

## 日常生活動作(ADL)支援を目的とした能動型上肢装具の開発

## -体幹固定可能な装具の動作評価-

## Development of Active Upper Limb Orthosis to Support Activities of Daily Living

## -Evaluation of Movement of The Orthosis can be Supported by Trunk

○志岐文也(芝工大) 花房昭彦(芝工大) 大西謙吾(電機大) 水澤二郎(啓成会)

Fumiya SHIKI, Shibaura Institute of Technology  
 Akihiko HANAFUSA, Shibaura Institute of Technology  
 Kengo OHNISHI, Tokyo Denki University  
 Jiro MIZUSAWA, General incorporated foundation Keiseikai

**Abstract:** Erb's plexus paralysis is also a disability whose shoulder and elbow cannot be moved although whose wrist can be moved. Therefore if their shoulder and elbow can be moved by the active orthosis, their Activities of Daily Living (ADL) will be improved. Authors are developing an active upper limb orthosis that can be controlled by EMG generated by the movement of their wrist. The orthosis has three degrees of freedom, flexion of shoulder and elbow, and rotation of upper arm. The new orthosis that can be supported by upper trunk and include new shoulder and elbow joints is manufactured by prosthetists. The movement of the orthosis was evaluated with and without weight by measuring angle of joints and tension force of the wire. As a result, elbow and shoulder joints were possible to flex until 90 and 60 [deg] respectively regardless of the weight. However it was impossible to rotate the arm when weight exists

**Key Words:** Brachial plexus palsy, Activities of Daily Living, Active upper limb orthosis

## 1. 序論

上肢装具を必要とする機能障害の中に腕神経叢麻痺がある。これは交通事故やスポーツなどで腕が巻き込まれることにより起こる麻痺であり、障害者得点において上肢切断者を上回ることもある<sup>(1)</sup>。腕神経叢麻痺の中でもエルブ麻痺と呼ばれる上位損傷型は手首の動作と把持は可能だが肩・肘を動かすことができない障害である。肩・肘は日常生活動作(ADL)を行う上で重要な機能である<sup>(2)</sup>。このため患者の肩と肘を能動的に動作させることができれば、ADL向上が期待できる。ADL支援を目的とした先行研究では空気圧人工筋を使用したもの<sup>(3)</sup>や車いすに搭載するタイプ<sup>(4)</sup>があるが、ウェアラブルで生体信号を利用した能動型装具は多くはない。本研究では装着者の手首動作時に発生する前腕部の筋電位を用いて、自らの腕を直感的に操作可能にする能動型上肢装具の開発を目的とした。

## 2. システム構成

装具装着時の手首動作時の筋電より動作の方向をマイコンで判別し、その動作方向に応じて肩・肘を動作させる。装具は肩と肘の屈曲、伸展、内旋、外旋の4動作を可能にした。手首を機屈すると装具が屈曲し、手首尺屈→装具伸展、手首伸展→装具外旋、手首屈曲→装具内旋の動作を行い、なるべく直感的に操作できるよう、手首と装具の動作方向が一致するようにした。装具の外骨格構造にて内旋動作を再現するために、肩・肘の間のフレームに軸を新たに設置した。装具の屈曲動作と内旋動作を行うにあたり、2つのモータを使用する。肩・肘の屈曲・伸展動作は装具先端部のワイヤーをモータに取り付けたプーリで巻き取ることで行う。肩関節と肘関節にそれぞれストッパーを設け、肘関節は90[deg]、肩関節は60[deg]で屈曲が止まるように制限し、1つのモータで2関節動作を行う(Fig.1)。内旋・外旋は肘関節と肩関節の間に取り付けられたシャフトホルダにモータを結合させ、モータを回転させることによって行う(Fig.2)

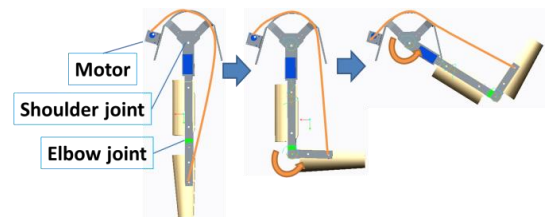


Fig.1 Movement of flexion

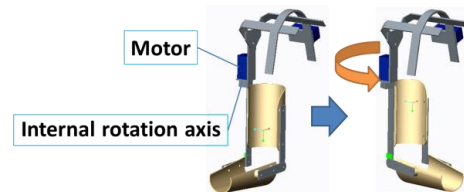


Fig.2 Movement of internal rotation

## 3. 体幹固定可能な装具製作

当初試作した装具は被験者体幹への固定が考慮されておらず不安定となっていた。そのため体幹固定が可能な装具を義肢装具士により製作した。動作評価実験を複数の被験者で行うため、被験者ごとに固定調節が可能になるようにした。また内旋動作をしたとき、肩関節の外転動作も伴うため新たに肩関節の外転軸を設けた。肩関節には肩継手屈曲外転式を使用し、肘関節には任意の角度で固定可能なダイヤルロック式と二軸式の異なる継手を外側と内側に使用した。製作した装具を Fig3 に示す。



Fig.3 The orthosis manufactured and joints

## 4. 屈曲動作評価実験

### 4.1 目的

新しく製作した装具を用いて屈曲動作が可能かの評価を目的とし、肘・肩関節角度とワイヤー張力を計測した。

### 4.2 実験方法

ワイヤー張力は、ロードセル(TCLC-20L 東洋測器社)をワイヤー先端部に結合して計測した。動作計測には3次元動作解析装置 MAC3D System(Motion Analysis 社)を用いた。装具の肩関節、内旋軸、肘関節、装具先端、ワイヤー固定箇所2か所の計6ヶ所にマーカーを付けた。装具伸展状態から屈曲させ、伸展させる動作を装具のみで動作させた場合で5試行、前腕部重り(1.4[kg])を固定した場合と上腕部重り(1.8[kg])を固定した場合でそれぞれ3試行、両腕に重りを固定した場合を5試行行った。計測時間は30[s]とし、サンプリング周波数200[Hz]で取得した3次元座標から肘関節・肩関節角度、ワイヤー長、装具の軌跡を計算した。

### 4.3 実験結果

Fig.4(a)~(d)に装具のみ、前腕に重りがある場合、上腕に重りがある場合、両腕に重りがある場合の加算平均した図を示す。実験の結果、全ての試行において肘・肩関節の屈曲は可能であった。動作開始後、初めに肘関節が約90[deg]まで屈曲し、次に肩関節が約60[deg]まで屈曲した。伸展時には肩関節から伸展し、次に肘関節が伸展した。張力は肘関節屈曲時にはほぼ増加せず肩関節屈曲時から増加し、最大張力は重りがある場合で約300[N]であった。張力の増加傾向として Fig.4(b)に示す前腕のみでは肩関節が屈曲する前より増加した。

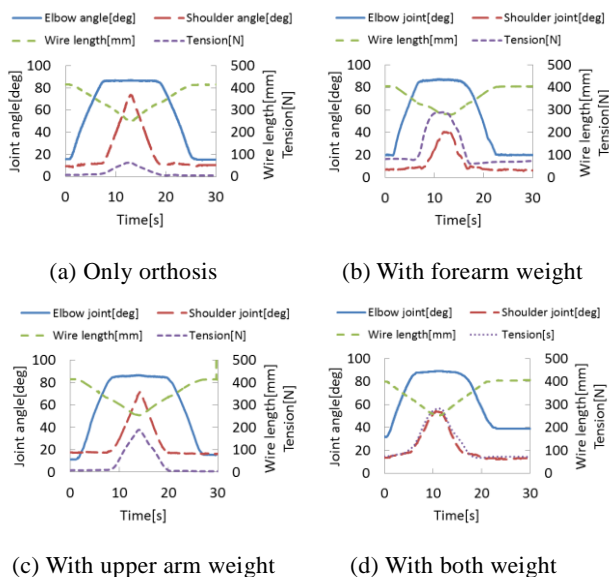


Fig.4 Result of flexion movement

## 5. 内旋動作評価実験

### 5.1 目的

新しく製作した装具を用いて内旋動作が可能かの評価を目的とし、肘・肩関節角度とワイヤー張力を計測した。

### 5.2 実験方法

内旋動作評価実験では予め肘関節を90[deg]に固定して計測を行った。マーカーの位置、計測機器は屈曲動作時と同様にした。計測時間は10[s]とし取得した3次元座標から装具の肘関節角度、肩関節角度、内旋角度、ワイヤー長、装具の軌跡を算出した。内旋させてから外旋させる動作を装具のみで動作させた場合を5試行、前腕部重りを固定した場合と上腕部重りを固定した場合をそれぞれ3試行、両腕に固定した場合で行った。

## 5.3 実験結果

Fig.5(a)~(c)に装具のみ、前腕に重りがある場合、上腕に重りがある場合の加算平均した図を示す。実験の結果、上腕と前腕を固定した場合は動作が不可能であった。内旋角度は内旋開始後から約2[s]で約70[deg]まで増加した。ワイヤーは内旋動作の影響で引っ張られ、肩が屈曲していた。張力は内旋動作開始後から増加する傾向が見られ、外転時には減少せず、ほぼ一定となった。装具のみでは約10[N]、上腕に重りがある場合では約20[N]であり、前腕に重りがある場合で最大約60[N]となった。両腕に重りを固定した場合はモータの保持力が足りず、常に内旋している状態になったことからモータの再選定が必要である。

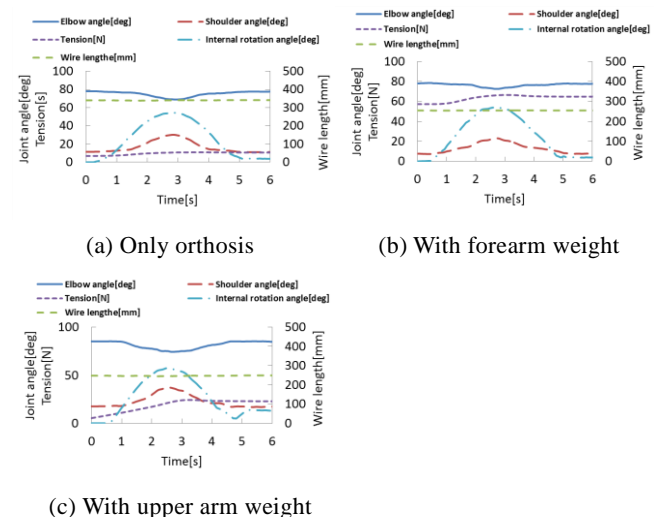


Fig.5 Result of internal rotation movement

## 6. まとめ

把持・手首動作は可能であるが肘・肩を動かすことができない上位型腕神経叢麻痺者を対象とし、ADL支援を目的とし、体幹固定を可能にした装具を新しく製作した。製作した装具を用いて動作評価を行った結果、屈曲動作は前腕と上腕に重りを用いた場合でも肘関節角度は90[deg]、肩関節は60[deg]まで屈曲可能であった。内旋動作は両腕に重りを用いた場合では動作できなかった。今後は内旋用モータの再選定を行い、最終的に健常者と麻痺者への装具の適用、評価を行う。

### 参考文献

- (1) Shin Alexander Y et al., "Adult traumatic brachial plexus injuries", The journal of the American academy of orthopaedic surgeons, Vol.12, No.6, pp.382-396, 2005
- (2) 村田秀雄,"肘関節の関節可動域と日常生活動作について",リハビリテーション医学, Vol.14, No.3, pp.251-260, 1977
- (3) Kyung Kim et al.,"Assistance of the elbow flexion motion on the active elbow orthosis using muscular stiffness force feedback", Journal of Mechanical Science and Technology, Vol.25, No.12, pp.3195-3203, 2011
- (4) 山田泰之,"肩関節追従機構を有する上腕装具の開発",日本機械学会論文集(C編), 77巻, 775号, pp.366~375. 2011