

脳卒中リハビリ支援ロボット装具を用いた到達把持運動解析

Analysis of reach-to-grasp tasks measured with robotic orthosis in stroke rehabilitation setting

坂井伸朗*, 石本ひかる*, 安部汐美*, 古場友貴**, 林克樹**

*九州工業大学, **誠愛リハビリテーション病院

Nobuo SAKAI*, Hikaru ISHIMOTO*, Shiomi ABE*, Yuki Koba**, katsuki HAYASHI

*Kyushu Institute of Technology, **Seiai Rehabilitation Hospital

E-mail address: sakai.nobuo@ise.kyutech.ac.jp

1. はじめに

脳卒中による後遺症は体片側に麻痺が残ることが多いが、日常生活では両肢を使う場面が多い。そこで、療法士らは上肢機能回復を目指し、その一環として到達把持リハビリを行っている。到達把持運動はハンドを目的地へ移動する運動であるが、骨盤から上肢の協調運動であり、バランス確保の意味では下肢も含めた全身運動として考える必要がある。よって日常動作において十分に有効な到達把持運動を実現するためには、タスクベースの前進協調運動も求められる。

本項では肩甲骨-体幹系脳卒中リハビリ支援ロボット装具を解析ツールとして使用し、若年健常者4名の到達把持動作の計測及び解析を行い、到達把持運動定量的測定と健常者の到達把持様式の取得を行った。

2. 脳卒中リハビリ支援ロボット装具について

今回解析ツールとして使用した脳卒中リハビリ支援ロボット装具を Fig.1 に示す。肩甲骨運動主要運動軸において1軸、腰部に前後屈・左右動揺・ひねりに追従するための3軸、骨盤前後傾(股関節軸)に1軸を配置し、計測デバイスとするために各軸に力センサを配置し、アダプティブ型制御で力制御を行うシステムとした。ロボット装具はばねを併用したシステムにより重力を打消しながら、身体運動に追従する制御を行なっている。身体と外骨格の接触部位は運動療法では重要な部分であると捉え、本ロボット装具では療法士が治療時に患者身体をセンシングし運動を促進する際に触れるキーポイントとい

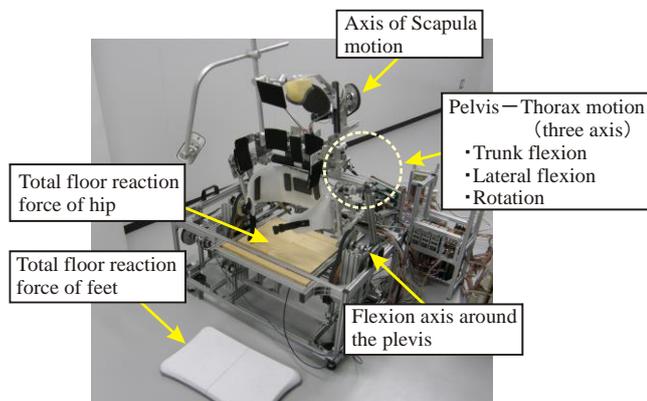


Fig. 1 Robotic orthosis for pelvis-trunk-scapula link.

う身体の部位で、外骨格と身体が接触する構成とした。本ロボット装具の利点は、着座して剣状突起上部への胸当てを装着することのみで、患者体幹運動の測定が可能なことである。この剣状突起部と脊柱を挟み患者運動を感知ならび制御する手法は、先述キーポイントの応用例である。その他、座面及び足底力測定のための反力計、上腕運動測定のためのゴニオメータ及び、光合図による到達把持運動のためのLEDおよび3軸加速度センサ内臓45mm立方体把持物を有する構成となっている。

3. 実験方法

今回被験者は20代~30代の健常者4名(男性3名, 女性1名)で行った。被験者にリハビリ支援ロボット装具を装着し、280~289ヶ所の予め調査した到達可能範囲内でランダムに提示した把持物への到達把持運動を左手到達把持にて計測した。

被験者にリハビリ支援ロボット装具を装着し、ランダムに提示した把持物への到達把持運動を計測した。実験風景の写真を Fig.2 に示す。到達把持範囲は縦90cm×横168cm×高さ50cmの平面であり、板には5cm四方の方眼紙が貼ってある。被験者の身体の正中矢上線をX軸、前額線をY軸とし、正中矢状線をX=0, 膝より前方5cmの位置をY=0なるよう調整したところ、左肩峰の位置は(X, Y)=(-20, 40)cmとなった。また、把持物は、4.5cm立方体とした。把持物の中には加速度センサおよびLEDライトが埋め込んであり、LEDライトが光るのを合図に被験者に到達把持運動を行ってもらった。測定は被験者が着座状態に置いて到達可能な範囲とした。実験風景と到達把持範囲を Fig.2 に示す。測定項目は「肩甲骨角

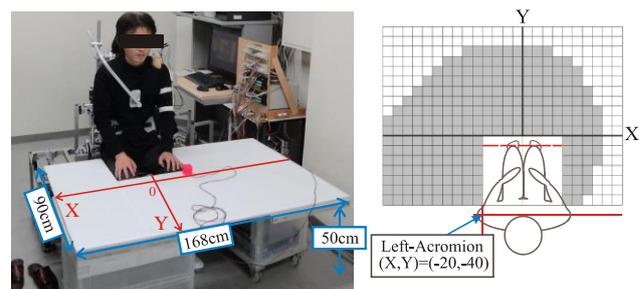


Fig. 2 Experimental setup for reach-to-grasp tasks

「Scapula」 「側屈角 (Swing)」 「回旋角(Twist)」 「腰前後屈曲(Waist)」 「股関節前後屈曲(Hip)」 「上腕角(Gonio)」 「臀部 COP」 「足底部 COP」 の8種類である. ここでの COP とは Center Of Pressure の略であり, 圧力中心のことである. それぞれの測定項目に対し, 正方向・負方向を定義した. Fig.3 に正方向・負方向の定義を示す. 実験では九州大学工学部の実験倫理委員会の承認を得た.

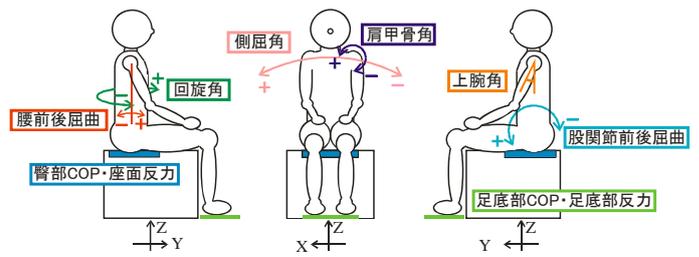


Fig. 3 A coordinate system for measuring body motion in this study.

4. 結果

到達把持において各関節の最小および最大角度について3Dグラフの作成を行った. 例として Fig.4 に到達把持位置(X, Y)=(-10, 35)[cm]の時の肩甲骨角の測定結果と肩甲骨角の最小・最大値の3Dグラフを示す.

本項では個人差が大きく見られた腰部に対する胸郭の回旋角について述べる. Fig.5 に腰部回旋最小角, Fig.6 に腰部回旋最大角を示す. Fig.5 より被験者 B・C は左方準内的動作(X<-25, Y<-5)において大きく左回旋するが, 被験者 A・D は, 被験者 B・C と比較し左回旋は小さい. また, Fig.6 においては被験者 B・D は X>0 の領域において大きく右回旋するが, 被験者 A は被験者 B・D と比較しこの領域の右回旋角は小さい. これらの結果より被験者 A は動作域が狭く, 被験者 B は動作域が大きいことが分かる. その他のデータを観察したところ, 被験者 A は左手で左側方への到達把持を行う場合, 左回旋でなく左側屈を用いて, その領域への到達把持を行っていた.

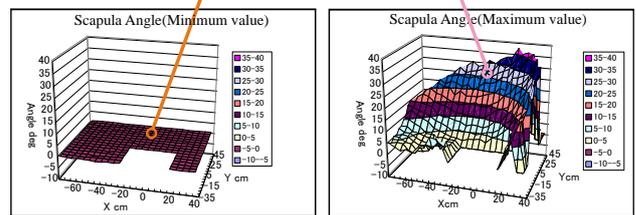
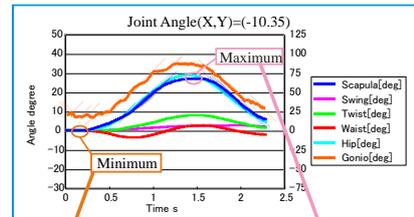


Fig. 4 The 3D plots of maximum and minimum joint angle in reach-to-grasp tasks within specified reach area.

4. まとめ

ロボット体幹装具を用いた到達把持動作解析実験を健康者4名について. そして, 到達把持運動時において腰部に対する胸郭運動について検討したところ, 個人差が見られることが分かった. 手を目的位置へ到達運動させる場合, 身体運動節の自由度は手の軌道自由度と比較し大きい. この個人差は身体の柔軟性や各被験者の日常動作・運動経験等により形成されるものと考えられる. 本ロボット装具は手軽に動作取得可能であり, これらの結果は, リハビリの確実な定量的評価方法繋がると考えられる. さらに, 療法士の手技向上や患者のリハビリに対するモチベーション維持も期待できる.

到達把持はハンド部を目的位置へ移動させる重要な要素であり, タスクベースでの作業リハビリも有用であると考えられる. この到達把持においては筋骨格の機能と並び, 空間認識能力も重要な要素である. よって, 到達把持運動における認知機能の定量的定期評価をより簡潔に行なう事が可能な無線型高時間分解能計測ブロックの開発を進めている. 今回のデータはリハビリの確実な定量的評価方法になるだけでなく, リハビリロボット開発の際の有用なデータになりうると考えている.

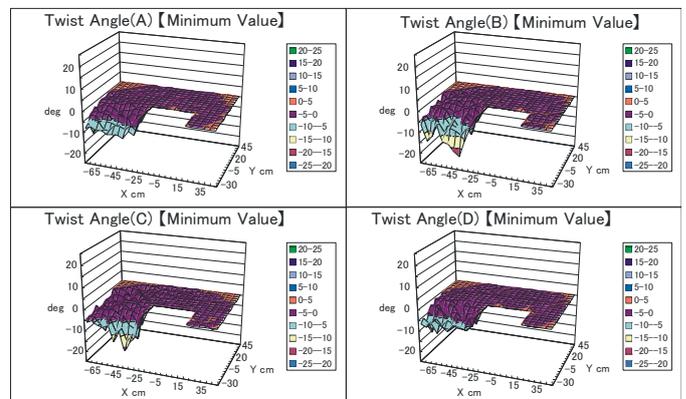


Fig. 5 The minimum twist angle of wist for 4 normal persons.

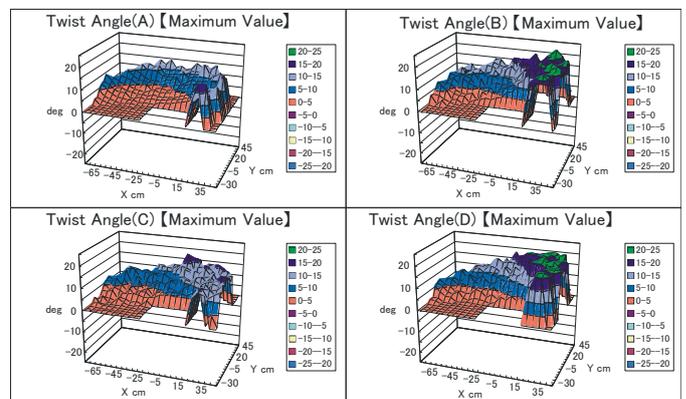


Fig. 6 The maximum twist angle of wist for 4 normal persons.

参考文献：省略