

脳卒中初期患者に対するリハビリテーション機器の研究

-ベローズの屈曲角度の制御法の検討-

Study on the small rehabilitation apparatus for stroke initial patients

-Examination of the control method of the bending angle of the bellows-

○ 青木耕平(日工大院) 高橋達也(日工大院) 正 中里裕一(日工大)

Kohei AOKI, Nippon Institute of Technology, Graduate School

Yuichi NAKAZATO, Nippon Institute of Technology

Tatsuya TAKAHASHI, Nippon Institute of Technology Graduate School

Abstract: In this study, we have developed rehabilitation equipment for patients paralyzed in one side of the body due to a stroke to encourage the recovery of the gripping action of the fingers. If the patient strokes 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. Rehabilitation equipment has the mechanism that allows hands and fingers flexion and extension automatically. In this report, we rethink the mechanical section of rehabilitation equipment, and develop a new mechanical section of rehabilitation equipment.

Key Words: Rehabilitation equipment, Stroke, 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。⁽¹⁾

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こと、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。⁽²⁾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。⁽³⁾しかし、症状が軽度の場合でも、頭部を起こすことによって脳へ血液が流れにくくなってしまいう危険性があり、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 機器による危険がない。
- 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. 先行研究

本研究では、先行研究としていくつかの試作機器の制作を行っている。試作機は、ベローズを使用し、アクチュエータから押し出された水によりベローズが膨張し、指を押し曲げ開閉動作を行う機構であった。その際、ガイドによってベローズの膨張を操作し、屈曲方向を操作することで、屈曲角度の増加を狙った。⁽⁴⁾しかし、この方法はガイド部分同士が干渉しあい、機器動作の妨げとなっていた。機器の全体図を Fig. 1 に示す。

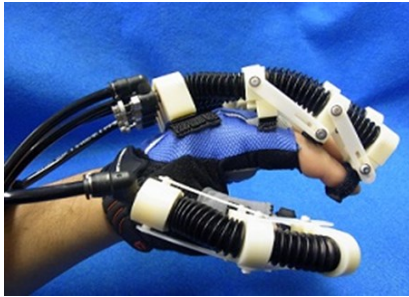


Fig. 1 Appearance of before improvement equipment

4. 機構提案

上記の問題点を解決するため、新機構を提案した。ベローズ下辺の隣り合う節同士を複数拘束し、上辺と下辺とでの伸縮に差をつけることで、ベローズ本体による屈曲運動を実現した。拘束に使用するピンチを取り付ける位置、個数、節の数を変更することで、屈曲の度合いを操作することができる。例として下辺 3 節 1 箇所を拘束した場合の外観を Fig. 3、下辺 3 節 3 箇所を拘束した場合の外観を Fig. 4 に示す。

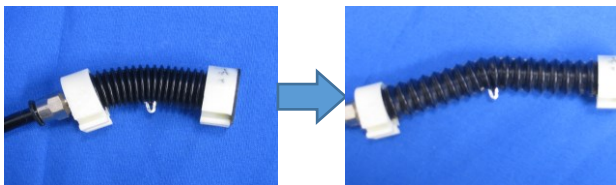


Fig.2 Mechanism appearance (Section 3 1point restraint)

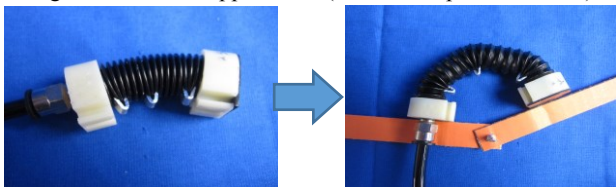


Fig. 3 Mechanism appearance (Section 3 3point restraint)

5. 屈曲角度調査実験

5-1. 実験目的

提案した新機構が実際にリハビリテーションを行うにあたり、適切な角度まで屈曲するかを調査するため、ピンチを取り付ける位置、個数、節の数を変更し、それぞれの屈曲角度の測定を行った。

5-2. 実験方法

実験機器として、ベローズ一本分の実験機器を作製した。作成した機器を用いて実験を行う。実験方法の流れを①～④、実験機器と実験風景を Fig. 5 に示す。

- ① ベローズの拘束する部位に番号を振り分ける。
- ② 振り分けた番号部分をペンチで止め、拘束する。
- ③ 10ml 注水し屈曲運動させ、実験機器の先端部と根元部の角度を計測する
- ④ 測定する部位を変えて計測を繰り返す

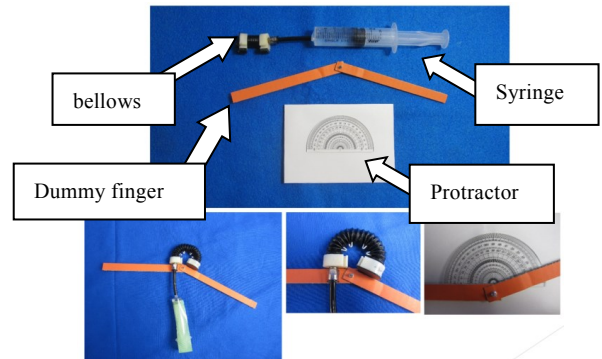
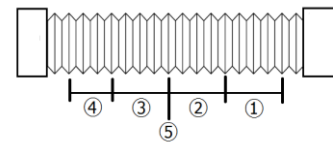


Fig. 4 Appearance of experimentalequipment

5-3. 実験結果

実験結果を Table.1 に示す。

Table.1 Experimental result

Fixed sections	Angular range(°)
2	×
3	48
4	65
6	96
8	128
9	159

実験結果より、本実験で用いたベローズにおいては、屈曲角度は拘束した節が多いほど屈曲角度が大きくなる傾向にあることがわかった。

人の手指関節には、関節ごとに理想的な屈曲角度が指定されている。⁽⁵⁾この理想的な屈曲角度を満たすよう、各関節における拘束節数を設定した結果、各指関節の理想屈曲角度を満たすために拘束する節の数を割り出すことができた。割り出した角度条件を Table.2 に示す。

Table.2 Comparison of experimental results with target angle

	Target angle(°)	Fixed sections	Angular range(°)
thumb			
IP	80	4~6	65~96
MP	60	3,4	48~65
index finger			
DIP	80	4~6	65~96
PIP	100	6~8	96~128
MP	90	4~6	65~96
second finger			
DIP	80	4~6	65~96
PIP	100	6~8	96~128
MP	90	4~6	65~96
third finger			
DIP	80	4~6	65~96
PIP	100	6~8	96~128
MP	90	4~6	65~96
fourth finger			
DIP	80	4~6	65~96
PIP	100	6~8	96~128

6. 装着時における屈曲実験

6-1. 実験目的

屈曲角度測定実験において、各指関節における理想屈曲角度を満たす拘束条件を設定することができたため、実際に手指に装着し適切な角度まで屈曲するか実験を行なった。

6-2. 実験方法

実験機器として、角度条件から各指関節に必要なと思われる節を拘束したリハビリハンドを作成した。このリハビリハンドを実際に装着し、屈曲時における角度の変化を測定した。実験手順を①～③に、拘束した部位と節数をTable.3に、実験風景をFig.5に示す。

- ① 作成した実験機器を装着する。
- ② 注水(20ml)し、ベローズを膨張させる。
- ③ 屈曲状態を維持した状態でゴニオメータを用いて各関節分計測を行う。

Table.3 Restraint portion

	Measured angle range(°)		
		IP	MP
thumb		30	52
	Measured angle range(°)		
	DIP	PIP	MP
index finger	38	62	24
second finger	34	62	18
third finger	40	66	18
fourth finger	40	58	18



Fig.5 Experimental landscape

6-3. 実験結果

実験結果をTable.4に示す。

Table.4 Experimental results (rehabilitation hand)

	Target angle(°)	Measured range(°)
thumb		
IP	80	30
MP	60	52
index finger		
DIP	80	38
PIP	100	62
MP	90	24
second finger		
DIP	80	34
PIP	100	62
MP	90	18
third finger		
DIP	80	40
PIP	100	66
MP	90	18
fourth finger		
DIP	80	40
PIP	100	58
MP	90	18

7. 考察

今回開発された機構により、ベローズ自体が屈曲機構を備えることで、指のガイド部分を取り外すことができるようになったため、屈曲時におけるガイド部の干渉を解消することができると考えられる。また、屈曲角度の変化の度合いを調査することができたため、ピンチの位置、個数、節の固定数を調整することで、各指に適切な角度に屈曲するよう調整を行うことができると考えられる。しかし、各関節の目標屈曲角度には到達せず、実際にリハビリハンドとして使用するには屈曲角度が不足していることが分かる。これは、指を屈曲させるに当たり、ベローズの膨張による屈曲方向へ向かう圧力が不足しているためであると考えられる。特に、親指以外のMP部がほぼ屈曲されていないため、全体の角度不足を招いていると考えられる。

8. 今後の予定

問題点として、屈曲角度の不足が挙げられるため、屈曲角度不足の改善を行う。その後、改善した機器を作成し、実際に使用した際の所感をアンケートとして調査する予定である。

参考文献

- (1) 厚生労働省, 平成25年国民生活基礎調査の概況 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa3/index.html>
- (2) 荒木五郎, 脳卒中の正しい知識, 南江堂, pp50-51, 1988.
- (3) 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
- (4) 平井崇光, 手指可動用水圧式リハビリテーション機器の研究, 2011, p28
- (5) 社団法人日本リハビリテーション医学会, 日本リハビリテーション医学会誌, 11(2), (1974), p127-132