

변형된 Mac 교량형 봉합술: 건의 상태가 불량한 회전근 개 파열에서의 임상적 및 영상학적 치료결과

천상진[✉] • 이효열 • 안성진

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

A Modified Mac Suture Bridge Technique: Clinical and Radiological Outcomes of the Treatment of Rotator Cuff Tear with Poor Tissue Quality

Sang Jin Cheon, M.D., Ph.D. [✉], Hyo Yeol Lee, M.D., and Sung Jin Ahn, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University School of Medicine, Busan, Korea

Purpose: Base on the concept of the Mac stitch, we designed the modified Mac-suture bridge technique to improve the outcome of arthroscopic repair of rotator cuff tear with poor tissue quality. Moreover, we evaluated both the radiological and clinical outcomes of the surgery to assess the effectiveness of the newly designed technique.

Materials and Methods: From January 2010 to December 2014, a total of 52 patients (25 males, 27 females) with rotator cuff tear, with poor tissue quality according to both radiological and intraoperative findings, who underwent arthroscopic rotator cuff repair using the modified Mac-suture bridge technique and followed-up for at least 1 year were included in this study. The mean patient age at the time of surgery was 60 years. The average follow-up period was 20 months. We evaluated the clinical outcomes by checking the range of motion and compared the following, both preoperatively and postoperatively: American Shoulder and Elbow Surgeon (ASES) score, University of California, Los Angeles (UCLA) score, Constant shoulder score (CSS), visual analogue scale (VAS). In addition, we analyzed 42 series of postoperative magnetic resonance imaging by using the Sugaya's classification for the evaluation of the repair integrity.

Results: All clinical scores showed significant improvement (ASES score improved from 56.75 to 83.44, UCLA score from 20.52 to 29.23, CSS from 64.04 to 80.90, and VAS from 6.17 to 1.62; $p<0.001$). The range of motion was also improved; forward flexion improved from 108° to 158°, abduction from 109° to 160°, external rotation from 27° to 50°, and internal rotation from 31° to 57° ($p<0.001$). Satisfactory radiologic results were noted on postoperative magnetic resonance imaging, consisting of 15 cases (35.7%) type I, 22 cases (52.4%) type II, 3 cases (7.1%) type III, 2 cases (4.8%) type IV, and no type V, according to the Sugaya's method.

Conclusion: The modified Mac-suture bridge technique provided satisfactory results both radiologically and clinically for the treatment of rotator cuff tear with poor tendon tissue quality. It could possibly be a good alternative to previous techniques of arthroscopic repair.

Key words: rotator cuff tear, poor tissue quality, modified Mac suture bridge technique, Massive cuff stitch, suture bridge repair

서론

Received September 19, 2016 Revised December 30, 2016

Accepted March 29, 2017

[✉]Correspondence to: Sang Jin Cheon, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University School of Medicine,
179 Gudeok-ro, Seo-gu, Busan 49241, Korea

TEL: +82-51-240-7248 FAX: +82-51-247-8395 E-mail: scheon@pusan.ac.kr

*This study was supported by a 2016 research grant from Pusan National University Hospital.

회전근 개 파열의 관절경적 봉합술은 점차 보편화되고 있으나 기술의 발전에도 불구하고 재파열에 대한 보고가 끊이지 않고 있다.¹⁾ 이에 따라 재파열을 줄이기 위한 노력들이 저자들에게 의해 이루어지고 있다. 많은 연구에서 재파열에 영향을 미치는 요소로 나이, 성별, 증상 지속 시기, 지방변성 정도, 파열의 크기, 건의 상

태 등이 언급되고 있다.^{2,3)} 이 중 특히 건의 상태가 불량한 경우는 재파열률을 높이는 불량한 예후인자로 알려져 있다.^{4,5)} 사회의 고령화가 진행함에 따라 건과 뼈의 상태가 불량한 환자들 증가하고 있어 이런 환자들의 예후를 개선하기 위해 다방면적인 접근이 필요하다. 수술 전 환자 요소나 술 후 관리에 대한 개선도 중요한 문제이며 이와 더불어 봉합술 자체에 대한 재고도 충분히 이루어져야 할 것이다.

Denard와 Burkhart⁶⁾는 건의 상태가 불량한 회전근개 파열 환자들에게 적용할 수 있는 여러 가지 관절경적 회전근개 파열 복원술에 대해 고찰한 바 있다. Meier와 Meier⁷⁾는 회전근개 상완골 대결절 부착부(footprint)를 늘리고 윤활낭 액을 효과적으로 차단하는 봉합법을 사체 연구를 통해 연구하였다. 그들은 이 연구에서 이열 봉합술에서 가장 우수한 성적을 보임을 보고하였다. Shin⁸⁾은 봉합의 성공에 있어서 건-골간 압력 접촉 면적과 균등한 건-골간 압력의 분포가 중요함을 언급하였고 이 연구를 통해 단일 봉합술, 이열 봉합술, 경골 봉합술에 비해 교량형 봉합술이 우수한 생역학적 특성을 나타냄을 보고하였다. 이외에도 많은 저자들이 봉합술을 고안하고 있으나 가장 좋은 봉합법이 무엇인가에 대한 질문은 여전히 난제로 남아있다.

저자들은 봉합의 고정 유지력에서 우수성을 보이는 Mac 봉합술에서 아이디어를 착안하여 교량형 봉합술의 장점을 취하는 봉합술을 고안하였고 이른바 ‘변형된 Mac 교량형 봉합법’이라 명명하였다.⁹⁾ 그리고 봉합법의 유용성을 평가하기 위해 건의 상태가 불량하여 재파열 경향성이 높은 회전근개 파열 환자들에서 선택적으로 변형된 Mac 교량형 봉합법을 적용한 후 임상적 기능 회복 정도를 평가하고 및 해부학적 치유 결과를 영상학적 방법을 통해 분석하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

불량한 건의 상태(poor tendon quality)에 대한 객관적인 기준은 확립되어 있지 않다. 저자들은 본 연구에서 건이 세동(fibrillation) 혹은 층상분리(delamination)된 상태, 파열단의 두께가 현저히 얇아

진 상태 등 건의 질 자체가 불량하여 봉합 시 건이 쉽게 찢어지는(tendon cutout) 경향성을 띠는 때 임상적으로 불량한 건의 상태로 정의하였다. 파열의 크기나 형태는 불량한 건의 상태와 어느 정도 양의 상관관계가 있을 것으로 예상되나 정의에서는 배제하였다.

2010년 1월부터 2014년 12월까지 부산대학교병원에서 회전근개 파열로 진단 후 6개월 이상 보존적 치료를 시행하였으나 호전이 없어 수술을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 우선 수술 전 시행한 자기공명영상 검사를 통해 건의 상태가 불량한 환자들을 영상학적으로 진단하였다. 건병증의 정도가 중등도(2단계) 이상이면서 파열단의 건의 두께가 근-건 접합부(musculotendinous junction)에 비해 얇아진 상태를 보이는 환자를 대상에 포함시켰다.¹⁰⁾ 파열의 크기가 소파열(small size tear) 이하이거나 부분층 파열(partial thickness tear)인 경우 연구대상에서 제외하였다. 기간 내 시행된 788건의 관절경적 회전근개 봉합술 중 110예의 환자에서 수술 전 영상학적으로 건의 상태가 불량한 것으로 진단되었다.

이들 중 관절경 수술 중 건에 조작을 가하여 건의 두께와 근섬유 간의 결합력, 헤어진 정도(fraying)를 평가하였고 수술 소견에서도 건의 상태가 불량하다고 최종 판단되는 환자들에서 변형된 Mac 교량형 봉합술을 시행하였다. 건인 시 장력(repair tension)이 과도히 걸려 교량형 봉합술을 적용할 만큼 건이 충분히 건인되지 않는 경우는 단일봉합술 등을 이용하였으며 연구대상에서 제외되었다. 신경학적 증상이 동반된 경우, 변형된 Mac 교량형 봉합술 외에 추가적인 봉합이 시행된 경우도 연구 대상에서 제외하였다(Table 1). 수술 후 최소 1년 이상 추시를 시행한 52예(중파열 18예, 대파열 30예, 광범위 파열 4예) 환자에서 결과를 후향적으로 분석하였다. 남자는 25명, 여자는 27명이었으며 평균 연령은 60세였다. 평균 추시 기간은 20개월이었다. 전체 환자 중 2예에서 상완 이두근의 완전 파열, 2예에서 부분파열이 동반되었고 부분파열 병변에 대해서는 이두건 절단술을 시행하였다. 전체 환자의 8예에서 상부 관절와순 파열(superior labral anterior to posterior lesion) 병변이 관찰되었고 관절와순 부분절제술을 시행하였다. 23예에서 견갑하건 파열이 관찰되었고 이중 봉합이 필요한 것을 판단되는 18명의 환자에서 봉합술을 시행하였다. 중등도의 유착성

Table 1. Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria	Exclusion criteria
Rotator cuff tear with tendinopathy same or more than grade 2	Small size tear
Marked thinning of tear margin compared to the tendon thickness at musculotendinous junction	Partial thickness tear
Intraoperatively findings showing poor tendon quality (fibrillation, tendon cutout)	Excessive repair tension that is not adequate for suture bridge repair
	Multiple repair methods used in addition to suture bridge repair
	Associated neurologic symptom

관절낭염을 보이는 1예의 환자에서는 관절낭 유리술을 시행하였다.

2. 수술 방법

모든 수술은 동일 시술자에 의해 이루어졌으며 전신 마취하에 측와위(lateral decubitus position)로 시행하였다. 출혈을 최소화하기 위해 저혈압 마취를 시행하고 1:1,000 epinephrine 1 ml를 3,000 ml 세척용 생리 식염수에 혼합하여 사용하였다. 펌프를 이용하여 40-60 mmHg 압력을 유지하고 도르래를 이용해 5-6 kg 추를 매달아 상지를 견인하여 견관절 내 수술 시야를 확보하였다. 마취하 견관절의 수동적 운동 범위를 확인한 후 견봉의 후외측면 하방 및 내측에 후방 삽입구를 만들어 도관 삽입 후 관절경을 삽입하여 관절 내 이상 유무를 확인하였다. 전방 삽입구를 통해 탐색침을 삽입하여 상완 이두 장 건의 병변과 상부 관절와순의 상태를 관찰하고, 관절 내 연골과 관절활액막, 견갑하건의 이상 유무를 확인하였다. 이후 관절경을 점액낭 측(bursal side)으로 옮겨 견봉하 공간을 관찰하였다. 건의 해어진 정도를 시진을 통해 확인하였고 건에 관절경 견자(tendon grasper)를 이용하여 건에 조작을 가하여 건의 두께와 근섬유 간의 결합력을 평가하여 건의 상태를 종합적으로 사정하였다(Fig. 1). 건의 상태가 불량하여 재파열의 경향성이 높다고 판단되는 경우 변형된 Mac 교량형 봉합술을 적용하였다.

변형된 Mac 교량형 봉합술을 시행 하기 위해 우선 상완골두 관절면 상방면 바로 외측의 대결절 부위에 네 가닥의 봉합사가 달린 봉합 나사못(suture anchor)을 단단히 고정한 다음 네 가닥 중 찢어짐 방지 봉합(rip-stop stitch)으로 활용될 두 가닥을 봉합 갈고리(suture passer)를 이용해 회전근 개의 파열된 외측 연으로부터 약 10 mm 내측에서 건을 통과시킨 후 수평 고리(horizontal loop)를 형성하였다. 여기서 형성된 수평 고리를 바로 매듭지어 버리면 이후 교량형 봉합술에 사용될 봉합사를 적절한 위치로 통과시

킬 수 없게 되기 때문에 수평고리를 완전히 매듭 짓지 않은 상태에서 교량형 봉합술에 이용될 두 가닥의 봉합사를 수평고리의 바로 내측 지점에서 건을 통과시켰다. 네 가닥의 봉합사가 모두 적절한 위치를 통과하는 게 확인이 되면 봉합사의 전체적인 위치관계를 다시 확인하면서 수평고리를 천천히 매듭지어 수평 매트리스 봉합을 시행하였다. 이때 매듭을 조이는 강도를 너무 세게 할 경우 감돈을 야기할 수 있으므로 건과 골간에 고정성이 유지되는 범위 내에서 회전근 개가 대결절에 편안하게 접촉할 수 있을 정도로 매듭을 시행하였다. 찢어짐 방지 봉합의 매듭을 짓고 남은 봉합사 부분은 절찰하지 않고 이전에 교량형 봉합술을 위해 수평고리 안을 통과시킨 봉합사 두 가닥과 한 가닥씩 짝지어 두었다.

이러한 과정을 동일하게 반복하여 대결절 부위의 평행한 곳에 내측열 봉합을 추가로 실시하면 여덟 개의 봉합사가 네 쌍을 이루게 된다. 이 중 가운데에 있는 두 쌍의 봉합사는 서로 교차시키면서 외측열로 이동시키고, 바깥의 두 쌍의 봉합사들은 찢어짐 방지 봉합과 수직하게 외측열로 이동시킨 후 비매듭 나사못을 이용하여 교량형 봉합술을 시행하였다(Fig. 2, 3).

내측열에 사용된 나사못은 4.5 mm Bio-Corkscrew FT (SutureTak; Arthrex, Inc., Naples, FL, USA) 7개, 2.8 mm Y-knot RC All-Suture Anchor System (ConMed Linvatec, Largo, FL, USA) 9개, 2.9 mm JuggerKnot Soft Anchor (Biomet Sports Medicine, Warsaw, IN, USA) 8개, 4.5 mm Genesys CrossFT Biocomposite Fully Threaded Anchors (ConMed Linvatec)가 34개, 5.0 mm Super REVO full threaded metal anchor FT (ConMed Linvatec)는 2개 사용되었다. 외측열에 사용된 나사못은 3.5 mm 혹은 4.5 mm Bio-PushLock (SutureTak; Arthrex, Inc.) 45개, 3.5 mm 혹은 4.5 mm PopLok Knotless Suture Anchor (ConMed Linvatec) 32개가 사용되었다. 사용한 나사못의 종류는 환자의 병변과는 무관하게 수술 당시 집도의의 선호에 따라 사용되었다.

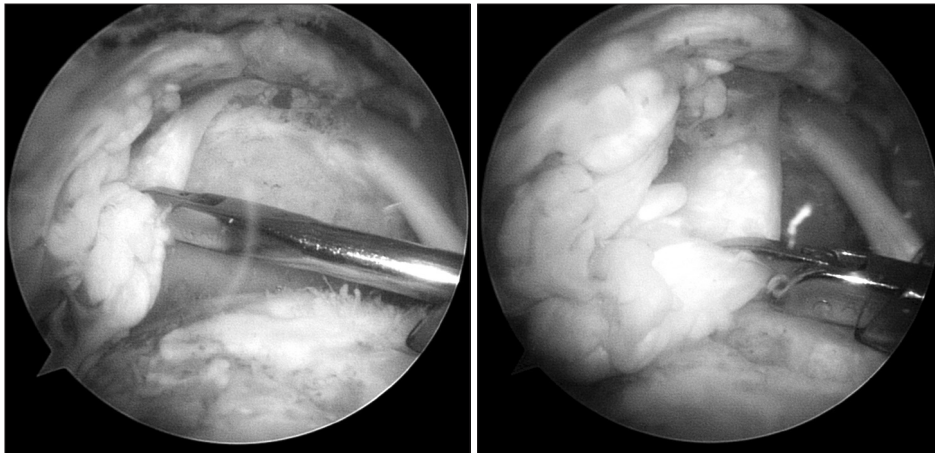


Figure 1. Manipulating tendon to evaluate the quality of tendon tissue. Edematous torn tendon is grasped with a retriever, which is oversusceptible to the tension due to severe tendinopathy.

A Modified Mac Suture Bridge Technique

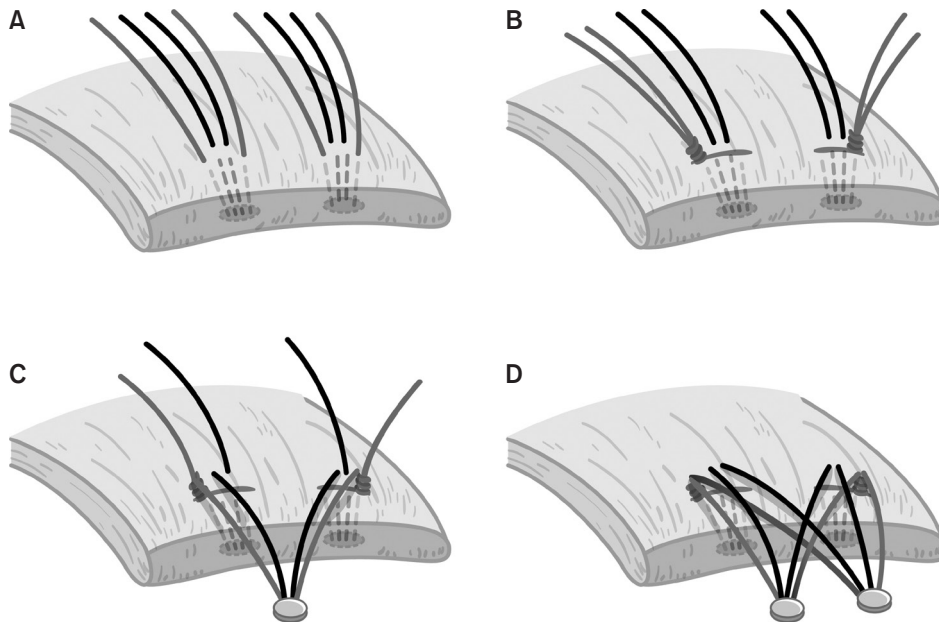


Figure 2. Schematic illustration of modified Mac-suture bridge technique. (A) Penetrate suture fiber in appropriate site. (B) Rip-stop stitch. (C) Anchor-lock fixation. (D) Final outcome.

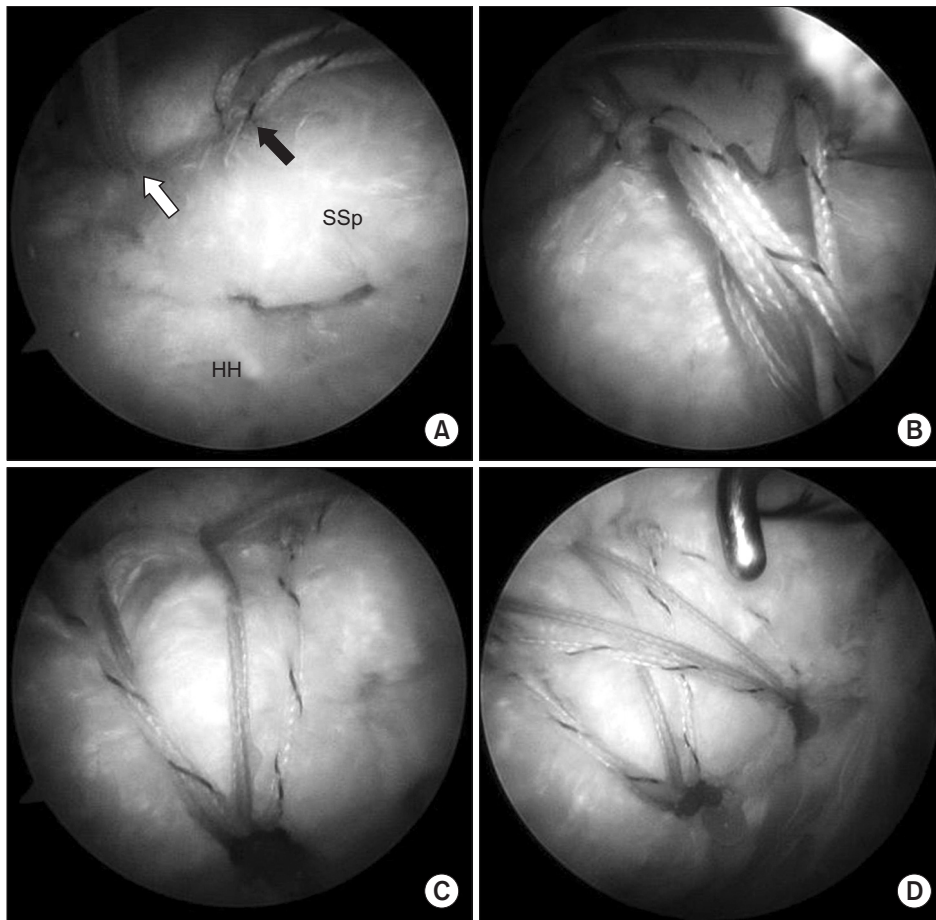


Figure 3. Modified Mac-suture bridge technique. (A) Rip-stop stitches at the medial row (black arrow: rip stop stitch, white arrow: traction fiber for suture bridging, SSp: supraspinatus tendon, HH: humeral head). (B) Lateral migration of two pairs of suture fibers. (C) Suture anchor fixation at the medial row. Note that one pair is consisted of one green fiber and one white fiber. (D) Grand canyon view at the end of the repair.

3. 수술 후 재활

수술 후 재활은 환자들마다 수술방 내 소견에 맞춰 개개인마다 달리 시행했으나 큰 흐름은 다음과 같았다. 수술 후 약 6주간 외전 보조기를 착용하였다. 수술 직후부터 주관절, 수근관절의 능동적 운동과 견관절의 으쓱거림(shrugging) 운동을 장려하였다. 수술 1주 후부터는 상지를 전방으로 기울인 상태에서 몸 전체를 가볍게 움직여 견관절의 수동적인 진자운동(pendulum)을 시작하였다. 수술 2-3주 후부터는 수동적 전방 거상운동, 외회전 및 내회전 운동을 시작하였고 수술 후 4-6주부터 정상적인 견관절 운동 범위를 확보하기 위해 능동적 보조적 관절가동 범위 운동(active assisted range of motion exercise)을 시행하였다. 8주 이후부터는 능동적 관절 운동을 시작하고 12주째부터 6개월간 근력 강화 운동을 시작하였다.

4. 기능적 평가 및 해부학적 평가

술 전 모든 환자에 대해 American Shoulder and Elbow Surgeon (ASES) score, University of California, Los Angeles (UCLA) score, Constant shoulder score (CSS), visual analogue scale (VAS) 설문을 실시하였고 관절운동 범위 측정을 이용하였다. 그리고 최종 추시 때 동일한 검사를 시행하여 하여 기능적 평가 및 추시를 시행하였다. 한편 해부학적 평가를 위해 모든 환자에서 술 전 견관절 전후 및 측면 방사선 검사, 자기공명영상 검사를 시행하였고 건병증 및 건의 파열단의 상태를 조사하였다. 또 Goutallier 분류법을 통해 극상건 근위부의 지방변성 정도간의 연관성 여부를 조사하였다.¹¹⁾ 수술 후에는 회전근 개 회복 정도를 평가하기 위해 모든 환자에게 추시 자기공명영상 검사를 권유하였고 이 중 동의한 42예(중파열 14예, 대파열 24예, 광범위 파열 4예)의 환자에서 자기공명영상 촬영을 시행하였다. 이 영상에 대해 Sugaya 분류를 이용하여 술 후 구조적 상태를 분석하여 영상학적 평가를 시행하였다.¹²⁾ T2 조영증강 관상 면에서 회전근 개 건이 균질한 저강도의 충분한 두께를 보일 때 I형, 부분적으로 고강도를 보이는 충분한 두께를 보일 때 II형, 불연속성은 없으나 불충분한 두께를 보일 때 III형, 약간의 불연속성을 보일 때 IV형, 두드러진 불연속성이 보이는 경우 V형으로 분류하여 회전근 개 건의 회복 상태를 분석하였다. 자기공명영상 촬영 평균 추시 간격은 27.7주(약 7개월)이었다.

5. 통계적 분석

통계적 분석은 SAS ver. 9.3 (SAS Institute, Cary, NC, USA) 통계분석 프로그램을 이용하였고, p-value가 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 판단하였다. 수술 전, 후의 신체 검사상 관절 운동 범위, 임상적 지표로서 ASES, UCLA, CSS, VAS 점수를 전산화하였고 자료가 정규성을 만족하지 않아 윌콕슨 부호순위검정(Wilcoxon signed rank test)을 이용하여 95%의 신뢰 구간에서 통계적 유의성

을 검증하였다. 회전근 개 파열 외의 다른 병변들이 치료 결과의 해석에 교란변수로 작용했을 가능성에 대해 전체 환자를 동반된 견관절 병변 없이 회전근 개 파열이 단독으로 존재하는 군(Group A, n=31)과 회전근 개 파열 외의 견관절 병변(이두박건 파열, 관절와순 파열, 유착성 관절낭염, 중증의 윤활낭염 등)이 동반되어 회전근 개 봉합술 시행과 함께 동반병변을 치료한 군(Group B, n=21)으로 나누어 윌콕슨 순위합검정(Wilcoxon rank-sum test)으로 통계적 분석을 시행하였다.

결 과

최종 추시 결과 ASES score는 56.75 ± 13.52 점에서 83.44 ± 8.39 점으로 호전되었으며 UCLA score는 20.52 ± 6.50 점에서 29.23 ± 5.19 점으로, CSS는 64.04 ± 16.18 점에서 80.90 ± 7.97 점으로, VAS score는 술 전 6.17 ± 1.20 점에서 술 후 1.62 ± 0.82 점으로 모두 의미 있는 호전을 보였다. 견관절 운동 범위의 평균치는 전방거상은 $108^\circ \pm 28^\circ$ 에서 $158^\circ \pm 17^\circ$, 외전 $109^\circ \pm 34^\circ$ 에서 $160^\circ \pm 15^\circ$, 외회전(외전) $27^\circ \pm 21^\circ$ 에서 $50^\circ \pm 17^\circ$, 내회전(외전) $31^\circ \pm 12^\circ$ 에서 $57^\circ \pm 18^\circ$ 로 회복되었다. Group A와 Group B의 치료 성적을 분석한 결과 두 군에서 모두 통계적으로 유의한 호전을 보였다(Table 2). 동반병변의 존재와 치료 여부는 결과에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 3).

술 전 자기공명영상에서 극상건 근위부의 지방변성의 정도는 Goutallier 분류상 1단계 13명, 2단계 24명, 3단계 14명, 4단계 1명이었으며 회전근 개 파열의 크기나 건병증과는 서로 연관성이 없는 것으로 나타났다. 수술 후 평균 7개월째 시행한 추적 자기공명영상상 치유 정도는 Sugaya 분류법상 I형은 15명(35.7%), II형은 22명(52.4%), III형은 3명(7.1%), IV형은 2명(4.8%)이었으며 V형은 없었다. I, II, III형으로 병변의 회복상태에 해당하는 환자는 40명으로 전체의 95%에 해당하였다. 재파열(IV, V형)은 2명(5%)에서 관찰되었다. 수술 소견상 재파열 환자 2명 중 1명은 대파열, 1명은 광범위 파열 환자였다. 수술 후 창상 감염, 신경 손상, 봉합 나사 못 실패 등의 합병증은 발생하지 않았다(Fig. 4).

고 찰

저자들은 건의 상태가 불량한 회전근 개 파열 환자에서 재파열을 줄이기 위해 변형된 Mac 교량형 봉합술을 고안하였고 이를 임상적 적용해 임상적 및 영상학적으로 우수한 결과를 얻을 수 있었다.

지금까지 많은 연구에서 회전근 개 건의 상태를 평가하는 등급체계가 제시되고 그 효용성이 연구되어 왔다. Goutallier 등¹¹⁾은 자기공명영상 시상단면상에서 지방 변성 정도를 등급화하여 건의 상태를 평가하였다. 그리고 그들은 지방변성으로 대표되는 건

Table 2. Clinical Results of Modified Mac-Suture Bridge Technique

Variable	Group	Preoperative	Postoperative	Diff.	p-value*
ASES score	Total	56.75±13.52	83.44±8.39	26.69±12.28	<0.001
	Group A	57.87±13.79	83.23±9.62	25.35±12.03	<0.001
	Group B	55.10±13.27	83.76±6.36	28.67±12.66	<0.001
UCLA score	Total	20.52±6.50	29.23±5.19	8.71±5.50	<0.001
	Group A	20.10±7.09	28.77±5.67	8.68±5.69	<0.001
	Group B	21.14±5.63	29.90±4.44	8.76±5.35	<0.001
CSS	Total	64.04±16.18	80.90±7.97	16.87±11.08	<0.001
	Group A	62.94±17.15	80.13±8.42	17.19±11.49	<0.001
	Group B	65.67±14.90	82.05±7.30	16.38±10.71	<0.001
VAS	Total	6.17±1.20	1.62±0.82	-4.56±1.24	<0.001
	Group A	6.10±1.30	1.65±0.91	-4.45±1.23	<0.001
	Group B	6.29±1.06	1.57±0.68	-4.71±1.27	<0.001
FF (°)	Total	108.37±28.45	158.27±16.54	49.90±23.65	<0.001
	Group A	110.32±28.92	158.71±18.93	48.39±21.62	<0.001
	Group B	105.48±28.19	157.62±12.61	52.14±26.77	<0.001
ABD (°)	Total	109.33±34.04	160.10±15.00	50.77±33.17	<0.001
	Group A	112.74±36.47	160.00±17.61	47.26±35.00	<0.001
	Group B	104.29±30.26	160.24±10.43	55.95±30.36	<0.001
ER at ABD (°)	Total	27.31±21.32	50.10±17.28	22.79±13.45	<0.001
	Group A	26.29±21.75	47.42±15.86	21.13±14.87	<0.001
	Group B	28.81±21.09	54.05±18.88	25.24±10.89	<0.001
IR at ABD (°)	Total	30.87±12.40	56.73±17.82	25.87±20.04	<0.001
	Group A	31.77±14.23	58.55±17.52	26.77±19.39	<0.001
	Group B	29.52±9.21	54.05±18.35	24.52±21.38	<0.001

Values are presented as mean±standard deviation. *Wilcoxon signed rank test. Diff., difference; ASES, American Shoulder and Elbow Surgeon; UCLA, University of California, Los Angeles; CSS, Constant shoulder score; VAS, visual analogue scale; FF, forward flexion; ABD, abduction; ER, external rotation; IR, internal rotation; Group A, isolated rotator cuff lesion; Group B, rotator cuff lesion with associated shoulder lesion.

Table 3. Comparison of Clinical Results Depending on the Existence of Other Shoulder Lesions

Variable	Diff.		p-value*
	Group A	Group B	
ASES score	25.35±12.03	28.67±12.66	0.336
UCLA score	8.68±5.69	8.76±5.35	0.911
CSS	17.19±11.49	16.38±10.71	0.831
VAS	-4.45±1.23	-4.71±1.27	0.463
FF (°)	48.39±21.62	52.14±26.77	0.772
ABD (°)	47.26±35.00	55.95±30.36	0.311
ER at ABD (°)	21.13±14.87	25.24±10.89	0.257
IR at ABD (°)	26.77±19.39	24.52±21.38	0.674

Values are presented as mean±standard deviation. *Wilcoxon signed rank test. Diff., difference; Group A, isolated rotator cuff lesion; Group B, rotator cuff lesion with associated shoulder lesion; ASES, American Shoulder and Elbow Surgeon; UCLA, University of California, Los Angeles; CSS, Constant shoulder score; VAS, visual analogue scale; FF, forward flexion; ABD, abduction; ER, external rotation; IR, internal rotation.

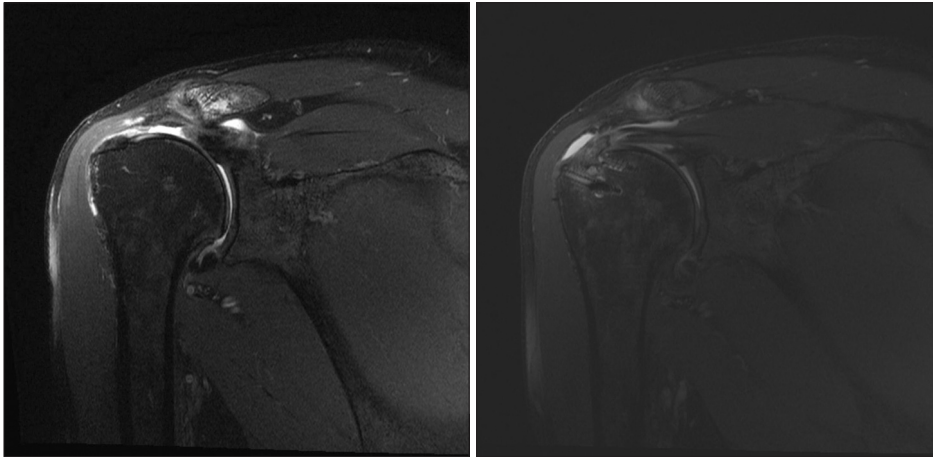


Figure 4. Preoperative and postoperative outcomes on magnetic resonance imaging findings.

Table 4. Criteria Used for the Subjective Evaluation of Intraoperative Findings

Description	
Tendon quality	
1: Poor	Thin, attenuated, friable tendon with fibrillations±laminations; high likelihood of the suture's cutting through the tendon during repair
2: Fair	Thin tendon with fibrillations±laminations
3: Moderate	Thick tendon with fibrillations and laminations
4: Good	Thick tendon with only some fibrillations
5: Excellent	Thick tendon with well-defined tear margins; no fibrillations
Repair tension	
Negligible	No tension as tear margin is already sitting on the footprint
Minimal	Some tension needed to pull the cuff onto the footprint
Moderate	Moderate tension needed to pull the cuff on to the footprint after tenolysis is performed (subacromial±intraarticular supraglenoid release); tendon has tendency to retract off footprint after locking the anchor
High	Great tension needed to pull the cuff onto the footprint even after interval-slide release; poor tendon to bone apposition after anchor locking

의 상태가 치료의 예후와 밀접한 연관이 있음을 보고하였다. 한편 Sein 등¹⁰⁾은 자기공명영상의 관상단면상에서 관찰되는 신호 강도의 소견에 따라 4단계로 회전근 개 건병증의 정도를 등급화하여 건의 상태를 서술하였다. Chung 등¹³⁾은 파열의 크기와 지방변성의 정도가 예후에 영향을 크게 미치지 않았으며 건병증의 정도가 예후에 영향을 미치는 것으로 보고하여 기존에 알려진 결과들을 반박하였다. 본 연구에서는 영상학적으로 불량한 건의 상태를 건병증 등급과 지방변성 등급을 종합하여 평가하였으며 추가로 자기공명영상의 관상단면에서 근-건 접합부(musculocutaneous junction)에 비해 파열단의 건의 두께가 현저히 얇아진 경우를 본 연구대상에 포함시켰다.¹⁴⁾ 파열단의 건의 두께가 얇아진 경우 건인 시 증가하는 장력을 이기지 못하고 건섬유들이 찢어져 봉합이 어려워지는 보편적인 경험에 비추어볼 때 파열단의 두께도 건의 상태를 서술하는 데 포함되어야 한다고 판단하였기 때문이다.

영상학적 검사를 통해 건의 상태를 평가하는 것은 물론 환자의 병변과 치료 결과를 예측하는 데 도움이 되나 수술 내 소견상 관찰되는 불량한 건의 상태를 완벽하게 반영하는 데에는 한계가 있다. 파열단의 두께가 얇거나 건섬유 사이의 결합상태가 좋지 못하여 건이 쉽게 찢어지는 상황(세동), 봉합 바늘을 통과시킨 후 견인을 했을 때 건이 찢어지는 현상 등 수술 중 관찰되는 소견이 야말로 건의 상태를 가장 정확하게 반영하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 주관적인 집도의의 느낌을 객관화하는 것은 쉽지 않다. Ahmad 등¹⁵⁾은 최근 연구에서 수술 중 주관적 소견에 대한 평가 체계를 제시하려고 노력하였다. 그들은 첫째로 수술 중 건의 두께, 건이 층이나 섬유 단위로 분리된 정도, 파열된 건의 경계부가 명확한지 등을 관찰하여 건의 상태를 서술하였고 둘째로 봉합술을 위해 건을 견인할 때 걸리는 장력에 대해 등급을 나누어 평가하였다(Table 4). 그 결과 건의 상태가 불량할수록 임상적인 예후

가 좋지 않았고 초음파로 측정된 구조적 연속성 또한 실제 수술 시 소견과 밀접한 연관이 있는 것으로 보고되었다. Ahmad 등¹⁵⁾과 저자들의 연구를 비교할 때 수술 중 건의 상태에 대한 평가를 위해 관찰한 항목이 매우 유사함을 알 수 있다. 반면 Ahmad 등¹⁵⁾은 건인 시 걸리는 장력을 건의 상태의 등급화에 반영한 것과는 달리 저자들은 치료 시에 적용하는 봉합법을 달리하기 위해 참고하였다. 건의 상태에 대한 집도의들의 평가방법은 이처럼 개개인의 경험에 따라 약간의 차이가 존재하는 것으로 보이며 앞으로 저자들 간의 논의를 통해 건의 상태에 대한 각자의 주관적인 평가가 통일되어 객관화가 이루어지는 과정이 필요할 것으로 보인다.

건의 상태가 불량한 회전근 개 파열의 경우 대부분 건인 시 장력이 크게 걸리는 것에 비해 건의 섬유의 저항력이 작아 수술 중에도 쉽게 찢어지는 현상을 발견할 수 있다. 또 봉합을 시행하더라도 건 자체의 치유능력이 떨어져 있기 때문에 재파열을 줄이기 위해 튼튼하고 적절한 봉합을 찾는 것은 여전히 과제로 남아 있다.

재파열의 대부분은 복원된 회전근 개가 대결절 부착부에서 완전 치유되기 전 건-봉합사 간의 분리가 발생하는 것에서 기인한다. 따라서 건과 골 조직 사이의 접촉면적을 넓히고 강한 고정력을 얻는 방법들이 연구되고 개발되어 왔다.¹⁶⁾ 널리 알려진 봉합법 중 변형된 Mason-Allen 봉합법은 다른 기술들에 비해 건에 대한 봉합의 고정 유지력이 떨어지지 않으면서 감돈이 적은 것으로 각광 받아 왔다.¹⁷⁾ Rhee 등¹⁸⁾과 Lee 등¹⁹⁾은 이 봉합법을 응용하여 고정 유지력을 향상시키고 내측 열에서의 감돈을 막아주기 위해 ‘변형된 Mason-Allen 교량형 봉합술’을 고안하였다. 이 봉합법은 고정 유지력이 매우 강하며 찢어짐 방지 역할을 하는 봉합사가 있어 회전근 개를 통해 봉합사가 빠져 나오는 것을 방지해주는

장점이 있다. 또한 매듭이 없어 견봉하 공간에서 매듭 충돌 등 자극이 발생할 가능성이 적다. 그러나 내측으로 장력이 부하될 시 Mason-Allen 봉합법에서 매듭의 특성 상 자체적으로 감돈이 발생하여 안정성이 떨어지게 되고 결과적으로 회전근 개의 내측 전위를 유발하게 되는 현상이 보고된 바 있다. 또 내측 열에서 외측 열을 향하며 교차하는 봉합사들에 장력이 동일하게 부하되지 않을 시 내측 열 고리의 불안정성과 맞물려 상완골 대결절 부착부의 건과 골 조직 사이 접촉면(footprint)에 관절액의 침범을 막기 힘들다는 단점이 있다.

한편 MacGillivray와 Ma⁹⁾가 제안한 Mac 봉합법은 수평 고리를 사용함으로써 봉합의 힘을 높여주는 것과 동시에 찢어짐 방지 기능을 추가하였다. 이런 장점으로 인해 광범위 파열에서도 효과적인 고정 유지력을 보인다는 점에서 광범위 근 개 봉합법(Massive cuff stitch)으로 불리기도 한다. Ma 등²⁰⁾은 생체역학적 연구를 통해 찢어짐 방지 봉합의 유용성을 고찰하였고 찢어짐 방지 봉합이 2개 이상의 봉합 나사못과 함께 사용될 경우 변형된 Mason-Allen 봉합법과 맞먹는 고정 유지력을 가지는 것으로 보고하였다. Ko 등²¹⁾은 중범위의 전층 회전근 개 파열에 대해 변형된 Mason-Allen 수술 기법을 이용한 광범위 근 개 봉합을 시행하여 1년 이상 추사에서 좋은 결과를 얻었다. 그러나 이 매듭법은 내측 열 매듭의 결찰 후 발생하는 자유단(free end)이 견봉하 공간에 그대로 노출되어 자극을 일으킬 소지가 있다.

저자들이 제시하는 변형된 Mac 교량형 봉합법의 특징을 기존에 알려진 봉합 술기들과 비교하여 정리하자면 다음과 같다. (1) 매듭이 없는(knotless) 봉합: 내측 열에서 매듭을 짓지만 결찰 없이 그대로 외측 열로 당겨 교량형 봉합술을 시행하므로 자유단이 발생하지 않는다. (2) 찢어짐 방지 봉합: 내측 열의 수평 봉합

Table 5. Comparison of Postoperative Cuff Integrities

Technique	Overall retear rate	Small tear	Medium tear	Large tear	Massive tear
Double row repair ²²⁾	9.8 (4/41)	0 (0/27)		29 (4/14)	
Single row Mason-Allen repair ²³⁾	24.5 (13/53)	22 (2/9)	24 (9/38)	33 (2/6)	N/A (0/0)
Conventional SB repair ²⁴⁾	19 (5/26)	N/A (0/0)	24 (4/17)	11 (1/9)	N/A (0/0)
TOE/SB repair ²⁵⁾	12 (3/25)	N/A	N/A	N/A	N/A
Modified Mason-Allen SB repair ¹⁸⁾	5.9 (3/51)	N/A	N/A	N/A	N/A
Modified Mac SB repair	5 (2/42)	N/A (0/0)	0 (0/14)	4.2 (1/24)	25 (1/4)

Retear rates of each technique are subdivided by preoperative tear size. Values are presented as percent (number/total number). SB, suture bridge; TOE/SB, Transosseous-equivalent suture bridge; N/A, not available.

이 찢어짐 방지 기능을 하여 건의 질이 불량한 예에서도 비교적 건이 찢어지는 현상이 발생하지 않고 동시에 윤활낭 액의 침범을 효과적으로 차단한다. (3) 교량형 봉합: 기존에 알려진 교량형 봉합술보다 수적으로 증가된 네 쌍의 봉합사, 총 8개의 봉합사를 이용해 건을 골에 압착시켜 회전근 개 상완골 대결절 부착부(foot print)에 건-골간 접촉면적을 늘리고 고른 장력이 걸리게 하였다. (4) 기술적으로 용이함: 관절경적으로 시행하기 비교적 쉬운 술기로 관절경 술기가 익숙하지 않은 수술의들에게도 쉽게 행해질 수 있다.

새로운 술기의 사활은 기존에 알려진 술기들과 비교하여 더 개선된 예후를 보이는지 여부에 달려 있다. 본 연구는 새로운 봉합법의 유용성을 시험해 보기 위해 재파열의 경향성이 높은 건의 상태가 불량한 환자에서 선택적으로 시행됐고 이 점에서 타 연구의 봉합법과 단순 비교를 하기에는 어려움이 있다. 하지만 수 치만을 봤을 때 술 전 파열의 크기가 중파열에 해당하는 14예에서 0% 재파열률을 보였으며 대파열 환자 24예에서 4.2%, 광범위 파열 환자 4예에서 25%의 재파열률을 보였고 전체 재파열률은 4.8%를 보였는데 이는 타 연구에서 보고된 수치에 비해 우수한 치유 결과임을 알 수 있다(Table 5).^{18,22-25)}

또한 개선된 예후뿐만 아니라 술기가 비교적 쉬워 관절경을 시행하는 초심자들에게도 널리 시행될 수 있겠고 수술 시간의 단축도 기대해볼 수 있다. 이런 점을 종합해볼 때 변형된 Mac 교량형 봉합술은 기존에 알려진 봉합법들에 대해 새로운 대안으로서 제시될 수 있을 것이다. 나아가 불량한 건의 상태를 보이는 회전근 개 파열 환자군에서만뿐만 아니라 보편적인 회전근 개 파열의 치료법으로 적용을 하여도 손색이 없을 것으로 보인다.

한편 찢어짐 방지 봉합마저도 적용할 수 없을 정도의 심한 건 병증이 있거나 파열단이 얇아진 회전근 개 파열에서는 Mac 교량형 봉합술의 시행에 제한이 있었다. 저자들은 이러한 경우 단일 봉합법 등을 사용하여 봉합을 시행하였으며 병변의 양상에 따라 적절한 봉합이 시행되어야 할 것으로 보인다.

본 연구의 제한점으로는 저자의 다른 봉합법과의 대조 연구가 이루어지지 않았다는 점, 파열 분석 과정에서 골의 상태는 고려되지 않았다는 점 등이 있다. 또 구조적 평가를 위한 자기공명영상 추시가 평균 수술 후 7개월에 이루어져 12개월 이후에 추시된 다른 연구들과의 비교가 어려운 점이 있다. 그러나 봉합의 원리와 결과를 볼 때 굉장히 안정된 고정 유지력이 있을 것으로 보이며 향후 추가적으로 생체역학적인 연구가 이루어 진다면 좋은 연구가 될 것으로 보인다.

결 론

건의 상태가 불량한 회전근 개 파열에서 변형된 Mac 교량형 봉합술은 임상적 및 영상학적 회복 측면에서 기존에 알려진 봉합법

들에 대한 유용한 대안이 될 수 있을 것으로 보인다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge Mrs. Seong Eun Kim for preparation of the illustrations.

REFERENCES

1. Wilson F, Hinov V, Adams G. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff: 2- to 14-year follow-up. *Arthroscopy*. 2002;18:136-44.
2. Gerber C, Fuchs B, Hodler J. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:505-15.
3. Oh JH, Kim SH, Ji HM, Jo KH, Bin SW, Gong HS. Prognostic factors affecting anatomic outcome of rotator cuff repair and correlation with functional outcome. *Arthroscopy*. 2009;25:30-9.
4. Djurasovic M, Marra G, Arroyo JS, Pollock RG, Flatow EL, Bigliani LU. Revision rotator cuff repair: factors influencing results. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83:1849-55.
5. Lädermann A, Denard PJ, Burkhart SS. Management of failed rotator cuff repair: a systematic review. *J ISAKOS*. 2016;1:32-7.
6. Denard PJ, Burkhart SS. Techniques for managing poor quality tissue and bone during arthroscopic rotator cuff repair. *Arthroscopy*. 2011;27:1409-21.
7. Meier SW, Meier JD. Rotator cuff repair: the effect of double-row fixation on three-dimensional repair site. *J Shoulder Elbow Surg*. 2006;15:691-6.
8. Shin SJ. Arthroscopic rotator cuff repair: double rows & suture bridge technique. *J Korean Shoulder Elbow Soc*. 2008;11:82-9.
9. MacGillivray JD, Ma CB. An arthroscopic stitch for massive rotator cuff tears: the Mac stitch. *Arthroscopy*. 2004;20:669-71.
10. Sein ML, Walton J, Linklater J, et al. Reliability of MRI assessment of supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2007;41:e9.
11. Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness

- tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:550-4.
12. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic double-row rotator cuff repair. A prospective outcome study. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:953-60.
13. Chung SW, Kim JY, Kim MH, Kim SH, Oh JH. Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears: outcome and analysis of factors associated with healing failure or poor postoperative function. *Am J Sports Med.* 2013;41:1674-83.
14. Morag Y, Jacobson JA, Miller B, De Maeseneer M, Girish G, Jamadar D. MR imaging of rotator cuff injury: what the clinician needs to know. *Radiographics.* 2006;26:1045-65.
15. Ahmad S, Haber M, Bokor DJ. The influence of intraoperative factors and postoperative rehabilitation compliance on the integrity of the rotator cuff after arthroscopic repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:229-35.
16. Choi ES, Park KJ, Kim YM, et al. Clinical result of layered suture bridge technique in arthroscopic repair for delaminated rotator cuff tear. *Clin Should Elbow.* 2013;16:84-93.
17. Schneeberger AG, von Roll A, Kalberer F, Jacob HA, Gerber C. Mechanical strength of arthroscopic rotator cuff repair techniques: an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84: 2152-60.
18. Rhee YG, Cho NS, Parke CS. Arthroscopic rotator cuff repair using modified Mason-Allen medial row stitch: knotless versus knot-tying suture bridge technique. *Am J Sports Med.* 2012;40:2440-7.
19. Lee BG, Cho NS, Rhee YG. Modified Mason-Allen suture bridge technique: a new suture bridge technique with improved tissue holding by the modified Mason-Allen stitch. *Clin Orthop Surg.* 2012;4:242-5.
20. Ma CB, Comerford L, Wilson J, Puttlitz CM. Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs: double-row compared with single-row fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:403-10.
21. Ko SH, Cho SD, Jung KH, et al. All arthroscopic repairs with massive cuff stitch in medium-sized full thickness rotator cuff tears. *J Korean Orthop Assoc.* 2008;43:93-100.
22. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. *Arthroscopy.* 2005;21:1307-16.
23. Lichtenberg S, Liem D, Magosch P, Habermeyer P. Influence of tendon healing after arthroscopic rotator cuff repair on clinical outcome using single-row Mason-Allen suture technique: a prospective, MRI controlled study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:1200-6.
24. Kim KC, Shin HD, Lee WY, Han SC. Repair integrity and functional outcome after arthroscopic rotator cuff repair: double-row versus suture-bridge technique. *Am J Sports Med.* 2012;40:294-9.
25. Baleani M, Ohman C, Guandalini L, et al. Comparative study of different tendon grasping techniques for arthroscopic repair of the rotator cuff. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21:799-803.

변형된 Mac 교량형 봉합술: 건의 상태가 불량한 회전근 개 파열에서의 임상적 및 영상학적 치료결과

천상진[✉] • 이효열 • 안성진

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 자자들은 건의 상태가 불량한 회전근 개 파열 환자에서 재파열을 줄이기 위해 변형된 Mac 교량형 봉합술을 고안하였고 임상적 및 영상학적 치료 결과를 분석하여 새로운 봉합법의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2010년 1월부터 2014년 12월까지 부산대학교병원에서 관절경적 회전근 개 봉합술을 시행한 환자들 중 수술 전 시행한 자기공명영상 검사와 수술 중 관절경 소견을 종합 평가한 결과 건의 상태가 불량하다고 판단되는 경우 변형된 Mac 교량형 봉합술을 시행하였다. 이 중 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 환자 52명을 연구대상으로 하였다. 남자 25명, 여자 27명, 평균 연령은 60세였다. 평균 추시 기간은 20개월이었다. 임상적 결과는 술 전 그리고 최종 추시 시 American Shoulder and Elbow Surgeon (ASES) score, University of California, Los Angeles (UCLA) score, Constant shoulder score (CSS), visual analogue scale (VAS), 관절운동 범위를 비교하여 평가하였다. 수술 후 평균 7개월째 자기공명영상 추적관찰을 시행한 42예에서는 Sugaya 분류를 이용하여 구조적 상태를 분석하였다.

결과: 수술 후 시행한 추적 자기공명영상상 치유 정도는 I형은 15명(35.7%), II형은 22명(52.4%), III형은 3명(7.1%), IV형은 2명(4.8%), V형은 없었다. I, II, III형으로 병변의 회복상태로 판단되는 환자는 40명으로 전체의 95.2%에 해당하였다. 재파열(IV, V형)은 2명(4.8%)에서 관찰되었다. 재파열 환자 2명 중 1명은 대파열, 1명은 광범위 파열 환자였다. 최종 추시 시 ASES score는 평균 56.75점에서 83.44점으로, UCLA score는 20.52점에서 29.23점으로, CSS는 64.04점에서 80.90점으로, VAS는 술 전 6.17점에서 술 후 1.62점으로 유의하게 호전되었다($p < 0.001$). 관절운동 범위는 전방거상 108°에서 158°, 외전 109°에서 160°, 외회전(외전) 27°에서 50°, 내회전(외전) 31°에서 57°로 유의한 회복을 보였다($p < 0.001$).

결론: 건의 상태가 불량한 회전근 개 파열에서 변형된 Mac 교량형 봉합술은 임상적 및 영상학적 회복 측면에서 기존에 알려진 봉합법에 대한 유용한 대안이 될 수 있다.

색인단어: 회전근 개 파열, 불량한 건의 상태, 변형된 Mac 교량형 봉합술, 광범위 근 개 봉합, 교량형 봉합술

접수일 2016년 9월 19일 수정일 2016년 12월 30일 게재확정일 2017년 3월 29일

[✉]책임저자 천상진

49241, 부산시 서구 구덕로 179, 부산대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 051-240-7248, FAX 051-247-8395, E-mail scheon@pusan.ac.kr

*본 연구는 2016년 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.