

관절경적 회전근 개 봉합술에서 골 시멘트를 이용한 봉합 나사 구멍 보강술

동국대학교 일산병원 정형외과

이호민 · 태석기 · 박정민

Anchor Hole Augmentation with Bone Cement in Arthroscopic Rotator Cuff Repair

Ho Min Lee, M.D., Suk-Kee Tae, M.D., Jeong Min Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery Dongguk University Ilsan Hospital

Purpose: In arthroscopic rotator cuff repair, the crucial step is secure fixation of Anchor to bone. However, osteoporosis of the tuberosity is frequently encountered in old patients, and can cause insecure fixation of anchors. The Aim of our study was to introduce a technique for anchor hole augmentation with bone cement when fixation failure of an anchor occurs, and to investigate the outcome.

Materials and methods: Among 223 rotator cuff repairs performed between 2005 and 2009, anchor hole augmentation with polymethylmethacrylate was performed in 15 cases (all females; mean age of 65 years: range 49~77). Bone cement was injected into the anchor hole in a thick fluid state and the procedure was repeated to make a pot-like cement mantle. The anchor was inserted into the cement mantle while the cement hardened. The outcome was investigated, on average, at 16 months (6~32).

Results: Radiographs showed cystic changes of the tuberosity. On follow-up radiographs and MRI, a change in the cement mantle was not noted. The final average UCLA score was 31 (28~35); 6 had excellent, 8 good and 1 fair results ($p=0.008$). Age-sex matched Constants score was 90 (74~98) ($p=0.008$).

Conclusion: Anchor hole augmentation with bone cement is useful when fixation failure of an anchor is encountered due to bone atrophy. Anchor hole augmentation with bone cement does not negatively influence the outcome.

Key Words: Rotator cuff tear, Arthroscopic repair, Suture anchor, Fixation failure, Augmentation, Bone cement

※통신저자: 태 석 기
경기도 일산 동구 식사동 814번지
동국대학교 일산병원 정형외과

Tel: 031) 961-7310, Fax: 031) 961-7290, E-Mail: skt97@duih.org

접수일: 2010년 11월 1일, 1차 심사완료일: 2010년 11월 16일, 게재 확정일: 2010년 12월 1일

서 론

회전근 개 파열은 어깨 통증의 흔한 원인으로 노인층과 스포츠 활동의 증가로 그 중요성이 증대되고 있다. 수술적 치료로는 관절적 봉합술, 소 절개 봉합술이 시행되고 있는데 최근 완전한 관절경적 봉합술이 많이 사용되고 있고 개방적 수술과 비교하여 임상적인 결과에 큰 차이가 없음이 알려지고 있다^{3,6)}. 관절경적 봉합술의 성패를 결정하는 요소로는 기술적 완성도, 건의 질, 퇴축(retraction) 정도, 파열의 모양, 봉합 나사못 (suture anchor) 및 봉합 물질 (suture material) 등이 있으며 봉합 나사못의 견고한 고정이 성공적인 관절경적 봉합술을 위한 필수 요소이다. 최근 봉합 나사못의 인발 강도 (pullout strength)와 봉합 물질의 인장강도 (tensile strength)는 많이 개선되었으며 따라서 골질 (bone quality)이 중요한 요소로 부각되고 있다⁹⁾. 회전근 개 파열 환자의 주 연령대는 중, 노년층이며 이는 골다공증이 흔한 연령과 일치한다 (Fig. 1). 실제로 골다공증이 심한 환자에서 봉합 나사못의 고정이 불안정하거나 삽입 후 빠지는 경우가 드물지 않게 관찰된다⁴⁾. 이러한 경우의 구제술로는 개방술식으로 전환하거나 buddy anchor 술기²⁾, 치밀 골 이식술 (compaction bone graft) 술기 등이 있다¹⁾. 골 시멘트는 골다공증이 있는 경우에 나사 구멍 보강술 (screw hole augmentation)의 용도로 오래 전부터 골절수술에 사용되어왔다⁷⁾. 그리고 Giori 등⁴⁾은 해부용 시체의 근위 상완골을 이용해 실험한 결과 골 시멘트 보강 술식을 시행하였을 경우 봉합 나사못의 인발 (pullout)로 인한 고정 실패의 위험도를 낮출 수 있다고 보고하였다. 이에 착안하여 저자들은 관절경적 회전근 개 봉합술에서 상완골 대결절부의 골 위축으로 인해 봉합 나사못을 이용한 고정력이 약한 경우



Fig. 1. This radiographic image shows osteoporosis of the tuberosity.

가 발생했을 때 골 시멘트를 이용하여 구멍을 보강하는 술식을 소개하며 그 임상 결과를 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2005년부터 2009년까지 관절경적 회전근 개 봉합술을 시행한 223명 중 봉합 나사못 삽입 후 나사못의 이탈 (Fig. 2)이 발생하거나 불충분한 고정이 인지되어 폴리메틸메타크릴 레이트 (polymethylmethacrylate) 성분의 골 시멘트로 봉합 나사못 구멍을 보강하였던 15명을 대상으로 하였다. 수술 대상은 술 중 봉합 나사못이 인발 강도 검사 (pullout test) 상 인발이 발생한 경우와 봉합술 시행 후 봉합 나사못이 대결절의 표면 위로 돌출되어 있어 견고한 고정이 이루어지지 않은 환자를 포함하였다. 봉합 나사못의 이탈은 수술중에 발생할 수 있는 특수한 상황이므로 특별히 술기의 제외 기준은 두지 않았다. 모든 수술은 동일 술자에 의하여 시행되었다. 회전근 개 파열만으로 봉합술을 시행한 경우만 연구에 포함시켰다. 연구 대상 15예의 평균 연령은 65 (49~77)세이었으며 전부 여성이었다. 파열의 크기는 평균 2.3 (1.5~4)cm 이었다. 10예는 극상 건에 국한된 파열이었으며 2예는 극상 건과 극하 건, 3예는 극상 건과 극하 건, 견갑하 건에 걸친 파열이었다. 이학적 검사상 근력 약화와 능동적 운동의 제한을 동반하였으며 대부분에서 충돌 징후 검사 양성을 보였다. 방사선 검사는 견관절 전후면 촬영, 30도 하방 경사 사진, 극상건 출구 사진, 액와면 사진을 촬영하였고 전방 견봉의 형태와 전방 용기, 경사도 등을 측정하였다. 견봉상완 간격의 협소화를 보인 경우도 있고, 상완골의 전체적인 골경화나 대결절의 불규칙한 음영을 보인 경우도 있었다.

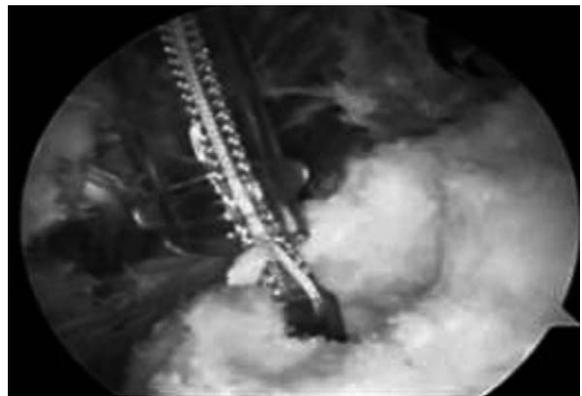


Fig. 2. This picture shows pullout of anchor in osteoporotic bone.

최종 임상 결과의 분석은 시각 척도 (visual analog scale) 통증 점수, 능동적 관절 운동범위, University of California Los Angeles (UCLA) score, age-sex matched Constant score와 영상 검사 결과 등에 의하였다. 결과는 SPSS Windows version 12.0 (SPSS, Chicago, IL)의 paired T-test를 이용하여 분석하였으며 이때 p 값이 0.05보다 작은 경우 유의한 것으로 판정하였다.

2. 수술 방법

봉합 나사못이 빠지고 난 구멍 주변의 성긴 골소주를 압박기를 사용하여 다듬어주고 난 후 골 시멘트 (Simplex bone cement, Zimmer®, USA)를 골수바늘 (bone marrow needle, Manan Medical®, USA)과 10 cc 주사기를 이용해 early doughy state에 봉합 나사못 구멍에 주입한다 (Fig. 3, 4). 구멍에 들어간 시멘

트를 압박기로 눌러 주변 성긴 골소주 사이를 채우도록 하였다. 이러한 과정을 2~3회 정도 반복한 후 압박기로 시멘트 주변에 압력을 가하였으며 최종적으로 항아리 모양의 시멘트 맨틀 (mantle)을 만들도록 노력하였다 (Fig. 5-A). 시멘트가 굳어가기 시작할 무렵 봉합 나사못을 구멍에 삽입하였다 (Fig. 5-B). 봉합 나사못 삽입 후 인발 강도 검사를 통해 단단한 고정을 얻었음을 확인하였다. 봉합 나사못이 구멍으로부터 완전히 인발되지는 않았으나 구멍 주변의 골 결손으로 봉합 나사못의 견고한 고정을 얻지 못한 경우에 봉합 나사못의 이탈을 방지하기 위하여 나사못을 구멍에 둔 채로 시멘트 충전 및 압박에 의한 변형된 보강술식을 시행한 경우도 있었다 (Fig. 6).

결 과

시각척도 통증 점수는 평균 8 (7~9)점에서 1 (0~2)



Fig. 3. Preparation of bone cement (Simplex bone cement, Zimmer®, USA).

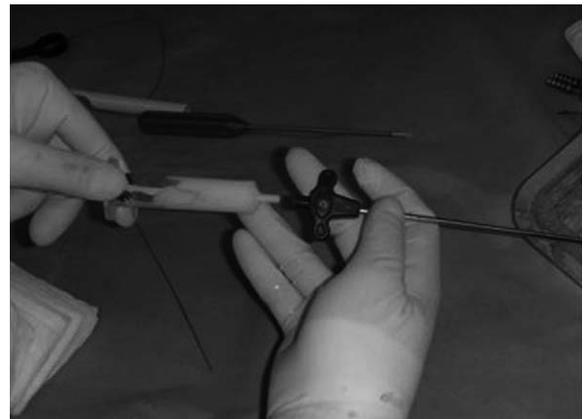


Fig. 4. Assemble the syringe that contains cement with bone marrow needle (Manan Medical®, USA).

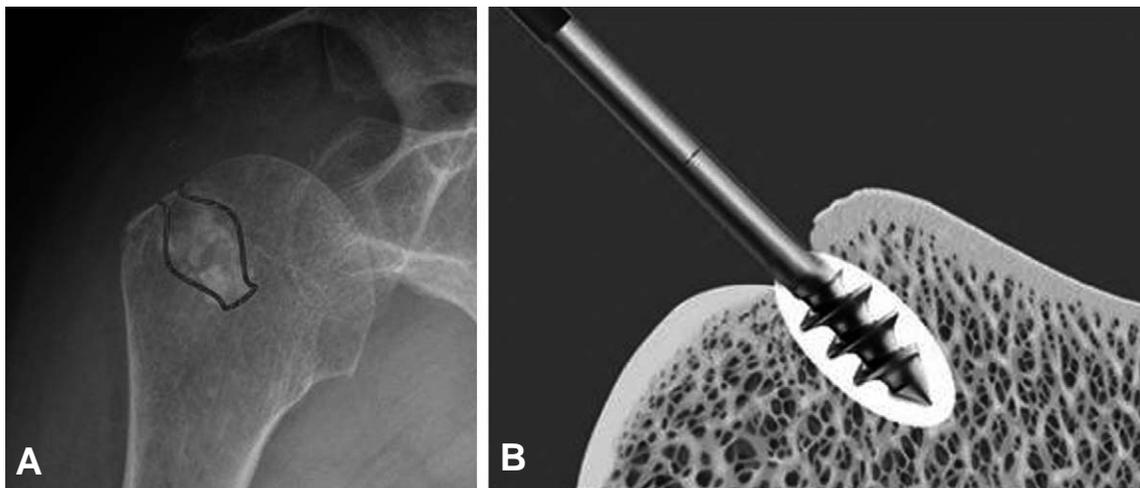


Fig. 5. (A) The bone cement is pressurized to gel a cement mantle of the shape of a pot. (B) The anchor is inserted into the cement mantle in early hardening phase.

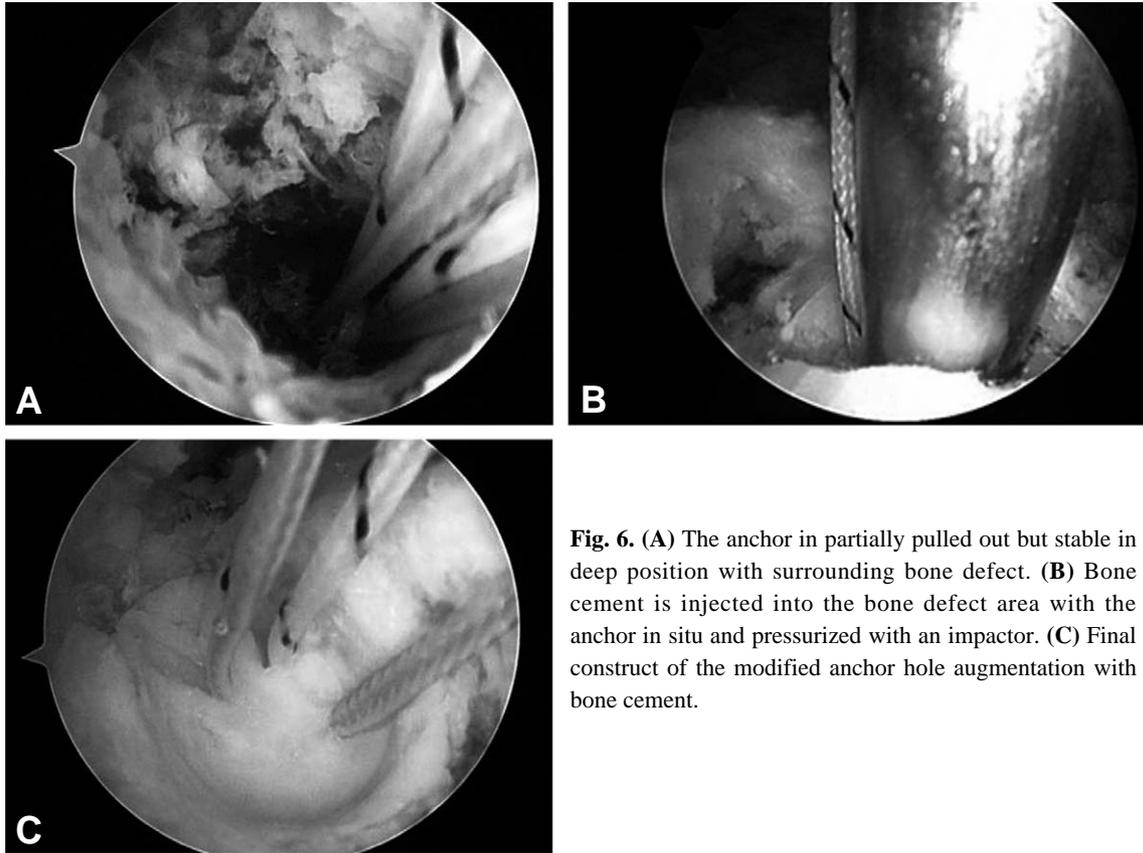


Fig. 6. (A) The anchor in partially pulled out but stable in deep position with surrounding bone defect. (B) Bone cement is injected into the bone defect area with the anchor in situ and pressurized with an impactor. (C) Final construct of the modified anchor hole augmentation with bone cement.

Table 1. Result

	Initial	Final	<i>p</i> -value (<0.05)
Pain score (VAS)	8 (7~9)	1 (0~2)	0.006
Active forward elevation (°)	100 (90~150)	140 (120~170)	0.006
UCLA score	13 (5~19)	31 (28~35)	0.008
Age-sex matched Constant score	30 (13~42)	90 (74~98)	0.008

점으로 호전되었다 (p -value: 0.006). 능동적 전방 거상은 평균 100 (90~150)도에서 140 (120~170)도로 증가하였고 (p -value: 0.006) UCLA score는 평균 13 (5~19)점에서 31 (28~35)점으로 증가하였으며 (p -value: 0.008) 최우수 6예, 우수 8예, 보통 1예 있었다. Age-sex matched Constant score는 평균 30 (13~42)점에서 평균 90 (74~98)점으로 통계상 유의한 증가 (p -value: 0.008)를 보였다 (Table 1). 방사선 검사와 자기공명영상검사 (MRI)상 골 시멘트는 구멍 주변에 원래 모양을 잘 유지하고 있었으며 주변의 골용해는 볼 수 없었다 (Fig. 7). 시행된 추시 MRI상 5예 중 2예에서 이상 소견이 확인되었다. 건의 상태 및 재 파열의 발생은 Sugaya의 기준¹¹⁾을 사용하여 분석한 결과 1예는 II형의 신호변화를 보였으며 나머지 1예는 IV형의 소 파열 소견을 보였다 (Table 2).

합병증

신경 및 혈관 손상이나 감염 등의 합병증은 없었다.

고 찰

회전근 개 파열의 수술적 치료는 초기의 개방적 봉합술에서 관절경적 술기로 발전함에 따라 어떤 술식을 사용하더라도 임상적으로 성공적인 결과가 보고된다^{3,6)}. 특히 관절경 수술의 기술이 발전함에 따라 이전에 봉합이 불가능하던 경우에도 많은 경우 봉합이 가능해지고 있다. 관절경적 봉합술의 성패를 결정하는 요소 중 봉합 나사못의 견고한 고정이 성공적인 관절경적 봉합술을 위한 필수 요소이다. 관절경적 회전근 개 봉합술에서는 봉합 나사못을 이용해 뼈에 연부조직을 고정시키는데 이 때 나사못의 인발로 인한 수술 실패가 발생할 수 있다⁴⁾.

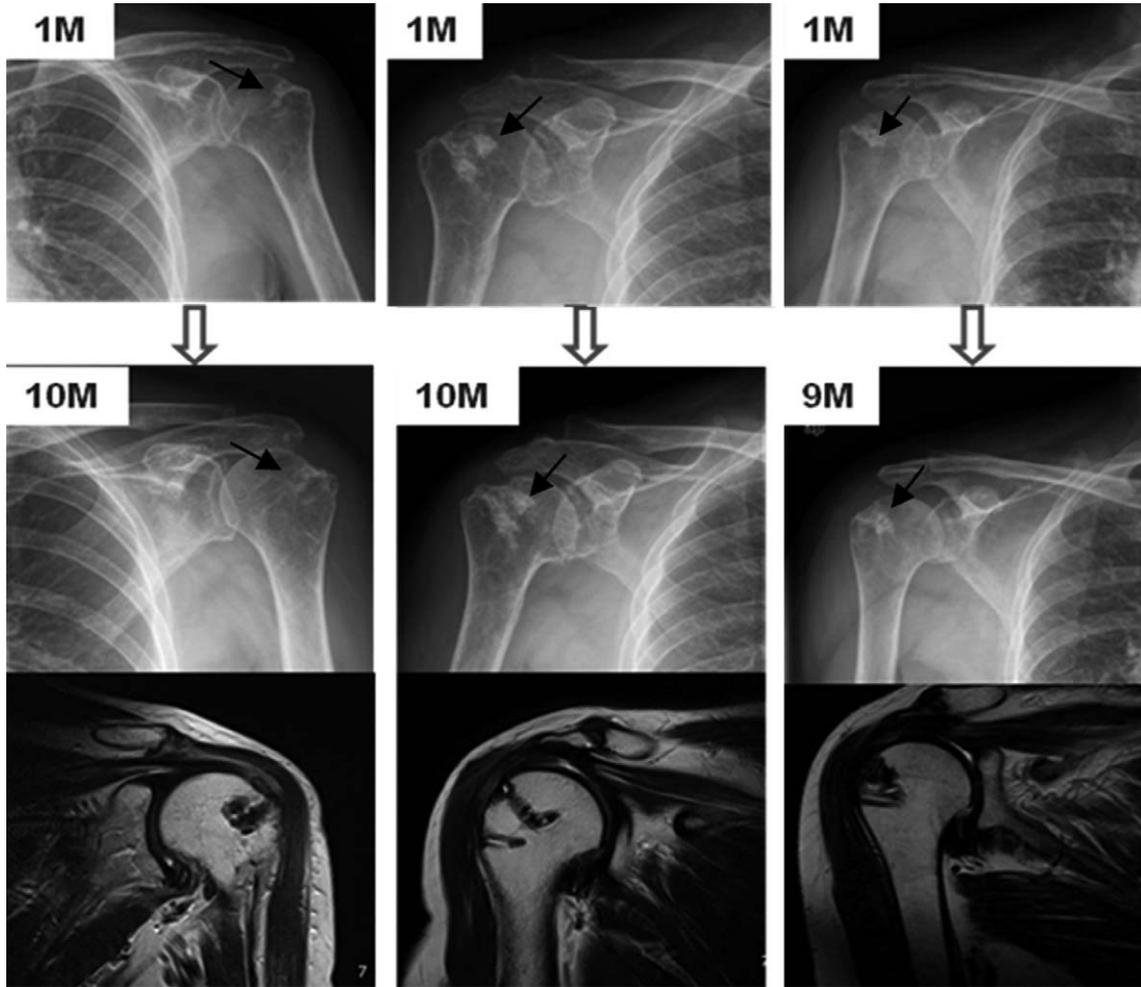


Fig. 7. Follow-up imaging study did not show change around cement mantle (arrow).

Table 2. Sugaya classification of the rotator cuff status after repair of the rotator cuff by magnetic resonance imaging

Type	I	Sufficient thickness with homogeneous low intensity
	II	Sufficient thickness with partial high intensity
	III	Insufficient thickness without discontinuity
	IV	Presence of a minor discontinuity
	V	Presence of a major discontinuity

최근 봉합 나사못의 인발 강도 (pullout strength)와 봉합 물질의 인장강도 (tensile strength)는 많이 개선되었으며 따라서 골질 (bone quality)이 중요한 요소로 부각되고 있다.

저자는 퇴행성 요추 질환이나 사지 골절에서 내고정 시에 골다공증으로 인해 나사의 불충분한 고정 또는 인발이 초래되는 경우 나사못 구멍 주위에 골천자 바늘을 삽입하고 해면골에 골 시멘트를 주입하여 고정력을 보강하는 술식¹³⁾에서 착안하여 골다공증 환자에서 봉합 나사못의 불충분한 고정시 골 시멘트를 주입하는 술식을 시행하였다. 골다공증은 골간단의 골소주 (metaphyseal trabecular bone)를 가장 먼저 침범하는 것으로

알려져 있으며, 나사 인발 (screw pullout)에 대한 저항은 골질, thread purchase의 길이, thread의 지름 등과 관련되어있다⁸⁾. Turner 등¹²⁾은 골 밀도가 0.4 gm/cm^3 이하인 경우 thread의 지름을 크게 하여도 인발 저항도 (pullout resistance)를 증가시키지 못한다고 하였으며 이러한 경우에 보강술식이 필요하다. 골 시멘트를 이용한 보강술식은 견고한 고정을 위해 봉합 나사못의 위치를 바꾸지 않더라도 나사못 고정의 강도를 개선할 수 있으며 고정 실패의 위험을 낮출 수 있는 술기이다. 골 시멘트와 calcium phosphate 같은 물질은 해면 구조체 (cancellus architecture) 내로 침투함으로써 강한 복합체를 만들고⁸⁾ 이러한 작용으로 나사

못 고정에 견고함을 더 할 수 있게 된다. 다만 이러한 보강 술기는 액상 상태 (fluid state)의 시멘트를 물속에서 주입하게 되기 때문에 시멘트가 구멍에 고정되지 않고 식염수에 의해 씻겨나갈 수 있으니 주의해야 한다. 저자들은 early doughy state에 척추 성형술에 사용하는 압력 주입기 (pressure injector)를 이용하여 나사못 구멍에 주입함으로써 골 시멘트가 관류액에 의해 씻겨나가는 것을 방지할 수 있었다.

골 시멘트는 재수술이 필요할 때 걸림돌이 될 수 있고⁴⁾, 시멘트가 골 용해를 일으킬 수 있다는 주장⁵⁾이 있으나 본 연구에서는 추시 영상검사상 골 용해로 볼 수 있는 소견은 없었다. 다만 흡수성 봉합 나사못의 재료인 폴리락틱산 (polylactic acid)의 흡수를 시멘트가 방해할 수 있을 것이나 그 임상적 의미는 알 수 없다.

골 시멘트의 중합반응 (polymerization)으로 인해 70~80°C의 열이 발생하는데¹⁰⁾ 이러한 열은 관절경 수술용 관류액에 의하여 냉각됨으로써 인접 골의 파사를 초래할 정도의 열 발생은 없을 것으로 생각된다. 그리고 수술 중 골 시멘트의 높이가 나사 구멍의 표면보다 2~3 mm 정도 낮게 위치하도록 압박하여 가능한 해면골의 혈류에 대한 영향을 최소화하도록 함으로써 건의 치유가 골 시멘트로부터 방해받지 않도록 하였다.

저자들은 수술 후 평균 10개월에 시행한 MRI 5예 중 2예에서 이상 소견을 확인하였다. 이 중 1예는 극상 건 전체와 극하 건 1/3을 침범한 3 cm 크기 이상의 대 파열이었으며 건의 상태 역시 보통 (fair)정도의 상태였다. Sugaya 등¹¹⁾의 보고에 의하면 대 및 광범위 파열에서 일열 봉합술을 시행한 경우 44%을 재 파열 예를 보고한 바 있으며 이 환자의 경우도 대 파열에서 일열 봉합술을 시행한 예였으므로 수술 후 부분적인 재 파열을 어느 정도 예상할 수 있었던 예였다. 그리고 나머지 한 예는 추시 MRI상 Sugaya 기준 II형 정도에 해당하는 신호 변화만을 확인하였을 뿐 확실한 파열의 소견을 보인다 할 수 없었다. MRI를 시행하지 않은 10예의 환자들은 대부분 술 후 결과가 우수 (good) 이상 이었던 경우이며 환자 스스로 MRI 촬영의 필요성을 느끼지 않는 경우가 대부분이었다.

본 연구는 시멘트 보강 술식을 사용한 대상 환자의 수와 추시 MRI의 수가 적었던 점이 약점으로 지적될 수 있으며 골 시멘트 사용시 발생한 열이 회전근 개의 치유에 미치는 영향에 대하여는 앞으로 다수의 환자를 대상으로 시행한 연구에서 밝혀야 할 과제이다. 이러한 제한점에도 불구하고 환자의 수술 후 결과에서 통증 및 기능상 대부분 현저한 호전을 보인 것으로 보아 봉합 나사못의 고정 실패를 피하기 위한 시멘트의 사용은 성공적인 관절경적 회전근 개 봉합술을 위해 유용한 술식이라고 생각된다.

결 론

관절경적 회전근 개 봉합술에서 상완골 대결절부의 골위축으로 인하여 봉합 나사못의 이탈이 발생하거나 견고한 고정이 되지 않는 경우에도 골 시멘트를 이용한 봉합 나사못 구멍 보강술에 의하여 관절경적 봉합술을 시행할 수 있으며 골 시멘트의 사용이 수술의 결과에 부정적 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

REFERENCES

- 1) **Burkhart SS, Klein JR:** Arthroscopic repair of rotator cuff tears associated with large bone cysts of the proximal humerus: compaction bone grafting technique. *Arthroscopy*, 21: 1149, 2005.
- 2) **Burkhart SS, Lo Ian K.Y, Brady PC:** Burkhardt's View of the Shoulder-A Cowboy's Guide to Advanced Shoulder Arthroscopy. 1st ed, Lippincott Williams & Wilkins: 303-304, 2006.
- 3) **Gartsman GM:** Arthroscopic treatment of rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg*, 4: 228-241, 1995.
- 4) **Giori NJ, Sohn DH, Mirza FM, Lindsey DP, Lee AT:** Bone cement improves suture anchor fixation. *Clin Orthop Relat Res*. 451: 236-241, 2006.
- 5) **Ikenaga M, Hardouin P, Lemaitre J, Andrianjatovo H, Flautre B:** Biomechanical characterization of a biodegradable calcium phosphate hydraulic cement: a comparison with porous biphasic calcium phosphate ceramics. *J Biomed Mater Res*, 40: 139-144, 1998.
- 6) **Ko SH, Cho SD, Lew SG, Park MS, Kwag CY, Woo JK:** Comparison of arthroscopic versus mini open repair in medium and large sized full thickness rotator cuff tear -short term preliminary results-. *J Korean Orthop Soc Sports Med*, 3: 73-80, 2004.
- 7) **Larsson S:** Cement augmentation in fracture treatment. *Scandinavian Journal of Surgery* 95: 111-118, 2006.
- 8) **Michael J. Gardner, MD, Jason M. Evans, MD and Robert P. Dunbar, MD:** Failure of fracture plate fixation. *J Am Acad Orthop Surg*, 17: 647-657, 2009.
- 9) **Ryken TC, Clausen JD, Traynelis VC, Goel VK:** Biomechanical analysis of bone mineral density insertion technique, screw torque and holding strength of anterior cervical plate screws. *J Neurosurg*, 83: 325-329, 1995.
- 10) **Shin JW, Kim SB, Yoon TL, Kim YK, Park KD, Lee JW, Park SA, Kim YJ:** A study on the potential of hydroxyapatite based bioactive bone cement. *J Korean Orthop Res Soc*. 6: 62-76, 2003
- 11) **Sugaya H, Maeda K, Matsuki, Morrishi J:** Functional and structural outcome after arthroscopic full thickness rotator cuff repair. *Arthroscopy*, 21: 1307-1316, 2005.
- 12) **Turner IG, Rice GN:** Comparison of bone screw hold-

ing strength in healthy bovine and osteoporotic human cancellous bone. *Clin Mater.* 9: 105-7,1992.

nique, and bone cement augmentation of pedicular screw fixation strength. *Clin Orthop Relat Res*, 296: 278-87, 1993.

- 13) **Wittenberg RH, Lee KS, Shea M, White AA 3rd, Hayes WC:** *Effect of screw diameter, insertion tech-*

초 록

목적: 관절경적 회전근 개 봉합술 시 뼈에 봉합 나사못을 안정적으로 고정하는 것이 중요하다. 그러나 고령의 환자에서 상완골 결절부위에 골다공증이 있는 경우 봉합 나사못이 빠지거나 고정이 불안정할 수 있다. 이에 저자들은 관절경적 회전근 개 봉합술에서 봉합 나사못의 고정 실패시 골 시멘트를 이용한 봉합 나사못 구멍 보강 기법을 소개하고 그 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 2005년부터 2009년까지 관절경적 회전근 개 봉합술을 시행받은 223명 중 골 시멘트로 봉합 나사못 구멍을 보강했던 15명을 대상으로 하였다. 모두 여자로 평균 65 (49~77)세였고, 평균 추시 기간은 16 (6~32)개월 이었다. 주사기를 이용해 골 시멘트를 결쪽한 액상의 상태에서 봉합 나사못 구멍에 주입한 후 압박기로 압력을 가하였으며 항아리 모양의 시멘트 맨틀을 만들도록 노력하였다. 시멘트가 굳어가기 시작할 무렵 봉합 나사못을 구멍에 삽입하였다. 최종 임상적 평가는 시각척도 통증 점수, 능동적 관절 운동범위, age-sex matched Constant score, UCLA score 등을 이용하여 분석하였다.

결과: 수술 전 촬영한 방사선 사진상, 상완골 대결절부의 낭종성 변화 또는 피질골의 위축 등이 전 예에서 보였다. 최종 추시 방사선 사진상 시멘트 음영의 변화는 볼 수 없었으며, 충전된 시멘트는 원래의 형태를 그대로 유지하였다. UCLA score는 평균 31점 (28~35점) 이었으며 최우수 6예, 우수 8예이였으며 1예는 보통의 결과를 보였다 (*p*-value 0.008). Age-sex matched Constant score는 평균 90점 (74~98점)으로 상승하였다 (*p*-value 0.008).

결론: 관절경적 회전근 개 봉합술에서 상완골 대결절부의 골위축이 있는 경우에도 골 시멘트를 이용한 봉합 나사못 구멍 보강술에 의하여 관절경적 봉합술을 시행할 수 있었으며 골 시멘트의 사용이 수술 후 결과에 부정적 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

색인 단어: 회전근 개 파열, 관절경적 봉합술, 봉합 나사못, 고정 실패, 보강술식, 골시멘트