作業療法士による伸展動作と、リハビリ装置による伸展動作は、各関節を曲げるタイミングや方法は同じであることがわかった。

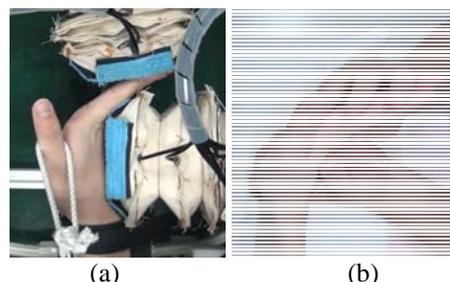


Fig.4 (a) The measurement result of the extension movement and (b) photograph of the rehabilitation treatment by an occupational therapist

4. 結言

本稿では、空気圧ソフトアクチュエータを用いた手指関節のリハビリ装置の試作と、筋リラクゼーション運動およびROM訓練の動作実験について紹介した。特にMP関節のROM訓練が十分でないことがわかった。今後の課題として、各種運動の精度向上、実現できていない関節可動域訓練の動作（指をひらく、手のアーチ）への対応、装置の小型化などが挙げられる。

謝辞

本研究は、平成25年度公益財団法人JKA機械工業振興補助事業（競輪）の補助（25-118）および平成26年度公益財団法人油空圧機器技術振興財団研究助成の補助を受けて実施されました。また、財団法人津山慈風会津山中央病院リハビリテーション課の作業療法士の皆様に多大なる協力をいただきました。

参考文献

- 1) 國米良太, 王前力人, 谷口浩成, "手指関節リハビリ装置に用いる多段型空気圧ソフトアクチュエータの開発", 日本機械学会中国四国学生会第44回学生員卒業研究発表講演会前刷集 (CDROM), 718, (2014)