

회전근 개 봉합술 후 지방변성의 변화에 대한 분석 및 봉합술의 결과에 미치는 영향

송정석 · 전재명 · 박재범 · 정세준 · 김태한

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실

Analysis of the Change in Fatty Degeneration of the Rotator Cuff and Its Influence on the Outcome of Rotator Cuff Repair

Jung-Suk Song, M.D., Jae-Myeung Chun, M.D., Jae-Bum Park, M.D.,
Se-Jun Chung, M.D., and Tae-Han Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center, Ulsan University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To analyze the changes in fatty degeneration of the rotator cuff after its repair as well as the effect of fatty degeneration on the functional and anatomical outcomes.

Materials and Methods: The medical records of 107 patients (mean age=58.7 years), who had undergone a repair of rotator cuff tears, were reviewed. The mean follow-up period was 16 months. The following parameters were evaluated: the functional outcomes, including the American shoulder and elbow surgeons (ASES) score, Constant score and muscle power; preoperative and postoperative fatty degeneration of the rotator cuffs, including supraspinatus, infraspinatus and subscapularis; and the cuff integrity.

Results: Both the ASES and Constant scores were improved significantly postoperatively. The re-tear rate was 19.6%. The overall rate of satisfactory results was 88.8%. Fatty degeneration progressed in 25 cases (22.4%) and regressed in three (2.8%). More progression was observed in older ($p=0.016$) and re-tear ($p=0.011$) patients. The ASES score had a significant relationship with the preoperative fatty degeneration of the supraspinatus and the infraspinatus, whereas the Constant score was associated with the fatty degeneration of all three muscles.

Conclusion: Greater progression of fatty degeneration was observed in older and re-tear patients. The functional outcomes were better in the less severe fatty degeneration group.

Key Words: Rotator cuff tear, Fatty degeneration, Repair of rotator cuff

서 론

회전근 개의 지방변성은 손상된 회전근 개의 근육의 질을 평가하는 도구로서 Goutallier 등¹⁾에 의해 처음 도입이 되었다. Gerber와 Walch²⁾는 지방변성을 근거로 회전근 개 파열의 수술적 치료방법을 결정하여, 극하근의 지방변성이 3, 4도인 경우는 봉합의 금기라 하여 건 이전

술을 할 것을 권고하였으며, Gladstone 등³⁾ 및 Oh 등⁴⁾은 회전근 개의 지방변성을 수술적 치료의 결과를 예측하는 예후인자로 사용하기도 하였다. 한편, 지방변성의 진행에 대해 Goutallier 등¹⁾은 성공적인 봉합이 이루어진 14예 중 6예에서 극상근의 지방변성이 호전되었다고 하였으나, Gladstone 등³⁾은 한 예에서도 지방변성이 회복

접수일 : 2009년 6월 10일, 게재확정일 : 2009년 8월 25일

교신저자 : 박 재 범

서울시 송파구 풍납2동 388-1
울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실
TEL: 02-3010-3530 · FAX: 02-488-7877
E-mail: jbpark2@gmail.com

Correspondence to

Jae-Bum Park, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center, College of Medicine,
Ulsan University, 388-1, Pungnap-2dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea
Tel: +82-2-3010-3530, Fax: +82-2-488-7877
E-mail: jbpark2@gmail.com

*본 논문의 요지는 2009년도 대한건주관절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

되지 않았고, 경한 정도의 지방변성을 가진 경우는 25%, 심한 정도의 변성을 가진 경우는 70%에서 진행한다고 하여 수술 후 지방변성의 호전 가능성에 대한 논란이 있다. 위와 같은 지방변성에 관한 논문들은 대부분 적은 수의 환자를 대상으로 한 경우가 많고, 회전근 개 파열의 진단을 위해 최근 주로 사용되는 자기공명영상검사 대신 전산화단층검사를 이용하였거나, 수술 전의 평가는 자기공명영상 검사로, 수술 후의 평가는 전산화단층검사를 사용하는 등의 일관되지 못한 방법을 사용한 경우가 많았다. 이에 본 연구에서는 수술 전후 동일한 방법으로 시행한 자기공명영상 검사 및 임상 평가를 바탕으로 회전근 개 지방변성의 수술 후 변화 양상 및 호전 가능성에 대해 분석하고, 지방변성이 회전근 개 봉합술의 기능적 해부학적 결과에 미치는 영향에 대해 연구하고자 하였다.

대상 및 방법

2004년 11월부터 2007년 10월까지 회전근 개 전층 파열로 수술을 받은 환자 146예에 대해 분석을 하였다. 이 중 1년 이상의 추시가 불가능하여 수술 후 1년째 자기공명영상 검사를 시행하지 못한 10예, 양측 모두 수술을 받은 3예, 환자의 거부로 수술 후 자기공명영상 검사를 시행하지 않은 14예, 수술 전 혹은 수술 후 자기공명영상이 불충분하여 분석에 포함시키지 않았던 10예는 대상에서 제외하여, 총 107예를 대상으로 하였다. 모든 대상은 자기공명영상 검사 후 3개월 이내에 수술을 시행하였다. 남자 및 여자는 각각 39명, 68명이었다. 평균연령은 58.7 ± 8.0 세(범위, 37-76세)였으며, 평균 추시기간은 16 ± 5.2 개월(범위, 12-25개월)이었다. 수술 중 파열의 크기를 측정하여 가장 긴 길이를 기준으로 DeOrio와 Cofield의 분류⁵⁾에 따라 파열의 크기가 1 cm 미만은 소파열, 1-3 cm은 중파열, 3-5 cm은 대파열, 5 cm 이상은 광범위파열로 분류하여, 소파열이 34예, 중파열이 37예, 대파열이 19예, 광범위 파열이 17예였다. 모든 수술은 동일 술자에 의해 이루어 졌으며, 소파열, 중파열 및 대파열의 일부에 대해서는 관절경적 견봉성형술 및 전방 소규모 절개 봉합술을(55예), 대파열의 일부, 광범위 파열에 대해서는 개방적 견봉성형술 및 봉합술을(52예) 시행하였다.

1. 기능적 평가

모든 환자에 대해 수술을 위해 입원하였을 때 임상적 평가 및 근력 측정을 시행하였고, 수술 후 1년째 외래에서 동일한 방법으로 환자의 상태를 평가하였다. 임상적 평가를 위해서는 American shoulder and elbow surgeons (ASES) 점수와 Constant 점수를 사용하였다. 근력의 평가는 Nottingham Mecmesin Myometer (Mecmesin Co., Nottingham, UK)를 사용하여 측정하였으며, 극상근 근력과 외회전근 근력을 평가하였다. 극상근 근력은 상지를 견갑선상으로 90도 외전한 상태에서 주관절을 신전하고, 전박을 회내전한 후 측정하였고, 외회전근 근력은 중립위에서 주관절을 90도 굴곡한 상태에서 측정하였다. 킬로그램(kg)단위로 환측과 건측 모두를 측정 후 건측에 대한 환측의 비율을 계산하여 사용하였다.

2. 방사선학적 평가

방사선학적 평가를 위해서 수술 전후의 자기공명영상 검사를 사용하였으며, 수술 후 건의 해부학적 연속성 및 수술 전후의 지방변성 정도를 평가하였다. 외부에서 촬영된 일부 수술 전 자기공명영상 검사를 제외하고 나머지 수술 전 및 수술 후 자기공명영상 검사는 본원의 프로토콜을 사용하여 통일된 방법으로 시행하였다. 회전근 개의 파열은 전체 건 실질 영역이 포함된 T2 강조영상에서 액체 정도의 고신호강도가 있고, 회전근 개의 일부가 보이지 않는 것을 확인하는 것으로 진단하였으며, 수술 후 시행한 자기공명영상 검사에서 재파열을 진단할 때도 동일하게 적용하였다.⁶⁾ 지방변성 정도는 사위 시상 T1 강조영상 및 사위 관상 T1강조 영상을 사용하였으며, 적절한 T1 강조영상이 가용하지 않은 경우는 지방억제 T2 강조영상을 통해 근육 내에 부종의 소견이 없는 것을 확인한 후 T2 강조영상을 사용하였다. 지방변성을 일관된 영상에서 평가하기 위해 사상 시상 영상 중에서 견갑극이 견갑골의 체부와 만나는 부위가 포함된 영상을 사용하였다(Scapular Y-shape). 지방변성의 정도는 Goutallier의 분류¹⁾를 사용하였다. 지방이 보이지 않는 경우는 0도, 지방의 흔적(fatty streak)이 보이는 경우는 1도, 지방이 상당 부분 보이거나 근육 보다 적은 경우는 2도, 근육과 지방이 비슷한 정도인 경우는 3도, 지방이 근육보다 많은 경우를 4도로 하였다. 극상근, 극하근, 견갑하근 등 세

근육에 대해 평가하였으며, 이 세 근육의 지방변성 정도의 평균값을 구하여 Global Fatty Degeneration Index (GFDI)를 구하였다.⁷⁾ 모든 방사선학적 평가는 견관절 분야를 전공 중인 두 명의 정형외과 전문의가 상의하여 평가하였다.

3. 수술 방법 및 재할

1) 개방적 견봉성형술 및 봉합술

전신마취 하에 반좌위하에 수술을 시행하였다. 견봉의 외측 부위에서 오구돌기 쪽으로 약 5-7 cm 종으로 절개한 후 삼각근의 전반부와 중간부 사이를 분할하고 삼각근의 전반부의 일부를 견봉으로부터 분리하였다. 삼각근의 전반부의 일부를 견봉으로부터 분리하고 삼각근하 점액낭 외측벽을 분할하여 견봉하 공간에 진입하였다. 견봉 아래쪽으로부터 오구 쇄골 인대를 분리하면서 견봉에 형성된 골극을 완전히 노출하였다. Rockwood의 이단계 전방 견봉 성형술을 시행한 후 유착된 건을 적절하게 가동시킨 후 긴장력이 적게 미치는 방향을 고려하여, 2호 굵기의 비흡수성 편복 봉합사를 이용하여 건과 건의 단속 봉합을 시행하였다. 모든 예에서 대 결절 부위를 소파한 후 골 결손을 줄이기 위해 봉합침(needle), 송곳(awl), 천공기(punch), 연마기(burr)를 이용하여 최소 침습적인 방법으로 건과 골의 단속봉합을 시행하였으며, 봉합사만을 이용한 봉합을 하였다. 오구 견봉 인대는 견봉에 다시 봉합하였다. 분리하였던 삼각근을 견봉에 봉합하고 수술창을 봉합하였다.

2) 관절경적 견봉성형술 및 전방 소규모 절개 봉합술

전신마취하에 반좌위하에 수술을 시행하였다. 상완과 관절을 축지한 후 견봉의 후하연으로부터 내측 1 cm 하방 2 cm 부위에 후방 삽입구를 만들고, 상완 이두건의 장두건과 견갑하근 및 관절와의 전상부가 이루는 삼각형의 공간에 전방 삽입구를 만들었다. 관절경으로 회전근개의 파열 및 기타 관절내 병변의 유무를 검사한 후 필요에 따라 활액막 절제술 및 변연절제술을 시행하였다. 이후 후방 삽입구를 통하여 견봉하 점액낭에 관절경을 삽입하였고 외측 견봉의 1 cm 정도 외측방에 외측 삽입구를 만든 이후 점액낭 절제술을 시행하였다. 견봉의 아래 면을 순차적으로 고주파 겸자(radiofrequency probe)를 이용하여 연부조직을 제거한 뒤 피질 골을 노출시키고 고

속 연마기(burr)를 이용하여 견봉성형술을 시행하였다. 이후 관절경의 전방 삽입구를 아래쪽으로 2-3 cm 연장하여 연부조직을 박리한 후 두정맥을 노출시켰다. 삼각흉근간을 통해 회전근개를 노출시킨 후 파열된 부분을 확인하고 봉합하였다. 개방적 봉합술과 동일한 방법으로 파열된 건의 봉합을 한 후 수술창을 닫았다.

3) 재할

수술 후 약 4-6주간 20도 외전 팔걸이를 착용하였으며, 수술 당일 저녁부터 수동적 전방 거상 운동을 시작하여 수술 후 3일경부터 추운동, 수동적 전방 거상 및 외회전 운동 등의 신연 운동을 실시하였다. 수술 후 3-4주 경과하여 도르래 운동을 후방으로 시행하는 것을 추가하였다. 수술 후 7주 후에는 견갑골 주변 근육과 회전근개의 강화 운동을 시행하였다. 파열의 크기와 관계없이 모든 예에서 동일한 방법을 이용하여 재할을 시행하였다.

4. 통계적 분석

수술 전과 후의 기능적 결과 및 지방변성의 정도를 비교 분석하기 위해서 Paired t-test를 사용하였으며, 연령 및 해부학적 연속성과 지방변성의 변화와의 관계를 분석하기 위해서는 Chi-square 검정을 사용하였다. 각 근육의 지방변성의 변화가 GFDI의 변화의 상관관계와 봉합술의 해부학적 및 기능적 결과와 지방변성의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson correlation coefficient를 구하였다.

결 과

1. 기능적 결과

ASES 점수, Constant 점수, 극상근 및 외회전근의 근력은 모두 수술 후 수술 전에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 1). ASES 점수가 80점 이상인 만족할 만한 결과에 해당하는 경우는 전체 107예 중 95예로 88.8%에 해당되었다.

2. 수술 후 건의 해부학적 연속성

수술 후 1년에 시행한 자기공명영상검사 결과 봉합 부위가 유지되는 경우는 86예(80.4%), 재파열이 발생한 경우는 21예(19.6%)였다.

3. 지방변성의 변화

수술 전 극상근, 극하근의 지방변성은 비슷한 정도로, 견갑하근에 비해 심한 상태였으며, 수술 후에도 비슷한 양상이었다. 수술 후 시행한 자기공명영상 검사 결과 각 근육의 지방변성은 통계적으로 유의하게 진행하였다 (Table 2). 파열의 크기에 따른 수술 전 지방변성의 정도는 파열의 크기가 커질수록 커지는 양상을 보여, 광범위 파열에서 GFDI가 2.31 ± 0.67 였으며, 대파열에서는 1.65 ± 0.76 , 중파열에서는 1.58 ± 0.49 , 소파열에서는 1.40 ± 0.56 이었다. 수술 후의 지방변성의 정도도 비슷한 양상을 보여, 광범위파열에서 GFDI는 2.47 ± 0.67 , 대파열서는 1.84 ± 0.87 , 중파열에서는 1.65 ± 0.55 , 소파열에서는 1.46 ± 0.50 이었다. 전체 107예 중 수술 후 시행한 검사상 지방변성이 진행한 경우는 25예(22.4%), 불변한 경우는 79예(74.8%), 회복된 경우는 3예(2.8%)였다. 지방변성이 진행한 25예 중 1개의 근육에서만 진행한 경우는 19예로, 극상근, 극하근, 견갑하근이 진행한 경우가 각각 7예, 6예, 6예였으며, 2개의 근육이 동시에 진행한 경우는 3예로, 모두 극상근, 극하근에서 진행하였다. 3개의 근육 모두에서 동시에 진행한 경우도 3예 있었다. 수술 전후에 발생한 GFDI의 변화는 주로 극상근

및 극하근의 지방변성의 진행과 관계가 있었으며 견갑하근의 진행과 GFDI의 변화와는 상관관계가 없었다(극상근: $r=0.588$, $p<0.00$, 극하근: $r=0.568$, $p<0.00$, 견갑하근: $r=0.216$, $p=0.299$). 지방변성이 회복된 3예는 극상근이 1도 회복된 경우가 2예, 극하근이 1도 회복된 경우가 1예 있었으며, 모든 예는 65세 이하의 젊은 연령이었고, 수술 후 재파열이 발생하지 않았고, 근력 및 평가점수의 회복이 우수하였다(Table 3). 이 중 2예에서는 지방변성과 동반된 근위축도 회복되었다. 극하근이 회복된 예는 최초파열에서 극하근의 파열은 없었으나, 극하근의 지방변성이 확인되었던 경우로 극하근의 위쪽 부분에 발생하였던 지방변성이 수술 후 호전되었다(Fig. 1).

연령도 지방변성의 진행에 많은 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 65세 미만에서는 17%에서 진행하였으나, 65세 이상에서는 44%가 진행한 것으로 확인되어 고령군에서 더 통계적으로 유의하게 지방변성이 진행하였다 ($p=0.016$)(Table 4). 한편, 나이는 수술 전 GFDI ($r=0.387$, $p=0.000$) 및 파열의 크기($r=0.432$, $p=0.000$)와 뚜렷한 상관관계를 보여주어, 환자의 나이가 많을수록 수술 전 지방변성이 심하고, 파열의 크기가 컸음을 보여 주었다.

Table 1. Preoperative and Postoperative Functional Outcomes

	Mean±SD		p-value
	Preoperative	Postoperative	
Clinical outcome			
ASES	55.8±17.3	88.3±8.8	0.00
Constant score	55.0±18.5	81.8±11.0	0.00
Muscle power (%)			
Supraspinatus	54.2±24.0	89.6±23.6	0.00
External rotator	63.7±24.8	94.2±17.9	0.00

Table 2. Preoperative and Postoperative Fatty Degeneration

	Fatty degeneration, Mean (range)		p-value
	Preoperative	Postoperative	
Supraspinatus	1.76 (0-4)	1.89 (0-4)	0.004
Infraspinatus	1.78 (0-4)	1.86 (0-4)	0.028
Subscapularis	1.36 (0-3)	1.44 (0-4)	0.011
GFDI	1.63 (0-3.67)	1.72 (0-3.67)	0.000

GFDI, global fatty degeneration index.

Table 3. Three Cases of Regression of Fatty Degeneration of the Rotator Cuffs

	Case 1	Case 2	Case 3
Sex/Age	F/63	M/54	M/47
Size of tear	Large	Medium	Large
Fatty degeneration	Preoperative	2/1/1	2/1/1
Supraspinatus/Infraspinatus/Subscapularis	Postoperative	2/1/2	1/1/1
Muscle power (%)	Preoperative	80/89	62/71
Supraspinatus/External Rotator	Postoperative	77/100	108/106
Clinical outcome	Preoperative	64/67	62/71
ASES/Constant Score	Postoperative	88/85	90/100
Anatomical Continuity	Intact	Intact	Intact



Fig. 1. Regressed fatty degeneration of the infraspinatus in 63-years old woman, (A) Pre-operative oblique sagittal image shows grade 2 fatty degeneration in the upper part of the infraspinatus with mild muscle atrophy. (B) Postoperative image shows regression to grade 1.

Table 4. Changes of Fatty Degeneration according to the Age

		Change of fatty degeneration			Total
		Regression (%)	No change (%)	Progression (%)	
Age	<65	3 (3%)	65 (79%)	14 (17%)	82
	≥65	0 (0%)	14 (56%)	11 (44%)	25
Total		3	79	25	107

4. 봉합술의 해부학적 결과와 지방변성의 관계

수술 후 1년에 시행한 자기공명영상 검사 결과, 해부학적 연속성이 유지되는 군(n=86)의 17%에서 지방변성이 진행하였으나, 재파열이 발생한 군(n=21)에서는 48%에서 지방변성이 진행하여 재파열이 발생한 군에서 지방변성의 진행이 뚜렷하였으나(p=0.011)(Table 5) 지방변성이 진행한 예 25예 중, 1단계 진행한 군과(n=19) 2단계 이상 진행한 군(n=6) 사이에 통계적으로 유의한 재파열 빈도의 차이가 없었다(p=0.385). 각 근육의 수술 전 지방변성과 재파열 여부 사이의 상관분석을 시행한 결과, 세 근육의 지방변성은 모두 재파열 발생에 영향을 주는 것으로 확인되었다. 각 근육의 수술 전 지방변성과 재파열과의 상관계수는 극상근, 극하근, 견갑하근이 각각 0.247 (p=0.01), 0.217 (p=0.03), 0.226 (p=0.02)였으며, GFDI의 경우는 0.264 (p=0.01)이었다.

5. 봉합술의 기능적 결과와 지방변성과의 관계

기능적 결과 중 Constant 점수가 ASES점수 보다 수술 전 지방변성과 더 큰 상관관계를 보였다. ASES 점수

Table 5. Changes of the Fatty Degeneration according to the Anatomical Continuity of the Cuff

		Change of fatty infiltration			Total
		Regression (%)	No change (%)	Progression (%)	
Anatomical continuity	Intact	3 (4%)	68 (79%)	15 (17%)	86
	Retear	0 (0%)	11 (52%)	10 (48%)	21
Total		3	79	25	107

의 경우는 극상근과 극하근의 수술 전 지방변성과 유의한 상관관계를 보였고, 각각의 상관계수는 -0.201 (p=0.038), -0.194 (p=0.045) 정도의 약한 관계를 보인 반면, Constant 점수는 극상근, 극하근, 견갑하근의 수술 전 지방변성과의 상관계수가 각각 -0.302 (p=0.02), -0.336 (p=0.000), -0.254 (p=0.008)였다. 수술 후 근력은 외회전근의 근력만 극하근의 수술 전 지방변성과 약한 상관관계를 보였고(r=-0.214, p=0.027), 나머지는 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 6).

6. 극하근의 지방변성이 3도 이상인 광범위 회전근 개 파열의 봉합술 결과

극하근의 지방변성이 3,4도인 광범위파열은 10예 있었으며, 4예는 최종 추시 시 시행한 자기공명영상 검사 상 견의 해부학적 연속성이 유지되었으며, 6예는 재파열이 발생하였다. ASES 점수는 수술 전 48.0 ± 19.7 에서 수술 후 81.4 ± 12.4 로(p=0.005), Constant 점수는 수술 전 45.5 ± 18.8 에서 수술 후 69.7 ± 19.1 로(p=0.007)

Table 6. Relationship between the Fatty Degeneration and Functional Outcomes

			Fatty degeneration of the rotator cuff			
			Supraspinatus	Infraspinatus	Subscapularis	GFDI
Clinical outcome	ASES score	PCC	-0.201	-0.194	-0.086	-0.189
		p-value	0.038	0.045	0.380	0.051
	Constant score	PCC	-0.302	-0.336	-0.254	-0.345
		p-value	0.002	0.000	0.008	0.000
Muscle power	Supraspinatus	PCC	-0.077	-0.179	0.035	-0.094
		p-value	0.433	0.066	0.717	0.337
	External rotator	PCC	-0.127	-0.214	-0.095	-0.171
		p-value	0.194	0.027	0.332	0.078

PCC, Pearson Correlation coefficient; GFDI, global fatty degeneration index.

통계적으로 유의하게 회복되었다. 극상근 근력은 수술 전 $40.4 \pm 20.0\%$ 에서 수술 후 $71.0 \pm 28.0\%$ 으로 통계적으로 유의하게 회복되었으나($p=0.017$), 외회전근의 근력은 수술 전 $58.6 \pm 24.5\%$ 에서 수술 후 $78.0 \pm 19.2\%$ 로 회복되었으나 통계적으로 유의하지는 않았다($p=0.074$).

고 찰

회전근 개 파열에서 파열된 건의 근육의 질을 평가하는 방법으로 근위축과 지방변성이 가장 널리 사용되고 있다. 근위축의 경우 정량적인 평가가 용이하여 평가방법의 신뢰도가 비교적 높은 편이고, 이에 관한 연구도 비교적 일관된 결과를 보여주고 있다.^{8,9)} 그러나, 지방변성의 경우 객관적 측정이 어려워 평가방법 자체의 신뢰도가 높지 않을 뿐만 아니라,¹⁰⁾ 전산화단층검사 및 자기공명검사 등 일관되지 못한 방법으로 연구가 진행되어 혼선을 가중시키고 있다. 본 연구에서는 수술 전후로 동일한 방법으로 자기공명영상 검사를 시행하여 지방변성을 평가하였고, 두 명의 견관절 분야를 전공 중인 정형외과 전문의가 상의하여 평가를 시행하여, 지방변성 평가의 신뢰도를 높이기 위해 노력하였다.

1. 지방변성의 진행

본 연구에서 지방변성은 수술을 통해 파열된 회전근개를 봉합한다 하더라도 어느 정도 진행되는 것으로 확인되었다. 이는 Rubino 등¹¹⁾이 동물실험을 통해서 회전근개를 재건해준 군에서 지방변성이 진행하지 않는다고 한 보고와 상반되는 것처럼 보이나, 10마리의 적은 수의 토끼를 이용하였고 재파열의 발생 고려하지 않은 6개월의 짧은 추시기간을 통한 연구이기 때문에 실제 임상에 적용

하는 것은 무리가 있을 것으로 사료된다. 실제로 환자를 대상으로 시행한 대부분의 다른 연구들의 경우 지방변성은 수술 후에도 지속적으로 진행한다고 보고하고 있어 우리의 연구와 일치된 결과를 보이고 있다.^{3,12,13)} Zingg 등¹⁴⁾은 비수술적 치료를 시행한 광범위 파열 19예를 평균 48개월 추시 관찰한 결과, 극상근의 지방변성은 1.0도, 극하근은 0.95도, 견갑하근은 1.2도 진행하여 GFDI가 1.05 증가하였다고 보고하였으나, 본 연구에 포함된 광범위 파열 17예의 경우는, GFDI의 변화가 0.16로 Zingg 등의 보고보다 더 작은 것으로 확인되었다. 정확한 결과를 위해서는 수술적 치료를 시행한 군과 비수술적 치료를 시행한 군을 비교 연구해 보아야 하겠지만, 수술적 치료를 시행한 광범위 파열군에서 지방변성 진행이 더 적을 가능성을 의미한다고 볼 수 있겠다.

이번 연구를 통해 지방변성의 진행은 주로 극상근과 극하근의 지방변성이 진행하여 발생하였음을 알 수 있었다. 극상근과 극하근은 수술 전 지방변성의 정도가 견갑하근에 비해 심했던 근육으로, 수술 전 지방변성이 심한 근육이 악순환을 거쳐 수술 후에도 다시 진행한 것으로 보인다. Liem 등¹³⁾은 수술 전에 비해 수술 후 극상근 및 극하근의 지방변성은 증가하였으나, 비교적 지방변성이 심하지 않았던 견갑하근은 통계적으로 유의한 진행은 보이지 않았다고 하였다. Gladstone 등³⁾은 수술 전 지방변성이 0도 혹은 1도로 경미한 경우는 25%에서 진행하였으나, 2, 3, 4도인 경우는 70%에서 진행하였음을 보고하여 수술 전 지방변성이 심한 경우 더 진행하는 경향이 있다고 하였다. 그들의 주장도 본 연구 결과를 일정부분 설명해 준다. 그러나, 그들은 구체적으로 어느 근육의 진행이 전체 GFDI의 변화에 얼마나 영향을 미쳤는지에 대해

서는 언급하지 않았다. 또한 지방변성은 고령군에서 더 유의하게 진행하였다. 이는 고령일수록 더 심한 수술 전 지방변성($r=0.387$), 저하된 자연회복력 등의 내적인 인자와 전반적인 신체능력의 감소로 인해 적절한 재활을 시행하지 못하는 외적인 인자 등이 원인이 될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 지방변성의 회복

Goutallier 등¹⁾은 성공적인 회전근 개의 봉합 후 17.7개월의 추시관찰 결과, 14예 중에서 6예에서 극상근의 지방변성이 회복되었다고 하였고, 극하근의 지방변성은 회복되지 않았다고 하였다. 또한 수술 후 1년째 봉합된 건이 유지되는 군을 9년 동안 장기 추시 관찰한 결과,¹²⁾ 극상근의 지방변성이 0.3도 회복되었다고 하였다. 즉, 봉합된 건의 해부학적 연속성이 잘 유지되는 군에서 단기 및 장기 관찰하였을 때 극상근의 지방변성이 회복 가능하다는 점을 시사하는 것이다. 본 연구에서도 통계적인 의미를 갖지는 않지만, 지방변성이 회복된 경우가 3예 있었다. 3예는 모두 수술 전 지방변성 정도가 2를 넘지 않는 65세 미만의 비교적 젊은 환자로, 수술 후 기능적 결과가 우수하였고, 해부학적 연속성은 잘 유지되었다. 이러한 사실을 반대로 생각한다면, 비교적 젊고 지방변성이 심하지 않은 군의 경우 수술 및 재활치료를 적극적으로 시행하였을 때, 근육이 원상태로의 회복될 가능성이 있음을 시사한다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 Goutallier 등의 연구와는 달리 극하근의 회복도 1예 관찰되었다. 극하근의 위쪽 1/2에서 발생하였던 지방변성이 회복된 경우로, 극하근의 파열은 없었던 대파열이었다. 최근 Mochizuki 등¹⁵⁾은 극상근의 상완골 부착부위가 기존에 알려진 것보다 훨씬 작고, 오히려 극하근의 부착부위가 넓다고 밝힌 바 있다. 우리가 보고한 극하근의 지방변성이 회복된 예의 경우는 기존의 해부학적 관점에서는 극하근의 손상이 없었다고 판단하였으나, 새로운 개념의 극하근 부착부위를 고려한다면, 극하근 부착부위의 일부가 손상 되었다가 재건된 경우로 판단된다.

3. 수술 전 지방변성과 재파열

Goutallier 등⁷⁾은 재파열과 수술 전 지방변성 사이에 유의한 상관관계가 있다고 하였으며, 수술 전 GFDI가 2보다 큰 경우 모든 예에서 재파열이 발생하였다고 하였

고, GFDI가 0.5보다 작은 경우는 재파열이 발생하지 않을 가능성이 75%라고 하였다. 또한, 극하근 및 견갑하근의 수술 전 지방변성이 1보다 큰 경우 재파열이 발생할 가능성이 많다고 하여 극상근에 비해 상대적으로 극하근 및 견갑하근의 지방변성이 결과에 더 많은 영향을 미치는 것으로 보고하였다. Oh 등⁴⁾도 단계적 선형회귀분석을 통해서 회전근 개 봉합술의 해부학적 성적에 가장 중요한 인자는 극하근의 수술 전 지방변성이라고 하였다. 그러나 Liem 등¹³⁾은 재파열이 발생한 군과 유지된 군 사이에 수술 전 지방변성의 차이는 뚜렷하지 않았으나, 극상근의 수술 전 지방변성이 2도 이상인 군에서 재파열이 통계적으로 더 많다고 보고하여, 극상근의 중요성을 강조하였다. 본 연구에서는 극상근, 극하근, 견갑하근의 수술 전 지방변성은 각각 재파열의 발생과 비슷한 정도의 상관관계를 갖고 있어, 특별히 어느 근육의 지방변성이 더 중요하다는 결론을 얻지는 못했다. 이는 위의 여러 저자들의 의견과는 또 다른 의견이다. 이처럼 다양한 결과가 나타나는 것은 신뢰성이 낮은 지방변성의 평가기준,¹⁰⁾ 다양한 지방변성의 진단방법(전산화단층검사 혹은 자기공명영상검사) 및 서로 다른 수술 및 재활 방법으로 기인한 것으로 판단된다.

4. 수술 전 지방변성과 기능적 성적

Mellado 등¹⁶⁾은 수술적 치료를 시행한 광범위 파열 환자에서 2도 이상의 극하근의 지방변성이 있는 경우 UCLA 점수가 더 나쁘다고 하였고, Goutallier 등¹²⁾은 수술 후 1년에 재건된 건이 유지된 군을 장기 추시 관찰한 결과를 보고하면서, 선형 회귀분석을 통해 수술 전 GFDI 및 최종 GFDI 모두가 Constant 점수와 강한 상관관계가 있다고 하였다. 본 연구에서도 각 근육의 수술 전 지방변성 정도는 수술 후 기능에 많은 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 그 중에서도 Constant 점수가 많은 영향을 받는 것으로 확인되었다. 한편, 지방변성의 직접적인 영향을 받을 것으로 생각되었던 근력의 경우는 오히려 외회전근의 근력만이 극하근의 수술 전 지방변성과 약한 상관관계를 보였을 뿐 나머지는 통계적으로 유의한 상관관계를 발견할 수 없었다. 이는 회전근 개 봉합 후 근력의 회복에 수술 후 재활, 해부학적 연속성의 회복 또는 호전, 지방변성을 포함한 근육 질의 회복 등의 다양한 인자들이 관여하기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서

Constant 점수가 ASES 점수에 비해 지방변성에 더 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. ASES 점수의 경우는 의사에 의한 객관적 평가가 20%이나, Constant 점수의 경우 객관적 평가 점수가 65%로 ASES 점수보다 많은 비중을 차지한다. 더 구체적인 연구가 필요하겠으나, 위의 사실로 미루어 볼 때, 지방변성이 환자의 주관적 평가보다 의사에 의해 측정되는 객관적 평가에 더 많은 영향을 미치는 것으로 사료된다.

5. 심한 극하근 지방변성이 있는 회전근 개 파열

Goutallier 등^{1,17)}은 극하근의 지방변성이 3 또는 4도인 경우는 회전근 개 봉합술의 성적이 좋지 않다고 하였고, Gerber와 Walch²⁾도 극하근의 지방변성 정도가 3도를 넘는 경우 좋지 않은 결과가 예상되므로, 건이전술을 할 것을 권유하기도 하였다. 본 연구에서 극하근의 지방변성이 3, 4도인 광범위 파열은 10예 있었으며, 분석 결과 수술 후 ASES 점수 및 Constant 점수는 수술 전에 비해 유의하게 향상되었으며, 외전근 및 외회전근의 근력도 수술 전에 비해 유의하게 증가하였다. 따라서, 위의 경우를 봉합술의 금기로 삼는 것은 합당하지 않을 것으로 생각되며, 비록 지방변성이 심할지라도 가능한 한 적극적으로 봉합술을 시행해야 할 것이다. Burkhart 등¹⁸⁾도 본 연구와 비슷한 결과를 보고하여 수술 전 지방변성이 3, 4도인 광범위파열 22예 중 관절경적 봉합술을 통해 86.4%에서 임상적으로 회복되었다고 하였다. Burkhart 등은 Goutallier 및 Gerber 등이 개방적 술식을 사용하였고, 자신들은 관절경적 술식을 선택한 것이 서로 다른 결과를 보인 원인 중 하나라고 하였으나, 본 연구에서는 모든 예에 대해 개방적 방법을 사용하였으므로 술식의 차이가 결과에 큰 영향을 미쳤을 것 같지는 않다. 본 연구의 결과와 같이 지방변성이 심한 경우는 일반적으로 파열의 크기가 크기 때문에 관절경적 술식의 사용이 제한되는 경우가 많고, 개방적 술식을 사용하였을 때 더 견고한 건골 봉합(tendon-to-bone suture)이 가능하기 때문에 회전근 개의 해부학적 치유의 가능성이 더 높을 것으로 사료된다.

결 론

지방변성은 수술 후 전체적으로 진행되는 양상이며, 주로 극상근과 극하근의 진행과 관계가 있는 것으로 확인

되었다. 지방변성의 진행은 고령 및 재파열이 발생한 군에서 더 뚜렷하였으며, 젊고, 봉합 부위의 재파열이 없는 환자의 소수에서는 지방변성이 회복이 관찰되었다. 수술 전 지방변성이 3도 이상으로 심한 환자에서도 회전근 개 봉합술 후 기능적 점수가 유의하게 회복되었으므로, 적극적인 봉합술을 시행해야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(304):78-83.
2. Gerber C, Walch G. Massive rotator cuff tears. *Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons;* 2002. 191-6.
3. Gladstone JN, Bishop JY, Lo IK, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. *Am J Sports Med.* 2007;35:719-28.
4. 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.
5. DeOrto 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.
6. Zanetti M, Hodler J. MR imaging of the shoulder after surgery. *Radiol Clin North Am.* 2006;44:537-51.
7. 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.
8. Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol.* 1998;33:163-70.
9. Shen PH, Lien SB, Shen HC, Lee CH, Wu SS, Lin LC. Long-term functional outcomes after repair of rotator cuff tears correlated with atrophy of the supraspinatus muscles on magnetic resonance images. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17 Suppl:1-7.
10. Oh JH, Kim SH, Choi JA, Kim Y, Oh CH. Reliability of

- the grading system for fatty degeneration of rotator cuff muscles. Clin Orthop Relat Res. Published online April 5, 2009; doi:10.1007/s11999-009-0818-6.*
11. **Rubino LJ, Sprott DC, Stills HF Jr., Crosby LA.** Fatty infiltration does not progress after rotator cuff repair in a rabbit model. *Arthroscopy.* 2008;24:936-40.
 12. **Goutallier D, Postel JM, Radier C, Bernageau J, Zilber S.** Long-term functional and structural outcome in patients with intact repairs 1 year after open transosseous rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:521-8.
 13. **Liem D, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P.** Magnetic resonance imaging of arthroscopic supraspinatus tendon repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1770-6.
 14. **Zingg PO, Jost B, Sukthankar A, Buhler M, Pfirrmann CW, Gerber C.** Clinical and structural outcomes of nonoperative management of massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:1928-34.
 15. **Mochizuki T, Sugaya H, Uomizu M, et al.** Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am.* 2009;91 Suppl 2 Pt 1:1-7.
 16. **Mellado J, Calmet J, Olona M, et al.** Surgically repaired massive rotator cuff tears: MRI of tendon integrity, muscle fatty degeneration, and muscle atrophy correlated with intraoperative and clinical findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;184:1456-63.
 17. **Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC.** Fatty infiltration of disrupted rotator cuff muscles. *Rev Rhum Engl Ed.* 1995;62:415-22.
 18. **Burkhart SS, Barth JR, Richards DP, Zlatkin MB, Larsen M.** Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears with stage 3 and 4 fatty degeneration. *Arthroscopy.* 2007;23:347-54.

= 국문초록 =

목적: 회전근 개 지방변성의 수술 후 변화에 대해 분석하고, 지방변성이 회전근 개 봉합술의 기능적 해부학적 결과에 미치는 영향에 대해 연구하고자 하였다.

대상 및 방법: 회전근 개 파열로 수술을 시행한 107예를 대상으로 하였으며, 평균연령은 58.7세였으며 평균 추시기간은 16개월이었다. 수술 전후의 기능적 평가 및 근육을 평가하였고, 자기공명영상 검사를 이용하여 수술 전후 극상근, 극하근, 견갑하근의 지방변성 및 수술 후 재파열의 유무를 확인하여 분석하였다.

결과: 수술 후 American shoulder and elbow surgeons (ASES)점수 및 Constant 점수는 수술 전에 비해 유의하게 상승하였고, 재파열은 19.6%에서 발생하였다. 전체적으로 88.8%에서 만족할만한 결과를 얻었다. 지방변성이 진행된 경우는 25예(22.4%) 회복한 경우는 3예(2.8%)였다. 진행은 고령($p=0.016$) 및 재파열군($p=0.011$)에서 많았다. ASES점수는 극상근, 극하근, Constant 점수는 세 근육의 수술 전 지방변성과 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다.

결론: 고령 및 재파열이 발생한 군에서 지방변성의 진행은 더 많았다. 수술 후 기능적 성적은 수술 전 지방변성이 경미할수록 양호하였다.

색인 단어: 회전근 개 파열, 지방변성, 회전근 개 봉합술