대한관절경학회지 제4권 제2호 2000
Journal of Korean Arthroscopy Soc.
Volume4,Number2, December, 2000

자기공명 영상 및 3차원 영상을 이용한 견관절 관절낭-인대의 해부학적 연구. 역동학적 생체연구

한양대학교 의과대학 정형외과학교실, 진단 방사선과학교실*, 계량의학교실**, 해부학교실***

박태수· 최일용· 주경빈*· 김선일**· 김준식**· 백두진***

A Study of the Capsuloligamentous Anatomy of the Glenohumeral Joint Using Magnetic Resonance Imaging and Three-Dimensional Imaging. Dynamic In Vivo Study

Tae-Soo Park, M.D., Il-Yong Choi, M.D., Kyung-Bin Joo, M.D.*, Sun-Il Kim, Ph.D., Jun-Sic Kim, M.S.**, and Doo-Jin Paik, M.D.*****

Department of Orthopaedic Surgery, Department of Diagnostic Radiology, Department of Biomedical Engineering**, Department of Anatomy****
Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

ABSTRACT : Purpose : The purpose of this study is to demonstrate changes in the orientation of the glenohumeral ligaments(GHL) in different degrees of abduction and rotation of the normal healthy individuals.

Materials and Methods : Saline Magnetic Resonance(MR) arthrography of nine consecutive shoulders of normal healthy adults were checked. At that time, MR images were obtained in three different positions of abduction and external rotation(0°and 0°, 45°and 25°, 90°and maximum, respectively). From a series of consecutive MRI, three-dimensional images were reconstructed after detecting the location of the middle glenohumeral ligament(MGHL) and the inferior glenohumeral ligament(IGHL) using workstation computer.

Results : The shape of the MGHL was taken in double curved, and straight, and finally curved again in three different positions of the shoulder in sequence. On the other hand, the shape of the IGHL was obliquely positioned, and curvilinear, and finally straight and extended at lower part of the anterior surface of the humeral head.

Conclusions : At 45° of abduction and 25°of external rotation, and at 90°of abduction and maximal external rotation of the shoulder, the MGHL and the IGHL had the role of the most important static stabilizer of the glenohumeral joint repectively.

KEY WORDS : Shoulder, Capsuloligamentous anatomy, Magnetic Resonance imaging, Three-dimensional imaging

서 론

견관절은 신체 부위 중 가장 운동범위가 큰 반면, 상대적으로 불안정한 관절로서, 그 안정성에 기여하는 구조물 가운데 정적 구조물(static structure)인 관절낭-인대의 역할은 지극히 크다고 하겠다. 관절와 상완 관절을 둘러싸고 있는 관절낭 및 관절와 상완 인대는 견관절의 운

* Address reprint requests to
Tae-Soo Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Kuri Hospital,
Hanyang University College of Medicine, Kuri-City, Korea
Tel : 82-31-560-2314, Fax : 82-31-557-8781
E-mail : parkts@email.hanyang.ac.kr

* 본 논문은 한양대학병원 임상교수 연구비 지원으로 작성되었음.

동에 따라 그 방향 및 길이의 변화들이 수반된다[8].

본 연구의 목적은 건강한 정상 견관절의 외전 및 외회전 등 각기 다른 운동자세에 따른 관절와 상완 인대 특히 중 관절와 상완 인대 및 하 관절와 상완 인대들의 해부학적 구조의 변화를 자기공명 영상 및 이를 이용하여 합성한 3차원 영상을 통하여 관찰하는데 있다.

연구 대상 및 방법

견관절 병변 및 동통의 병력이 없는 건강한 남녀 9명(남 1명, 여 8명)을 대상으로 하였으며, 10~15㎖의 생리식염수를 후방 접근법으로 관절와 상완 관절에 직접 주입한 다음 견관절 운동을 모든 방향으로 천천히 시킨 후 자기공명 영상을 촬영하였다. 자기공명 영상은 1.5 Tesler Signa MR system(General Electric Medical System, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A.) 및 surface neck coil을 이용하여 1mm 간격으로 절편 두께(slice thickness)를 주어 연속 촬영하였다.

개개인 마다 0° 외전 및 0° 외 회전, 45° 외전 및 25° 외회전, 그리고 90° 외전 및 최대 외 회전 등 세가지 다른 견관절 자세를 취한 후 axial 및 sagittal image 등 2가지 각도의 자기공명 영상을 찍었다. 3차원 영상을 위한 3차원 부피(three-dimensional volume)를 주기 위해서는 oblique image를 얻을 수 없으며, 이때 SPGR(spoiled gradient echo) 기법을 사용하였다. 즉 volume mode를 얻기 위해 TR 시간을 50msec 이하로 줄여서 스핀에코 T1 강조영상(T1-weighted image)에 가까운 영상을 얻도록 설계된 fast scan pulse sequence 기법을 사용하였다. 그리고 각각의 영상 사진에서 중 관절와 상완 인대 및 하 관절와 상완 인대들을 computer를 이용하여 선택하였다. 이때 고해상 자기공명 영상은 두께 1mm, 화소(pixel)의 크기 0.5~1.0mm×0.5~1.0mm였으며, Analyze AVW 2.0(Analyze for Unix Workstation) program의 software 및 workstation computer(SUN®)를 이용하여 3차원 영상을 재구성하였다. 이 과정에서 연출기법(rendering technique)은 컴퓨터 연산법(computer algorithm)을 사용하였다. 이렇게 재구성하여 만들어진 3차원 영상은 monitor 화면상에서 다양한 각도로 임의적으로 움직여서 관찰하였다.

결 과

다양한 견관절의 위치변화 후 재구성한 중 관절와 상완 인대 및 하 관절와 상완 인대의 길이, 위치 및 방향들은 개개인에 따라 다소의 오차가 있었으나 전반적으로 일정한 공통점을 찾을 수 있었다. 각 인대의 실제 길이의 변화를 측정할 수 있는 사체 해부를 통한 다른 연구와는 달리, 자기공명 영상으로부터 3차원 영상을 만들었으므로 각 인대들의 전반적인 형태와 대체적인 길이의 변화 만을 관찰할 수 있었다. 상완골 두를 구로 가정하였을 때 그 중심을 지나는 원주를 적도(equator)로 하는 가상적인 선을 그어 이를 기준점으로 computer를 이용하여 관절와 상완 인대의 길이, 위치 및 방향의 변화를 측정하였다. 3차원적인 구조물의 주행하는 각도를 수치화하여 발생할 수 있는 오차를 없앴으며 이들의 계측치를 절대값이 아닌 각기 다른 견관

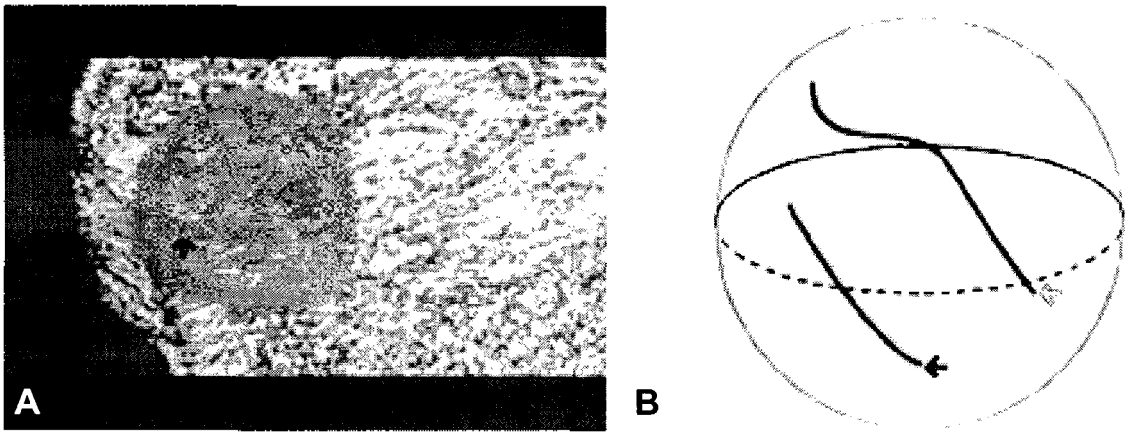

Fig. 1. 3-dimensional imaging(Fig. 1-A) and its schematic drawing(Fig. 1-B) of left shoulder in 0°of abduction and 0°of external rotation. Left side of the picture is medial side of the humeral head. Blue color means the capsule of the glenohumeral joint. The elliptical line means the anterior equator, and the dotted elliptical line means the posterior equator of the humeral head.
⇨ : middle glenohumeral ligament(MGHL)
➔ : inferior glenohumeral ligament(IGHL)

절 각도에 따른 관절와 상완 인대들의 형태변화와 상대적 위치를 비교하였다.

견관절을 0° 외전 및 0° 외 회전한 상태에서, 중 관절와 상완 인대는 상완골 두의 전면 내측 관절와 쪽에서는 적도면의 상부에 위치하였다가 외측 상완골 해부학적 경부 쪽으로 갈수록 적도의 하부로 낮게 위치하면서 끝났으며, 내측 상부에서는 가운데 부분이 아래 부분으로 볼록한 모양이다가 가운데에 이르러서는 위쪽으로 볼록한 모양으로 바뀌어 졌으며(Fig. 1:⇦), 하 관절와 상완 인대는 상완골 두의 전면 내측 관절와 쪽에서는 적도 아래에서 시작하여 완만한 곡선 모양으로 외측 상완골 해부학적 경부 쪽으로 갈수록 관절낭의 가장

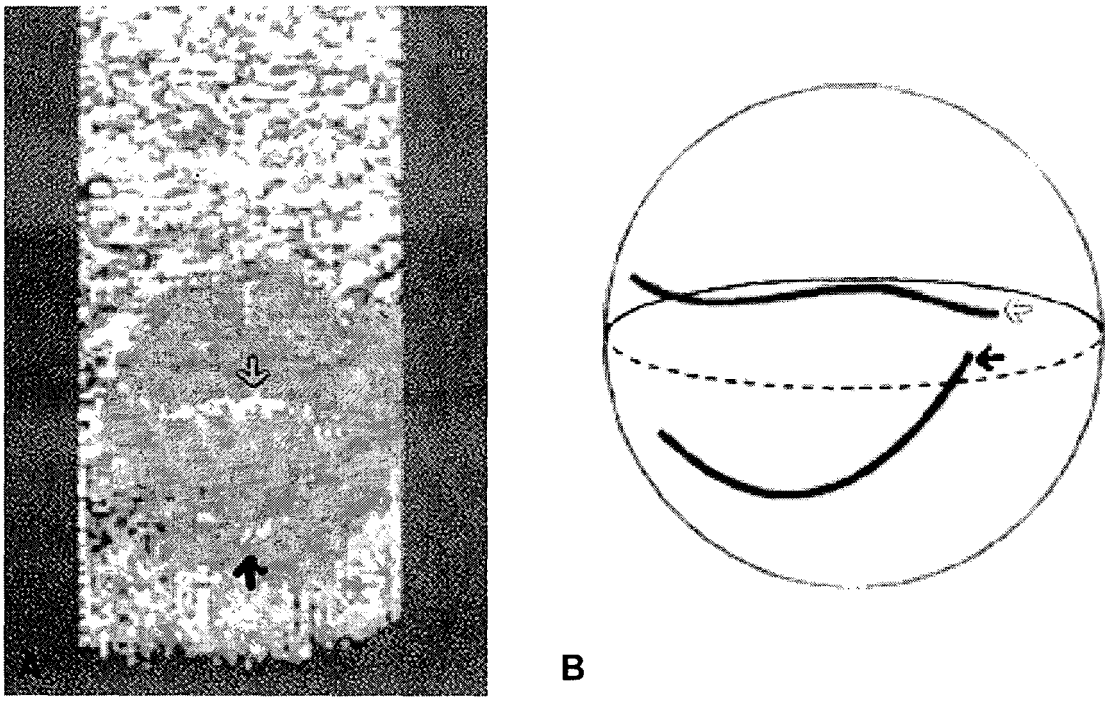

Fig. 2. 3-dimensional imaging(Fig. 2-A) and its schematic drawing(Fig. 2-B) of left shoulder in 45°of abduction and 25°of external rotation.
⇦ : middle glenohumeral ligament(MGHL)
➔ : inferior glenohumeral ligament(IGHL)

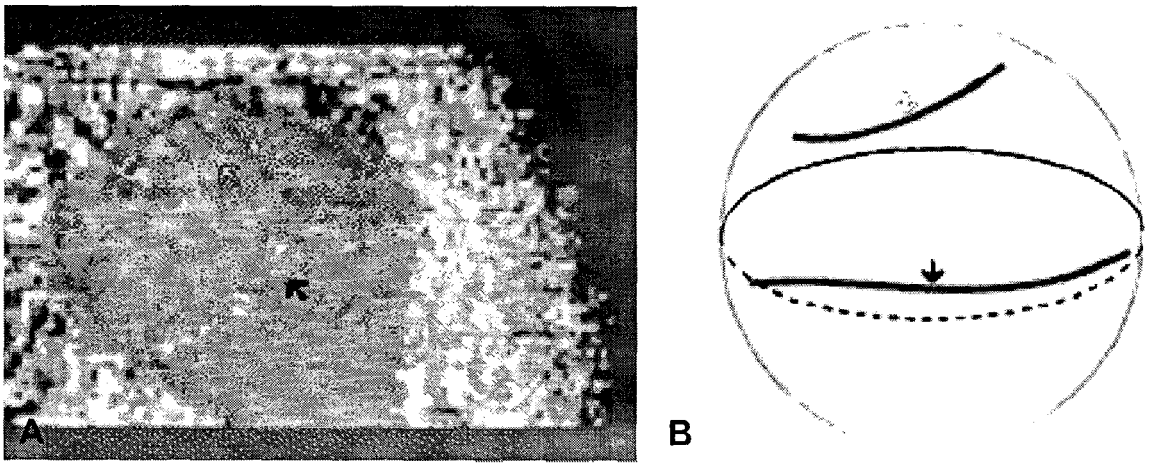

Fig. 3. 3-dimensional imaging(Fig. 3-A) and its schematic drawing(Fig. 3-B) of left shoulder in 90°of abduction and maximal external rotation.
⇦ : middle glenohumeral ligament(MGHL)
➔ : inferior glenohumeral ligament(IGHL)

아래 부분에 근접하게 위치하면서 끝났다(Fig. 1:➔).

견관절을 45° 외전 및 25° 외 회전한 상태에서, 중 관절와 상완 인대는 0° 외전 및 0° 외 회전한 상태의 그것에 비하여 상완골 두의 전면 적도에 가깝게 신장되어 거의 직선에 가까운 비스듬한 주행을 보인 반면(Fig. 2:➔), 하 관절와 상완 인대는 상완골 두의 전면 적도 아래에 위치하며 아래쪽으로 볼록한 곡선 모양을 보였다(Fig. 2:➔).

견관절을 90° 외전 및 최대 외 회전한 상태에서, 중 관절와 상완 인대는 45° 외전 및 25° 외 회전한 상태의 그것에 비하여 상완골 두의 전면 적도의 상부 위치에 내측 관절와 쪽에서는 낮게 위치하고 외측 상완골 해부학적 경부 쪽으로 갈수록 상완골 두의 전면 상부에 점점 높게 위치하며 아래쪽으로 완만하게 볼록한 곡선 모양을 보인 반면(Fig. 3:➔), 하 관절와 상완 인대는 신장되어 내측 관절와 쪽에서 상완골 두의 전면 하방에 거의 직선에 가깝도록 비스듬히 위치하였다(Fig. 3:➔).

고 찰

견관절은 고도의 기능성을 가진 운동범위가 큰 관절이지만, 인체 내에서 탈구되는 가장 흔한 관절로서 그 빈도는 약 50%를 차지한다[1]. 견관절 불안정증에 관여하는 해부학적 지식 및 병리 생리에 대한 생역학적 이해가 증대함에 따라 그 치료 또한 좋은 결과들을 예측할 수 있게 되었다[2]. 다른 관절에 비하여 상대적으로 불안정하게 이루어진 견관절의 안정성에 기여하는 구조물은 정적 구조물(static structure)과 역동적 구조물(dynamic structure)로 크게 대별할 수 있으며, 그 중 전자의 구조물 가운데 관절낭-인대의 역할은 지극히 크다고 하겠다. 그러나 관절낭-인대의 발달 정도와 크기 등은 항상 일정하지 않고 변화가 심하며, 관절낭의 각각의 부분은 견관절의 능동적 운동에 따라 견갑골 관절와 내에 상완골 두를 강제로 머물 수 있도록 하고, 견관절의 과도한 전위나 회전을 방지하는 역할들을 하며[4,5,7,10], 또한 위치감각의 복합적인 감각양식을 통하여 회전근 개 근육들의 수축을 조정하는 구심성(afferent) feedback을 제공하는 기능들을 한다[3].

관절낭과 관절와 상완 인대의 구조물들을 평가하기 위하여 모든 예에서 관절와 상완 관절 내로 생리식염수를 주입한 후 자기공명 영상들을 찍었다. 자기공명 영상이 비침습적인 방법 임에도 불구하고 관절와 상완 인대-순 복합체의 구조물을 잘 보기 위하여 견관절 내로 조영물질(contrast agent)을 주입한 후 자기공명 영상을 찍었으며, 특히 생리식염수를 쓴 경우에는 T2 강조영상에서 탁월한 조영(contrast)을 얻을 수 있고 생리학적으로 안전하다는 장점들이 있다[6]. 자기공명 영상으로부터 3차원 영상을 얻기 위하여 자기공명 영상을 찍을 때 SPGR(spoiled gradient echo) 기법을 사용하였다. 자기공명 영상을 촬영할 때 좁은 촬영 공간(chamber) 안에서 여러 가지의 자세를 취하기 위해서는 견관절 폭이 좁은 연구 대상자를 선택하여야 하고, 여러 가지 자세에서 1mm의 절편 두께로 촬영하였기 때문에 대상자들의 적극적인 협조가 필요하였으며, 각각의 자기공명 영상에서 중 관절와 상완 인대 및 하 관절와 상완 인대를 선택할 때 해부학적인 지식을 필요로 하였으며 이때 주관적인 오류가 발생할 소지가 있는 등 여러 가지 어려운 점들이 있었다.

관절와 상완 인대의 길이가 길어지고 모양이 곡선에서 직선으로 변화할 때 정적 안정화 구조물로서의 기능이 활성화된다는 가정 하에 본 연구를 하였다. 그러나 관절와 상완 인대의 시작과 끝 지점들이 상완골 두, 관절와 및 견갑 경부에 부착되는 정확한 지점을 의미하고 각 인대의 실제 길이의 변화를 측정할 수 있는 사체 해부를 통한 다른 연구와는 달리, 자기공명 영상으로부터 3차원 영상을 만들었으므로 각 인대들의 전반적인 형태와 대체적인 길이의 변화 만을 관찰할 수 있었다. 특히 관절와 상완 인대들의 길이는 3차원 영상을 2차원적인 사진에 담았기 때문에 같은 길이라도 중심부위에서는 길게 보이지만 내, 외측으로 갈수록 짧게 보이고 computer를 이용하여 계측한 실제 길이는 서로 별 차이가 없었기 때문에 본 연구에서는 수치화하거나 통계 처리하지 않았다. 그리고 상완골 두를 구로 가정하고 그 중심을 지나는 가상 선인 적도를 긋고 관절와 상완 인대의 기울어진 주된 방향으로 선을 그은 후 이 두 선이 이루는 각을 각각 2차원적으로 계산하였지만 통계학적으로 의미있는 차이는 없었으며, 이 또한 3차원적인 구조물의 주행하는 각도를 수치화하기 보다는 상대적으로 비교하여 관찰하기 위한 정도로 이해하는 것이 타당하다 하겠다.

견관절이 0° 외전 및 0° 외 회전에서 점차 움직여 45° 외전 및 25° 외 회전에 이르면 중 관절와 상완 인대는 적도 상하부에 걸친 이중 곡선 형태에서, 신장되어 거의 직선 형태로 바뀌고 적도 부근에 위치하다가 90° 외전 및 최대 외 회전에 이르면 적도 상부에 위치하면서 완만한 곡선 형태를 보였다. 그리고 하 관절와 상완 인대는 0° 외전 및 0° 외 회전과 45° 외전 및 25° 외회전 때보다 90° 외전 및 최대 외 회전에서 상완골 두의 전면 하방에 거의 직선 형태로 바뀌고 신장 되어 비스듬히 위치하였다. 즉 45° 외전 및 25° 외 회전 위치에서는 중 관절와 상완 인대가, 90° 외전 및 최대 외 회전 상태인 cocking 위치에 이르면 하 관절와 상완 인대가 각각 신장되고 직선에 가까운 모양으로 바뀌어 관절와 상완 관절의 중요한 정적 안정화 구조물로서 작용한다고 생각되며, 이는 Turkel 등[7]의 결과와 일치된 소견을 보였다.

결 론

견관절의 생역학을 이해하는데 있어서 견관절의 위치 변화에 따른 관절와 상완 인대의 위치와 모양의 변화에 대한 해부학적인 지식을 가지는 것이 중요하다. 견관절을 0° 외전 및 0° 외 회전 위치로부터 점차 움직여서 45° 외전 및 25° 외 회전에 이르면 중 관절와 상완 인대가, 90° 외전 및 최대 외 회전 상태인 cocking 위치에 이르면 하 관절와 상완 인대가 각각 신장되어 직선에 가까운 변화를 보여 이들 구조물들이 특정 위치에서의 견관절 안정화에 기여한다고 생각되며 이는 생체 상태에서 이루어진 역동학적 연구로서 의미가 크다고 사료된다.

REFERENCES

1) Caborn DNM, Coen M, Urban WP and Johnson DL : Arthroscopic treatment of post-traumatic unidirectional anterior glenohumeral instability. In : Fu FH, Ticker JB and Imhoff AB eds. *An atlas of shoulder surgery*. 1st ed. London, Martin Dunitz Limited: 63-73, 1998.
2) Declercq G : Arthroscopic stabilization of shoulder instability. In : Copeland S ed. *Shoulder surgery*. 1st ed. London, WB Saunders Company Limited : 209-215, 1997.
3) Lephart SM, Warner JJP, Borsa PA and Fu FH : Proprioception of the shoulder in healthy, unstable, and surgically repaired shoulders. *J Shoulder Elbow Surg* 3:371-380, 1994.
4) O'Connel PW, Nuber GW, Mileski RA and Lautenschlager E : The contribution of the glenohumeral ligaments to anterior stability of the shoulder joint. *Am J Sports Med* 18:579-584, 1990.
5) Terry GC, Hammon D, France P and Nowood LA : The stabilizing passive function of shoulder restraints. *Am J Sports Med* 19:26-34, 1991.
6) Timan PFJ, Stauffer AE, Crues JV III, et al : Saline Magnetic Resonance arthrography in the evaluation of glenohumeral instability. *Arthroscopy* 9:550-559, 1993.
7) Turkel SJ, Panio MW, Marshall JL and Girgis FG : Stabilizing mechanisms preventing anterior dislocation of the glenohumeral joint. *J Bone Joint Surg* 63:1208-1217, 1981.
8) Warner JJP, Caborn DNM, Berger RA, Fu FH and Seel M : Dynamic capsuloligamentous anatomy of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elbow Surg* 2: 115-133, 1993.
9) Warner JJP, Deng X, Warren RF and Torzilli PA : Static capsuloligamentous restraints to superior-inferior translation of the glenohumeral joint. *Am J Sports Med* 20:675-685, 1992.

목 적 : 정상 견관절의 각기 다른 위치에 따른 관절와 상완 인대들의 해부학적 구조 변화를 관찰하고자 하였다.

대상 및 방법 : 정상 견관절 9례에 대하여 생리식염수를 주입하고 외전 및 외 회전의 위치를 달리하여(각각 0° 및 0°, 45° 및 25°, 90° 및 최대 외 회전) 자기공명 영상을 각각 촬영하고 이를 이용하여 3차원 영상을 재구성한 후 관절와 상완 인대 특히 중 및 하 관절와 상완 인대를 관찰하였다.

결 과 : 중 관절와 상완 인대는 0° 외전 및 0° 외 회전시 상완골 두의 전면 적도를 중심으로 상하부에 걸쳐 이중 곡선 모양으로 비스듬히 위치하였다가, 외전 및 외 회전이 점차 증가하여 45° 및 25°에 이르면 점차 상완골 두의 전면 적도 부근에 신장되어 거의 직선에 가까운 비스듬한 주행을 보였으며, 90° 외전 및 최대 외회전시 상완골 두의 전면 적도의 상부 위치에 다시 곡선 모양을 보였다. 반면 하 관절와 상완 인대는 0° 외전 및 0° 외 회전시 상완골 두의 전면 하부에서 완만한 곡선 모양으로 위치하였으며, 외전 및 외회전이 증가함에 따라 상완골 두의 전면 적도 아래에 위치하면서 아래쪽으로 볼록한 곡선 모양을 보였다가, 90° 외전 및 최대 외 회전시 상완골 두의 전면 하부에 거의 직선에 가깝도록 신장되어 비스듬히 위치하였다.

결 론 : 견관절을 45° 외전 및 25° 외 회전 할 때와 90° 외전 및 최대 와 회전 시 중 관절와 상완 인대 및 하 관절와 상완 인대가 각각 신장되어 관절와 상완 관절의 중요한 정적 안정화 구조물로서 작용한다고 사료된다.

색인 단어 : 견관절, 관절낭-인대, 자기공명 영상, 3차원 영상