

관절와 상완 관절의 회전운동이 견갑흉곽 운동에 미치는 영향

충북대학교 의과대학 정형외과학교실

서중배 · 최의성 · 원중희 · 김용민 · 이호승 · 김응록

— Abstract —

The Influence of the Glenohumeral Rotation on the Scapulothoracic Motion

Joong-Bae Seo, M.D., Eui-Seong Choi, M.D., Choong-Hee Won, M.D.,
Yong-Min Kim, M.D., Ho-Seung Lee, M.D., Eung-Rok Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

This study was performed to evaluate the influences of the passive glenohumeral rotation on the scapulothoracic motion. We took anteroposterior radiograms of the right shoulders including the thoracic vertebrae with supine position in 10 normal male adults, at 0 degree abduction, 45 degrees abduction and 90 degrees abduction in scapular plane and in neutral rotation, maximal internal rotation and maximal external rotation in each abduction view. The scapulothoracic motion was measured as the distances between the vertical line drawn from the spinous process of the 7th cervical vertebra and the inferior and superior angles of the right scapula respectively. At 0 degree abduction, the distances were not changed in internal rotation relative to neutral rotation, but decreased significantly in external rotation, that is, the scapula shifts medially on external rotation. At 45 degrees abduction, the distances were increased significantly only in internal rotation, that is, the scapula shifts laterally on internal rotation. At 90 degrees abduction, the scapula rotated laterally on internal rotation and medially on external rotation. In conclusion, when a physician examines the rotation of the shoulder joint, he cannot exclude the scapulothoracic motion just by examining the patient with supine position. And we concluded that the rotatory movement of the shoulder is not solely contributed to the glenohumeral motion.

Key Words : Shoulder, Glenohumeral rotation, Scapulothoracic motion

※통신저자 : 서 중 배
충북 청주시 흥덕구 개신동 62번지
충북대학교 의과대학 정형외과

* 본 논문은 1998년도 충북대학교병원 지정진료연구비의 지원을 받아 이루어졌음.

서 론

견관절운동은 관절와상완운동, 견갑흉곽운동, 견봉쇄골운동, 흉쇄골운동 등으로 이루어진 매우 복잡한 관절운동이다. 견관절운동에 대한 동역학적 연구는 수 없이 많이 이루어져 왔으나 아직 이들 운동에 관련된 각 요소들이 각각 어떠한 역할을 하는지에 대해서는 의견이 다양하다. 이러한 연구들 중에 상당수는 견관절외전에 따른 견갑흉곽운동에 대한 연구로서 그 지식이 많이 축적되어 있으나, 관절와상완관절의 내회전 또는 외회전에 따른 견갑흉곽운동에 대한 연구는 찾아보기가 어렵다. 또한 임상에서 흔히 견갑흉곽운동을 차단하고 순수한 관절와상완관절의 회전 범위를 측정하기 위해 검사자의 한쪽 손으로 견갑골을 고정하거나, 또는 양와위에서 회전 범위를 측정하는 방법 등이 사용되고 있다. 저자는 관절와상완관절의 회전운동이 견갑흉곽운동에 영향을 미치는지, 그리고 과연 양와위를 취하면 견갑흉곽운동이 차단되어 순수한 관절와상완관절의 회전운동을 측정할 수 있는지 파악하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

본교 의과대학생 중 견관절에 질병 또는 외상의 경력이 전혀 없는 남자 10명을 대상으로 하였다. 연령은 24세에서 27세로 평균 24.6세였고, 신장은 169cm에서 174cm으로 평균 171cm이었으며, 체중은 56kg에서 82kg으로 평균 72kg이었다. 방사선 촬영은 각 대상자를 양와위로 취하도록 한 후 우측 견갑부를 중심으로 전후면 촬영을 하였으며, 이 때 흉추가 함께 포함되도록 하였다. 각 대상자에 대하여 각각 9회의 촬영을 하였는데, 0도 외전 상태에서 중립, 내회전, 외회전 위치에서 각각 1회, 견갑면(scapular plane)상 45도 외전 상태에서 중립, 내회전, 외회전 위치에서 각각 1회, 그리고 90도 외전 상태에서 중립, 내회전, 외회전 위치에서 각각 1회 촬영하였다. 이 때 상완골은 저자가 직접 수동적으로 위치를 취하도록 하였고, 주관절은 90도 굴곡한 상태로 상지를 조작

하였으며, 내회전과 외회전은 각각 수동적으로 최대한 움직인 상태로 촬영하였다. 체간이 움직이는 것을 방지하기 위해 다른 검사자에 의해 좌측 상지도 우측과 같은 위치를 유지하도록 하였다. 단 0도 외전 상태에서 내회전은, 주관절 굴곡 상태에서는 체간에 의해 방해를 받으므로 주관절을 신전하고 검사자가 상완골의 원위부를 최대한 내회전한 상태로 촬영하였다. 사용된 방사선 촬영 기계는 Shimadzu Diagnostic System으로 촬영 조건은 70Kvp, 200mA였으며, 노출 시간은 0.04초였고, 필름은 Agfa, 12인치×10인치였다. 방사선학적 계측은 제 7 경추의 극돌기에서 방사선 필름의 하연에 수직선을 긋고, 이 수선에서 수직으로 우측 견갑골의 하각(inferior angle)과 견갑골 상각(superior angle)에 이르는 거리를 각각 측정하였다(Fig. 1). 결과 분석은 Paired t-test로 각각의 외전 상태에서 중립, 내회전, 외회전 위치간에 측정된 거리에 차이가 있는지를 검정하였다.

결 과

제 7 경추 극돌기에서 그 수선에서 우측 견갑골 하각에 이르는 거리를 측정한 결과(Table 1), 0도 외전 시 중립 위치에서 평균 10.6cm, 내회전 위치에서 10.4cm, 외회전 위치에서 9.0cm였으

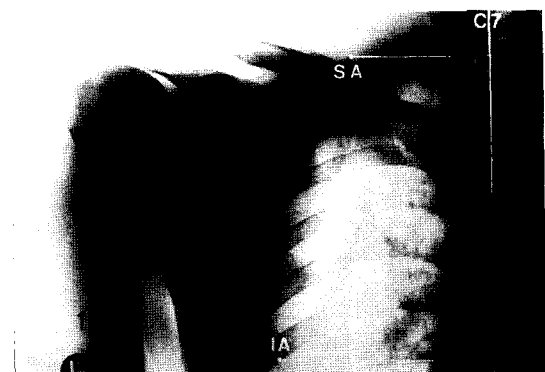


Fig. 1. The scapular motion was evaluated by measuring the distances between the line drawn from the 7th cervical spinous process(C7) through the low thoracic spinous process and the inferior(IA) and superior angles(SA) of the right scapula.

며, Paired t-test에 의한 분석 결과, 중립-내회전 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 중립-외회전 사이, 그리고 내회전-외회전 사이에는 유의한 차이가 있었다(Table 3). 또한 우측 견갑골 상각에 이르는 거리에 대한 분석도 같은 결과를 보였다(Table 2). 즉 0도 외전 상태에서 내회전 시에는 견갑흉곽운동이 거의 없으나, 외회전 시에는 견갑골이 흉곽에 대해 내측으로 전위되는 것을 알 수 있었다. 견갑면에서 45도 외전 시, 하각에 이르는 거리는 중립 위치에서 평균 11.6cm, 내회전

위치에서 12.5cm, 외회전 위치에서 11.6cm로 (Table 1) 중립-내회전 사이, 그리고 내회전-외회전 사이에는 유의한 차이가 있었고, 중립-외회전 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 3). 이러한 결과는 상각에 이르는 거리에 대한 분석 시에도 마찬가지였다(Table 2). 즉, 0도 외전 시와는 반대로 외회전 시에는 견갑흉곽운동이 거의 없으나, 내회전 시에 견갑골이 외측으로 전위됨을 알 수 있었다. 견갑면에서 90도 외전 시, 하각에 이르는 거리는 중립 위치에서 평균 12.9cm였고,

Table 1. The distance from the inferior angle of the right scapula and the bisecting point perpendicular to line from the 7th cervical through low thoracic spinous process.

	0 degree abduction			45 degree abduction			90 degree abduction		
	Neut	IR	ER*	Neut	IR	ER	Neut	IR	ER
	11.8	9.8	9.3	12.6	13.6	12.2	14.5	16.0	14.2
	9.2	9.2	8.5	10.1	10.6	10.6	11.8	11.9	11.7
	12.3	12.5	10.8	14.2	15.0	13.5	16.1	16.0	15.0
	8.7	8.3	8.0	8.4	11.4	10.1	12.5	13.8	13.3
	7.9	8.3	6.3	9.4	10.4	10.0	9.6	11.4	11.3
	11.0	10.6	9.6	9.5	11.4	10.8	11.2	11.6	11.2
	9.4	9.7	6.5	11.2	11.5	10.1	10.3	11.1	8.1
	13.3	12.7	10.7	14.3	14.3	13.6	14.3	16.3	14.9
	12.3	12.0	11.0	14.0	14.1	13.3	15.3	16.0	14.0
	10.2	10.7	9.3	12.7	13.1	11.6	13.6	14.0	12.7
Av.	10.6	10.4	9.0	11.6	12.5	11.6	12.9	13.8	12.6

* Neut: Neutral rotation, IR: Internal rotation, ER: External rotation

Table 2. The distance from the superior angle of the right scapula and the bisecting point perpendicular to line from the 7th cervical through low thoracic spinous process.

	0 degree abduction			45 degree abduction			90 degree abduction		
	Neut	IR	ER	Neut	IR	ER	Neut	IR	ER
	7.7	7.7	7.3	6.9	6.6	6.4	5.5	5.5	6.3
	8.0	8.0	7.5	7.2	7.5	7.7	6.5	5.0	6.0
	9.4	9.2	9.2	8.0	8.5	8.2	7.3	7.3	7.6
	6.3	6.9	6.3	4.5	6.1	5.5	5.6	5.4	5.9
	6.5	6.8	6.1	6.6	6.9	6.3	6.3	6.3	7.0
	7.9	7.7	7.7	7.9	8.6	7.7	7.4	7.0	7.6
	7.6	7.5	6.5	5.3	6.7	5.5	5.3	4.7	4.0
	10.0	8.9	8.9	7.7	7.9	7.6	6.3	6.3	7.5
	8.0	8.3	7.3	6.1	6.5	6.1	4.7	4.7	5.7
	7.2	7.8	7.0	5.9	6.3	5.9	5.6	5.6	5.9
Av.	7.9	7.9	7.4	6.6	7.2	6.7	6.1	5.8	6.4

Table 3. The results of paired t-test.

	0 degree abduction	45 degree abduction	90 degree abduction
Neut-IR	P>0.05	P<0.05	P<0.05
Neut-ER	P<0.05	P>0.05	P>0.05
IR-ER	P<0.05	P<0.05	P<0.05

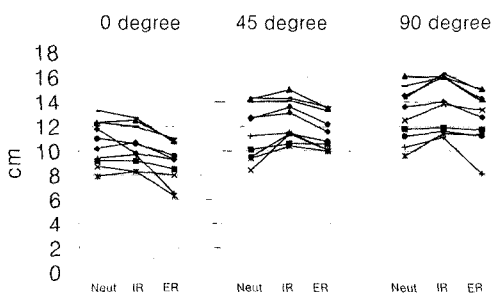


Fig. 2. Graphic display of the changes in the distance to the inferior angle of the scapula at each abduction view.

내회전 위치에서 13.8cm로 증가되었으며, 외회전 시에는 12.6cm로 감소하였다(Table 1). 중립-내회전 사이, 그리고 내회전-외회전 사이에는 유의한 차이가 있었으나, 중립-외회전 사이에는 유의한 차이가 없었다(Table 3). 그런데 0도, 45도 외전시와는 달리 상각에 이르는 거리는 내회전-외회전 사이에서만 유의하게 차이가 있었는데, 하각에서와는 반대로 내회전 시 5.8cm이었던 것이 외회전 시 6.4cm으로 증가함을 관찰 할 수 있었다(Table 2). 즉 90도 외전 상태에서는, 내회전 시 견갑골의 하각은 외측, 상각은 내측으로 견갑골 자체가 회전함을 알 수 있었고, 외회전 시에는 견갑골의 하각은 내측, 상각은 외측으로 회전함을 알 수 있었다(Fig. 2, 3).

고 찰

견관절의 복잡하고 다양한 운동에 대하여 수없이 많은 저서와 문헌이 발표되어 왔다. 이 같은 복잡성은 견관절 운동이 한 개의 관절 만이 아닌 관절와상완관절, 견갑흉곽관절, 견봉쇄골관절, 흉쇄골관절 등 네 개의 관절이 함께 만들어

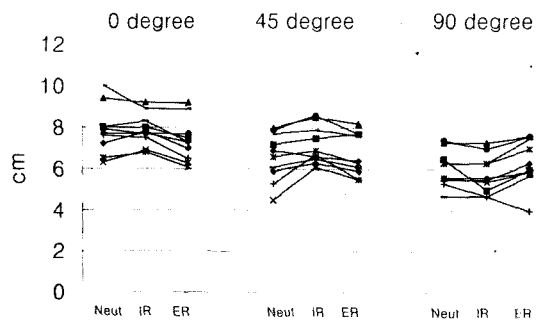


Fig. 3. Graphic display of the changes in the distance to the superior angle of the scapula at each abduction view. Compare the shape of curves in 90 degrees abduction with that in Figure 2.

내는 복잡한 운동이기 때문이다. 그 동안 이 네 개의 관절운동이 견관절 전체의 운동에 각각 어떠한 역할을 하는 지에 대한 연구가 많이 이루어졌으며, 이를 측정하기 위해 수 없이 많은 변수(parameter)의 개발도 이루어져 왔다^{1,9,14)}. 그러나 견관절 외전시 관절와상완관절과 견갑흉곽관절이 어떠한 협조 운동을 하는지에 대해서 문헌마다 각각 다른 견해를 보고하고 있을 정도로 논란이 되고 있으며, 또한 각 방향의 견관절 운동시 상완골두의 전위에 대한 연구도 다양하게 이루어 지는 등 견관절의 동역학적 연구가 활발하게 이루어 지고 있으나, 견관절 외전 외의 다른 면에서의 운동 시에 견갑흉곽관절이 과연 어떠한 역할을 하는지에 대해서는 그 관련 문헌을 찾아보기 어려울 정도이다.

견관절 외전 시 관절와상완운동과 견갑흉곽운동의 관계에 대한 분석에서 Freedman등⁴⁾은 다섯 단계의 외전 위치에서 분석 결과 관절와상완운동과 견갑흉곽운동이 평균 3대 2의 비율로 이루어짐을 보고하였고, Poppen등¹⁴⁾은 관절와상완운동과 견갑흉곽운동이 0도에서 30도 외전 시 4대 1의

비율로, 30도 이상 외전 시 5대 4의 비율로 일어나고, 따라서 30도 외전 이후에 견갑흉곽운동은 30도 외전보다는 상대적으로 많이 발생함을 보고하였다. 또한 이등¹⁾은 관절와상완운동과 견갑흉곽운동비가 평균 1.6대 1로 이루어지며, 상지의 최초 외전 시에는 대부분 관절와상완관절에서 일어나다가 외전의 중간 범위에서는 1.5대 1의 비율로, 그리고 최대 외전 근처에서는 비율이 역전되어, 견갑흉곽운동이 더 많이 발생한다고 보고하였다. 관절와상완운동 시 상완골두의 전위에 대한 연구에서 Poppen등¹⁴⁾과 이등¹⁾은 견갑면상 수동적 외전 시 상완골두의 전위를, Howell등⁸⁾은 수동적 신전시, Harryman등⁶⁾은 상지의 수동적 굴곡 시 상완골두의 전위를 측정하였으며, 이등¹⁾은 견갑골을 능동적으로 운동할 때와 수동적으로 운동할 때 상완골두의 전위에 차이가 있으며, 이는 견관절을 싸고 있는 관절낭과 여러 근육들의 상호작용이 영향을 미치기 때문이라고 주장하였다.

견갑흉곽관절의 역할에 대하여 Paletta등¹³⁾은 견관절 불안정성과 충돌 증후군 환자에서 관절와상완운동과 견갑흉곽운동 사이의 비가 증가함을 보고하였고, Warner등¹⁶⁾은 그의 Moire의 지형 분석(topographic analysis)에서 견관절 불안정성을 보이는 환자에서 양측이 비대칭을 이루는 것을 관찰하고 이것은 견갑흉곽관절이 견관절 안정성에 기여함을 의미한다고 주장하였다. Freedman등⁴⁾과 Saha등¹⁵⁾은 관절와상완운동과 견갑흉곽운동이 조화를 이루기 위해서는 체간과 견갑골을 연결하는 근육이 중요한 역할을 한다고 하였고¹¹⁾, 이중에서 전방 거근과 승모근이 가장 중요한 역할을 한다고 하였다. Leffert등¹¹⁾과 Jobe등¹⁰⁾은 충돌 증후군이나 견관절 불안정성에서 이 두 근육의 약화가 동반된다고 주장하였다. 그리고 Glousman등⁵⁾은 동적 근전도 검사에서 수영과 투구 동작을 자주하는 사람에서 쉽게 피로가 온다고 보고하였다.

본 연구는 견관절의 외전 또는 전방 거상 시 관절와상완관절과 협조운동으로서 이렇게 중요한 역할을 하는 견갑흉곽관절이, 견관절의 회전운동에서는 과연 어떠한 역할을 하는지, 그리고 그 의미가 무엇인지를 파악하기 위한 것으로, 0도, 45도, 90도의 견갑면상 외전 상태에서 견관절의 회

전에 따른 견갑골의 위치의 변화를 관찰하였는데, Browne등³⁾에 의하면 견관절의 거상은 상완골의 외회전을 항상 동반한다고 하였고, 이등¹⁾은 90도 이상의 외전 시 상완골의 외회전이 급격히 증가한다고 보고하여, 저자들은 90도 이상의 외전시에는 이 연구가 의미가 없다고 보고, 90도 이하의 외전에서 회전에 따른 견갑흉곽운동의 변화를 측정하였다. 또한 Hawkins등⁷⁾에 의하면 견관절의 외회전을 측정할 때 견갑흉곽운동을 배제하기 위해 환자를 앙와위에서 검사하도록 하고 있는데, 저자들은 단지 앙와위를 취하는 것이 견갑흉곽운동을 차단할 수 있는지 알아보기 위해 모든 방사선 촬영을 앙와위에서 시행하였다.

연구 결과 0도 외전 상태에서 외회전 시에만 의미있게 견갑골이 내측 전위되고, 45도와 90도 외전 상태에서는 내회전 시에만 의미있게 외측 전위되었는데, 0도 외전 상태에서 내회전 시 변화가 거의 없는 것은 주관절을 신전하고 검사자가 상완골의 원위부를 잡고 내회전시킨 것이 견관절의 내회전을 모두 반영시키지 못한 것이 아닌가 하고 추측하고 있다. 모든 외전 위치에서 내회전과 외회전 사이에 의미 있게 견갑골이 전위 또는 회전을 보였는데, 이는 견관절의 전체의 회전 운동이 단지 관절와상완관절에서만 이루어지는 것이 아니라 관절와상완관절의 정적 억제물(static constraint)이 허용하는 범위 외에 견갑흉곽운동이 견관절 회전에 어느 정도 기여함을 의미한다고 볼 수 있다. 0도 외전 위치에서 내회전의 정적 억제물로 후방 관절낭과 오구상완인대의 일부분이 지목되고 있는데¹²⁾, 이 부분에 있어서 오구상완인대의 역할에 대해 논란이 많다. 외회전 시에는 상관절와상완인대와 오구상완인대의 전방부가 억제물로 역할을 하고, 저위의 외전 상태에서는 중간관절와상완인대가 외회전의 정적 억제물로서 역할을 하며, 90도 외전-외회전 위치에서는 하관절와상완인대의 전방대가, 외전-내회전 위치에서는 하관절와상완인대의 후방대가 기여한다고 알려져 있다¹²⁾. 본 연구 결과에서 0도 및 저위(45도)의 외전 상태에서 내회전 시 견갑골이 다소 외측 전위되었고, 외회전 시 다소 내측 전위되었는데, 이는 견갑골이 회전함으로써 관절와상완관절의 정적 억제물에 의한 회전 제한을 극복하여 견갑골이

견관절의 회전운동에 기여하는 것이라고 쉽게 유추할 수 있으며, 90도 외전 상태에서 내회전 시 견갑골이 외회전하고, 외회전 시 견갑골이 내회전하는 것은 이차원적인 연구이기 때문에 정확하게 언급할 수는 없으나, 수동적으로 상완골을 최대한 외회전 또는 내회전을 하여 주었기 때문에 견갑골이 삼차원적으로 역회전하여 줌으로써 정적 억제물에 의한 상완골 외회전 제한을 보상 시켜 주려는 현상으로 받아들여진다. 이는 견관절 고정술로 관절와상완운동이 없는 경우에 견관절의 내회전 시 견갑홍곽운동이 과도하게 일어나 견갑골이 외회전되고, 견관절의 외회전 시 견갑골이 과도하게 내회전하는 것과 같은 의미로 해석된다.

결 론

저자들은 10명의 건강한 젊은 남자의 우측 견관절에 대하여 0도 외전, 45도 외전, 90도 외전 상태에서 각각 중립위치, 내회전, 외회전시 견갑골의 움직임을 단순 방사선 검사로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 0도 외전 상태에서 외회전 시 견갑골이 내측으로 다소 전위되었다. 그러나 45도 외전 상태에서는 내회전시에 견갑골이 외측으로 전위되었다. 그리고 90도 외전 상태에서는 내회전시 견갑골이 외측으로 회전하였고, 외회전시 내측으로 회전하였다. 임상에서 견관절의 회전 운동을 측정할 때, 견갑홍곽관절운동을 배제하기 위해 견갑골을 검사자의 손으로 고정하거나, 환자를 양와위에서 회전 범위를 측정하는데, 본 연구 결과 최소한 양와위에서는 견관절 회전 시 견갑홍곽관절운동을 결코 배제할 수 없다는 것을 알 수 있었다. 견관절의 회전 운동은 단지 관절와상완관절의 운동만이 아닌 견갑홍곽관절운동의 요소도 포함된다고 볼 수 있었다.

이상과 같은 결론은 단순 방사선 촬영에 의한 이차원적인 검사에 지나지 않아 관상면에서의 견갑홍곽운동만 고려되었을 뿐 삼차원적으로 복잡하게 작용하는 견관절의 운동을 판단하기에는 미흡한 점이 있으리라 생각한다. 그러나 이차원적 연구에서 위와 같이 밝혀진 이상, 삼차원적인 입체 분석에 의한 정확한 규명이 뒤따라야 한다고 생각한다.

REFERENCES

- 1) 이용걸, 임창무 : 정상인의 관상면에서의 관절와상완운동 및 견갑홍곽운동. *대한견주관절학회지*, 1: 93-99, 1998.
- 2) 이용걸, 정덕환, 이천우, 이재훈 : 정상 견관절의 단순 방사선학적 분석. *대한정형외과학회지*, 30: 1242-1248, 1995.
- 3) **Browne AO, Hoffmeyer P, Tanaka S, An KN and Morrey BF** : Glenohumeral elevation studied in three dimensions. *J Bone Joint Surg*, 72-B:843-845, 1990.
- 4) **Freedman L and Munro RR** : Abduction of the arm in the scapular plane: Scapular and glenohumeral movements. A roentgenographic study. *J Bone Joint Surg*, 48-A:1503-1510, 1966.
- 5) **Glousman R, Jobe FW, Tibone J, Moynes MS, Antonelli DA and Perry J** : Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg*, 70-A:220-226, 1988.
- 6) **Harryman DT, Sidles JA, Clark JM, McQuade KJ, Gibb TD and Matsen FA** : Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg*, 72-A:1334-1343, 1990.
- 7) **Hawkins RJ and Bokor DJ** : Clinical evaluation of shoulder problems. In : Rockwood CA and Matsen FA ed. *The shoulder*. 2nd ed. Philadelphia, WB Saunders Co:164-198, 1998.
- 8) **Howell SM, Galinat BJ, Renzi AJ and Marone PJ** : Normal and abnormal mechanics of the glenohumeral joint in the horizontal plane. *J Bone Joint Surg*, 70-A:227-232, 1988.
- 9) **Iannotti JP, Gabriel JP, Schneck SL, Evans BG and Misra S** : The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *J Bone Joint Surg*, 74-A:491-500, 1992.
- 10) **Jobe FW, Moynes DR and Brewster CE** : Rehabilitation of shoulder joint instabilities. *Orthop Clin N Am*, 18:473-482, 1987.
- 11) **Leffert RD and Gumley G** : The relationship between dead arm syndrome and thoracic outlet syndrome. *Clin Orthop*, 223:20-31, 1987.
- 12) **Morrey BF, Itoi E and An KN** : Biomechanics of the shoulder. In : Rockwood CA and Matsen FA ed. *The shoulder*. 2nd ed. Philadelphia, WB

- Saunders Co:233-276, 1998.
- 13) **Paletta GA, Warner JJP, Warren RF, Deutsch A and Altchek DW** : Shoulder kinematics with two-plane x-ray evaluation in patients with anterior instability or rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg*, 6:516-527, 1997.
 - 14) **Poppen NK and Walker PS** : Normal and abnormal motion of the shoulder. *J Bone Joint Surg*, 58-A:195-201, 1976.
 - 15) **Saha AK** : Mechanics of elevation of glenohumeral joint. Its application in rehabilitation of flail shoulder in upper brachial plexus injuries and poliomyelitis and in replacement of the upper humerus by prosthesis. *Acta Orthop Scand*, 44:668-678, 1973.
 - 16) **Warner JJP, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J and Kennedy R** : Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. *Clin Orthop*, 285:191-199, 1992.