肩甲上腕関節の動態分析

長崎大学医学部整形外科教室

羽 座 利 昭・伊 藤 信 之
高 木 信 吾・朝 長 匡

The Scapulohumeral Rhythm of the Shoulder

by

Toshiaki Haza, Nobuyuki Ito
Shingo Takagi and Tadashi Tomonaga

Department of Orthopaedic Surgery
Nagasaki University School of Medicine

The movement of the shoulder complex was once aptly described by Codman as the "scapulohumeral rhythm". The aim of our study was to demonstrate this rhythm by using fluoroscopy and a computer.

The subjects were asked to elevate their arms smoothly in approximately 3 seconds and 5 seconds in front of the fluoroscopy with and without load. The X-ray was irradiated perpendicularly to the scapular plane. Movements were calculated using the computer.

During abduction in the scapular plane, the ratio of scapular movements to humeral movements was about 0.38. The scapulohumeral rhythm was divided into three stages, and the first stage was thought as the setting phase.

The movements of the instant center of the humerus were in a small area during elevation. This result suggested that the movement of the glenohumeral joint was almost rotational. The movements of the instant center of the scapula were in a relatively large area during the motion.

肩甲関節は4つの関節より成り立っており、その動きはCodmannによってscapulohumeral rhythmと命名され、多数の研究がなされてきた^{1), 2), 3), 4)}。しかし、そのリズムについて決定的な結論は出ていない。我々は今回、X線テレビジョンの画像を電算機で処理することにより、正常人の上肢挙上時のscapulohumeral rhythm、上腕骨および肩甲骨の瞬間中心点の分析を行った。

対象及び方法

対象は正常人男子10人の右肩とし、以下の測定を行った。被検者を、関節裂隙が明瞭になる様に透視台に対して約45°の角度で起立させ、身体のずれが無いように固定台に固定した。挙上運動は肩甲骨面での外転運動とし、両手に1Kgの負荷を加えた場合と、加えない場合を測定した。挙上時間は3秒間と5秒間の場合

の両方とした。その時の肩甲骨と上腕骨のX線テレビジョンでの動きをビデオカセットに記録し、その画像の動きを電算機により計測した。

計測の方法は以下の様に行った(図1)。Scapulohumeral rhythmの測定は挙上角に対する肩甲骨の回転角(scapular angle)で示した。挙上角は下垂位での上腕骨の角度を0°とし、挙上時の上腕骨の角度で示した。Scapular angleに対しても同様に下垂位の角度を0°とし、その差で示した。上腕骨の瞬間中心点は以下のように測定した。上腕骨の2点A、B点を取り、 $\overline{AA'}$ 、 $\overline{BB'}$ の垂直二等分線の交点を瞬間中心点(I)とした。また肩甲骨の瞬間中心点も同様な方法で求めた。以下の計測は作図によらず、全ての計算機の内部処理によって行った。上記の測定は約20の異なる肢位で測定した。

METHOD

SCAPULO-HUMERAL RHYTHM

E: ELEVATION ANGLE
S: SCAPULAR ANGLE

INSTANT CENTER OF HUMERUS

I: INSTANT CENTER

INSTANT CENTER OF SCAPULA

I: INSTANT CENTER

図1 左は Scapulohumeral Rhythm の求め方.
右上は上腕骨の瞬間中心点の求め方.
右下は肩甲骨の瞬間中心点の求め方を示した.

結 果

〔Scapulohumeral Rhythm〕

挙上角に対する scapular angle の比は約0.38であった（一次回帰による）。また挙上時間の違いにかかわらずその比はほぼ一定であった。負荷を加えない場合は、その比は0.372であり、一方加えた場合は0.392であった。さらに挙上角と scapular angle の関係を7次回帰曲線で示し、その特徴を調べた。この曲線は、上記のいかなる条件においても大きく3つの phase に分けられた。第一の phase（挙上角 0° - 20° ）の肩甲骨の動きは小さかった。第二の phase（挙上角 20° - 120° ）では、挙上角に対する肩甲骨の動きの比はほぼ一定であった。第三の phase（挙上角 120° 以上）ではばらつきが大きい肩甲骨の動きが大きかった。また scapulohumeral rhythm の7次回帰曲線を挙上時間および負荷の有無の条件別に調べた（図2）。挙上時間による rhythm の差は小さいが、3秒間での挙上のほうが scapula の動きがより大きかった。負荷の有

無でしらべると負荷を加えた場合の肩甲骨の動きが加えない場合の動きより大きかった。

〔上腕骨の瞬間中心点〕

上腕骨の瞬間中心点の動きも scapulohumeral rhythm の場合と同様7次回帰曲線で近似させた。原点は glenoid の中心とし、glenoid の長径の長さを1とした座標で示した。瞬間中心点の動きはいずれの条件においても小さかった。水平方向の動きは0.15以下、垂直方向は0.1以下であった。上腕骨骨頭の関節面の曲率半径の中心の移動も測定したが、瞬間中心点と同様移動量は小さく、水平方向、垂直方向ともに、いずれの条件においても0.05以下であった。上記のことで、glenohumeral joint の運動は、ほぼ回旋運動によると考えた。

〔肩甲骨の瞬間中心点〕

肩甲骨の瞬間中心点も同様に7次回帰曲線で近似させた（図3、4）。上腕骨の瞬間中心点に比し、肩甲骨の瞬間中心点は大きく動いた。水平方向の動きは以下のものであった。いずれの条件においても前半は外側

図2 Scapulohumeral Rhythm

上段 挙上時間の条件を違えた。
下段 負荷を加えたもの加えないものに分けた。
挙上時間による差は小さい。負荷を加えた場合の動きが大きい。

図3 肩甲骨の瞬間中心点の水平方向の動き

上段 挙上時間の条件を違えた。
下段 負荷を加えたもの加えないものに分けた。
3秒間での動きはより早期に起こる。負荷を加えた場合の動きはより大きい。

より内側に動き、後半は内側より外側に移動した。下垂位附近と最大挙上位附近の値では対比する条件による差が小さかった。3秒間で挙上した場合のこの瞬間中心点の外側より内側の動きは5秒間でのそれより早期に起こった。また負荷を加えた場合の方が負荷を加えない場合に比して大きい動きを示した。一方垂直方向の瞬間中心点の動きは以下のものであった。その移動の中心は、ほぼ glenoid の中心の高さであった。挙上終了時の値は条件により大きな差を示さないが、挙上開始時の位置は、3秒間で挙上した場合5秒間の場合より下方にあり、負荷を加えない場合は加えた場合よりやはり下方にあった。

結 語

1. X線テレビジョンの画像を直接計算機で処理することにより、肩甲上腕関節の動態を分析した。
2. Scapulohumeral rhythm を大きく3つに分けた。
3. 上腕骨の瞬間中心点および上腕骨骨頭の関節面の曲率半径中心の動きは小さく glenohumeral joint の動きはほぼ回旋であると考えた。
4. 肩甲骨の瞬間中心点の動きは上腕骨のそれに比して大きく、負荷を加えない場合垂直方向に大きく動き、負荷を加えない場合水平方向に大きく動いた。

最後にこの研究に暖かいご協力をいただいた川口幸

INSTANT CENTER OF THE SCAPULA
(IN THE VERTICAL DIRECTION)

図4 肩甲骨の瞬間中心点の水直方向の動き
上段 挙上時間の条件を変えた。
下段 負荷を加えたもの加えないものに分けた。

義園長をはじめ諫早整肢療育園の方々、および長崎大学附属病院放射線部技師の方々に深く感謝いたします。

文 献

- 1) Frederick, A. Mosten III.: Biomechanics of the Shoulder: Basic Biomechanics of the Skeletal System. 221-242, 1980.
- 2) Inmann, V. T., Saunders, J. B., Abbott, L. C.: Observation on the Function of the Shoulder Joint. J. Bone & Joint Surg., 26: 1-30, 1944.
- 3) Ozaki, J.: A Study Based on Cineradiography and Radiography with the Arm Elevated. J. Jpn. Orthop. Ass. 54: 1679-1692, 1980.
- 4) Poppen, N. K. and Walker, P. S.: Normal and Abnormal Motion of the Shoulder. J. Bone & Joint Surg. 58-A: 195-201, 1976.