1Ca 03 歪ゲージ式二軸型電気角度計による 上肢動作計測

○尾島 浩、三宅晋司、神代雅晴（産業医大・人間工学）

戸上英憲（産業医大・生体情報分析室）

Two dimensional electrogoniometric motion measurement of
upper extremities

H.Ojima, S.Miyake, M.Kumashiro (Univ. Occupational and Environmental
Health, Dept. of Ergonomics)

H.Togami (UOEH, Analytical Laboratory of Human Information)

【目的】自由度の高い上肢の多次元可動域計測は、従来の種々の方法では必ずしも容易ではない。光学的方法を用いた場合、厳密な装置セッティングや複雑なデータ処理を必要とする。一方、機械式ポテンシオメーターを用いた場合、装置がかさばって動作自身に障害を及ぼすという難点がある。そこで今回、これらの問題を解決し、臨床実地の場においても手軽に測定できることを目標に、本体重量がわずか20gと軽量で、フレキシブルな歪ゲージ式二軸型電気角度計（Penny+Giles社製、M110型）を導入し、その特性を吟味し、有用性について検討した。次いで、二軸性関節である手関節を取り上げ、屈伸と橈尺屈の複合運動である「分回し運動」を課し、その角度変化を連続測定し、二次元的な可動域表示を試みた。

【方法】1. 角度計の特性値の測定

1.1 内外転方向の出力特性

角度計を平面上に設置し、屈伸0°のまま遠位端ブロックを内外転方向に10°ずつ回転して出力を測定した。

1.2 屈伸方向の出力特性

角度計を診察用プラスチック製分度器型角度計の側面に接着し、内外転0°のまま屈伸方向に10°ずつ回転して出力を測定した。この際、角度計を手関節背側に装着することを想定して、分度器の屈伸軸と角度計の屈伸軸が1cmずれるように設定した。

1.3 内外転及び屈伸方向の両者を変化させたときの出力特性

角度計を二枚の平板をまたぐように設置し、近位端ブロック側の平板は固定し、遠位端ブロックの位置を平板上で内外転10°ずつ回転するとともに、この平板を屈伸方向に10°ずつ回転し、出力を測定した。

1.4 角度計装着状態のチェック

手関節に装着する場合、手関節屈伸軸と、関節背側皮膚面の屈伸軸が異なるため、角度計は伸縮する必要があるが、これにはエンドブロック内のスライド機構で対応している。実際に手関節背側に両面テープと絆創膏を用いて接着し、手関節動作を行うとともに、シネラジオグラフィにて骨の動きからのズレをチェックした。

2. 手関節分回し運動の計測

角度計を手関節背側に装着し、被験者に最大分回し運動をさせた。解析ブロックダイアグラムを図1に示す。

図1 解析ブロックダイアグラム

【結果】 1. 3種類の測定条件における結果を図2、3、4にそれぞれ示す。内外転動作時のみの特性は、 $\pm 70^\circ$ の範囲で誤差 1° 以内、屈伸動作時のみの特性は、 $\pm 90^\circ$ の範囲で誤差 4° 以内、内外転・屈伸複合動作時の特性は、内外転 $\pm 40^\circ$ 、屈伸 $\pm 80^\circ$ の範囲で誤差の最大値は 7° 、平均 2.1° であった。図4はエンドブロックを右側屈 20° に保ったまま、屈曲 80° から伸展 80° まで 10° ずつ動かしたときの例を出力したものであるが、屈伸方向の出力がほぼニアに変化している間、側屈 20° での出力の変化は 4° 以内に保たれていた。

実装状態で手関節を動かしてみると、角度計自体により動作の妨げとなることは殆どなかった。 80° 付近まで伸展するとセンサー部がたわんだが、この場合でもエンドブロック自体のずれはみられなかった。シネラジオグラフィーでは、エンドブロックが、橈骨軸に対する第三中手骨の角度変化と連動する様子が観察された。

2. 角度計からの2系統の出力を合成した結果の一例を図5に示す。これは右前腕を回内 90° に固定して測定したものであるが、得られた波形は、純屈伸方向からやや傾斜した長軸を持つ楕円形の閉曲線となった。

【考察】 1. 臨床実地での関節角度測定が 5° 単位で十分であることを考えると、本角度計の特性値は、二軸同時計測の場合でも、十分実用的と考えられる。

2. 今回の計測法は、前腕軸と第三中手骨との相対角度を二次元表示するものと考えられる。動的な角度を測定することが可能であり、表示パターンを解析することにより、手関節機能評価をよりの確に行うことができ、さらに本法を拡張すれば、肘関節、指関節も含めた上肢の動作解析が可能となると思われる。

【結論】 1. 本角度計は、臨床応用可能な精度及び構造を有していると考えられる。

2. 本角度計は、手関節分回し運動の二次元可動域計測に応用可能であることが示唆された。

図2 内外転方向の出力特性

図3 屈伸方向の出力特性

図4 右側屈 20° 、屈伸 $\pm 80^\circ$ の出力特性

図5 右手関節分回し運動の表示例