

手指の麻痺改善用小型リハビリテーション機器の研究

Research of small rehabilitation equipment for finger function paralysis

○学 平井 崇光（日本工大院） 正 中里 裕一（機械大）

Takamitsu HIRAI, Nippon Institute of Technology Graduate School

Yuuiti NAKAZATO, Nippon Institute of Technology

Key Words: Rehabilitation Equipment, Stroke, Apoplexy

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装置の開発が望まれる。

現在、リハビリ装置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・福祉装置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装置の研究を行う。

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って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、間接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装置は、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、装置全体の重量・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、リハビリ装置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装置を開発する。

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装置の製作を行っている。

改良前の装置は、蛇腹とリンク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、リンクによりその力を五指の下方向に伝えて把持動作をさせ、逆に装置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。

装置の外観を Fig.1 に示す。

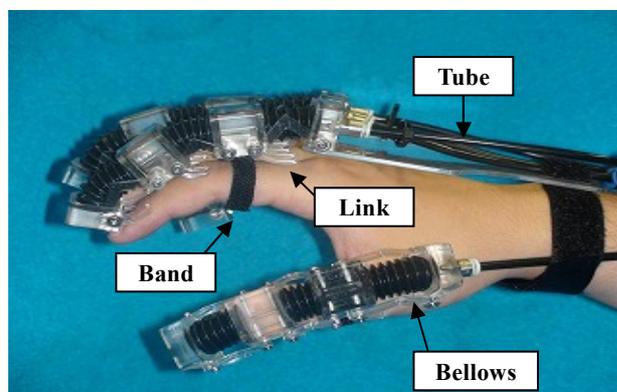


Fig.1 Appearance of equipment

しかし、この機構は蛇腹のみで伸縮動作を行っていたため、指間接と装置との回転軸の違い、ならびに個人差による指の長さの違いに対応できていなかった。

そこで、Fig.1 の装置にスライダを取り付けることによって、上記の問題点の改善を行った。
指間接と装置との回転軸の違いの模式図を Fig.2 に示す。

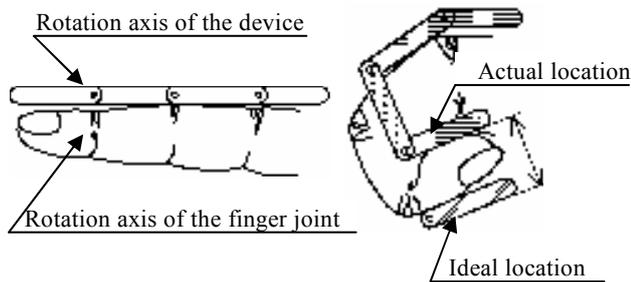


Fig.2 Difference between the rotation axis

製作したスライダ付第一指の試作を Fig.3 に示す。

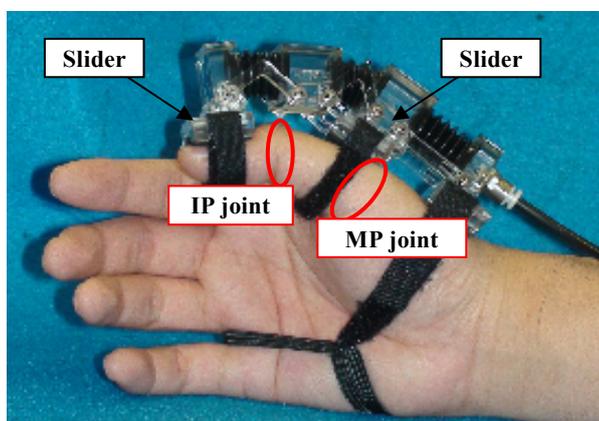


Fig.3 Thumb with prototype slider mechanism

4. 実験結果

スライダが付いた状態と外した状態で第一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(°)

Thumb joint	No slider	With a slider
IP	63	87
MP	42	42

(b) Average expansion angle(°)

Thumb joint	No slider	With a slider
IP	5	13
MP	38	45

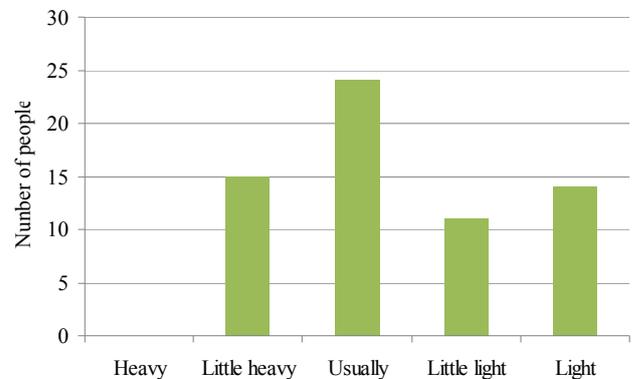
上記の実験により、スライダを用いることで IP 関節では、曲げ方向は 24°、反り方向は 8°。MP 関節では、曲げ方向はスライダ無しの装置と変わらず、反り方向は 7° の可動範囲の拡大を行うことが出来た。

5. アンケート調査

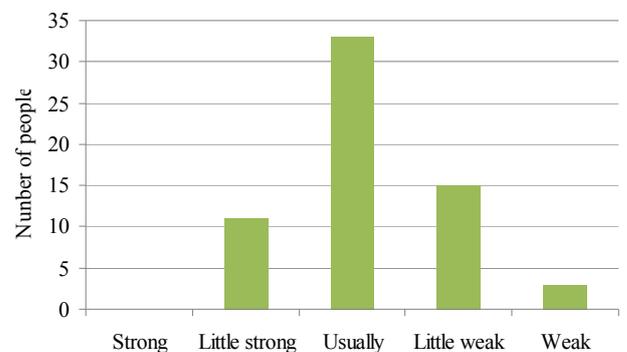
Fig.1 に示したリハビリ装置を用いて、10 代から 60 代の男女 63 人にアンケート調査を行った。

今回のアンケート調査は、実際に手足に麻痺のある脳卒中患者ではなく、健常者に対して製作した装置がどんな印象を与えるか、また、どのような不具合があるか、臨床試験を行った際に起こり得るトラブル等を明確にし、問題点を改善するために行った。

Fig.4(a)に装置の重量についての結果を、(b)に装置を動かした際の手にかかる力についての結果を示す。



(a) Weight



(b) Strength

Fig.4 Questionnaire result

重量については、Heavy を 5 点、Light を 1 点とした場合、平均が 2.62 点であり、Usually よりやや Light よりの結果となった。しかし、結果を女性のみ絞った場合にはやや Heavy よりの結果となった。

力については、Strong を 5 点、Weak を 1 点とした場合、平均が 2.84 点であり、Usually よりやや Weak よりの結果となった。

6. 考察

6-1 実験結果

IP 関節の曲げ方向、反り方向、MP 関節の反り方向に関しては、スライダ付の装置の方が広い可動域を得ることが出来たが、MP 関節の曲げ方向の結果はスライダ無しのものと同変わらない結果となった。

この理由として、今回製作した第一指用の装置は手との固定を重視したため、指付け根部にはスライダを付けなかった。これによりスライドのストローク量が足りなかったためだと思われる。

今後は、付け根部にもスライダを取り付けることでストローク量を確保し、また、その状態でもしっかりと手との固定ができるように固定方法も再検討する必要がある。

6-2 アンケート調査

重量については、今回の健常者におけるアンケートでは適切～やや軽いという結果が得られたが、臨床試験を行う際には高齢者の脳卒中患者が大半なので、今後も軽量・小型化を行う必要があると思われる。

力については、健常者でのアンケートでやや弱いという結果だったので、手足に麻痺のある患者に装着した場合、かなり弱いという結果になってしまうことが予想される。

今後は安全性と、脳卒中患者の指を動かせるだけの力の確保の両立が必要である。

また、使用した装置では手指との固定が弱く、患者が一人で装着するには複雑であり、手の甲部に関しても接触時に違和感があるという意見があったため、固定部ならびに手の甲部の改善も必要である。

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.
- (3) 清水洋和, 中里裕一, 加賀屋弘樹, 水圧アクチュエータを用いた指リハビリ装置の開発, 日本機械学会年次大会講演論文, vol. 2009, no. Vol.7, pp. 263-264, 2009.