

## 견관절 운동면과 상완골 회전에 따른 견관절 가동범위의 차이

김용욱 · 차득영  
연세대학교 보건과학대학 재활학과

이지용  
연세의료원 재활병원 물리치료실

### Abstract

### Shoulder Range of Motion According to Sagittal, Coronal and Scapular Plane and Humeral Rotation

Kim Yong-wook, B.H.Sc., R.P.T.  
Cha Deuk-young, B.H.Sc., R.P.T.

*Department of Rehabilitation, College of Health Science,  
Yonsei University*

Lee Ji-yong, B.H.Sc., R.P.T.

*Dept. of Physical Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital,  
Yonsei University Medical Center*

For effective rehabilitation of the shoulder, physical therapists must have correct knowledge of shoulder movements. The purpose of this study was to determine the relationship between shoulder movements and the rotation of the humerus in the sagittal, coronal and scapular planes. Fifty normal subjects(25 male, 25 female) were tested using a Dualar-plus digital goniometer and an air-splint. The subjects performed active shoulder elevation in each plane with the humerus rotated in both medial and lateral directions. The range of motion(ROM) of the glenohumeral joint was measured three times. The paired t-test was used to determine the difference in ROM between medial and lateral rotation of the humerus. Results showed that, in the sagittal and the coronal planes, there was a significant difference( $p < 0.01$ ) in ROM of the shoulder between medial rotation and lateral rotation which was greater. But in the scapular plane, there was no difference between medial and lateral rotation. Physical therapists should consider these results when the goal of treatment is to increase ROM of the shoulder.

**Key Words** : ROM; Sagittal, coronal and scapular plane; Humeral rotations.

## I. 서론

어깨 관절은 인체에서 운동 범위가 가장 넓고, 구조 또한 복잡하다. 어깨 관절 구조의 복잡성은 운동에 많은 영향을 미친다. 그러나 그 구조가 어떻게 영향을 미치는가의 생체 역학적 기전은 명확히 밝혀져 있지 않다(정인혁 등, 1983). 만약 물리치료사가 어깨의 관절 가동 범위를 증가, 유지시키는데 치료 목적이 있다면 관절의 미세한 움직임의 조합들이 관절 가동 범위에 미치는 영향을 알아야 할 것이다. 예를 들어 정중면(sagittal plane)에서 상완골 굴곡(flexion)시킬 때, 상완골의 외회전(external rotation)이 필요하다(Wells와 Luttgens, 1976). 또한 Knott와 Voss(1969)는 고유 수용성 신경근 촉진법에서 어깨의 굴곡시 내전(adduction)과 외회전을 동반한 운동을 시켜야 한다고 주장했다. 이와는 반대로 Codman (1934)은 상완관절의 굴곡이 최대로 일어나려면 상완골의 내회전(internal rotation)이 반드시 동반되어야 한다고 주장했다. Steindler(1966)는 견관절 인대의 장력으로 인해 상완이 수평면 이상 굴곡되면 상완골은 내회전이 일어난다고 보고했다. De Palma(1984)는 정중면에서 상완을 외회전 상태로 굴곡시킬 때, 수평면 위 45도 이상의 굴곡은 제한되며, 이때 상완골을 45도 정도로 내회전 시키면 완전한 범위의 굴곡을 할 수 있다고 말했다. 이러한 현상에 대해 Palmer와 Blakely(1986)는 견관절 인대의 장력과 상완관절의 구조 그리고 근육의 수동적 장력이 서로 협응작용을 일으키기 때문이라고 보고했다. 그러나 이들의 연구는 어깨를 굴곡시켰을 때 상완골의 회전이 어떻게 일어나는지에 대한 것일 뿐, 이 움직임의 차이가 가져올 수 있는 측정값은 보고된 바 없다.

정중면의 굴곡과는 달리 관상면(coronary plane)에서 어깨외전(abduction)시 상완골의 회전에 의한 관절 가동 범위의 변화는 이미 연구된 바 있다. 만약 상완 외전시 상완골을 내회전 시킨다면 60도 이상의 운동은 일어나기 어

렵다. 이러한 운동 제한은 견봉과 대결절의 충돌(impingement)로 인해 일어나며, 이 충돌이 반복될 경우 견관절 연부조직의 손상을 초래한다. 이 충돌을 최소화하기 위해서는 상완골의 외회전과 외전을 동시에 수행시키면 된다. 이럴 경우 충돌의 최소화뿐만 아니라 안전하게 외전의 최대 관절 가동 범위를 얻게 된다(Lucas, 1973). Cailliet(1980)는 상완골 회전 방향을 제시하진 않았지만 어깨 외전시 완전한 관절 가동 범위를 얻기 위해서는 외전의 마지막 부분에서 반드시 상완골의 종말 회전(terminal rotation)이 일어나야 한다고 주장했다.

인체의 기능적 동작들은 언제나 각 운동면을 따라 정확히 일어나지는 않는다. 물리치료사는 관절 가동 범위를 증가 유지시키는 운동을 실시할 때, 단순한 면에서의 운동뿐만 아니라 일상생활의 기능적 동작을 고려해야 한다. 과거 해부학자들과 인체운동학자들은 관찰을 통해 상지의 기능적 운동은 정중면과 관상면에서 일어나지 않음을 발견했다(Kabat와 Knott, 1953). Steindler(1955)는 관상면에서 앞쪽으로 30도 정도 회전된 상태가 움직임을 위한 자연스런 면이라고 설명하고 이를 견갑면(scapular plane)이라고 했다. Jensen(1980)은 견갑면을 따라 운동할 때는 상완골의 회전이 일어나지 않기 때문에, 어깨 관절의 충돌을 방지하기 위해서 외전은 반드시 견갑면에서만 수행되어야 한다고 주장했다.

물리치료사는 효과적이며 안전한 어깨의 관절 가동 범위를 얻기 위해서는 어깨 운동의 정확한 이해를 필요로 한다. 그러나 지금까지 살펴본 바와 같이 어깨 관절의 운동시 상완골의 회전 방향에 대한 구조적 연구는 있었으나, 그로 인해 관절 가동 범위 값이 어떤 차이가 나는가는 명시되지 않았다. 뿐만 아니라 지금까지의 관절 가동 범위 값은 상완골이 자연스런 자세에 놓여 있을 때 측정되어진 값들이었다. 따라서 견갑면에 대한 관절 가동 범위는 따로 측정되어야 할 것이다.

따라서 본 연구의 목적은 정상 성인에서 상

완골의 회전과 각 운동면에 따른 어깨 관절의 가동 범위를 측정하여 그 값들을 알아보고, 가장 효과적이고 안전하게 최대 관절 가동 범위를 얻을 수 있는 방법을 제시하기 위함이다.

연구의 가설은 다음과 같다.

- 1) 정중면에서의 어깨 굴곡시, 상완을 내회전했을 때가 관절 가동 범위가 클 것이다.
- 2) 관상면의 어깨 외전시, 상완골을 외회전했을 때가 관절 가동 범위가 클 것이다.
- 3) 견갑면에서의 어깨 거상시, 상완골의 회전과 관절 가동 범위의 값들은 유의한 차이가 없을 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 측정 대상 및 측정기간

측정 대상은 근육, 골격 혹은 신경계의 과거 병력이 없고, 관절 운동시 갑자기 통증을 느끼거나 혈관 또는 피부 질환이 없는 사람으로 하였다(Anderson, 1990). 정상인 남자 25명, 여자 25명을 임의로 추출하였고, 연령은 20세에서 30세 사이였다. 측정은 1995년 7월 3일부터 8월 10일까지 실시했다. 연세대학교 메디컬퍼스 백운관에서 측정하였다.

### 2. 측정 방법

3도 이상의 개인 측정 오차를 줄이기 위해 측정자를 집중적으로 측정 요령을 학습, 훈련시키고 상완의 내회전, 외회전을 유지한 상태에서 견관절의 관절 각도를 정확하게 측정하도록 한다. 측정 기구는 쌍경사계(Dualar plus)를 이용하여 측정하였다. 쌍경사계는 Goniometer mode와 Inclinator mode가 있는데 본 연구에서는 Inclinator mode를 사용하였다. 고정자(fixed sensor)를 견갑골의 전극하와(infraspinatus fossa)에 고정시키고 가동자(moving sensor)를 상완골에 고정시켜 상완관절의 각도를 측정하였다. 가동자는 운동 시작시 영점(zero) 조정을 하고, 운동후 고정점

(hold)을 확인하여 측정값을 얻으며 고정자와 가동자의 머리 부위가 같은 방향, 같은 면에 놓이도록 해야 오차를 줄일 수 있다. 본 연구에 사용된 쌍경사계의 측정 오차는 0.03% 미만이다.

상완 회전량을 일정하게 유지하기 위한 방법으로 피검자의 주두(olecranon)와 외상과(lateral epicondyle)의 위치를 표시한 후, 전박(forearm)을 완전 외회(full supination)시켜, 주관절 위치에 1 cm 간격으로 눈금을 매긴 공기부목(air splint)으로 고정시켰다. 내회전은 바깥에서 보았을 때 주두가 정중양에 오도록 하여 유지시키고, 외회전은 바깥에서 보았을 때 외상과가 정중양에 오도록 한 다음 상지를 거상시켰다.

각 면(plane)의 정확도는 높이 2 m의 나무막대를 이용하여 굴곡은 정중면, 외전은 관상면, 그리고 견갑면은 관상면에서 30도 앞쪽으로 기울인 방향에서 막대를 손끝의 전방에 세우고 막대를 따라 움직이게 하였다.

### 3. 분석방법

본 연구의 자료는 각각의 운동면에서 상완골의 내회전과 외회전에 따른 관절가동범위의 차이를 알아보기 위해 각 운동집단간 짝비교 t-검정을 실시했다. 모든 분석의 유의수준은 0.01로 했다.

## III. 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구 대상자 50명 중 남자가 25명(50.0%), 여자가 25명(50.0%)이며, 연령은 1995년 8월 1일을 기준으로 최저 18세에서 최고 29세까지 분포되었는데 평균 연령은 22.7세이다. 연구 대상자는 전원 어깨 관절에 병변이나 기타 과거 병력이 없는 자로서 연구의 목적 및 방법을 숙지한 후 실험에 참여하였다(표 1).

**표1. 측정 대상의 일반적 특징**

	남자 (n=25)	여자 (n=25)	전체 (n=50)
나이(yr)	22.60	22.88	22.74
몸무게(Kg)	65.68	52.12	58.90
키(cm)	173.00	160.60	166.80

## 2. 측정 방법

3도 이상의 개인 측정 오차를 줄이기 위해 측정자를 집중적으로 측정 요령을 학습, 훈련시키고 상완의 내회전, 외회전을 유지한 상태에서 견관절의 관절 각도를 정확하게 측정하도록 한다. 측정 기구는 쌍경사계(Dualar plus)를 이용하여 측정하였다. 쌍경사계는 Goniometer mode와 Inclinator mode가 있는데 본 연구에서는 Inclinator mode를 사용하였다. 고정자(fixed sensor)를 견갑골의 견극하와(infraspinatus fossa)에 고정시키고 가동자(moving sensor)를 상완골에 고정시켜 상완 관절의 각도를 측정하였다. 가동자는 운동 시작시 영점(zero) 조정을 하고, 운동후 고정점(hold)을 확인하여 측정값을 얻으며 고정자와 가동자의 머리 부위가 같은 방향, 같은 면에 놓이도록 해야 오차를 줄일 수 있다. 본 연구에 사용된 쌍경사계의 측정 오차는 0.03% 미만이다.

상완 회전량을 일정하게 유지하기 위한 방법으로 피검자의 주두(olecranon)와 외상과(lateral epicondyle)의 위치를 표시한 후, 전박을 완전 외회(full supination)시켜, 주관절 위치에 1 cm 간격으로 눈금을 매긴 공기부목(air splint)으로 고정시켰다. 내회전은 바깥에서 보았을 때 주두가 정중앙에 오도록 하여 유지시키고, 외회전은 바깥에서 보았을 때 외상과가 정중앙에 오도록 한 다음 상지를 거상시켰다.

각 면(plane)의 정확도는 높이 2 m의 나무

막대를 이용하여 굴곡은 정중면, 외전은 관상면, 그리고 견갑면은 관상면에서 30도 앞쪽으로 기울인 방향에서 막대를 손끝의 전방에 세우고 막대를 따라 움직이게 하였다.

## 3. 분석방법

본 연구의 자료는 각각의 운동면에서 상완골의 내회전과 외회전에 따른 관절가동범위의 차이를 알아보기 위해 각 운동집단간 짝비교 t-검정을 실시했다. 모든 분석의 유의수준은 0.01로 했다.

## Ⅲ. 결과

### 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구 대상자 50명 중 남자가 25명(50.0%), 여자가 25명(50.0%)이며, 연령은 1995년 8월 1일을 기준으로 최저 18세에서 최고 29세까지 분포되었는데 평균 연령은 22.7세이다. 연구 대상자는 전원 어깨 관절에 병변이나 기타 과거 병력이 없는 자로서 연구의 목적 및 방법을 숙지한 후 실험에 참여하였다(표 1).

### 2. 측정 결과

연구 대상자 50명의 상완골을 각각 내회전, 외회전시켜 정중면, 관상면 그리고 견갑면에서 어깨를 거상시켜 측정한 값은 표 2와 같다.

**표2.** 어깨 관절 운동면과 상완골 회전에 따른 어깨 관절 가동 범위의 측정 결과

	최소값	최대값	평균	표준편차
V1*	115.00	173.00	147.42	12.36
V2	63.00	143.00	106.80	18.47
V3	40.00	134.00	75.14	19.55
V4	94.00	151.00	123.20	14.01
V5	76.00	144.00	109.06	13.14
V6	74.00	133.00	109.98	12.71

- \*V1 : 정중면에서 상완골 내회전시의 굴곡 범위
- V2 : 정중면에서 상완골 외회전시의 굴곡 범위
- V3 : 관상면에서 상완골 내회전시의 외전 범위
- V4 : 관2상면에서 상완골 외회전시의 외전 범위
- V5 : 견갑면에서 상완골 내회전시의 거상 범위
- V6 : 견갑면에서 상완골 외회전시의 거상 범위

**3. 비교 분석**

- 1) 정중면에서의 상완골 내, 외회전간의 굴곡 범위의 평균은 각각  $147.42 \pm 12.36$ ,  $106.80 \pm 18.47$ 로 두 측정치의 평균 사이에는 유의한 차이가 있었다.  
정중면에서의 상완골 내, 외회전간의 굴곡

**표3.** 정중면에서의 상완골 내, 외회전간의 굴곡 범위 비교

	평균 $\pm$ 표준편차	t-값	2-tail Prob.
V1*	$147.42 \pm 12.35$	12.49	.000
V2	$106.80 \pm 18.47$		

- \*V1 : 정중면에서 상완골 내회전시의 굴곡 범위
- V2 : 정중면에서 상완골 외회전시의 굴곡 범위

- 2) 관상면에서의 상완골 내, 외회전의 외전 범위의 평균은 각각  $75.14 \pm 19.55$ ,  $123.20 \pm 14.01$ 로 두 측정치의 평균 사이에는 유의한 차이가 있었다.  
관상면에서의 상완골 내, 외회전간의 외전

**표4.** 관상면에서의 상완골 내, 외회전간의 외전 범위 비교

	평균±표준편차	t-값	2-tail prob.
V3*	75.14±19.55	-15.30	.000
V4	123.20±14.01		

\*V3 : 관상면에서 상완골 내회전시의 외전 범위  
V4 : 관상면에서 상완골 외회전시의 외전 범위

- 3) 견갑면에서의 상완골 내, 외회전간의 거상 범위의 평균은 각각 109.06±13.14, 109.98±12.71로 두 측정치의 평균 사이에는 유의한 견갑면에서의 상완골 내, 외회전간의 거상 차이가 없었다.

**표5.** 견갑면에서의 상완골 내, 외회전간의 거상 범위 비교

	평균±표준편차	t-값	2-tail prob.
V5*	109.06±13.14	-.59	.560
V6	109.98±12.71		

\*V5 : 견갑면에서 상완골 내회전시의 거상 범위  
V6 : 견갑면에서 상완골 외회전시의 거상 범위

**IV. 결과**

**1. 측정 도구와 측정 방법에 대한 고찰**

관절가동범위 측정방법은 각도계에 의한 방법, 추(pendulum)를 이용한 방법, 전자측각계를 이용한 방법이 있다. 본 연구에서는 쌍경사계를 이용하여 측정하였다. 쌍경사계에는 Goniometer mode와 Inclinator mode가 있는데 본 연구에서는 Inclinator mode를 사용하였다. 공기 부목을 이용하여 주관절을 고정하였으므로 전박의 회외로 인한 상완골 회전의 영향은 줄일 수 있었으나, 어깨 관절

가동 범위 측정에 있어서 머리와 닿게 되어 관절 가동 범위에 제한을 주는 요소가 될 수 있었다. 거상 범위가 종말에 다가갈수록 피검자들의 상완골이 회전되는 현상이 나타나, 이를 방지하기 위해 손으로 피검자의 어깨 관절을 축지하여 회전이 일어날 경우 운동을 정지시키거나, 재시행하였다. 각 피검자마다 고정자와 가동자를 같은 위치에 부착하고 영점을 동일한 위치에서 잡았는지가 측정오차의 한 요인이 될 수 있었다.

## 2. 연구 결과에 대한 고찰

Wells 등(1976)은 정중면에서 상완을 거상시킬 때 상완골의 외회전이 필요하다고 주장했고, Codman 등(1934)은 상완관절의 굴곡이 최대로 일어나려면 상완골의 내회전이 동반되어야 한다고 주장했다. 본 연구의 결과는 Codman 등의 주장과 유사한 점을 보이고 있다. 결과에 대한 이론적 근거로 해부학, 운동학에서는 삼각근의 앞쪽 근섬유들(anterior fiber)과 대흉근의 쇄골 섬유들(clavicular fibers) 그리고 상완 이두근이 어깨 굴곡근으로 작용하는데 이중 삼각근의 앞쪽 근섬유들과 대흉근의 쇄골 섬유들은 동시에 상완을 내회전 시키는 것으로 알려져 있다(Raymond, 1984). 따라서 물리치료사가 어깨 관절 굴곡에 제한이 있는 환자를 평가 혹은 운동시 외전과 외회전을 동반시켜 평가하는 것처럼 반드시 내회전을 고려하여 평가 혹은 운동을 실시해야 한다.

상완골을 내회전시켰을 때 어깨 굴곡 관절 가동 범위가 현저히 높게 나타났다는 것은 어깨 굴곡 운동시에 최대 관절 가동 범위를 얻기 위해서는 상완골의 적당한 회전이 동반되어야 함을 보여준다. 또한 상완골을 내회전시킨 굴곡은 어깨에 부적절한 힘을 주지 않음으로 안전하게 운동시킬 수 있다. 관상면에서는 Cailliet(1980)와 Lucas(1973)의 주장과 같이 상완골의 외회전을 동반했을 때에 충돌의 최소화와 관절 가동 범위의 최대화를 얻고 있음을 본 실험에서 볼 수 있었다.

Lucas에 의하면 만약 상완 외전시 상완골을 내회전 시킨다면 60도 이상의 운동은 불가능하다고 하였으나 본 연구에서는 평균 약 75도로 나왔다. 이는 측정시 피검자의 능동적인 내회전을 정확하게 유지시키기가 어려웠기 때문이라 생각된다. 또한 측정 도구의 사용과 측정 방법에 오류가 있었기 때문이라 판단된다.

과거 해부학자들과 인체운동학자들은 상지의 기능적인 운동이 견갑면에서 일어난다고 주장했다(Kabat와 Knott, 1953). 이들의 주장을 근거로 본 연구의 결과와 비교해 볼 때, 어깨의

기능적 움직임은 상완골의 회전에 영향을 받지 않는 범위에서 일어난다고 생각된다. 상완골 회전이 영향을 미치지 않는다는 것은 어깨 관절의 특정한 부분에 힘이 집중되지 않는 것이라고 볼 때, 어깨 관절의 구조물이 관절 가동 범위를 제한하지 않음을 말해 준다. 따라서 견갑면에서의 운동은 어깨 관절에 무리한 힘을 가하지 않게 되므로 어깨 손상, 마비측 어깨, 손상의 위험이 있을 경우 관절 가동 범위 운동에 적용된다면 안전하게 관절운동을 할 수 있게 될 것이다.

앞으로 연구에서는 고유 수용성 신경근 촉진법에서의 대각선 패턴(diagonal pattern)이 어깨 구조에 미치는 영향을 관절 생리학적인 면과 해부학적, 인체 운동학적인 면에서 다루어 보아야 할 것이다. 또한 어깨에 병변을 가진 환자를 대상으로한 어깨 관절의 가동 범위에 대한 연구도 필요하다.

## V. 결론

1995년 7월 3일부터 1995년 8월 10일까지 정상인 여자 25명, 남자 25명을 대상으로 어깨 관절 운동면과 상완골 회전에 따른 어깨 관절 가동 범위의 차이에 대해 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 정중면에서의 어깨 굴곡시 상완의 내, 외회전과 관절 가동 범위는 유의한 차이가 있었다( $p < 0.01$ ).
2. 관상면에서의 어깨 외전시 상완의 내, 외회전과 관절 가동 범위는 유의한 차이가 있었다( $p < 0.01$ ).
3. 견갑면에서의 어깨 거상시 상완의 내, 외회전과 관절가동범위는 유의한 차이가 없었다( $p > 0.01$ ).

본 연구의 결과로 보아 치료시 치료사가 능동 혹은 수동적인 어깨 관절 가동 범위의 증가를 치료 목표로 삼는다면 안전하고 효과적인 치료를 위해 정중면에서는 내회전, 관상면에서

는 외회전을 고려하여 운동시켜야 하며, 기능적인 운동 치료를 위해서는 견갑면에서의 관절가동 범위 운동을 실시해야 할 것이다.

## 인용문헌

정인혁 외 3인 . 한국인 성인 견갑골의 형태학적 연구. 대한해부학회지. 1983; 16(2): 273-277.

Anderson B. Why Stretch: Indication of stretching. Stretching for Every Fitness & For Sports. California Shelter Publication Co.,1990.

Cailliet R. The Shoulder in Hemiplegia. Philadelphia, PA: F.A Davis Co.,1980; 18-20,35-36.

Codman EA. The Shoulder. Boston, MA: Todd. 1934;18-52.

De Palma AF. Surgery of The Shoulder. ed 2. New York, NY: Harper & Row Publishers Co.,1973;65-87.

De Palma AF. Surgery of The Shoulder. ed 3. Philadelphia, PA J.B Lippincott Co., 1983.

Jensen EM. The hemiplegic shoulder. Scand J Rehabil Med. 1980;12(suppl):113-119.

Kabat H, Knott M. Proprioceptive facilitation technics for treatment of paralysis. Phys Ther. 1953;33(Rev):53-64.

Knott M, Voss D. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns and Techniques. ed 2. New York, NY: Harper & Row Publishers Co.,1969;42-49.

Lucas DB. Biomechanics of The shoulder joint. Arch Surg. 1973;107:425.

Palmer ML, Blakely RL. Documentation of medial rotation accompanying shoulder flexion. Phys Ther. 1986;66(1):55-58.

Palmer ML, Raymond LB. Analysis of

rotation accompanying shoulder flexion. Phys Ther. 1984;64(8):1214-1216.

Steindler A. Kinesiology of Human Body under Normal and Pathological Conditions. Springfield, IL: Thomas. 1955.

Wells KF, Luttgens K. Kinesiology. Philadelphia, PA: W.B Saunders Co., 1976;89-90.