

装着容易で軽量なリハビリテーション支援機器の開発

Development of facile and light weight rehabilitation support system

○ 佐藤こすも, 萩原義裕, 萩原由香里, 三好扶, アデルジャンイミティ, 高木基樹

○Kosumo Satou, Yoshihiro Hagihara, Yukari Hagihara,

Tasuku Miyoshi, Adiljan Yimit, Motoki Takagi

岩手大学

Iwate University

キーワード: リハビリテーション(rehabilitation),

空気圧人工筋肉 (Pneumatic artificial muscles), 関節拘縮症 (arthrogryposis)

連絡先: 〒020-5881 岩手県盛岡市上田 4-3-5 国立大学法人 岩手大学 工学部 機械システム工学科 萩原義裕,

TEL.: (019) 621-6400, FAX.: (019) 621-6400, E-mail: dhag@iwate-u.ac.jp

1. 緒言

少子高齢化が進む日本では, 脳卒中, 交通事故などによるけが, 関節疾患や老化による運動機能障害などでリハビリテーションを必要とする人は増加の一途にある.

代表的なリハビリテーションには, 整形外科の手術のあとに行う歩行訓練・高齢者が長期入院することによって筋力が弱まり, 関節が固なるのを防ぐ廃用予防訓練・脳卒中後の手足の機能訓練などがあるが[1], 患者一人のできるものは少なく, 充実した環境や, 高度な医療・介護知識を持った専門家の指導・支援の下で実施されるものが多い.

リハビリテーションを自動化した機器として, 現在実用化されているものとしては CPM (Continuous Passive Motion: 持続的他動運動) 装置がある. これは持続的に低速度の他動運動を繰り返す装置で, 関節癒着防止などの効果が期待できる. しかし, CPM 装置は等速で動く単純構造で, 運動の柔らかさを持たせる工夫も装置に遊びを持たせる程度に留まっている. また, CPM 装置は膝関節疾患への臨床例が報告されているが, 上肢関節, 特に肘関節では骨格機構の複雑さから CPM 装置の臨床例は少ない. さらに, 実用化されている肘用 CPM 装置は極めて大規模な装置で, 10Kg 以上の重量を持つ本

体と、それを保持する支持台とともに利用するものであり、着座または寝たまま、固定的な姿勢で行わざるを得ないのが現状である。

本研究ではこのような CPM の欠点を改善し、療法士の徒手による理学療法の柔らかさを再現した上肢リハビリテーションシステムの構築を目指す。さらに、健常者より筋力や体力が劣るリハビリテーション患者の状況を考慮し、患者へ負担が少ない軽量で着脱が容易な支援機器の開発を目的とし、支援機器の試作を行った。

本稿では、試作したリハビリテーション支援機器について述べ、その挙動の確認を行った結果について示す。



Fig.1 CPM 装置[2]

2. システム概要

2.1 アクチュエータ

本研究では柔らかく人体と接触しても安全で軽量な点から McKibben 型ゴム人工筋アクチュエータと呼ばれる空気圧アクチュエータ（神田通信工業株式会社製）を使用した。McKibben 型ゴム人工筋アクチュエータは、伸縮性に富むゴムチューブの外周を伸びの少ない繊維で編んだスリーブで被覆し、両端を金具で固定した構造をしており、端部から圧縮空気を

供給すると、半径方向に膨張すると共に、長手方向に、収縮する。この長手方向の収縮仕事をアクチュエータとして利用する[3]。

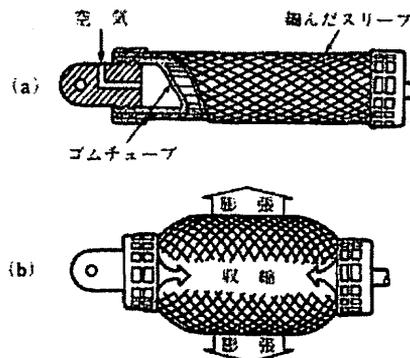


Fig.2 McKibben 型ゴム人工筋アクチュエータの構造

2.2 アクチュエータの配置

アクチュエータを円環状に固定し、これに空気を供給するとアクチュエータは収縮し円環の中心方向へ膨張する。これを利用し、固い布地で円環を作成しその内部にアクチュエータの先端をそれぞれ取り付けただもので腕の上腕と前腕で装置を固定する腕固定部を作成した。この腕固定部の間で動作用の人工筋肉を伸縮させることにより肘関節の屈曲・伸展運動を可能とする。



Fig. 3 腕固定部

3. 実験

挙動を確認する基礎実験として以下のような実験を行った。

- ・試作機を被験者に装着させ、装着までにかかる時間を計測した。
- ・試作機を実際に動作させ挙動の確認および腕固定部のずれの確認を行った。
- ・被験者に3種類の重り（1.2 kg, 1.5 kg, 3 kg）を握ってもらい腕に負荷がある状態での挙動のおよび腕固定部のずれの確認を行った。

この実験では男子学生6人を被験者とし、衣服による差が出ないように被験者は全員同じ作業着を着用した。作業着にはあらかじめ腕固定部の装着位置をマーキングしておき、ずれの確認は目視で行った。また、この実験における McKibben 型ゴム人工筋アクチュエータの制御は SMC 株式会社製の電空レギュレータ（ITV2031-212S-X26）を用い手動で行った。

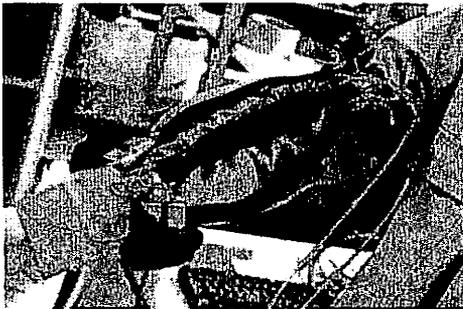


Fig. 4 試作したリハビリテーション支援機器

4. 実験結果

実験を行った結果全員装着時間は 15s ~20s 程度であり試作機を腕に装着しても重量などは特に気にならず、装着に関しては特に支障がなかった（表1）。

機器を動作させると被験者ごとに結果に差異が生じ、被験者 C の様に重りを持たない状態でも固定部ずれが生じる結果となった。今回の試作機の腕固定部は男子学生の腕回りを想定して試作したが、被験者 C の前腕及び上腕の太さが想定されていたものより細かった。そのため、動作用のアクチュエータを作用させた場合腕固定部が動作用アクチュエータの伸縮方向へ引き寄せられずれが生じた。

その他の被験者も握る重りの重量を増やすにつれ固定部が作業服の上ですべりアクチュエータの動作方向へずれることや機器本体や固定部が回転しずれるという結果がでた。

また腕固定部に使用していた金具が作業着上からでも締め付け痛みを感じるといった意見もあり腕固定部に使用する部品の改良も必要である。

Table1 装着時間と固定部のずれ

被験者	装着時間[S]	固定部のずれ			
		なし	1.2 kg	1.5 kg	3 kg
A	16	○	○	×	×
B	20	○	○	○	○
C	17	×	×	×	×
D	20.6	○	○	○	○
E	12	○	○	○	×
F	16.7	○	○	×	×

5. 今後の試作の方向性

今回の基礎実験の結果を受け今後の試作は腕の太さによらず被験者に対応できる腕固定部の改良が必要である。加えて

動作を開始すると作業着上で固定部がずれることがあり、支援機器に服に固定できる機能を付けるか、支援機器を服と一体とした形態に改良する必要がある。

また今回アクチュエータの制御は手動で行ったが今後汎用性を増すためにプログラムでメトロノーム運動などのリハビリ訓練を自動で行えるようにプログラムの作成が必要となる。

6. 結言

本研究では、軽量で着脱が容易なリハビリテーション支援機器の開発を目的とし、McKibben 型ゴム人工筋アクチュエータを用いた支援機器の試作を行い、基礎実験を行うことでその挙動を確認した。その結果、以下のような結論を得た。

- ・被験者が試作機の装着にかかる時間を計測し、15s～20s 程度の時間で装着可能であることを確認した。また、試作機を装着しても重量やつけ心地には特に支障がなく軽量で着脱容易という点では十分有効であるといえる。

- ・被験者の腕回りが想定よりも細い場合腕固定部で固定ができないことが確認された。これを受け、腕固定部の太さを細めに作り直す、または腕の太さによらず被験者に対応できる腕固定部の改良が必要がある。

- ・被験者の握る重りを増やすにつれ、腕固定部が作業服上でずれることが確認された。これは、支援機器を作業着に固定できる機能をつけるか、支援機器を服と一体とした形態に改良することにより改

善できる可能性が高い。

以上より、試作したリハビリテーション支援機器は改良を施すべき点が多いが、しかるべき改良を施せば上肢リハビリテーションにおいて有効であると考えられる。また、今回の実験は健常者を対象に行ったものであり、今後は具体的な患者のデータを考慮して、より実用的な検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 橋本圭司, 1人でもできるリハビリテーション, 2009
- 2) <http://www.juryo.or.jp/userguide/library/jinkoukansetu/6.html>
- 3) 則次俊郎他, ゴム人工筋のロボット制御への応用, 日本ロボット学会誌, Vol9, No4, pp502～506, 1991