

전방 불안정성 견관절에서 이두박근의 근전도 활동성

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실, 재활의학과학교실*, 삼성생명과학연구소 통계실†

김승호 · 하권의 · 김현숙* · 김선우† · 박종혁 · 김영민

— Abstract —

Electromyographic Activity of the Biceps Brachii Muscle in Shoulders With Anterior Instability

Seung-Ho Kim, M.D., Kwon-Ick Ha, M.D., Hyeyon-Sook Kim, M.D.* , Seon-Woo Kim, Ph.D.†, Jong Hyuk Park, M.D., and Young-Min Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery; Department of Rehabilitation*, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University; and Statistical Unit, Samsung Biomedical Research Center†, Seoul, Korea

Purpose : The purpose of this study was to evaluate the activity of the biceps brachii muscle in the vulnerable abduction and external rotation position of the shoulder in patients with anterior instability.

Materials and Methods : This experimental study include a prospective analysis of the electromyographic(EMG) data on a group of patients with traumatic unilateral anterior instability of the shoulder. The EMG data of unstable shoulders was compared with those of opposite shoulders as control. The optimal sample size for the case-control study was calculated using an nQuery Advisor program(nQuery Adviser 3.0, Statisticl solutions Ltd., Ireland). The EMG analyses were conducted in 76 shoulders in 38 patients who had a traumatic anterior instability in one shoulder. The EMG records were obtained at different position of shoulder, which included 0°, 45°, 90° and 120° of shoulder abduction. In each angle of shoulder abduction, the arms were placed in an external rotation as tolerated by the anterior apprehension. The paired-sample T test was used to compare the difference of the root mean square(RMS) voltages between the stable and unstable shoulders in each degree of arm position.

Results : The RMS voltage of the biceps muscle was significantly greater in the unstable shoulder than opposite stable shoulder in all position of the arm($p<0.001$). The RMS voltage of the biceps was maximal at 90° and 120° of external rotation in the unstable shoulder($p<0.05$). The RMS voltage of the supraspinatus muscle revealed no differences in any of the test conditions($p=0.904, 0.506, 0.119$ and 0.781 in 0°, 45°, 90° and 120°, respectively)

Conclusion : In the vulnerable abduction and external rotation position, the biceps muscle plays an active compensatory role in the unstable shoulder while not in the stable shoulder.

Key Words : Shoulder, Biceps Brachii, Electromyography, SLAP lesion, Instability

*통신저자 : 하 권 익

서울특별시 강남구 일원동 50번지

삼성서울병원 정형외과학교실

Tel : 02) 3410-3501, Fax : 02) 3410-0061, E-mail : hakismc@samsung.co.kr

서 론

이두박근의 장두는 견관절을 안정시키는데 중요한 역할을 한다. Gowan 등¹⁾은 투구 동작을 주로 하는 운동선수에서, late cocking stage 동안 주관절을 굽곡한 위치에서, 이두박근의 근전도 활동성이 최대값을 나타낸다고 하였으며, Glousman 등²⁾은 정상적인 견관절과 비교하여 전방 불안정이 있는 투수의 견관절에서 이두박근의 근전도 활동성(electromyographic activity)이 높다고 보고하였다. 또한, 많은 저자들이 견관절의 안정에 이두박근의 장두(long head of Biceps Brachii muscle)의 역할에 대하여 기술하였는데³⁻⁸⁾, 이는 불안정한 견관절에서 손상받기 쉬운 위치인, 외전-외회전된 위치에서 이두박근의 장두가 견관절의 안정에 중요한 역할을 한다는 개념을 지지한다. 저자 등⁵⁾은 견관절이 외전되고 외회전된 위치에서, 이두박근의 수축으로 견관절 전방불안을 소멸시킬 수 있음을 보고하였으며, 이두박근이 견관절 안정화에 기여한다는 임상적인 증거로 이두박근 부하검사(biceps load test)를 제안하였다.

견관절 전방 불안정이 있는 환자에서는 일차적인 안정화 관절막 구속물들(primary capsular restraints)이 없어지게된다. 이에 이전의 연구들에서 상대적으로 이두박근에 지속적 수동 과부하(continuous passive overload)가 작용되는지에 대하여 의문이 제기되었다⁹⁾. 본 연구의 목적은 전방 불안정이 있는 환자의 견관절에서 손상받기 쉬운 위치인 외전 및 외회전 위치에서 이두박근의 활동성을 평가하는 것이다. 본 연구의 목적을 얻기 위하여, 견관절 전방 불안정이 있는 환자는 상완이 외전 및 외회전된 자세로 있는 동안에는 능동 수축을 하지 않는 안정상태(resting position)에서도 이두박근의 활동성이 증가한다는 기본적인 가정을 세우고, 이를 증명하기 위하여 근전도 검사를 고안하게 되었다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상 환자군의 선택

일측성 외상성 견관절 전방 불안정이 있는 38명의 환자의 76례의 견관절에 대하여 근전도 검사를

시행한 후 이를 분석하였다. 견관절 전방 불안정의 진단은 최초 손상 시의 손상력에 근거한 손상기전과, 전방 불안검사 및 정복검사(relocation test) 양성 등의 이학적 검사에 근거하여 진단하였다. 모든 환자는 진단을 하기 전에 자기공명영상 관절강 조영술(MR Arthrogram)을 실시하였으며, 그중 명확한 Bankart 병변을 보이는 환자들만을 본 연구에 포함하였다. 환자군의 특성에 대한 변수를 단순화하기 위하여, 관절강 조영 자기공명영상 촬영이나 관절경 검사에서 견관절의 관절와 상부 관절순(superior labrum of glenoid)의 병변이 있거나, 견관절 회전근개 파열(rotator cuff tear)이 있는 모든 경우는 연구에서 제외하였다. 이에 더하여 다방향성 불안정(multidirectional instability)이 있는 환자와 양측 견관절의 전방 불안정이 있는 환자도 본 연구에서 제외하였다. 모든 환자들은 다발성 견관절 전방 탈구를 경험하였으며, 최소 3회부터 20회까지 평균 6회를 경험하였다고 하였다. 남자가 32명, 여자가 6명이었으며, 연령은 21세부터 41세까지 평균 27세였다.

검사는 환자가 앙와위(supine position)를 취한 상태에서, 양측 상지의 이두박근의 장두와 극상근의 근전도 신호를 기록하였다. 단극성(monopolar) 세침 전극을 근육 내로 삽입하였다. 근육 내의 각각의 전극의 위치는 특정한 도수 근육 검사 위치에서 근육의 능동적 수축을 유발하는 동안에, ossilloscope상으로 최대 운동단위 활동전위(maximal motor unit action potential)를 관찰하여 확인하였다. 이두박근을 검사하기 위하여 전완을 회외하고, 상완을 내전하고(arm-at-side위치), 주관절을 90도 굽곡한 위치를 취하였다. 극상근을 검사하기 위하여, 상완은 90도까지 견갑 외전(scapular abduction)하고, 45도로 상완골을 외회전한 위치로 자세를 유지하였다. 각각의 근육의 근전도 활동성은 통합되어, 자승평균방근(root mean square; RMS) 전압으로 전환하였으며, 환측과 건측 견관절간의 차이를 비교하였다.

견관절을 각각 0도, 45도, 90도 그리고 120도로 시상면 외전한 위치에서 근전도 검사를 시행하여 그 결과를 얻었다. 각각의 각도로 외전한 위치

— 김승호 외 : 전방 불안정성 견관절에서 이두박근의 근전도 활동성 —

에서, 견관절은 불안 유발점까지 외회전을 실시하였다. 외회전은 최소 70도부터 최대 110도까지 평균 87도였다. 불안정성 견관절에서 먼저 견관절을 외전한 모든 자세에 대하여 검사를 실시하였다. 정상 견관절은 반대측의 불안정성 견관절과 동일한 각도로 외전 및 외회전 시켜 유지한 상태

에서 실시하였다. 주관절은 주관절 보조기를 이용하여 전완을 90도 굴곡한 위치로 고정하고, 전완을 중립 회전 위치로 고정하였다.

2. 통계 처리

각 군(group)에 대한 적절한 환자의 수를 계산

Table 1. RMS Voltages of the Biceps Muscles in Microvolts

Case	Unstable Shoulder				Stable Shoulder			
	0°	45°	90°	120°	0°	45°	90°	120°
1	29	49	44	37	4	12	13	11
2	17	20	22	22	9	16	7	9
3	33	49	45	32	2	6	6	6
4	15	18	27	19	2	7	8	6
5	30	48	36	40	3	1	4	3
6	12	19	25	24	1	2	6	9
7	15	8	16	12	3	1	4	0
8	26	44	45	36	2	1	6	8
9	12	35	35	29	5	0	0	1
10	11	34	35	30	2	5	4	1
11	15	26	28	24	5	6	7	6
12	18	31	35	27	8	4	0	2
13	14	18	19	33	4	0	4	4
14	32	35	36	29	8	8	0	5
15	33	39	44	41	5	4	6	6
16	24	43	42	39	3	3	4	5
17	41	46	45	40	5	0	5	0
18	26	34	47	37	3	1	6	7
19	29	37	38	39	6	4	4	0
20	31	44	48	41	11	6	7	5
21	23	39	36	30	12	0	4	4
22	22	37	34	40	5	6	0	2
23	19	43	42	46	12	4	3	3
24	27	35	41	43	8	0	6	6
25	26	27	32	39	6	4	0	0
26	23	22	24	42	4	12	3	3
27	15	18	19	32	5	0	0	4
28	19	20	22	29	3	11	4	3
29	22	25	28	29	5	5	2	2
30	11	24	26	32	2	0	0	0
31	13	24	31	36	3	3	0	3
32	15	35	35	32	2	4	7	3
33	29	27	32	34	3	5	4	4
34	19	27	29	31	4	3	6	5
35	22	32	28	33	2	11	2	9
36	26	30	36	34	5	8	3	3
37	28	28	34	29	4	5	2	7
38	34	30	31	31	6	8	2	0

하기 위하여, nQuery Adviser program (nQuery Advisor® 3.0, Statistical Solutions Ltd., Ireland)을 사용하였다. 유의도를 0.05로 해석력을 0.8로 하고, 두 군간에 이두박근의 자승 평균방근 전압의 예상평균차 (anticipated mean difference)를 20mV로, 표준 편차를 9mV로 하고, 극상근 활동성의 동등함을 입증하기 위하여, 두 군간의 최대 허용가능 차이는 1mV로, 표준 편차는 2mV로 가정하였다. 각 근육의 4개 검사의 비교군의 비교를 위해 유의도는 교정되었다. 대응표본 T-검정 (paired sample T-test)을 사용할 것을 예상할 때, 본 실험을 위

Table 2. RMS Voltages of the Supraspinatus Muscles in Microvolts

Case	Unstable Shoulder				Stable Shoulder			
	0°	45°	90°	120°	0°	45°	90°	120°
1	9	14	15	12	4	17	15	12
2	7	11	18	18	3	8	8	9
3	5	9	11	9	4	10	9	10
4	7	5	8	5	11	7	9	7
5	8	5	9	7	3	5	6	7
6	11	6	7	6	6	5	5	9
7	9	4	7	5	7	7	6	6
8	7	7	2	5	5	9	11	8
9	6	5	6	8	4	6	10	9
10	4	8	10	16	6	9	9	11
11	5	6	7	10	7	8	8	8
12	6	5	5	9	5	6	10	8
13	7	9	8	8	14	5	4	7
14	5	5	4	7	6	6	6	9
15	5	7	6	8	8	8	6	8
16	6	11	11	2	5	6	7	6
17	4	10	7	7	7	4	10	5
18	6	7	5	3	4	6	7	6
19	4	6	20	24	6	8	6	7
20	11	7	9	4	8	9	7	8
21	5	9	7	8	5	8	8	9
22	15	7	11	10	11	15	13	7
23	1	6	4	8	6	5	7	6
24	12	11	10	9	7	6	7	9
25	0	7	20	6	11	8	8	22
26	9	11	5	4	8	6	3	6
27	5	6	6	10	5	5	7	8
28	7	7	14	8	6	5	5	9
29	4	7	5	8	7	11	9	7
30	8	6	11	6	5	6	8	6
31	12	11	12	13	2	3	6	0
32	2	2	2	2	2	4	5	7
33	3	12	12	14	9	7	0	8
34	3	8	4	5	6	7	5	4
35	2	5	5	4	4	5	6	7
36	4	7	3	5	7	7	4	8
37	2	3	4	6	5	4	0	7
38	0	4	6	6	0	2	7	6

— 김승호 외 : 전방 불안정성 견관절에서 이두박근의 근전도 활동성 —

하여 필요한 표본의 크기는 38명의 환자로 결정되었다.

상완의 위치에 따른 각각의 자세에서 안정성 견관절과 불안정성 견관절간의 자승평균방근 전압 차이를 비교하기 위하여 대응표본 T-검정법 (paired-sample T-test)을 사용하였다. 상완을 외전시킨 각각 다른 4개의 위치간의 자승평균방근 전압들간의 차이를 알기 위하여 반복측정 일원 분산분석법 (repeated measure one-way ANOVA)을 사용하였으며, 95% 신뢰구간에서, 해석력이 0.8 이상인 경우를 유의하다고 하였다. 통계적 분석은 SPSS 통계 프로그램 (SPSS for Window Release 7.51, SPSS Inc., USA)를 이용하여 시행하였다. 모든 분석은 95% 신뢰구간에서 통계적 유의성을 검증하였다.

결 과

자세한 환자의 자승평균방근 전압은 Table 1과 Table 2에 기술하였다. 이두박근의 자승평균방근 전압은, 상완의 모든 위치에서 반대측의 안정 견관절과 비교하였을 때, 불안정 견관절 측

이 유의하게 증가하였다($p<0.01$). 안정성 견관절에서, 이두박근은 상완의 외전 각도와 상관없이 검사를 시행한 모든 각도에서 외회전 자세를 더하였을 때, 자승평균방근 전압은 낮은 값을 보였다. 즉, 불안정성 견관절에서, 견관절의 외회전이 이두박근의 더 높은 근전도 활동성을 유발함을 말한다. 불안정성 견관절에서 이두박근의 평균 자승평균방근 전압은 0도 외전 위치에서 22.5mV (표준편차: 7.6mV), 45도 외전 위치에서 33.1mV (표준편차: 10.1mV), 90도 외전 위치에서 33.5 mV (표준편차: 8.7mV), 그리고 120도 외전 위치에서 33.0mV (표준편차: 7.1mV)의 값을 보였다. 안정성 견관절에서, 이두박근의 평균 자승평균방근 전압은 각각 4.8mV (표준편차: 2.8mV), 4.6mV (표준편차: 4.0mV), 3.9mV (표준편차: 2.9mV), 그리고 4.1mV (표준편차: 2.9mV)이었다. 반복측정 일원분산분석을 시행한 결과, 환측의 견관절을 90도 와 120도 외전한 자세에서 가장 높은 이두박근의 자승평균방근 전압이 나타남을 알 수 있었다($p<0.05$). 여하튼 건측의 견관절에서 이두박근의 자승평균방근 전압이 상완의 외전각과는 관계없이 각각의

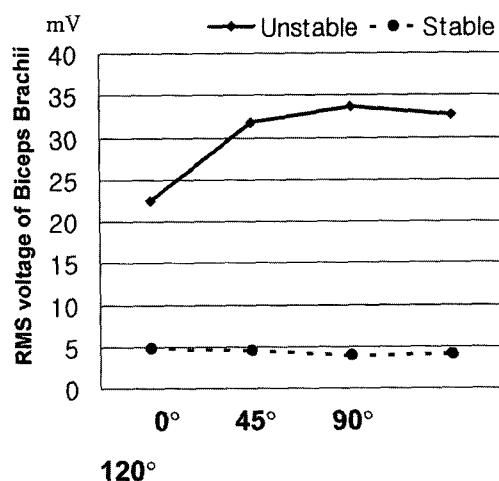


Fig. 1. The RMS voltage of the biceps brachii muscle was maximal at 90° of external rotation and plateaued at 120° in the unstable shoulder($p<0.05$). However, in the stable shoulder, the RMS voltage of the biceps brachii had no difference relative to the degrees of arm abduction.

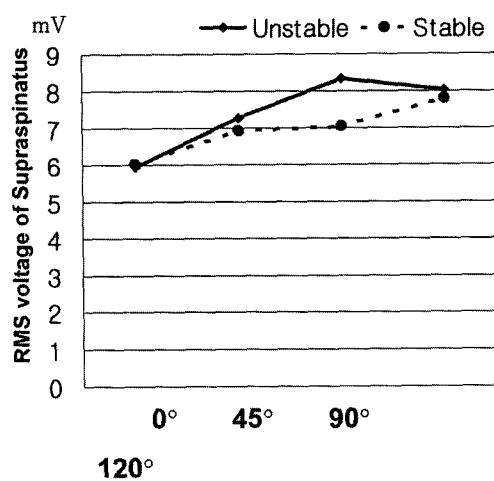


Fig. 2. The degree of arm abduction did not affect the RMS voltage of the supraspinatus in stable and unstable shoulders.

자세에서 차이가 없었다(Fig. 1). 극상근의 자승 평균평방근 전압의 차이는 모든 검사 자세에서 그 차이가 없다(0도, 45도, 90도 그리고 120도 외전 위치에서 각각 $p=0.904$, 0.506 , 0.119 , 그리고 0.781). 각각의 외전 위치에 따라서 건축에서의 평균값은, 0도에서 6.0mV(표준편차: 2.8mV), 45도에서 6.9mV(표준편차: 2.9mV), 90도에서 7.0mV(표준편차: 2.9mV), 그리고 102도에서 7.8mV(표준편차: 3.4mV)의 값을 보였다. 불안정성을 보이는 환측에서는 각각 6.0mV(표준편차: 3.4mV), 7.3mV(표준편차: 2.7mV), 8.3mV(표준편차: 4.6mV), 그리고 8.0mV(표준편차: 4.4mV)의 값을 보였다. 상완의 외전 각도는 건축과 환측의 견관절에서 극상근의 자승평균평방근 전압에 영향을 미치지는 않았다(반복측정 일원분산분석, $p>0.05$) (Fig. 2).

고 찰

이두박근의 장두는 극상근건, 상관절와상완인대(superior glenohumeral ligament), 그리고 오구상완인대(coracohumeral ligament)의 섬유들로 구성된 복합체의 지붕(roof) 아래에서 관절와상완관절(glenohumeral joint)로 들어간 후, 관절와상부결절(supraglenoid tubercle)과 관절와순의 상부(superior glenoid labrum)에 종지(insertion)하며, 건섬유의 방향은 후상부 관절와순의 방향과 평행하다. 주관절에서의 이두박근의 기능적 역할은 비교적 잘 알려져 있으나, 견관절에서의 이두박근의 기능적 역할은 아직도 논쟁의 대상이다^{2,4,6,9-12}. 이두박근 장두의 기능이라고 알려진 것들은 상완골두 하강 기능, 견관절 전방 안정 기능, 견관절 후방 안정 기능, 외회전 제한 기능, 관절와순을 들어올리는 기능, 상완골 골두 압박 기능, 그리고 견관절과 주관절을 가로지름으로 하여 투구 동작 중 follow-through 기(phase)에 주관절의 작용하는 상당량의 감속력을 제공하여 견관절의 측로(shunt)근으로 작용하는 기능 등이다. 하지만, 다른 저자들은 이두박근의 장두 전이 기능상 중요성이 없는 흔적 구조물이기 때문에, 증상을 유발하는 유발 원인인 경우 절제하여 건 고정술(tenodesis)을 실시할 수 있다고 하였다^{9,10}.

근전도 검사는 이두박근-건의 기능적 역할을 연구하는데 있어서 아주 널리 사용되고 있으며, 근전도 검사 결과로부터 몇몇 대립되는 결론이 유도되었다^{1,2,12,13}. 근전도 검사 상 이두박근 장두는 견관절 굴곡, 외전, 내회전, 외회전, 신전, 전방 안정, 그리고 저항이 존재하는 외전 시에 작용하는 것으로 주장되었다. 그러나, Kelly 등¹³은 주관절 및 전완의 운동을 강력하게 제한하는 경우에, 견관절의 여러 움직임 시에 이두박근 장두는 사실상 아무런 역할을 하지 못한다고 하였다.

Gowen 등¹¹은 투수에서 late cocking stage 동안 주관절을 굴곡하였을 때, 이두박근이 최고의 활성도를 보인다고 보고하였으며, Glousman 등²은 견관절 불안정과 관계없이 모든 레에서 late cocking stage에서 이두박근이 최고 활성도를 보임을 또한 보고하였으며, 투구동작 전체에 있어서 견관절 전방 불안정이 존재하는 실험군의 이두박근이 더 높은 활동성을 가지고 있다고 하였다. 이두박근의 증가된 활성도는 견관절 불안정이 있는 경우 late cocking stage와 acceleration stage 동안에 근전도 검사를 이용하여 측정할 수 있으며, 이는 관절와에 대하여 상완골 골두를 안정시키는데 도움을 주는 경한 보상 기전(compensatory mechanism)으로 역할을 할 수 있을 것이다. 사체연구에서, Rodosky 등⁹은 이두박근의 장두가, 손상 받기 쉬운 견관절 외전 및 외회전 위치에서 염전력에 대한 견관절의 저항을 증가시켜, 관절와-상완 관절의 전방 안정성에 기여한다고 주장하였다. 이두박근의 기능적 역할에 대한 이전의 연구들에서 견관절이 동적인 상태에서 연구하였기 때문에, 견관절의 다른 수축근들로부터 이두박근의 영향만을 분리하여 설명하기는 어려웠다. 또한, 주관절에서의 이두박근의 운동을 제거한 상태로 연구하였기에, 저자들간에 대립된 결과를 얻도록 하였다.

견관절의 안정성에 기여하는 이두박근의 역할을 평가하기 위하여, 본 연구에서는 일측성 견관절 전방 불안정이 있는 38명의 환자에서 근전도 검사를 실시하였다. 본 연구에서, 주관절 보조기를 사용하여 주관절을 90도로 고정함으로써 주관절에 작용하는 이두박근의 작용을 상쇄하였다. 주관절 보조기는 전완을 회외(supination) 시킨 위치로

— 김승호 외 : 전방 불안정성 견관절에서 이두박근의 근전도 활동성 —

고정하여 전완의 회전에 의한 영향을 상쇄하였다. 이전의 연구들과는 다르게, 저자 등은 다른 견관절 근육의 능동적 수축을 배제한, 정적자세(static position)에서 근전도 검사를 실시하였다. 본 연구에서는 견관절의 불안정을 유발할 수 있는 외전 및 외회전 자세를 취하였으며, 외전 각도를 다르게 한 자세에서 실험하였다. 본 연구에서 외전 및 외회전 위치에서의 이두박근의 근전도 활동성은 견관절 불안정이 있는 환측에서는 유의하게 증가하였으나, 견관절이 안정된 건측에서는 특이한 변화를 보이지는 않았다. 이러한 결과는 견관절의 불안정을 유발할 수 있는 자세인 외전 및 외회전 자세에서, 이두박근이 불안정 견관절에서 안정된 견관절에서는 관찰할 수 없는 능동적 보상 작용을 수행함을 보여준다. 그러므로, 이두박근은 불안정 견관절에서, 그 기능을 상실한 일차적 안정 구조물(정적 억제물, static restraints)의 기능을 보상하는 이차적인 안정 구조물의 역할을 함을 나타낸다. 불안정 견관절에서 외전 및 외회전된 위치에서의 상완골 골두의 미세한 전방 전위는, 무의식적으로 이두박근이 수축하도록, 위치감각 되먹이기 기전(proprioceptive feedback mechanism)을 유발하는 것으로 생각된다. 극상근은 불안정성 견관절과 안정성 견관절 모두에서 외전 및 외회전한 자세를 취하였을 때, 근전도 활동성의 증가를 보이지 않았는데, 이것은 극상근은 불안정 견관절에서, 이두박근과 같거나 유사한 안정 작용을 가지고 있지 않음을 보여주는 것이다.

저자 등⁵⁾은 견관절이 외전 및 외회전된 위치에서 이두박근의 수축이, 불안정성 견관절에서의 전방 불안을 상쇄한다고 보고하였으며, 불안정성 견관절에서 이두박근이 갖는 전방안정기능(anterior stabilizing function)의 임상적 증거로써 이두박근 부하 검사법(Biceps Load Test; BLT)를 소개하였다. 비록 이두박근의 자승평균방근 전압이 낮은 값의 전압을 나타내지만, 검사된 근전도 활동성은 수의적 수축에 의한 것이 아니고, 견관절이 불안정한 자세로 놓여지는 때에 발생하는 미세한 불안정성에 대한 보상기전으로 생기는 무의식적 수축에 의한 것이었다. 본 연구에서 이두박근의 근전도 활동성은 90도 외전 위치에서 가장 높은 값을 보였고, 이 최고 값은 견관절의

전방불안정이 유발되기 가장 쉬운 위치인 120도로 외전될 때까지 유지되었다. 대부분의 일상생활 동작에서, 어느 정도의 견관절 외전 및 외회전이 일어나기 때문에, 전방 불안정 환자의 견관절에서는, 이두박근이 지속적으로 수축하게되고, 상부관절순에는 수동적 인장력이 작용하게 된다. 이것은 아마도 관절와 상순 전후병변(SLAP lesion)에서 관절와로부터 관절와 상순의 박리를 유발하는 중요한 역할 또는 보조적 역할을 하거나, 관절와 상순에 대한 지속적인 인장 과부하(tensile overload)에 의하여 발생되는 관절와 상순의 퇴행성 변화에 작용할 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

이두박근은 불안정성 견관절에서 중요한 안정 기능을 갖고있으며, 이 기능은 일차적인 안정구조물의 손상 후에 작용하는 이차적 기능이다.

REFERENCES

- 1) Gowan ID, Jobe FW, Tibone JE, Perry J and Moynes DR : A comparative EMG analysis of the shoulder during pitching; Professional vs. Amateur pitchers. *Am J Sports Med*, 15:586-590, 1987.
- 2) Glousman R, Jobe FW, Tibone JE, et al : Dynamic Electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg*, 70-A:220-226, 1988.
- 3) Grauer JD, Paulos LE and Smutz WP : Biceps tendon and superior labral injuries. *Arthroscopy*, 8:488-497, 1992.
- 4) Itoi E, Kuechle DK, Newman SR, Morrey BF and An KN : Stabilizing function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg*, 75-B:546-550, 1993.
- 5) Kim S-H, Ha K-I and Han K-Y : Biceps load test. A clinical test for SLAP lesions in the shoulders with recurrent anterior dislocation. *Am J Sports Med*, 27:300-303, 1999.
- 6) Kumer VP, Satku K and Balasubramaniam P : The role of the long head of biceps brachii in the stabilization of the head of the humerus. *Clin Orthop*, 244:172-175, 1989.

- 7) **Pagnani MJ, Deng X-H, Warren RF, Torzilli PA and Alcheck DW** : Effect of superior portion of the glenoid labrum on glenohumeral translation. *J Bone Joint Surg*, 77-A:1003-1010, 1995.
- 8) **Rodosky MW, Harner CH and Fu FH** : The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior instability of the shoulder. *Am J Sports Med*, 22:121-130, 1994.
- 9) **Kessel L and Watson M** : The painful arc syndrome. Clinical classification as a guide to management. *J Bone Joint Surg*, 59-B:166-172, 1977.
- 10) **Neviaser TJ, Neviaser RJ, Neviaser SJ, et al** : The four-in-one arthroplasty for the painful arc syndrome. *Clini Orthop*, 163:107-112, 1982.
- 11) **Andrews JR, Carson WG and McLoad WD** : Glenoid labrum tears related to the long head of the biceps. *Am J Sports Med*, 13:337-341, 1985.
- 12) **Basmajian JV and Latif A** : Integrated action and functions of the chief flexors of the elbow. A detailed electromyographic analysis. *J Bone Joint Surg*, 3-A:1106-1118, 1957.
- 13) **Kelly BT, Kirkendall DT, Levy AS and Speer KP** : Current research on muscle activity about the shoulder. *ICL*, 47:53-66, 1996.