

교량형 봉합술을 이용한 관절경적 회전근개 건 봉합술 후 회전근개 건 복원 상태

The Integrity after Arthroscopically Repairing the Rotator Cuff Tendon Using the Suture Bridge Technique

천상진 • 허준오 • 서정탁 • 유충일
부산대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목적: 회전근개 건 전층 파열에서 관절경적 교량형 봉합술 후 복원된 회전근개 건의 회복 상태에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 회전근개 건 전층 파열로 관절경적 교량형 봉합술을 시행받고 수술 후 복원 정도를 평가하기 위해 평균 9개월에 자기 공명 영상을 얻을 수 있었던 42명(남자: 14명, 여자: 28명)의 환자를 대상으로 하였다. 평균 나이는 57세(44-75세)였으며 추시 관찰 기간은 평균 14개월(12-16개월)이었다. 추시 시 촬영한 자기공명 영상을 통해 Sugaya 분류에 따라 복원된 회전근개 건의 구조적 상태를 분석하였다. The University of California at Los Angeles (UCLA) score, The Korean Shoulder Scoring System (KSS) 및 Visual Analogue Scale (VAS) 을 이용하여 임상적 및 기능적 평가를 시행하였다.

결과: 추시 시 자기 공명 영상을 촬영한 42예에서 Sugaya 분류 I형이 10예, II형이 28예, III형이 2예, IV형이 1예 및 V형이 1예로 관찰되었다. 대파열 이하의 파열크기를 보인 39예 중 수술 후 Sugaya 분류상 I형이 9예, II형이 27예로 대파열 이하에서 92.3%의 정상 복원율을 보였다. 광범위 파열에서는 3예 중 1예에서 V형의 재파열이 발생하여 재파열률은 33.3%였으며 전체 재파열률은 4.8%이었다. 또한 3단계 이하의 지방변성도를 보인 41예에서 수술 후 92.7%의 정상 복원율을 보였다. Sugaya 분류 V형인 재파열 1예를 제외한 41예에서 UCLA score는 수술 전 17.2에서 수술 후 31.4로, KSS score는 58.2에서 90.8로 향상되어 유의할만한 호전을 보였으며($p < 0.05$) 각 형들에 따른 임상적인 차이 없이 모두 만족할 만한 임상적 결과를 보였다.

결론: 회전근개 건 전층 파열에 대한 관절경적 교량형 봉합술을 이용한 회전근개 봉합술은 90.4%에서 구조적으로 정상 복원된 결과를 보였고, 임상적으로 향상된 결과를 보여 회전근개 건 전층 파열 시 사용할 수 있는 믿을 만한 수술 방법 중 하나라고 생각한다.

색인단어: 회전근개 건 완전 파열, 관절경적 회전근개 복원술, 교량형 봉합술, 복원 정도

서 론

회전근개 건 파열에 대한 여러가지 수술적 치료가 개발되었고 최근 수술 기법과 수술 기구의 발전으로 좀 더 비침습적인 관절경

적 봉합술이 더 선호되고 있는 상황이다. 이러한 관절경적 술식에는 일열 봉합술, 이열 봉합술 등 여러 술기들¹⁻⁶⁾이 있으며 환자의 병변부 상태와 각 수술 방법의 장, 단점에 따라 선택적으로 상기 수술 방법들이 사용되고 있으나 향상된 여러 수술 방법에도 불구하고 회전근개 건 파열 시 봉합술 후 약 25%에서 94%^{2,7)}까지 이르는 높은 재파열율이 보고되었다. 이를 극복하고자 개발된 술식의 하나인 관절경적 교량형 봉합술은 생역학적 실험을 통해 압력을 받는 접촉 면적, 회전근개 건의 부착 부위에 작용하는 압력, 최대 파열 강도 등에서 다른 관절경적 회전근개 건 봉합술보다 우수하여⁸⁾ 생역학적으로 가장 안정된 술식으로 보고되고 있다. 하지만 이 술식의 임상적 적용 기간이 짧아 수술 후 회전근개

접수일 2010년 7월 1일 게재확정일 2010년 12월 3일

교신저자 천상진

부산시 서구 야마동 1가 10번지, 부산대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

TEL 051-240-7248, FAX 051-247-8395

E-mail: scheon@pusan.ac.kr

*이 논문은 2005년도 부산대학교 의학연구소 연구비(2005-41)에 의하여 연구되었음.

건의 복원 상태에 대한 구조적 결과가 아직 확실히 정립되어 있지 않으며 또한 임상적 결과에 대해서도 충분한 자료가 없는 실정이다. 저자들은 관절경적 교량형 봉합술의 생역학적 우수성을 바탕으로 회전근개 건 파열에 대하여 이 술식을 시행하였으며 술 후 대부분의 환자들에게서 향상된 임상 증상을 관찰할 수 있었기에 술 후 파열된 건의 복원 상태와 정도가 과거 보고된 결과와 차이가 있는지에 대한 연구와 파열된 건의 회복이 임상 증상과 관련이 있는지에 대한 연구가 필요하다고 생각되었다. 이에 회전근개 건 전층 파열에서 관절경적 교량형 봉합술 후 술전과 술후 자기 공명 영상을 이용한 추시 관찰을 통해 구조적 복원 상태를 분석하고 임상적 결과와의 관련성에 대해 알아보았다.

대상 및 방법

1. 대상 환자의 선정

2008년 1월부터 2009년 3월까지 견관절 감염, 불안정성, 이전 상완골 근위부 골절 없이 견관절 동통 및 동통성 운동 제한으로 3-6개월 간의 보존적 치료에도 증상 호전이 없고 수술 전 자기 공명 영상 상 회전근개 건 전층 파열을 보인 156명에서 관절경적 회전근개 봉합술을 시행하였다. 수술 시 관절경 소견 상 변연 절제술 및 건 가동화 조작 후 무리한 장력 없이 파열된 건이 당겨지면서 내측열과 외측열 고정을 할 수 있을 정도로 건 부분이 남아있던 93예의 환자들에서 관절경적 교량형 봉합술을 시행하였다. 이 중 수술 후 평균 9개월에 술후 상태를 알고 싶어하는 환자들과 회복 상태에 대해 알아보고자 한 환자들에서 동의하 추시 자기 공명 영상 촬영을 하여 소파열 2예를 제외하고 중파열 이상이었던 42예를 연구대상으로 하였다. 평균 추시 관찰은 14개월(12-16개월)이었다. 남자는 14예로 공장인부에서 선원까지 다양하였으며 대부분이 직업적으로 견관절을 많이 사용하였던 것으로 나타났다. 반면 여자는 28예 중 장사 혹은 배달 등의 직업도 있었으나 대부분 주부로 무리한 견관절 사용은 없으나 반복적으로 많은 집안 일을 하면서 견관절을 사용했던 병력이 있었다. 평균연령은 57세

(44-75세)였으며 추시 기간 중 관찰에서 제외된 대상은 없었다. 파열 크기는 수술 시 탐색침을 이용하여 측정하였고 DeOrio와 Cofield 분류⁹⁾에 따라 1-3 cm인 중파열은 30예, 3-5 cm인 대파열은 9예, 5 cm 이상인 광범위 파열은 3예였다.

2. 평가 방법

42예의 모든 환자에서 수술 전 자기 공명 영상을 통해 회전근개 건 전층 파열을 진단하였으며 봉합한 회전근개 건의 상태를 알기 위해 추시 중 자기 공명 영상(MRI) 혹은 자기 공명 관절 조영술(MRA)을 촬영하여 I형은 회전근개 건이 균질한 저장도의 충분한 두께를 보일 때, II형은 부분적으로 고강도를 보이는 충분한 두께를 보일 때, III형은 불연속성은 없으나 불충분한 두께를 보일 때, IV형은 약간의 불연속성을 보일 때, V형은 두드러진 불연속성이 보이는 경우로 나눈 Sugaya 분류¹⁰⁾를 통해 봉합한 회전근개 건의 회복 상태를 분석하였다 (Fig. 1-3). 이 중 I형과 II형은 정상 복원(intact healing)으로, III형은 불충분한 두께로 복원(insufficient thickness healing)된 것으로, IV형과 V형은 재파열로 분류하였다. 회전근개의 지방 변성 정도는 수술 전과 후에 촬영된 자기 공명 영상에서 Goutallier¹¹⁾ 등이 제시한 것처럼 측면에서 극상근의 경우 견갑골 가시돌기와 나머지 견갑골 부위 사이에서 극상근이 최대 표면적을 나타내는 단면에서 측정하였고 극하근과 견갑하근은 견갑골 가시돌기의 외측 부착부 직하방의 상부 단면과 관절와 상완관절의 하방부에서의 단면을 통해 측정하여 Goutallier 분류¹¹⁾에 따라 0단계에서 4단계까지 5등급으로 나누었다. 파열 크기는 관절경적 수술 과정에서 회전근개 건의 파열된 부위를 변연 절제한 후 측정하였다. 수술 직전과 수술 후 평균 14개월에 UCLA score, KSS score¹²⁾ 및 VAS score를 통해 환자의 주관적 통증 정도, 운동 범위, 기능 평가를 측정하여 이환된 견관절 수술 전과 수술 후의 상태를 평가하였다. 수술 후 경과 관찰을 위해 단순 방사선 사진 촬영을 시행하였고 모든 환자에 있어 객관적인 운동 범위 호전 양상을 알기 위해 환자 동의하 사진촬영을 하여 운동 범위의 증가 양상을 기록하였다. 5년 이상 근골격계 자기 공명 영상

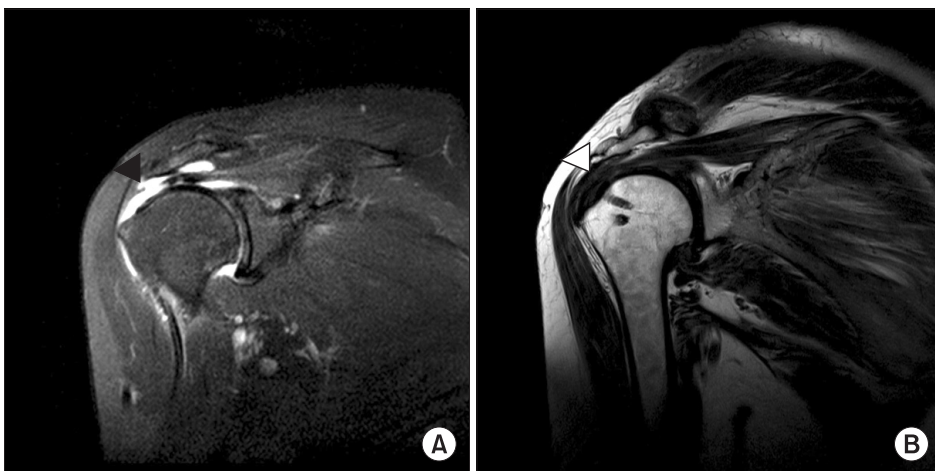


Figure 1. A 64-year-old female had painful limitation of motion of right shoulder preoperatively. (A) Preoperative massive tear of rotator cuff tendons: Black arrow head denotes full-thickness massive tear of rotator cuff tendons in preoperative MRA. (B) Repair integrity: White arrow head indicates Sugaya classification type I in follow-up MRA taken 7 months postoperatively.

판독 경험이 있는 방사선 전문의 2인과 정형외과 의사 2인에 의해 견관절 자기 공명 영상이 판독되었으며 극상건의 전층 파열은 건의 관절측부터 점액낭측까지 완전 결손을 보일 때로 판독하였다. 사위 관상면(oblique coronal plane)과 축면(axial plane)에서 T1 강조 및 T2 강조영상을 보면서 극상건의 상태를, 축면과 사위 시상면(oblique sagittal plane)에서 견갑하근 및 극하근의 상태를 관찰하여 Sugaya 분류 상 IV형인 약간의 불연속성을 보일 때, V형인 두드러진 불연속성이 보이는 경우를 재파열 된 것으로 정의하였고 이러한 재파열은 T2 강조영상에서 균질한 저신호 강도를 보이는 정상 건 소견 중에서 정상 건 소견과 달리 전층에서 고신호 강도를 보이는 부분으로 판단하였다. SPSS ver. 14.0을 이용하여 Student t test를 통해 회전근개 건의 파열 크기, 지방 변성 정도에 따른 치료 효과의 통계적 유의성을 토대로 교량형 봉합술 시행 후 치료에 영향을 주는 인자 및 구조적, 임상적 결과에 대해 평가하였다.

3. 수술 및 재활 방법

전신 마취 후 관절경 시야를 방해하는 출혈을 최소화하기 위해

전반적인 수술 과정, 특히 견봉 성형술 시행 시 Bales와 Anderson¹⁾처럼 저혈압 마취를 시행하여 수술 과정 중 시야 확보가 쉽도록 준비하였다. 후방 삽입구를 뚫어 도관 삽입 후 관절경적 시야 상 outside-in technique으로 전방 삽입구를 만들었다. 작업 및 관찰을 위해 사용할 외측, 후외측 삽입구를 추가로 만들고 외측 삽입구를 통해 극상건 부착부를 박리시킨 후 상완골을 노출시켜 회전근개 건 부착 부위 내측 경계부에 4.5 mm 혹은 5.5 mm 흡수고정 나사못(Bio-Corkscrew® FT Suture Anchor, Arthrex Inc.)을 삽입하여 내측 열을 형성하였다. Scorpion 및 Lasso (Arthrex Inc.)를 이용하여 후방부터 차례로 파열된 회전근개 건에 실을 걸고 통과시킨 후 각각의 매듭을 수평석상봉합 형태로 만들었다. 내측 열 나사못으로부터의 4-8가닥의 실을 2-3개의 3.5 mm 혹은 4.5 mm의 비매듭 나사못(Bio-PushLock®, Arthrex Inc.)에 연결하고 회전근개 건 부착 부위 외측에서 약 1 cm 이내 정도 원위부인 대결절에 적절한 긴장을 유지하면서 외측 열을 만들어 고정시켜 관절경적 교량형 봉합술을 시행하였다. 중파열의 경우 내측열 고정에 2개의 흡수고정나사못과 외측열 고정에 2개의 비매듭 나사못을 이용하여 파열된 회전근개 건을 고정하였으며 대파열과 광범위 파열의

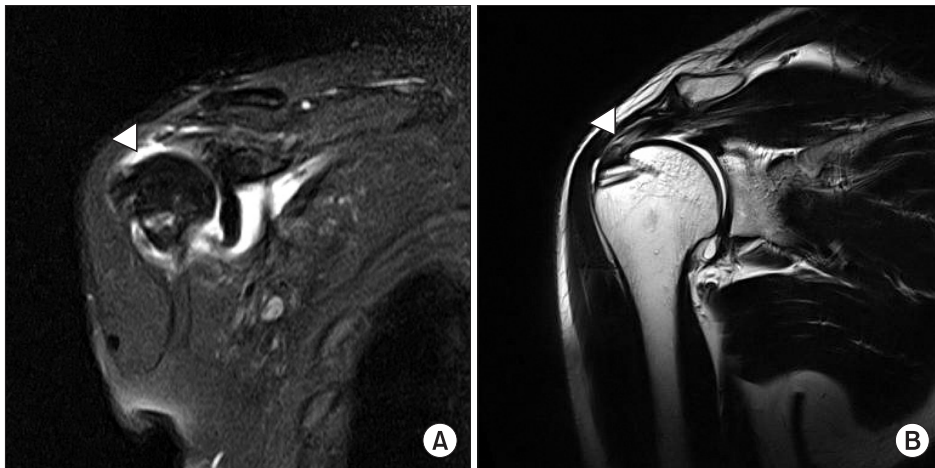


Figure 2. A 56-year-old male had right shoulder pain preoperatively. (A) Preoperative large tear of rotator cuff tendons: White arrow head denotes full-thickness large tear of rotator cuff tendons in preoperative MRA. (B) Repair integrity: White arrow head indicates Sugaya classification type II in follow-up MRA taken 8 months postoperatively.



Figure 3. A 55-year-old male was presented with retear of rotator cuff tendons. (A) Preoperative large retear of rotator cuff tendons: Black arrow head denotes full-thickness large retear of rotator cuff tendons in preoperative MRA. (B) Repair integrity: White arrow head indicates Sugaya classification type III in follow-up MRA taken 6 months postoperatively.

경우 파열 형태와 건의 건강 상태에 따라 내측열 고정에는 2-3개의 흡수 고정나사못을 이용하였으나 외측열 고정에는 2-3개의 비매듭 나사못을 이용해 고정하여 가능한 건-골간 접촉면적을 최대화하려고 하였다.

수술 후 재활은 술후 다음날에서 일주일 내에 진자운동과 전방 거상운동을 병행하여 Grasso 등¹³⁾이나 Frank 등¹⁴⁾이 수술 후 4-6주에 기본운동을 시작한 것 보다 약 2-4주 정도 조기에 시행하였다. 퇴원 후 자체적인 수술 후 운동 지침을 교육시켜 시행하도록 하였다. 기본적으로 4-6주간 외전 보조기를 유지하도록 하였고 수술 다음 날부터 진자 운동을 시작하였다. 수술 후 3-4일부터 수동적 전방 거상 및 막대를 이용한 외회전 운동을 병행하였으며 초기 운동 범위는 통증이 느껴지기 전까지 가능한 범위를 허용하였다. 재활 기간 동안 지속적으로 옮겨주기뿐 아니라 손과 주관절을 가능한 운동 범위까지 운동하도록 하였다. 수술 후 약 3-4주부터 능동적 도움 운동을 시작하였으며 수술 후 5-6주부터 능동적 운동을, 8-10주에 근력운동을 시작하였다.

결 과

회전근개 건 파열은 중파열이 30예, 대파열이 9예, 광범위 파열은 3예로 관찰되었고 42예 모두에서 극상근 전층 파열을 보이고 있었다.

1. 술전 파열 크기에 따른 복원

추시 시 자기 공명 영상을 촬영한 42예 중 Sugaya 분류에 의해 I형이 10예, II형이 28예, III형이 2예, IV형이 1예, V형이 1예 관찰되었다. 이 중 I형과 II형은 38예로 90.4%에서 파열된 회전근개 건이 정

상 복원되어 이전 자기 공명 영상과 비교 시 건-골간 간격의 정상화를 보이면서 접촉면적이 향상되었음을 발견할 수 있었다. 자기 공명 영상 평가에 의해 중파열 30예 중 8예에서 I형을, 20예에서 II형을 보였고 III형과 IV형이 각각 1예에서 보였으며 대파열 9예에서 7예가 II형을, 각 1예씩 I형과 III형을 보여 대파열 이하의 39예에서 Sugaya 분류상 I형이 9예, II형이 27예, III형이 2예, IV형이 1예로 평가되어(Fig. 2, 3) 대파열 이하에서 92.3%의 정상 복원율을 보였다. 하지만 광범위 파열 3예 중 1예에서 V형의 재파열이 관찰되어 광범위 파열에서는 재파열률이 33.3%로 나타났다(Table 1).

2. 술전 지방변성도에 따른 복원

수술 전 자기 공명 영상 상 Goutallier 분류에 의해 23예에서 지방변성 1단계를, 13예에서 2단계, 5예에서 3단계, 1예에서 4단계를 보였고(Table 2) 1단계와 2단계 지방변성을 보인 36예 중 35예에서 수술 후 Sugaya 분류 I, II형을, 1예에서 III형을 보였으며 3단계 지방변성을 보인 5예 중 3예는 II형을, 각 1예에서 III형과 IV형을 보였다. 수술 후 지방변성도의 경우 4명에서 수술 전 1단계에서 수술 후 2단계로 나타났으며 4명 모두 Sugaya 분류 II형으로 파열된 회전근개 건의 재파열 없이 잘 회복된 형태를 보였으며 이들 4예를 제외한 나머지 예에서 술후 지방변성도는 술전과 동일하였다. 3단계 이상의 지방변성도를 보인 6예에서 술전 3단계 지방변성도를 보인 1예에서 IV형이, 4단계 지방변성을 보인 1예에서 V형이 발생하여 재파열은 2예로 3단계 이상의 지방변성 시 33.3%의 재파열율을 나타내어 총 42예 중 3단계 이상의 지방변성을 보인 2예에서 재파열이 발생하여 전체적으로 4.8%의 재파열율을 보였다.

Table 1. Repair Integrity according to Tear Size of Rotator Cuff

Preoperative tear size	Type I*	Type II	Type III	Type IV	Type V
Overall (n=42)	10	28	2	1	1
Medium (n=30)	8	20	1	1	0
Large (n=9)	1	7	1	0	0
Massive (n=3)	1	1	0	0	1

*Sugaya classification: Type I (Sufficient thickness with homogeneous low intensity), Type II (Sufficient thickness with partial high intensity), Type III (Insufficient thickness without discontinuity), Type IV (Presence of a minor discontinuity), Type V (Presence of a major discontinuity).

Table 2. Repair Integrity according to Fatty Degeneration of Rotator Cuff

Preoperative fatty degeneration	Type I*	Type II	Type III	Type IV	Type V
Grade 1 (n=23) [†]	4	19	0	0	0
Grade 2 (n=13)	3	9	0	0	0
Grade 3 (n=5)	0	3	1	1	0
Grade 4 (n=1)	0	0	0	0	1

*Sugaya classification of rotator cuff after repair of the rotator cuff; [†]Goutallier classification of fatty degeneration: Grade 0 (No fatty deposits), Grade 1 (Some fatty streaks), Grade 2 (More muscle than fat), Grade 3 (As much muscle as fat), Grade 4 (Less muscle than fat).

Table 3. Functional Outcomes according to Repair Integrity of Rotator Cuff

Variable	UCLA			KSS		
	Pre	Post	p-value	Pre	Post	p-value
Type I (n=10)	16.8	31.0	0.01*	55.6	92.1	0.01*
Type II (n=28)	16.6	32.2	0.01*	58.6	92.8	0.01*
Type III (n=2)	16.5	32	<0.001*	56.5	89	<0.001*
Type IV (n=1)	16	30	-	65	91	-
Type V (n=1)	13	14	-	34	46	-

The University of California Los Angeles (UCLA) score: Maximum scores are 10 points for pain and function; 5 points for motion, strength, and satisfaction; and 35 points total. The Korean Shoulder Scoring System (KSS) includes 5 domains totalling 100 points: function, 30 points; pain, 20; satisfaction, 10; range of motion, 20; and muscle power, consisting of strength, 10; and endurance, 10. *p<0.05.

Table 4. Changes between Preoperative and Last Follow-up UCLA Score, KSS Score and VAS Score

Variable	Preoperative score	Last follow up score	p-value
UCLA	17.2 (±4.25)	31.4 (±4.31)	p=0.002*
KSS	58.2 (±15.4)	90.8 (±8.55)	p=0.001*
VAS	7.4	1.0	p<0.001*

*p<0.05.

Table 5. Changes in Range of Motion of the Affected Shoulder

Variable	Last follow up score	p-value
Forward elevation	145.9°	170.5°
Abduction	132.7°	167.8°
External rotation	64.4°	70.6°
Internal rotation	50.2°	61.0°

3. 술후 복원 정도에 따른 임상적 결과

Sugaya V형은 UCLA score 및 KSS score 상 특히 낮은 임상적 결과를 보였으나 Sugaya I, II, III형과 같이 복원된 회전근개의 경우 각 형들마다 기능적 결과의 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 3).

4. 술후 임상적 결과

수술 후의 평균 14개월에 UCLA score는 17.2에서 31.4로, KSS score는 58.2에서 90.8로 측정되어 유의할만한 호전을 보였으며 (p<0.05, Table 4), Ellman 등¹⁵⁾의 UCLA score 분류 상 30점에서 양호(good), 11점에서 우수(excellent), 재파열 되었던 V형인 1예에서 불량한 결과를 보여 97.6%에서 양호 이상의 결과를 나타내었다. 수술 후 평균 14개월에 시행한 VAS score 상 수술 전 7.4에서 1.0으로 측정되어 만족할 만한 통증 완화를 보였다. 평균 능동 관절 운동 범위는 전방 거상의 경우 145.9°에서 170.5°로 외전의 경우 132.7°에서 167.8°로 증가하였고 90도 외전 상태에서 주관절을 90도 굴곡하여 시행한 능동적 외회전과 내회전은 각각 64.4°와 50.2°에서 70.6°와 61.0°로 증가되어(Table 5) V형 재파열 1예를 제외한 41예에서 수술 후 관절 운동 범위가 증가되었다.

고 찰

다양한 관절경적 회전근개 복원술의 수술적 치료 목표는 건-골 간 간격을 최소화시키면서 일상 생활에서의 반복적 부하에도 재파열이 일어나지 않을 정도의 기계적 강도를 유지하는 것이다.

Apreleva 등¹⁶⁾은 단일 봉합술은 극상건 부착 부위의 66%정도 밖에 복원되지 않아 관절경적 봉합술에 비해 강한 고정을 얻기 어렵고 재파열이 잘 발생할 수 있다고 하였다. 이열 봉합술의 경우 Kim 등⁵⁾에 의하면 단일 봉합술보다 42%정도의 건-골 간격 형성 감소와 30% 정도의 부착 부위 변형 감소, 최대 파열 부하는 48% 증가되었으며, Tuoheti 등¹⁷⁾에 의하면 이열 봉합술에서 접촉면적이 단일 봉합술보다 60% 더 많은 것으로 나타나 단일 봉합술보다 이열 봉합술이 회전근개 파열 시 생역학적으로 더욱 안정된 치유를 가져다 줄 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 이 역시 Sugaya 등¹⁰⁾에 의하면 이열 봉합술 후 30개월 추시관찰 시 전반적으로 17%에서 재파열이 발생하였으며, 초기 회전근개 파열이 소파열에서 중파열일 경우 약 5%에서, 대파열 일 경우에는 무려 40%에 육박하는 재파열을 보였다고 하였다. 이에 단순히 부착 부위의 복원보다 접촉 면적 복원에 초점을 두고 여러 연구가 진행되어 교량형 봉합술이 개발되었고 압력 감각 필름을 이용한 생역학적 특성 연구에서 교량형 봉합술은 압력 접촉 면적이 99-124 mm², 정상 극상건 부착 부위의 62-77%로 이열 봉합술의 63 mm²와 39% 복원에 비해 우수한 결과를 나타내었다.¹³⁾ 최대파열부하 역시 교량형 봉합술식은 350-400 N으로 정상 회전근개 최대파열부하와 비슷하게 측정되었으나 단일 봉합술식은 275-300 N으로, 이열 봉합술식은 300-350 N으로 측정되어¹⁸⁾ 교량형 봉합술은 현재 시행되고 있는 관절경적 회전근개 복원술에서 가장 뛰어난 생역학적 결과를 나타내었다.⁸⁾ 이렇듯 관절경적 교량형 봉합술은 그 생역학적 우수성은 입증되어 있으나 임상적 적용 기간이 다른 술기에 비해 상대적으로 짧아 수술 후 파열된 회전근개의 구조적 회복 정도와 그 임상적 결과에 대해서는 보고가 미미한 형편이다.

저자들은 관절경적 교량형 봉합술을 시행받은 환자군의 추시관찰을 통해 파열된 회전근개의 구조적 회복과 임상적 결과에 대해 알아보고자 하였으며 42예에서 UCLA score, KSS score, VAS score, 견관절 운동 측정과 통증에 대한 진술, 수술 후 자기 공명 영상을 포함한 영상학적 검사 등을 토대로 파열된 회전근개의 구조적 회복 양상과 통증 경감, 운동범위 변화 양상을 조사하였다. 이번 연구에서 추시 시 Sugaya 분류에 의해 I형이 10예, II형이 28예, III형이 2예, IV형이 1예, V형이 1예 관찰되었는데 이는 총 86예 중 I형이 37예, II형이 21예, 3형이 13예였던 Sugaya 등¹⁰⁾에 의한 이열 봉합술 후 결과 분석보다 비울적으로 II형이 많았다. 이는 30예에서 단순 자기 공명 영상(MRI)이 아닌 자기 공명 관절 조영술(MRA) 사용으로 인한 조영 증가 때문이라고 생각되었다. 하지만 본 연구에서는 90.4%에서 파열된 회전근개 건이 정상 복원되어 Frank 등¹⁴⁾에 의하여 관절경적 교량형 봉합술 후 자기 공명 영상 분석 결과로 발표한 88%의 치유율 보다 다소 높은 회복율을 나타내었다. Lafosse 등¹⁹⁾은 소파열 이하에서는 회전근개 봉합술 후 회복율이 100%라고 발표하였고, Bishop 등²⁰⁾은 중파열 이하에서 회전근개 봉합술 후 회복률이 84%, 대파열 이상에서는 회복율이 24%를 발표하였다. 본 연구에서는 중파열 30예와 대파열 9예의 경우 Sugaya 분류상 I형이 9예, II형이 27예, III형이 2예, IV형이 1예로 대파열 이하에서 정상 복원인 I형과 II형은 39예 중 36예를 보여 92.3%의 정상 복원율을 나타내었으며 이는 교량형 봉합술을 통한 건-골간 접촉면적 증대가 용이하였던 것이 재파열이 잘 발생하지 않은 이유 중 하나일 것으로 생각되었다. 또한 전체적인 재파열율이 4.8%로 다른 논문들보다 낮은 것은 Sugaya 등¹⁰⁾이나 Lafosse 등¹⁹⁾의 연구에서는 대파열 이상의 파열이 각각 35% (30/86), 66% (69/105)를 보였으나 본 연구에서는 대파열 이상의 파열이 29% (12/42)로 낮았던 것이 원인일 수 있다고 사료되었다. Sugaya 등¹⁰⁾이 중파열 시 5%의 재파열을 보였던 것과 유사하게 본 연구에서도 중파열 30예 중 1예에서 IV형 재파열을 보여 3.3%의 재파열을 나타내었으며 광범위 파열 3예에서 1예의 V형 재파열이 관찰되어 광범위 파열에서는 재파열율이 33.3%로 나타났다. 광범위 파열 환자군의 경우 모집단이 적어 통계학적 유의성을 찾지는 못하였으나 파열 크기가 작은 경우 회복 상태는 더 양호한 결과를 보이는 것으로 나타나(Table 1) Matthews 등²¹⁾이 회전근개 파열 크기가 회복에 영향을 줄 수 있다고 발표한 것과 같은 결과를 보였다.

수술 전 자기 공명 영상 상 회전근개의 지방 변성 정도는 Goutallier 분류에 의해 23예에서 지방 변성 1단계를, 13예에서 2단계, 5예에서 3단계, 1예에서 4단계를 보였다. 2단계에서 1예에서 III형이, 3단계의 지방변성도를 보인 5예 중 각 1예에서 수술 후 Sugaya 분류 III형과 IV형을 나타낸 것을 제외하고는 1단계에서 3단계 지방변성을 보인 41예 중 38예에서 수술 후 Sugaya 분류 I, II형으로 평가되어 정상 복원된 것으로, 2예에서 III형인 불충분

한 두께로 복원된 것으로 분류되었다. 2단계 이하에서는 1예에서 III형인 불충분한 두께로 복원되었고, 나머지 35예는 정상 복원된 것과 달리 3단계 이상에서는 3단계에서 1예의 IV형을, 4단계의 지방변성도를 보이면서 광범위 파열이 있었던 1예에서 추시 시 V형으로 재파열을 보였다(Table 2). 그래서 수술 전 지방변성에 따른 근 위축은 수술 후 재파열 유무 혹은 정도에 영향을 줄 수 있다고 Goutallier 등^{11,22)}이 발표한 것처럼 회전근개의 심한 지방변성은 재파열과 관련 있다고 생각되었다. 4예에서 수술 전 I 단계 지방 변성도에서 수술 후 II단계로 증가하였으나 모두 Sugaya II형으로 회복되었으며 UCLA score상 평균 32.3을, KSS score 상 평균 91.5를 보여 중등도 이하의 술후 변성은 수술 후 결과에 영향을 주지 않는 것으로 사료되었다. Goutallier 등¹¹⁾이 극상건의 3단계 이상 지방변성 시 84%에서 극하건 혹은 견갑하건까지 파열이 있으며 3단계 이상에서는 대파열 이상의 파열 크기를 보일 수 있어 재파열율이 높아 질 수 있는 가능성이 있다고 보고한 것처럼 본 연구에서는 3단계 이상의 지방변성을 보인 6예 중 2예는 중파열을, 3예에서 대파열과 1예에서 광범위 파열을 나타내어 66.7%에서 대파열 이상의 파열 크기를 보였다. 이 중 재파열이 2예로 회전근개의 3단계 이상 지방변성 시 33.3%의 재파열율을 나타내어 심한 지방변성 시에는 지방 증가에 따른 근 지방변성 및 건의 퇴행 변성으로 인해 술후 발생하는 장력에 대해 근-건의 저항성이 감소해 찢어지기 쉬워 재파열이 발생하는 것으로 생각되었다. 또한 술전 지방변성도가 4단계였던 재파열 1예는 극상근 전층 파열과 함께 극하근까지 연장되었던 광범위 파열로 관절경적 소견상 마치 실타래와 같은 극상건 상태를 보이는 심각한 회전근개 건 손상을 보이고 있어서 수술 전 파열 크기, 지방변성도와 함께 회전근개 건의 질(quality) 상태도 수술 후 결과에 영향을 주는 요인으로 사료되었다. 수술 후 회복 상태와 기능적 결과 사이의 상관 관계에 대해 여러 논문마다 논란^{8,20,23,24)}은 있으나 본 연구에서는 Sugaya V형에서 낮은 임상적 결과를 보였으며 Sugaya I, II, III형과 같이 복원된 회전근개의 경우 각 형들에 따른 기능적 결과의 차이는 없는 것으로 나타났다(Table 3). 따라서 각 형들마다 분류의 차이는 있으나 재파열이 아닌 복원된 경우 자기 공명 영상 분석에 따른 영상학적 차이가 임상적 결과 평가에 절대적인 진단 기준은 될 수 없다고 사료되었다.

본 연구에서 저자들은 관절경적 교량형 봉합술 후 재파열을 유발할 수 있는 많은 요인들 중 파열크기와 지방변성도에 따른 복원 정도에 대해 분석해 보았다. 파열 크기가 작을수록, 지방변성도가 낮을수록 파열된 회전근개의 복원이 용이하였으며 Sugaya III형 이하로 복원된 회전근개의 경우 각 형들에 따른 임상적인 차이 없이 모두 만족할 만한 기능적, 근력적 회복을 보여 대파열 이하의 파열 크기, 혹은 중등도 이하의 지방변성도를 보이는 회전근개의 파열 시 훌륭한 수술 방법으로 생각되었다. 이번 연구에서 재파열율이 4.8%로 다른 문헌에 비해 적게 나타났는데 이에

대해 4가지 요인을 생각해 볼 수 있었다. 첫째는 흡수고정나사못에서 나온 실이 건을 통과 후 급격히 꺾여있는 상태에서 삽입구 밖으로 나와있는 실을 당길 때 봉합을 위해 실을 활주(sliding)시키면서 실에 의해 건이 찢어질 수 있는 가능성을 줄이기 위해 견인기(retriever)를 이용하여 도르래 역할을 하도록 하였다. 즉, 견위쪽에서 당겨지는 실을 견인기로 걸어 건을 통과하는 실이 건에 수직이 되도록 함으로써 봉합부위에 건이 찢어지는 것을 최소화하였다. 둘째, 파열된 건 부착 시 정상 회전근개의 접촉면(foot-print)을 회복하기 위해 건을無理하게 외측으로 당겨 근-건 접합부에서 봉합하는 경우, 이 부위는 건 부위 보다 약하므로 파열이 잘 발생할 수 있어 내측열을 최대한 근-건 접합부보다 외측으로 하여 건 부분에서 봉합하였던 것이 재파열률을 줄일 수 있었던 것으로 사료되었다. 셋째, 수술 환자의 관절경 소견 상 무리한 장력 없이 파열된 건이 당겨지면서 내측열과 외측열 봉합이 가능할 정도로 건 부분이 남아있었다는 것이다. 마지막으로 많은 환자들이 중파열과 지방변성도 2단계 이하였으며 평균 나이가 57세로 비교적 젊어 건 치유 과정의 진행이 용이하였기 때문이라고 생각되었다.

본 연구의 한계로는 회전근개 파열 시 지방변성도에 따른 근위축의 영향에 대해서도 조사하고자 하였으나 6예에서만 3단계 이상의 지방변성도를 보였고 이 중 재파열이 2예로 중등도 이상의 지방변성에서는 33.3%의 재파열율을 나타내었으나 대상군이 적어 심한 지방 변성에 따른 근 위축이 회전근개 복원술 후 어떠한 영향을 주는지에 대한 심도있는 조사가 힘들었다는 것과 짧은 추시 관찰로 인해 재파열 등의 합병증의 발현이 적게 측정되었을 가능성이 있다는 것이다. 향후 지속적인 추시관찰을 통해 좀 더 정확한 임상결과 도출이 필요하리라 사료된다.

결 론

회전근개 건 전층 파열에 대한 관절경적 교량형 봉합술을 이용한 회전근개 봉합술은 90.4%에서 구조적으로 정상 복원된 결과를 보였고, 임상적으로 향상된 결과를 보여 회전근개 건 전층 파열 시 사용할 수 있는 믿을 만한 수술적 방법 중 하나라고 생각한다. 향후 더 많은 환자군과 장기간 관찰을 통해 더욱 정확하고 객관적인 임상결과에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Bales C, Anderson K. Arthroscopic double-row repair of full-thickness rotator cuff tears using a suture bridge technique. *Oper Tech Sports Med.* 2007;15:144-9.
2. Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears

- of the supraspinatus: does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1229-40.
3. Burkhart SS, Danaceau SM, Pearce CE Jr. Arthroscopic rotator cuff repair: analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy.* 2001;17:905-12.
4. Franceschi F, Ruzzini L, Longo UG, et al. Equivalent clinical results of arthroscopic single-row and double-row suture anchor repair for rotator cuff tears: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2007;35:1254-60.
5. Kim DH, Elattrache NS, Tibone JE, et al. Biomechanical comparison of a single-row versus double-row suture anchor technique for rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2006;34:407-14.
6. Park JY, Choi JH, Park HK, Yu JW, Seo JB. Single and double-row repair in rotator cuff tears. *J Korean Shoulder Elbow Soc.* 2006;9:89-95.
7. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:219-24.
8. Park MC, Tibone JE, ElAttrache NS, Ahmad CS, Jun BJ, Lee TQ. Part II: Biomechanical assessment for a footprint-restoring transosseous-equivalent rotator cuff repair technique compared with a double-row repair technique. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:469-76.
9. DeOrio JK, Cofield RH. Results of a second attempt at surgical repair of a failed initial rotator-cuff repair. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:563-7.
10. 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.
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. Tae SK, Rhee YG, Park TS, et al. The development and validation of an appraisal method for rotator cuff disorders: the Korean Shoulder Scoring System. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:689-96.
13. Grasso A, Milano G, Salvatore M, Falcone G, Deriu L, Fabriciani C. Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized clinical study. *Arthros-*

- copy. 2009;25:4-12.
14. Frank JB, ElAttrache NS, Dines JS, Blackburn A, Crues J, Tibone JE. Repair site integrity after arthroscopic transosseous-equivalent suture-bridge rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2008;36:1496-503.
 15. Ellman H, Hanker G, Bayer M. Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:1136-44.
 16. Apreleva M, Ozbaydar M, Fitzgibbons PG, Warner JJ. Rotator cuff tears: the effect of the reconstruction method on three-dimensional repair site area. *Arthroscopy.* 2002;18:519-26.
 17. Tuoheti Y, Itoi E, Yamamoto N, et al. Contact area, contact pressure, and pressure patterns of the tendon-bone interface after rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 2005;33:1869-74.
 18. Cole BJ, ElAttrache NS, Anbari A. Arthroscopic rotator cuff repairs: an anatomic and biomechanical rationale for different suture-anchor repair configurations. *Arthroscopy.* 2007;23:662-9.
 19. Lafosse L, Brzoska R, Toussaint B, Gobezie R. The outcome and structural integrity of arthroscopic rotator cuff repair with use of the double-row suture anchor technique. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl 2 Pt 2:275-86.
 20. Bishop J, Klepps S, Lo IK, Bird J, Gladstone JN, Flatow EL. Cuff integrity after arthroscopic versus open rotator cuff repair: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006;15:290-9.
 21. Matthews TJ, Hand GC, Rees JL, Athanasou NA, Carr AJ. Pathology of the torn rotator cuff tendon. Reduction in potential for repair as tear size increases. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:489-95.
 22. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and post-operative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;304:78-83.
 23. Flurin PH, Landreau P, Gregory T, et al. Cuff integrity after arthroscopic rotator cuff repair: correlation with clinical results in 576 cases. *Arthroscopy.* 2007;23:340-6.
 24. Knudsen HB, Gelineck J, Søjbjerg JO, Olsen BS, Johannsen HV, Sneppen O. Functional and magnetic resonance imaging evaluation after single-tendon rotator cuff reconstruction. *J Shoulder Elbow Surg.* 1999;8:242-6.

The Integrity after Arthroscopically Repairing the Rotator Cuff Tendon Using the Suture Bridge Technique

Sang Jin Cheon, M.D., Joon Oh Hur, M.D., Jeung Tak Suh, M.D., and Chong Il Yoo, M.D.

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

Purpose: We evaluated the integrity after repairing the arthroscopic rotator cuff tendon using the suture-bridge technique in patients with full thickness rotator cuff tendon tears.

Materials and Methods: Forty two (males: 14, females: 28) consecutive shoulders that were treated with this index procedure and that had magnetic resonance imaging (MRI) taken at a mean of 9 months postoperatively were enrolled to estimate the postoperative integrity of the repair. The mean age was 57 years (range: 44-75 years) and the mean follow-up period was 14 months (range: 12-16 months). The follow up MRI was evaluated using the Sugaya classification for postoperative cuff integrity. The clinical outcomes were evaluated by using the University of California Los Angeles (UCLA) score, the Korean Shoulder Scoring System (KSS) and Visual Analogue Scale (VAS). Significance was set at p values < 0.05

Results: In the 42 cases with follow up MRI, the cuff integrity was graded as type I in 10 cases, type II in 28, type III in 2, type IV in 1 and type V in 1 case. Out of the 39 cases having a medium to large tear, the type I and II cuff integrity was 92.3% and two patients had type III cuff integrity postoperatively, while the rate of retear was 33.3% (1 of 3) in the cases with massive tear. The overall rate of retear was 4.8%. For the intact postoperative repair rate, the percent of cases with fatty degeneration of grade 3 or less seen on preoperative MRI was 92.7%. For 41 patients, except for 1 case of type V retear, the UCLA score and the KSS score were significantly improved ($p < 0.05$) from 17.2 to 31.4 and from 58.2 to 90.8 on average, respectively, which showed satisfactory clinical outcomes regardless of the type of repair integrity.

Conclusion: The arthroscopic suture-bridge technique resulted in intact repair integrity in 90.4% of the cases and improved clinical outcomes, so we think this technique is one of the reliable procedures for treating full-thickness rotator cuff tear.

Key words: full thickness rotator cuff tendon tears, arthroscopic rotator cuff tendon repair, suture-bridge technique, repair integrity

Received July 1, 2010 **Accepted** December 3, 2010

Correspondence to: Sang Jin Cheon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University School of Medicine, 1 Ga-10, Ami-dong, Seo-gu, Busan 602-739, Korea

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