

관절경하 상완 이두 건 고정술: 연부 조직 고정 대 골 고정

가천대학교 길병원 정형외과학교실

김영규 · 정규학 · 김동현

Arthroscopic Biceps Tenodesis: Soft Tissue versus Bone Fixation

Young-Kyu Kim, Kyu-Hak Jung, Dong-Hyun Kim

Department of Orthopedic Surgery, Gil Hospital, Gachon University, Incheon, Korea

The purpose of our study was to compare the clinical results between arthroscopic bone fixation on intertubercular groove using suture anchor and soft tissue fixation at the rotator interval for biceps tenodesis when partial tear or instability of biceps tendon accompanied with rotator cuff tear. From January 2010 to January 2012, 34 cases who were performed biceps tenodesis for partial tear or instability were enrolled in our study. Mean follow-up period was 30.2 months. Bone fixation using suture anchor was performed in 18 cases, and soft tissue fixation was performed in 16 cases. Clinical result was evaluated by pain visual analogue scale (VAS), Speed test, Yergason test, muscle strength, and Constant score. Pain VAS of cases with soft tissue fixation was significantly higher than that of cases with bone fixation at 6 months and final follow-up. Positive results for the final follow-up Speed and Yergason test were checked in 4 cases (25%) with soft tissue fixation and 1 (5.6%) with bone fixation. The Popeye deformity was seen in 4 cases (25%) with soft tissue fixation and 2 (11%) with bone fixation. Constant score was improved 47 to 78 in cases with soft tissue fixation and 48 to 86 in cases with bone fixation. In patient with partial tear or instability of biceps tendon accompanied with rotator cuff tear, biceps tenodesis using soft tissue fixation showed worse result compared with bone fixation because of long duration of the pain. Therefore, when performing the biceps tenodesis, bone fixation will be recommended.

Keywords: Shoulder, Biceps long head, Tenodesis, Soft tissue fixation, Bone fixation

서 론

Received: November 19, 2014 Revised: November 21, 2014

Accepted: November 24, 2014

Correspondence: Kyu-Hak Jung

Department of Orthopedic Surgery, Gil Hospital, Gachon University, 21 Namdong-daero, 774beon-gil, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea

Tel: +82-32-460-3384, Fax: +82-32-468-5437

E-mail: jjangumom52@hanmail.net

Copyright ©2014 The Korean Society of Sports Medicine

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

회전근 개 봉합 시 병변이 있는 상완 이두 건의 처리는 건의 재배치 후 보존하는 방법, 건 절단술, 건 고정술 등이 있으나 각각의 적응증에 대해서는 아직 논란이 많다. 건 고정술은 상완 이두 건 병변 중 조절되지 않는 만성 건염, 불안정성, 부분 파열 등에서 건 절단 후 근력 약화가 우려되는 60세 미만의 연령층이나, 건 절단 후 나타날 수 있는 근 경련성 통증을 피하고, Popeye 변형을 피할 수 있는 미용적 측면에서 주로 시행되고 있다.

건 고정술의 방법도 다양한 술식이 보고되고 있다¹⁻⁶⁾. 과거

부터 개방적 건 고정술이 시행되어 왔으며 대표적인 술식으로 이두 구의 기저부로부터 골-골막 피판을 만들어 이를 절단된 상완 이두 건과 봉합하는 Hitchcock과 Bechtol¹⁾의 술식이 사용되었고, 1975년 Froimson과 O²⁾가 keyhole 술기를 보고하면서 keyhole 술식이 여러 학자들에 의해 널리 이용되었다³⁾. 최근에는 관절경에서도 상완 이두 건 고정술이 시행되고 있으며 2000년 Gartsman과 Hammerman⁴⁾은 봉합 나사못을 이용하여 건을 직접 봉합한 예를 보고하였으며, 2002년 Boileau 등⁵⁾은 간섭 나사못을 이용한 건 고정술을 보고하였다. 또한, 상완 이두 건을 횡 상완 인대나 회전근 개 간격에 봉합하는 연부조직 고정술도 일부 학자들에 의해 보고되었다⁶⁾. 특히 연부조직 고정술의 경우 골 고정술과 비교하여 임상적 차이를 보이지 않고, 경제적으로 비용 절감의 효과를 줄 수 있어 유용하다는 연구도 있었다⁷⁾. 저자들 또한 연부조직 술식이 비교적 간단하여 수술 시간을 절약시켜 줄 수 있고, 건 절단술만 시행하는 경우에 비해 Popeye 변형을 적게 유발함을 경험한 바 있었다.

이에 저자들은 회전근 개 파열과 동반된 상완 이두 건의 부분 파열이나 불안정성의 치료를 위한 회전근 개 봉합 후 상완 이두 건에 대해 관절경 회전근 개 간 연부조직 고정술과 봉합 나사못을 이용한 이두 구 골 고정술을 비교하여 연부조직 고정술의 임상적 결과 및 유용성에 대해 알아보기 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

2010년 1월부터 2012년 1월까지 극상건 혹은 견갑하건 파열과 동반된 상완 이두 건 부분 파열이나 불안정성에 대해 건 고정술을 시행한 34예를 대상으로 최소 2년 이상 추시하였다. 견갑하건 단독 외상성 완전파열이나 견갑하건, 극상건, 극하건의 세 건을 침범한 광범위 파열의 경우는 회전근 개 파열 자체가 수술적 치료 후 결과에 크게 관여하여 상완 이두 건 고정술의 예후를 판단하기 더 어려울 것으로 생각되어 본 증례에서 제외하였다.

60세 미만의 환자를 대상으로 무작위적으로 골 고정술과 연부 조직 고정술을 시행하였다. 봉합 나사못을 이용한 이두 구 골 고정술은 18예(53%), 회전근 개 간 연부조직 고정술은 16예(47%)였다. 평균 연령은 55.4세(범위: 45~59세)였으며, 골 고정술 군은 56.2세(범위: 45~59세), 연부조직 고정술 군은 55세(범위: 48~59세)였다.

동반된 회전근 개 파열은 골 고정술에서 견갑하건만 파열된

경우가 8예(44%), 극상건만 파열된 경우가 4예(22%), 두 건 모두 파열된 경우가 6예(34%)였고, 연부 조직 고정술에서는 각각 7예(44%), 3예(19%), 6예(37%)였다. 견갑하건 파열은 부분 파열이 22예(81%), 완전 파열이 5예(19%)로 변연 절제술을 6예에서 시행하였고, 건-건 봉합을 3예에서 시행하였으며, 봉합 나사못을 이용한 건-골 봉합은 18예에서 시행하였다. 극상건 파열은 전 예에서 봉합 나사못을 이용한 건-골 봉합을 시행하였다.

상완 이두 건 병변으로는 탈구 및 아탈구가 17예(50%), 부분 파열이 12예(35%), 이두 구 근처에서 건의 퇴행성 편평화(flattening) 또는 너털거림(fraying)이 5예(15%) 있었다. 골 고정을 시행한 18예 모두 봉합 나사못 1개를 이용하여 건을 고정하였다. 연부조직 고정술을 시행한 16예는 모든 예에서 2가닥의 비흡수성 봉합사를 이용하여 회전근 개 간에 건을 봉합하였다.

2. 수술 및 재활 방법

전신 마취 후 해변 의사 자세에서 수술을 시행하였으며 후방 삽입구를 통하여 관절 내 병변을 관찰하였다. 견갑하건의 파열이 관찰되는 경우 전방 삽입구를 약간 내측으로 만들어 봉합 나사못의 삽입을 용이하게 하였다. 이두 건 장두의 병변을 관찰하고 탐색침을 이용하여 관절 내로 이두 건을 당겨 불안정성이나 이두 구 내의 부분 파열의 유무를 확인하였다. 이두 건 장두의 병변은 이두 건 간부 파열이 50% 이상이거나 이두 구에서의 마모성(erosive) 부분 파열이 존재하는 경우, 그리고 이두 건이 아탈구 또는 탈구의 불안정성이 있는 60세 미만의 환자에서 건 고정술을 시행하였다.

이두 구 골 고정술을 시행할 경우 먼저 관절내에서 이두 건에 표지 봉합(tag suture)을 한 후 건 절단술을 시행하고 견갑하건의 파열이 있으면 견갑하건을 건-건 봉합 또는 봉합 나사못을 이용한 건-골 봉합을 시행하였다. 견봉하에서 극상 건을 일열 봉합 또는 교량형 봉합을 시행한 후 상완 이두 건 고정을 위해 이두 구를 덮고 있는 횡 상완 인대를 절개하였다. 이두 구 기저부를 연마한 후 5.5 mm 봉합 나사못을 삽입한 후 2가닥의 봉합사를 Z-형태로 이두 건에 통과시킨 후 압박 봉합을 시행하였다(Fig. 1).

연부조직 고정술을 시행할 경우는 견봉하를 통해 회전근 개 간을 통과한 18 G 척수 침을 이용하여 관절 내에서 이두 건에 비흡수성 봉합사를 이두 구 근처에 위치한 이두 건에 “ㄷ”자 모양으로 통과시킨 후 이를 반복 시행하여 2개의 봉합사를 건에 통과시키고 건 절단을 시행하였다. 관절내 병변의 처치를 시행하고 견봉하에서 극상건을 봉합한 후 이두 건을

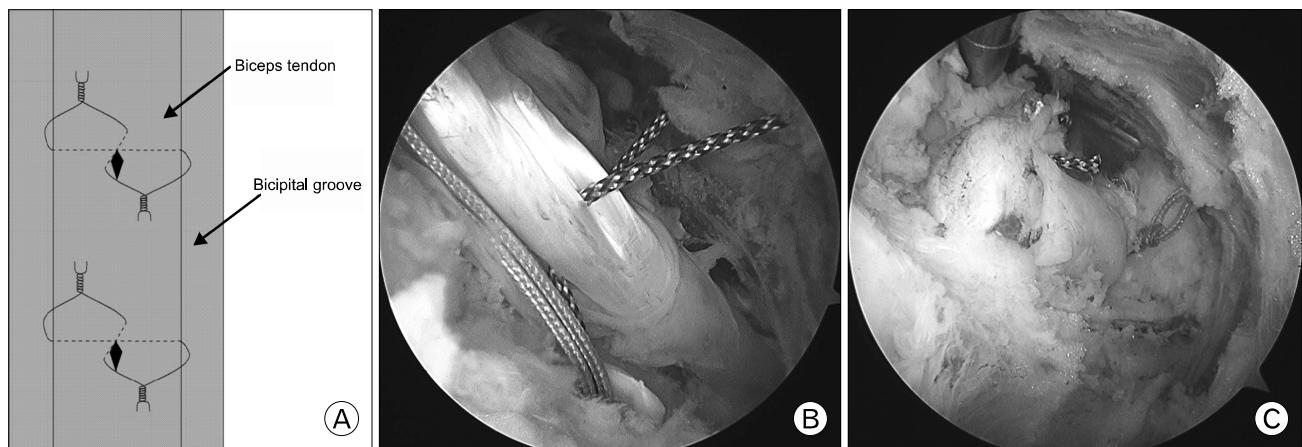


Fig. 1. (A) This is an illustration figure of bony tenodesis and there are 2 strands through the biceps tendon like Z shape. There are arthroscopic findings of bony tenodesis after passing (B) and tying (C) the biceps tendon with non-absorbable sutures.

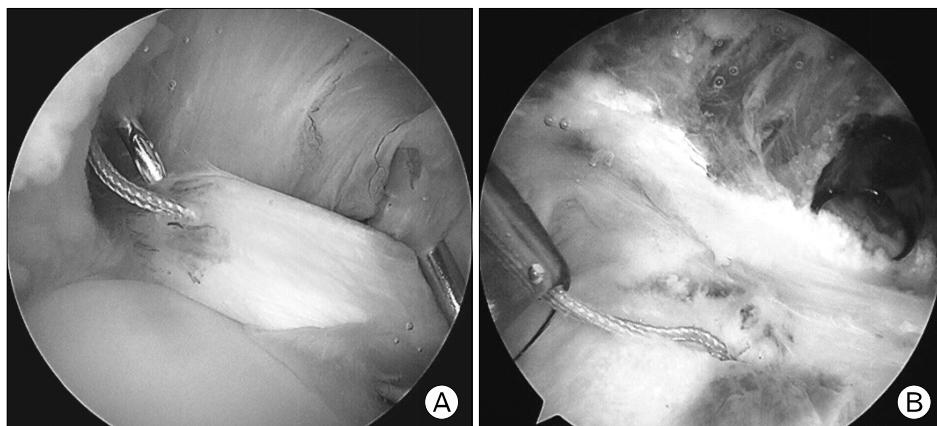


Fig. 2. There are arthroscopic findings of soft tissue tenodesis after passing (A) and tying (B) the biceps tendon with non-absorbable sutures.

통과한 2가닥의 봉합사를 결찰하였다(Fig. 2).

수술 후 처치는 두 군 간의 차이 없이 30° 외전 보조기를 6주간 시행하였으며, 수술 다음날부터 진자 운동을 시행하였다. 수동적 운동은 회전근 개 패열의 범위와 봉합의 견고성에 따라 가능한 한 조기에 시작하였고 수술 후 3주까지 견관절의 외회전 운동 범위는 중립 위치까지 허용하였으며 후방 내회전은 허용하지 않았고 주관절의 신전은 30°까지 허용하였다. 수동적 관절 운동범위의 회복에 따라 수술 후 6주에 견관절과 주관절에 능동적 운동을 시작하였으며 12주부터 점진적인 저항성 근력 운동을 시작하였다.

3. 평가 및 분석 방법

임상적 결과는 수술 후 6개월째와 최종 추시 시에 평가하였으며, 추시 기간은 평균 30.2개월(범위: 24–50개월)이었다. 골 고정술과 연부조직 고정술 각각의 추시 기간은 평균 30.8개

월(범위: 26–50개월), 29.6개월(범위: 24–48개월)이었다. 견관절 및 주관절의 운동 범위, 통증 visual analogue scale (VAS), 이두 구의 압통 유무, Speed 검사와 Yergason 검사, Popeye 변형을 확인하였다. 이두근의 근력 측정을 위해 주관절을 90° 굴곡시킨 상태에서 전완의 저항성 회외전력을 도수적으로 측정하였다⁸⁾. 도수 근력은 변형된 Medical Research Council Scale을 기준으로 하였고⁹⁾, 견측의 근력과 비교하여 정상 근력인 경우를 5, 근력 감소가 경미한 경우를 4.5, 심한 근력 감소인 경우를 4로 구분하여 4.5 이상인 경우는 경도의 근력 감소로 판단하였다⁸⁾. 견관절의 임상적 결과는 Constant 견관절 점수를 이용하였다. 통계학적 분석은 Mann-Whitney U test를 이용하였으며 유의 수준이 0.05 이하일 때 통계학적으로 의미가 있는 것으로 판정하였다. 모든 통계학적 분석은 SPSS Statistics, ver. 21 (IBM Inc., Armonk, NY, USA)을 이용하여 시행하였다.

Table 1. The comparision of clinical results between bony and soft tissue tenodesis

| Clinical results | Preoperative | | Postoperative 6 mo | | Final follow-up | |
|------------------------------|--------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Bone | Soft tissue | Bone | Soft tissue | Bone | Soft tissue |
| Pain VAS | 5.3 | 5.2 | 1.6* | 2.6* | 1.4† | 2.2† |
| Td on IG | | | 2 (11%)‡ | 2 (13%)‡ | 1 (5.6%)§ | 2 (13%)§ |
| Speed test and Yergason test | 14 (78%) | 11 (69%) | 1 (5.6%) | 5 (31%) | 1 (5.6%)¶ | 4 (25%)¶ |
| Popeye deformity | | | | | 2 (11%)** | 4 (25%)** |
| Decreased muscle strength | | | | | 1 (5.6%)†† | 2 (12.5%)†† |
| Constant score | 48 | 47 | | | 86 †† | 78 †† |

VAS: visual analogue scale, Td: tenderness, IG: intertubercular groove.

*Mann-Whitney U test, p=0.037; †p=0.043; ‡p=0.78; §p=0.35; ||p=0.042; ¶p=0.021; **p=0.65; ††p=0.32; ††p=0.58.

결 과

통증 VAS는 수술 후 6개월째 골 고정술에서는 수술 전 5.3에서 1.6으로 호전되었고, 연부조직 고정술에서는 5.2에서 2.6으로 호전되어 골 고정술이 연부조직 고정술에 비해 의미 있게 호전되었으며(p=0.037), 또한 최종 추시 시에도 각각 1.4, 2.2로 의미 있는 차이를 보였다(p=0.043) (Table 1).

상완 이두 건 고정술과 관련된 결과로 이두 구 암통은 골 고정술이 수술 후 6개월째 2예(11%), 연부조직 고정술이 2예(13%)에서 양성이었으며, 최종 추시 시 각각 1예(5.6%), 2예(13%)로 수술 후 6개월째(p=0.78)와 최종 추시 시(p=0.35) 두 군 사이의 차이는 보이지 않았다. Speed 및 Yergason 검사 양성은 골 고정술에서 수술 전 14예(78%)에서 수술 후 6개월째 1예(5.6%), 최종 추시 시 1예(5.6%)로 호전되었으며 연부조직 고정술에서는 수술 전 11예(69%)에서 수술 후 6개월째 5예(31%), 최종 추시 시 4예(25%)로 호전되어 수술 후 6개월째 (p=0.042) 및 최종 추시 시(p=0.021) 모두에서 두 군간에 의미 있는 차이를 보였다. Popeye 변형은 최종 추시 시 골 고정술에서 2예(11%), 연부조직 고정술에서 4예(25%)를 보였으나 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(p=0.65). 이두근 근력은 골 고정술에서 1예(5.6%), 연부조직 고정술에서 2예(12.5%)의 경도의 감소를 보였으나 두 군간의 유의한 차이는 없었다(p=0.32).

견관절 운동범위는 전상방 거상이 골 고정술에서 수술 전 128°에서 최종 추시 시 158°, 연부조직 고정술에서 132°에서 160°로 호전되었다. 외회전은 골 고정술에서 수술 전 40°에서 최종 추시 시 55°, 연부조직 고정술에서 44°에서 52°로 호전되었다. 내회전은 골 고정술에서 수술 전 L4에서 최종 추시 시 T12, 연부조직 고정술에서 L3에서 T12로 호전되었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p=0.37).

Constant 점수는 통증(정상, 15점)이 골 고정술에서 수술 전 7.1에서 최종 추시 시 13, 연부조직 고정술에서 7.2에서

11.8점으로 호전되었으며, 일상 생활 능력(정상: 20점)은 골 고정술에서 수술 전 7.2에서 최종 추시 시 19, 연부조직 고정술에서 7에서 16.2점으로 향상되었다. 운동범위(정상: 40점)는 골 고정술에서 수술 전 25에서 최종 추시 시 36.5, 연부조직 고정술에서 24.6에서 34.2점으로 증가하였으며, 근력(정상: 25점)은 골 고정술에서 수술 전 8.7에서 최종 추시 시 17.5, 연부조직 고정술에서 8.2에서 15.8점으로 회복되었다. 따라서 전체적인 Constant 점수는 골 고정술이 48점에서 86점으로, 연부조직 고정술이 47점에서 78점으로 호전되었으나, 두 군 간의 통계학적 유의한 차이는 없었다(p=0.58).

고 칠

회전근 개 파열의 경우 상완 이두 건 병변이 동반되는 경우가 흔히 관찰된다. 과거의 저자들의 연구에서는 회전근 개 파열과 동반하여 상완 이두 건 병변을 보인 예가 76%에서 관찰되었으며 이 중 상완 이두 건 막염 소견은 20.7%, 건의 마모 또는 비대성 편평화 소견이 23.9%, 부분 파열 17.4%, 완전 파열 5.4%, 아탈구 또는 탈구는 8.7%였다고 보고한 바 있다. 특히 저자들은 과거 문헌을 통해 상완 이두 건 병변의 치료로 보존적 치료를 중요 시 하여야 하나 상완 이두 건으로 인한 통증으로 일상 생활의 제한 및 견관절 기능의 소실을 고려하고, 회전근 개 봉합술 후에도 통증이 지속될 가능성이 있어 적극적인 수술적 치료가 요할 것으로 생각된다고 강조하였다^[10].

회전근 개 파열과 동반된 상완 이두 건 병변에 대한 수술적 치료는 크게 건 절단술과 건 고정술로 구분된다. 이에 대한 각각의 적용증에 대해서는 아직 논란이 많으나 일반적으로 상완 이두 건이 안정되어있고 50% 미만의 부분 파열을 보이는 경우는 건의 변연 절제만을 시행할 수 있으나 50% 이상의 파열이 있거나 불안정성이 있으면 건 절단술을 시행한다^[11,12]. Wolf^[13]는 상완 이두 건 절단술의 적용증으로 미란성 건염,

견갑하건 상부 파열이나 극상건 파열로 인한 상완 이두 건의 아탈구나 탈구, 회전근 개 파열과 동반된 상완 이두 건의 심한 비대 및 이로 인한 이두 구에서의 협소로 인한 통증 시 시행할 수 있다고 언급하였다. 또한 건 고정술은 비교적 중년 층이나 활동력이 왕성하고 직업과 연관되어 이두 건을 보존해야 하는 경우 시행할 수 있으나, 건 절단술과 건 고정술의 임상적 결과는 아직 논란이 많은 실정이다^{14,15)}.

저자들의 경우에도 회전근 개 파열과 동반된 상완 이두 건 병변의 치료로 건의 불안정성이 있거나 이두 구에서의 회복 불능의 부분 파열이 존재할 때, 건의 중간부에 50% 이상의 파열이 존재할 경우 건을 절단하였으며 이 중 60세 미만으로 활동력이 많거나, 팔을 많이 사용하는 직업 특히 전완부에 회외전 균력이 요하는 경우에는 건 고정술을 시행하였다. 건 고정술은 Popeye 변형을 피할 수 있으며, 이두 건에 의한 이차적 통증을 없애고, 건 절단 후 지속되는 근 경련을 피할 수 있는 장점이 있는 반면 건 고정부의 이두근 근처에 압통이 있을 수 있으며, 수술 시간의 연장이 요하고, 더 복잡한 재활 과정이 필요한 것으로 알려져 있다^{4,16)}. 그러나 문헌상 건 절단술이나 건 고정술 후 임상적 결과는 큰 차이를 보이지 않고 있다¹⁴⁾.

건 고정술의 방법은 다양한 술식이 보고되고 있다. 최근 관절경하에서 봉합 나사못을 사용하여 이두 구에 직접 건을 봉합하거나 간섭 나사못을 이용한 골 고정술이 보고된 이후 많은 학자들이 좋은 임상적 결과를 보고하고 있다^{4,15)}. Mazzocca 등¹⁷⁾은 건 고정의 고정 방법에 대한 역학적 연구에서 봉합 나사못이나 간섭 나사못을 사용한 경우 극대 실패 부하(ultimate failure strength)에 의미 있는 차이는 없었다고 보고하였다. 또한 일부 학자들은 상완 이두 건을 회전근 개 간격이나 횡 상완 인대에 봉합하는 연부조직 고정술을 보고하기도 하였다⁶⁾. 그들은 연부조직 고정술이 건 절단술 시 나타나는 상완 이두근의 하방 퇴축의 가능성을 줄이는데 장점이 있어 특히 50-60세의 활동성이 적은 환자에서 시행할 수 있다고 언급하였다.

본 연구의 목적은 건 고정술의 방법 중 골 고정술과 연부조직 고정술을 비교하여 이에 따른 임상적 결과를 확인하기 위함이었다. 회전근 개 봉합에 필요한 시간에 추가적으로 이두 건을 골에 고정하는 시간이 소요되므로 만일 연부조직 고정술의 결과가 골 고정술과 차이가 없다면 시간을 절약하고 관절경 관류액으로 인한 부종을 감소시키기 위해 연부조직 고정술도 적절한 술식이라고 생각할 수 있기 때문이다. 게다가 골 고정술과 연부조직 고정술을 비교한 생역학적 연구에서는 연부조

직 고정술이 이두 건의 고유한 생역학을 반영하는 술식으로서 더 효과적이라고 보고된 바도 있었다^{18,19)}. 또한, 연부조직 고정술과 골 고정술을 비교한 임상 연구에서도 연부조직 고정술이 골 고정술에 비해 임상 결과가 불량하였고 Popeye 변형 등의 구조적인 문제가 더 호발하였다고 언급하였다²⁰⁾.

그러나 본 연구에서는 연부조직 고정술을 시행한 후 2년 이상 추시 후에도 견관절 운동 시 회전근 개 간격 주위에서 당기는 듯한 통증이 장기간 지속되고 Speed 검사상 양성을 나타내는 환자가 4예(25%) 있었다. 골 고정술과의 통증 VAS에 대한 비교에서도 최종 추시 시에 연부조직 고정술에서 의미 있게 통증이 지속되었다. 또한, 연부조직 고정술과 골 고정술을 비교한 임상 연구에서도 연부조직 고정술이 골 고정술에 비해 임상 결과가 불량하였고 Popeye 변형 등의 구조적인 문제가 더 호발하였다고 언급하였다²⁰⁾. 따라서 저자들은 상완 이두 건의 연부조직 고정술이 골 고정술을 대치하지는 못한다고 생각하였다.

본 연구는 상완 이두 건 단독 병변이 아닌 회전근 개 파열이 동반된 증례들을 대상으로 하여 치료 결과가 회전근 개 봉합술 후 결과에 의존될 수 있다는 문제점이 있다. 또한, 상완 이두 건 균력의 측정을 객관적인 균력 측정 기계로 측정하지 못하고 도수로 판단하였으며 재파열 유무를 알기 위해 자기공명영상 촬영이나 초음파 검사가 일부 증례에서만 이루어져 Popeye 변형에 의존하였다는 한계도 있다.

회전근 개 파열과 동반된 상완 이두 건의 불안정성 또는 부분 파열을 위한 상완 이두 건 고정술 시 연부조직 고정술은 골 고정술에 비해 통증 및 상완 이두 건과 관련된 이학적 양성 소견이 장기간 지속되므로 골 고정술이 연부조직 고정술 보다 더 유용한 술식이라고 생각된다.

References

- Hitchcock HH, Bechtol CO. Painful shoulder; observations on the role of the tendon of the long head of the biceps brachii in its causation. J Bone Joint Surg Am 1948;30:263-73.
- Froimson AI, O I. Keyhole tenodesis of biceps origin at the shoulder. Clin Orthop Relat Res 1975;(112):245-9.
- Mariani EM, Cofield RH, Askew LJ, Li GP, Chao EY. Rupture of the tendon of the long head of the biceps brachii. Surgical versus nonsurgical treatment. Clin Orthop Relat Res 1988;(228):233-9.
- Gartsman GM, Hammerman SM. Arthroscopic biceps tenodesis: operative technique. Arthroscopy 2000;16:550-2.

5. Boileau P, Krishnan SG, Coste JS, Walch G. Arthroscopic biceps tenodesis: a new technique using bioabsorbable interference screw fixation. *Arthroscopy* 2002;18:1002-12.
6. Sekiya JK, Elkousy HA, Rodosky MW. Arthroscopic biceps tenodesis using the percutaneous intra-articular transtendon technique. *Arthroscopy* 2003;19:1137-41.
7. Elkousy H, Romero JA, Edwards TB, Gartsman GM, O'Connor DP. Ultrasound and clinical evaluation of soft-tissue versus hardware biceps tenodesis: is hardware tenodesis worth the cost? *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2014;43:62-5.
8. Brandsma JW, Schreuders TA, Birke JA, Piefer A, Oostendorp R. Manual muscle strength testing: intraobserver and interobserver reliabilities for the intrinsic muscles of the hand. *J Hand Ther* 1995;8:185-90.
9. Paulos LE, Mendez KT, Berg T. A novel approach to arthroscopic biceps tenodesis. *Oper Tech Sports Med* 2007; 15:27-34.
10. Kim YK, Kim DW, Lee JH. Long head of the biceps tendon lesion associated with rotator cuff tear. *J Korean Shoulder Elbow Soc* 2010;13:64-71.
11. Barber FA, Byrd JW, Wolf EM, Burkhardt SS. How would you treat the partially torn biceps tendon? *Arthroscopy* 2001; 17:636-9.
12. Boileau P, Baque F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:747-57.
13. Wolf EM. A case for tenotomy of the long head of the biceps. Proceedings of the 22nd Annual Meeting Arthroscopy Association of North America; Phoenix (AZ): 2003; 771-6.
14. Frost A, Zafar MS, Maffulli N. Tenotomy versus tenodesis in the management of pathologic lesions of the tendon of the long head of the biceps brachii. *Am J Sports Med* 2009;37: 828-33.
15. Romeo AA, Mazzocca AD, Tauro JC. Arthroscopic biceps tenodesis. *Arthroscopy* 2004;20:206-13.
16. Mazzocca AD, Romeo AA. Arthroscopic biceps tenodesis in the beach chair position. *Operative Techniques in Sports Medicine* 2003;11:6-14.
17. Mazzocca AD, Bicos J, Santangelo S, Romeo AA, Arciero RA. The biomechanical evaluation of four fixation techniques for proximal biceps tenodesis. *Arthroscopy* 2005;21:1296-306.
18. Levin SD, Wellman DS, Liu C, et al. Biomechanical strain characteristics of soft tissue biceps tenodesis and bony tenodesis. *J Orthop Sci* 2013;18:699-704.
19. Ahmed M, Young BT, Bledsoe G, Cutuk A, Kaar SG. Biomechanical comparison of long head of biceps tenodesis with interference screw and biceps sling soft tissue techniques. *Arthroscopy* 2013;29:1157-63.
20. Scheibel M, Schroder RJ, Chen J, Bartsch M. Arthroscopic soft tissue tenodesis versus bony fixation anchor tenodesis of the long head of the biceps tendon. *Am J Sports Med* 2011; 39:1046-52.