

手指の麻痺改善用小型リハビリテーション機器の研究

第二報 小型軽量化モデルの開発

Research of small rehabilitation equipment for finger function paralysis

The second report Development of smaller and lighter models

○ 大山貢 (日本工大院) 中里裕一 (日工大)

Susumu OHYAMA, Nippon Institute of Technology Graduate School
Yuuiti NAKAZATO, Nippon Institute of Technology

Abstract: There is vascular disease (stroke) as one of the three major causes of death of the Japanese. If the patient stroke movement disorders such as hands and feet paralyzed prone, the limbs were allowed to stand, would be joint contracture. We develop a hydraulic rehabilitation equipment using a bellows for the purpose of preventing finger contractures. In this report, we rethink the mechanical section of rehabilitation equipment, and develop a new compact and lightweight model.

Key Words: Stroke, Rehabilitation equipment, Hydraulic, Bellows, Contracture, Fingers

1. 研究目的

日本人の三大死因の一つとして脳卒中がある。脳卒中とは、脳内の血管の詰まり、破れなどによって起こる病気の総称であり、代表的なものとしては脳梗塞、脳出血が挙げられる。これらは、大量飲酒、肥満、高血圧などの生活習慣の乱れにより発症率が増加し、また、高齢者に多く発症する。医療技術の発達により死亡率は減少傾向にあるが、高齢者の増加に伴い今後も患者数は増加するものと思われる。

脳卒中が発病すると手や足などが麻痺する運動障害が起こりやすく、麻痺を患った手足を放置した場合、関節は拘縮してしまう。拘縮させず日常生活で実際に使える手足(実用肢)にするためには、発症直後(急性期)から正しい姿勢を保つ事と、自力での動作が困難な場合には介護者に関節を動かしてもらい、拘縮しないようにリハビリテーション(以下リハビリ)をしなければならない。¹⁾しかし、患者の増加に伴い、理学療法士(PT)や作業療法士(OT)が相対的に不足し、リハビリ患者一人一人に付き添える時間も限られている。そこで自立的なリハビリ機器の開発が望まれる。

現在、リハビリ機器のアクチュエータとしては、モータ、空気圧アクチュエータが一般的であるが、そのほかに、油圧、水圧方式が考えられる。水圧アクチュエータは空気圧に比べ非圧縮流体を用いるため、エネルギーロスが少なく効率が良い。また、油圧に比べ環境汚染が少なく、医療・福祉機器用アクチュエータに向くと考えられる。

本研究では脳卒中の急性期患者が、介護者無しで自立的に指の開閉運動が行える水圧式リハビリ機器の研究を行う。

2. 開発コンセプト

近年では脳卒中発病後、症状によっては可能な限り早い時期からリハビリを行う事が重要であると指摘されている。²⁾しかし、症状が軽度の場合でも、頭部を起こすことにより脳へ血液が流れにくくなる危険性があり、時には体を起こさずにベッドで寝た状態でのリハビリが行われる。

リハビリの方法としては一般的に、適度の付加を加えながら往復運動を行い、関節可動域を拡大させる持続的他動運動療法(CPM: continuous passive motion)が用いられている。

現在開発されている手指のリハビリ機器は、アクチュエータとしてモータを使用しているものが多い。機構の特徴は複雑で大型、自由度や曲り角度が複雑になればその分モータの数が増えてしまい、機器全体の重量・外形は大きくなってしまふ。また、モータ音などの不快な音の問題点もある。

実際のリハビリでは、把握動作だけでも掴み、握り、つまみなど多様な動作が要求され、それぞれの指・関節が個別に動作することが重要であるが、これらの動作に対応する製品は現時点では見られない。そこで、モータよりも繊細な動作が可能な水圧アクチュエータを使用することによって柔軟な動きが行えると考えた。また、CPMは往復運動が主体であるため、すでに重度の拘縮が存在する症例には適さない。そのため、リハビリ機器の対象を脳卒中の急性期(発症直後)患者とし、寝たきりの患者が介護者なしでリハビリ訓練が行える機器を開発する。

この目標を満たすためコンセプトを以下のように決めた。

- ① 安全である。
- ② 小型・軽量である。
- ③ 指の全関節が十分可動できる。
- ④ 不快な振動や音がしない。
- ⑤ 扱いが容易である。

3. 機構開発

本研究では既にいくつかの機構により試作機器の製作を行っている。

改良前の機器は、蛇腹とガイドを用いて五指に対して開閉動作が行える機構であった。アクチュエータから押し出された水で蛇腹が膨張し、ガイドによりその力を五指の下方向に伝えて把持動作をさせ、逆に機器から水を抜くことにより上方向へ指が反り返る機構になっており、可動域を広く得ることが出来る。

機器の外観を Fig.1 に示す。

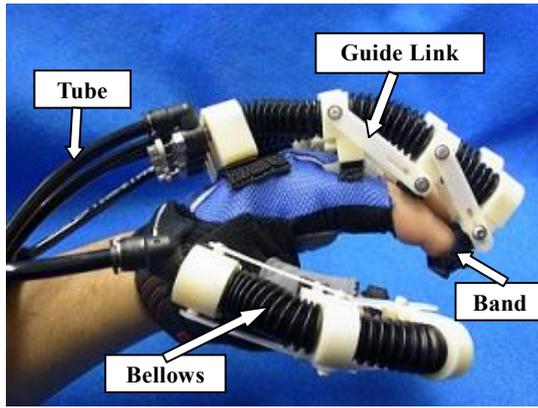


Fig.1 Appearance of previous equipment

しかし、この機構は各機器のガイド同士が干渉してしまい、機器動作時の妨げになっていた。

そこで、Fig.1の機器からガイドを取り除き、蛇腹本体を屈曲させる機構を取り付けることによって、上記の問題の改善を行った。

ガイドを取り除き、新機構を取り付けた第二指の試作をFig.2に示す。



Fig.2 Appearance of improved equipment

3-1 新機構

今までの機器は側面のガイドで蛇腹の制御を行っていたが、新しい機器では蛇腹の下部を三節分だけ固定し、上部と下部とで伸縮領域に差をつけた。これにより、ガイドが無くても、蛇腹単体で下方向へ屈曲することが出来るようになった。Fig.3に機器作動原理(屈曲)、Fig.4に機器作動原理(伸展)を示す。

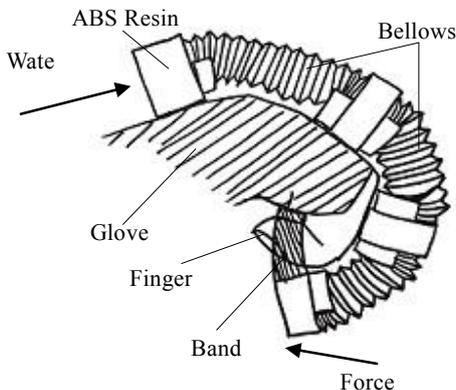


Fig.3 Operating principle of equipment (Flexion)

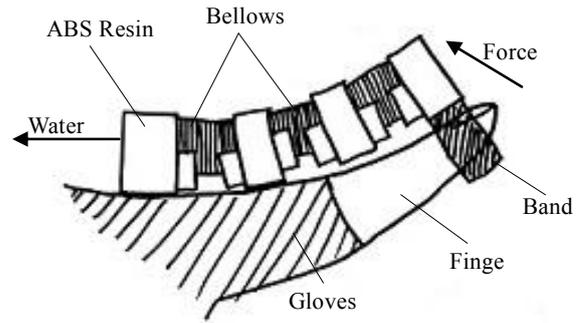


Fig.4 Operating principle of equipment (Extension)

4. 実験結果

ガイドが付いた機器と新しく製作した試作機とで第二指の可動範囲にどれほどの差が出るのか実験を行った。

Table.1(a),(b)にその結果を示す。

Table.1 Experimental result
(a) Average bend angle(°)

Index finger joint	No guide	Prototype
First joint (DIP)	50	60
Second joint (PIP)	60	80
Third joint (MP)	38	50

(b) Average expansion angle(°)

Index finger joint	No guide	Prototype
First joint (DIP)	0	0
Second joint (PIP)	0	0
Third joint (MP)	30	20

5. 考察

人差し指の曲げ方向に関してはガイド有りに比べ、三つの関節とも屈曲角を上回ることができた。これは、蛇腹本体が曲がることになったことから水圧による力が分散せずに、指に集中したと考えられる。

しかし、反り方向に関してはガイド有りに比べ、MP関節の伸展角が小さくなってしまった。これは、蛇腹の節の間に固定部は挟まり、蛇腹の伸縮を阻害したのだと考えられる。

6. 今後の方針

今後は、蛇腹の伸縮を阻害しない固定方法の開発、また、個人差に対応できる機器の開発をする必要がある。

参考文献

(1) 荒木五郎, 脳卒中の正しい知識, 南江堂, pp50-51, 1988.
 (2) 安藤徳彦, 関節拘縮の発生機序.リハビリテーション基礎医学, 医学書院, pp213-222, 1994