

## 관절경적 회전근 개 봉합술: 일열 봉합 수기

경상대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

박 형 빈\*

### Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Single Row Technique

Hyung Bin Park, M.D, Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Gyeongsang National University, Jinju, Korea

Arthroscopic single-row rotator cuff repair is a well established surgical technique for the treatment of rotator cuff tears. However, the problem of postoperative retear remains a concern. Various avenues are being explored to address this problem. Some studies have suggested that restoring the anatomical footprint may improve the healing and initial strength of the repaired rotator cuff tendon. The double-row technique was introduced as a method of reconstructing the anatomical footprint. According to biomechanical studies on cadavers, this technique improved mechanical strength and reduced gap formation. However, the biological properties of reattached tendon such as tension, and vascularity have not been proved yet. Furthermore, the apparent mechanical superiority of the double-row over the single-row construction has not resulted in better functional outcomes. Therefore, the less complicated and less costly single-row technique is still the recommended treatment for rotator cuff repairs.

**Key Words:** Arthroscopy, Single row technique, Rotator cuff repair

### 서 론

1970년대 관절경이 정형외과영역에 소개된 후 회전근 개 파열의 관절경적 진단 및 봉합술기는 현저한 발전을 이룩하여왔다<sup>20)</sup>. 최근 한 조사에 의하면 유동성이 좋은 중파열의 경우 당신은 어떻게 수술 할 것인가라는 질문에 62%가 관절경적 봉합술을 시행하겠다고 하여 회전근 개의 관절경

적 봉합술은 이미 보편화된 수술법임을 알 수 있다<sup>1)</sup>. 소파열이나 중파열의 경우 관절경적 봉합술의 성공율은 소절개 봉합술이나 개방적 봉합술에 비견할 만큼 높은 성공율이 보고되고 있으나 대파열의 경우는 아직 소파열이나 중파열의 봉합결과에 미치지 못한다<sup>3)</sup>. 회전근 개 봉합술 후 초음파나 자기공명영상을 이용한 추적 검사에서 회전근 개가 상완골 조면에 결손 없이 재부착되어 치유되

※통신저자: 박 형 빈\*

진주시 칠암동 경상대학교

의학전문대학원 정형외과학교실

Tel: 055) 750-8688, Fax: 055) 761-9477, E-Mail: hbinpark@gnu.ac.kr

는 경우가 그렇지 못한 경우에 비하여 건관절의 기능이 우수하다고 하여 상완골 조면에 건의 성공적인 재부착 여부가 수술 후 중요한 예후 인자로 알려져 있다. 상완골 조면에 건의 성공적인 재부착을 위하여 봉합나사못의 삽입위치에 여러 변화가 있어왔고, 최근 회전근 개 건과 대조면의 접촉면적을 증가시키기 위하여 이열 봉합술이 고안되면서 일열 봉합술과 이열 봉합술의 수술방법에 따른 회전근 개 봉합술의 성공률 여부에 차이가 있는지가 주요 관심사로 대두되었다. 본 장에서는 두 수기의 우열에 초점을 두기보다는 일열 봉합술의 수기에 대하여 전반적인 내용을 고찰하고자 한다.

### 일열 봉합술

성공적인 관절경하 회전근 개 봉합술을 위하여 고려하여야 하는 수술수기의 중요한 고려 요소로는 삽입한 봉합나사못의 Pull out strength를 최적화하며, 봉합사에 의한 봉합부위 건의 파열을 최소화하고, 회전근 개 건의 충분한 가동성을 확보하는 것 등이다. 그리고 견고한 봉합매듭의 형성 및 건-골 봉합부위의 접촉면적을 최적화하는 것도 성공적인 수술을 위하여 중요하다.

봉합나사못의 pull out strength를 적정화 하기 위하여는 봉합나사못의 삽입각도 및 삽입부위가 중요하다. Burkhart<sup>6)</sup>는 봉합나사못 삽입시 상완골 장축에 대하여 45도 이상 기울어지게 삽입하여야 봉합나사못이 대조면으로부터 pullout 되는 것을 최소화할 수 있다고 주장하였다. 비록 Liporace 등<sup>13)</sup>은 봉합나사못의 삽입각도가 30도에서 80도 사이인 경우 삽입각도에 따른 의미있는 Pullout load의 차이는 없다는 보고도 있지만 대부분의 문헌에서 deadman 이론을 봉합나사못 삽입각도의 정설로 받아들이고 있다. Deakin 등<sup>8)</sup>은 금속나사못의 경우 삽입각도가 45도를 초과하는 경우 봉합사의 마모나 파열이 흔히 발생하므로 삽입각도를 0도와 45도 사이에 삽입할 것을 강조하였고, 다방향성 봉합사구멍(polyaxial eyelet)을 갖는 생체흡수성 봉합나사못의 경우는 상대적으로 삽입각도에 따른 봉합사의 마모는 덜한 것으로 보고하고 있다. 또한, 생체흡수성 봉합나사못의 경우는 금속성 봉합 나사못에 비하여 봉

합사의 마모의 측면에서 우수한 것으로 알려져 있다<sup>15)</sup>. 봉합나사못의 pull out을 최적화하기 위하여는 봉합나사못의 삽입부위의 선택 역시 중요한 요소이다. Tingart 등<sup>25)</sup>은 대조면의 근위부의 골 무기질밀도가 원위부에 비하여 10% 정도 높다고 하였고 파단력(Load to failure)에 있어서는 53% 정도 우수하다고 하며, 대조면의 근위부에 있어서도 전방부 및 중간부의 경우가 후방부에 비하여 62% 정도 우수하다고 보고하고 있어 봉합나사못 삽입 시 삽입위치의 선택에 이들 정보를 고려하여야겠다. 회전근 개 봉합에 있어서 생체역학적으로 가장 취약한 부분은 봉합사와 건의 접촉계면으로 알려져 있고 봉합사가 건을 절단하는 것을 방지하기 위하여 다양한 시도가 있어왔다. 봉합술 형태에 따른 시도로는 개방적 봉합술에 사용되어진 Mason Allen 봉합법을 관절경적 봉합법으로 변형한 Mason Allen 변법, Mac stitch법, locked mattress suture법, Modified Kessler 봉합법 등이 단순 봉합법(single simple suture)이나 단순 수평봉합법(horizontal stitch)에 비하여 평균 주기하중에 대한 파단(cyclic load to failure)이나 최대장력(ultimate tensile load) 등의 역학적 측면에 우수하다고 하여 많이 시도되고 있다<sup>7,17)</sup>. 봉합사의 고정점의 수 또한 역학적으로 중요한 부분으로 네 개의 단순단사 봉합법으로 봉합한 경우는 Mason Allen 봉합법에 비견할 만하다고 하며 봉합사의 개수를 두 배로 늘리면 각각의 봉합사에 전달되는 하중이 50% 감소한다고 하여 최근에는 봉합나사못에 두 개의 봉합사가 들어있는 봉합 나사못을 주로 사용한다<sup>7)</sup>. 봉합나사의 종류에 따른 봉합사의 마모율 또한 중요한 요소로서 금속 봉합나사못들의 경우가 생체흡수성 봉합나사못들에 비하여 봉합사의 마모가 흔히 발생하는 것으로 알려져 있다<sup>2,15)</sup>. 봉합사의 선택 또한 중요한 고려 요소로 알려져 있다. 꼬인 다발가닥 봉합사가 단일가닥 봉합사에 비하여 역미끄러짐이 적어 선호되며, 비흡수성 봉합사가 흡수성 봉합사에 비하여 반복적 부하시 늘어나는 경향이 적고 매듭형성이 양호하여 선호된다. 단순 꼬인 폴리에스터 봉합사(simple braided polyester suture)보다는 내부에 폴리에틸렌 중심이 있고 외부에 꼬인 폴리에스터 봉합사로 싸여진 복

합 봉합사가 강도 적 측면이나 봉합사의 마모측면에서 우수하여 선호된다. 관절경하 매듭 또한 중요한 고려의 요소로서 이동 매듭에 비하여 비이동 매듭이 회전근 개 건의 손상을 덜 준다는 측면에서 흔히 사용 된다. 가장 이상적인 매듭이 어느 것인가라고 단정적으로 이야기하기는 많은 매듭들이 개발되어 왔고 현재도 개발되고 있어 비교가 쉽지 않고 어떠한 연구도 모든 매듭들의 역학적 특성을 비교한 논문이 없기 때문에 쉽지 않으나 문헌에 따르면 비이동 매듭 중에서는 surgeon's knot이 고리 안정성(loop security)과 매듭안정성(knot security) 모두가 우수하다고 하며, 이동 매듭의 경우는 Roeder knot with 3RHAP의 경우가 우수하다고 한다<sup>9)</sup>. 상완 대조면과 봉합건 사이의 접촉면적을 증가시키기 위하여는 건의 가장자리로부터 건을 통과하는 봉합사의 깊이(depth of suture passage)가 접촉면적에 중요한 요소로 관여한다고 하며 상완 대조면의 평균 건부착부(footprint)는  $242 \text{ mm}^2 \pm 35 \text{ mm}^2$ 이고, 7 mm의 봉합사 깊이로 봉합하는 경우는 접촉면적이  $84 \text{ mm}^2 \pm 30 \text{ mm}^2$ 로 정상 건부착부의 35% 정도의 접촉면적을 갖는다고 하며, 15 mm 봉합 깊이인 경우 접촉면적은  $113 \text{ mm}^2 \pm 18 \text{ mm}^2$ 로 정상 건부착부의 47%에 해당되고 22 mm 봉합깊이인 경우는  $163 \text{ mm}^2 \pm 28 \text{ mm}^2$ 의 접촉면적을 가져 정상 건부착부의 67%에 해당된다고 하여 일열 봉합시 봉합깊이를 깊게할 것을 강조하였다<sup>9)</sup>. 일열 봉합방법에는 삽입하는 봉합나사못의 위치에 따라 세가지 방법이 알려져 있다. 대조면의 내측에 나사못을 삽입하는 방법과, 외측 가장자리에 삽입하는 방법 그리고 대조면의 상부가 아니라 외측부의 피질골에 삽입하는 방법들이 알려져 있다<sup>4, 21, 23)</sup>. 이들 방법 모두 우수한 임상적 결과들을 보고하고 있으나 회전근 개의 충분한 가동성이 있는 경우는 상완골 두 가까이 봉합나사를 삽입하여 봉합하는 내측 나사못 삽입 방법은 건 및 대조면의 접촉 면적이 상대적으로 작은 관계로 일상적인 사용에는 제한이 있을 것으로 판단된다. 하지만 건의 가동성이 충분하지 못하여 외측의 가장자리로 인장력 없이 충분한 가동이 어려운 경우에는 유용한 수술수기로 판단된다<sup>21)</sup>. 외측 나사못 삽입방법으로는 대조면의 가장자리에 봉합나사를

삽입하여 봉합하는 방법으로 일열 봉합시 가장 흔히 사용되는 방법이며, 회전근 개 봉합시 봉합깊이에 따라 접촉면적을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다<sup>11)</sup>. 최근에 소개된 방법으로는 lateral anchor inverted mattress suture 봉합법이 있으며, 이 방법은 기존의 일열 봉합법에 비하여 봉합나사못 삽입부가 대조면 외측부 피질골이므로 봉합나사못 삽입부의 역학적 손상 없이 대조면에 피질제거술을 실시할 수 있으며, 나사못을 건이 잡아당기는 힘의 방향에 90도로 삽입하므로 pullout strength가 우수하다고 하며, 봉합매듭이 견봉하공간에 위치하지 않으므로 견봉하공간을 자극하는 일이 없는 등의 장점이 있다고 한다<sup>4)</sup>.

최근에 시도되고 있는 이열 봉합법의 우수성은 대부분의 경우 사체를 이용한 생체역학적 실험에 기초하는 것으로서 초기 봉합부위의 강도(strength)와 강성(stiffness)이 우수하고 건-골부착부의 간격형성(gap formation) 및 변형(strain)이 적고 건-골부착부의 접촉부위가 넓어 상대적으로 해부학적 재건이 가능하다는 장점이 많은 논문에서 보고되고 있다<sup>5, 12, 14, 16, 18, 22)</sup>. 하지만 만성적으로 내측으로 퇴축된 회전근 개의 경우를 대상으로 시행한 생체 역학적 연구는 없는 상태이고, 재부착된 건의 장력이나 혈관재형성 등의 생물학적 치유 측면에서의 우수성은 아직 입증되지 못하였다. 또한 Smith 등<sup>22)</sup>의 연구에 의하면 주기적 부하검사에서의 일열 봉합의 경우가 이열 봉합법에 비견할 만하다고 하였고, Ma 등<sup>16)</sup>도 유사한 연구결과를 보고 하였다. Mazzocca 등<sup>19)</sup>은 주기적 부하 검사에서의 전위 정도뿐만 아니라 파단하중에 있어서도 두 봉합법 사이에 차이가 없다고 하였다. 임상적으로는 일열 봉합법과 이열 봉합법의 비교 연구에서 회전근 개 봉합부의 구조적 측면에서 이열 봉합법의 경우가 우수하다는 보고도 있으나, 기능적인 측면에서 이열 봉합법의 경우가 일열 봉합법에 비하여 우수하다는 보고는 없으며, 최근 시행된 전향적 무작위 비교연구에서 두 방법 사이에는 기능적 측면뿐 아니라, 회전근 개 봉합부의 구조적인 측면에서도 임상결과에 차이가 없다고 보고되고 있어 이열 봉합법의 우수성은 아직 입증되지 않은 상태이다<sup>10, 24)</sup>. 그리고 이열 봉합의 경우 일열 봉합에 비하여 수술시간이 더 길며, 상

대적으로 많은 수의 봉합나사못을 사용하기 때문에 수술비용이 높고, 수술수기 역시 수기 의존도가 높다는 점 또한 수술수기를 선택할 때 고려하여 할 점이다<sup>10)</sup>.

## 결 론

이열 봉합법이 생체에서의 봉합부의 안정성, 재부착된 회전근개 건의 장력, 봉합된 건의 혈관형성 등의 생물학적 치유환경이 일열 봉합법에 비하여 우수함이 아직 입증되지 않아 수술 수기가 상대적으로 쉽고, 요구되는 기구 및 내고정물의 추가적 비용이 적어 경제적인 측면에 장점이 있는 일열 봉합법은 여전히 추천되는 수술수기이다.

## REFERENCES

- 1) **Abrams JS, Savoie FH III:** *Arthroscopic rotator cuff repair: Is it the new gold standard?* AAOS. Rosemont, IL; 71, 2005.
- 2) **Bardana DD, Burks RT, West JR, Greis PE:** *The effect of suture anchor design and orientation on suture abrasion: An in vitro study.* Arthroscopy, 19: 274-281, 2003.
- 3) **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, 15: 290-299, 2006.
- 4) **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, 87: 1229-1240, 2005.
- 5) **Brady PC, Arrigoni P, Burkhart SS:** *Evaluation of residual rotator cuff defects after in vivo single- versus double-row rotator cuff repairs.* Arthroscopy, 22: 1070-1075, 2006.
- 6) **Burkhart SS:** *The deadman theory of suture anchors: observations along a south Texas fence line.* Arthroscopy, 11: 119-123, 1995.
- 7) **Burkhart SS, Wirth MA, Simonich M, Salem D, Lanctot D, Athanasiou K:** *Knot security in simple sliding knots and its relationship to rotator cuff repair: how secure must the knot be?* Arthroscopy, 16: 202-207, 2000.
- 8) **Caldwell GL, Warner JP, Miller MD, Boardman D, Towers J, Debski R:** *Strength of fixation with transosseous sutures in rotator cuff repair.* J Bone Joint Surg Am, 79: 1064-1068, 1997.
- 9) **Deakin M, Stubbs D, Bruce W, Goldberg J, Gillies RM, Walsh WR:** *Suture strength and angle of load application in a suture anchor eyelet.* Arthroscopy, 21: 1447-1451, 2005.
- 10) **Deutsch A.** **Arthroscopic rotator cuff repair:** *The effect of depth of suture passage on three-dimensional repair site surface area and load to failure using single-row anchor fixation.* AAOS. Chicago IL; 2006.
- 11) **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, 35: 1254-1260, 2007.
- 12) **Gartsman GM, Khan M, Hammerman SM:** *Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff.* J Bone Joint Surg Am, 80: 832-840, 1998.
- 13) **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, 34: 407-414, 2006.
- 14) **Liporace FA, Bono CM, Caruso SA, et al:** *The mechanical effects of suture anchor insertion angle for rotator cuff repair.* Orthopedics, 25: 399-402, 2002.
- 15) **Lo IK, Burkhart SS:** *Double-row arthroscopic rotator cuff repair: re-establishing the footprint of the rotator cuff.* Arthroscopy, 19: 1035-1042, 2003.
- 16) **Lo IK, Burkhart SS, Athanasiou K:** *Abrasion resistance of two types of nonabsorbable braided suture.* Arthroscopy, 20: 407-413, 2004.
- 17) **Ma CB, Comerford L, Wilson J, Puttliitz CM:** *Biomechanical evaluation of arthroscopic rotator cuff repairs: double-row compared with single-row fixation.* J Bone Joint Surg Am, 88: 403-410, 2006.
- 18) **MacGillivray JD, Ma CB:** *An arthroscopic stitch for massive rotator cuff tears: the Mac stitch.* Arthroscopy, 20: 669-671, 2004.
- 19) **Massoud SN, Levy O, Copeland SA:** *Subacromial decompression. Treatment for small- and medium-sized tears of the rotator cuff.* J Bone

- Joint Surg Br*, 84: 955-960, 2002.
- 20) **Mazzocca AD, Millett PJ, Guanche CA, Santangelo SA, Arciero RA:** Arthroscopic single-row versus double-row suture anchor rotator cuff repair. *Am J Sports Med*, 33: 1861-1868, 2005.
- 21) **Millstein ES, Snyder SJ:** Arthroscopic evaluation and management of rotator cuff tears. *Orthop Clin North Am*, 34: 507-520, 2003.
- 22) **Murray TF, Jr., Lajtai G, Mileski RM, Snyder SJ:** Arthroscopic repair of medium to large full-thickness rotator cuff tears: outcome at 2- to 6-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 11: 19-24, 2002.
- 23) **Smith CD, Alexander S, Hill AM, et al:** A biomechanical comparison of single and double-row fixation in arthroscopic rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am*, 88: 2425-2431, 2006.
- 24) **Snyder SJ:** Technique of arthroscopic rotator cuff repair using implantable 4-mm Revo suture anchors, suture Shuttle Relays, and no. 2 nonabsorbable mattress sutures. *Orthop Clin North Am*, 28: 267-275, 1997.
- 25) **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*, 21: 1307-1316, 2005.
- 26) **Tingart MJ, Apreleva M, Zurakowski D, Warner JJ:** Pullout strength of suture anchors used in rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 2190-2198, 2003.

## 초 록

관절경적 일열 봉합법은 잘 정립된 회전근 개 봉합술로 우수한 임상성적을 보여왔다. 하지만, 수술 후 재파열의 빈도가 높은 것으로 알려져 있어 다양한 방법들이 술 후 재파열을 줄이기 위하여 시도되어왔다. 일부 연구들에서는 해부학적 회전근 개 부착부를 재건하면 봉합한 회전근 개의 치유 및 초기 역학적 강도를 증가시킬 수 있을 것이라고 보고하였고, 일열 봉합법이 해부학적 회전근 개 부착부 재건과 봉합부의 강도를 증가 시키고, 간격형성을 감소 시킬 목적으로 소개되었다. 하지만, 재부착된 회전근 개 건의 장력, 봉합된 건의 혈관 형성 등의 생물학적 치유환경이 일열 봉합법에 비하여 우수함이 아직 입증되지 않았고 수술 후 기능적 개선도 측면에서도 두 봉합술간 차이가 없으므로, 수술 수기가 상대적으로 쉽고, 요구되는 기구 및 내고정물의 추가적 비용이 적어 경제적인 측면에 장점이 있는 일열 봉합법은 여전히 추천되는 수술수기이다.

**색인 단어:** 관절경술, 일열 봉합법, 회전근 개 봉합술