

요골두 치환술의 임상적 적용

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

문 준 규

Clinical Application of Radial Head Prosthesis

Jun-Gyu Moon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Korea University Medical College

Purpose: Installing a radial head prosthesis has developed into a reliable procedure to replace the native radial head for treating unreconstructible radial head fracture when this is associated with an unstable elbow or forearm. A variety of implants have been developed and these are now commercially available. This article reviews the literature related to the indications, the available implants and the surgical techniques of radial head replacement arthroplasty.

Materials and Methods: The main indication for a metallic radial head prosthesis is a comminuted fracture that is not amenable to reconstruction, and particularly if it is associated with complex elbow injuries. Excision of the radial head should be avoided in the presence of combined injured ligaments or interosseous membrane injury. Three different implants are available in Korea, including the bipolar, press fit monopolar and loose fit monopolar radial head prostheses. A primary technical goal of radial head arthroplasty is the insertion of an implant that closely replicates the native radial head. The major pitfall when using a metallic radial head prosthesis is the insertion of a longer implant, which results in overstuffing of the radiocapitellar joint.

Results and Conclusion: Satisfactory clinical results can be anticipated when a radial head prosthesis is used for the correct indications and when a systemic approach is undertaken to ensure proper sizing. For the future studies, we need data regarding the long term outcomes and comparison of the various types of prostheses.

Key Words: Radial head, Fracture, Replacement

※통신저자: 문 준 규

서울특별시 구로구 구로동길 97

고려대학교 구로병원 정형외과

Tel: 02) 2626-3089, Fax: 02) 2626-1164, E-mail: moonjg@korea.ac.kr

접수일: 2011년 6월 2일, 게재 확정일: 2011년 6월 27일

서 론

요골두 치환술 (radial head arthroplasty)은 주관절 또는 전완부의 복합 골절-탈구 (complex fracture-dislocation) 손상에서 고정할 수 없는 요골두 분쇄 골절에 적용된다. 과거 시행되었던 요골두 절제술은 사체 실험을 통한 요골두의 생역학적 역할이 알려지고 임상적인 합병증이 보고되면서 그 적응증이 제한된 실정이다.^{1,2)} 초기에 사용된 실리콘 재질의 치환물은 약한 생역학적인 성질과 활액막염 발생 등의 생물학적 단점으로 최근에는 거의 사용되고 있지 않다.^{3,4)} 금속을 이용한 요골두 치환물은 문헌에 의하면 1941년 Speed⁵⁾가 처음 금속을 이용한 치환술을 발표한 이후 영국의 Harrington 등⁶⁾이 1961년부터 티타늄 (titanium) 재질의 치환물을 사용하였고 Knight 등은 비탈리움(vitallium) 요골두 치환물을 이용한 임상결과를 발표하였다.⁷⁾ 이후 다양한 디자인의 금속성 요골두 치환물 (metallic radial head prostheses)이 개발되어 현재까지 사용되고 있다. 국내에서도 2005년부터 양극성 (bipolar) 요골두 치환물이 사용되기 시작하였고 최근 단극성 (unipolar) 치환물도 수입되어 사용되고 있다.

임상적인 결과는 단기 추시 결과가 대부분이지만 대체적으로 만족할 만한 결과들이 보고되고 있다.^{6,8-10)} 하지만 최근 중-장기 추시 결과가 발표되면서 합병증에 대한 임상 결과도 발표되고 있다.¹¹⁾ 특히 요골두의 높이가 과도하게 치환되는 경우 (overstuffing)가 불량한

예후를 가져오는 요인 중 하나로 알려졌다.¹²⁾ 이를 방지하는 여러 방법들이 소개되었고 요골두 치환술의 적합한 적응증, 적절한 치환물의 선택 및 정확한 수술 술기에 대한 중요성이 강조되고 있다.

적응증

요골두 치환술의 주적응증은 내고정을 하기 어려운 요골두의 분쇄 골절이다. 요골두 골절의 Mason 분류 3 또는 4에 해당되는 골절로 요골두의 분쇄 골편을 안정적으로 해부학적 내고정을 못하거나 요경부 골절이 동반된 경우이다. 이런 경우 가능한 한 먼저 내고정을 시도해보는 것이 우선이고 일부 저자들은 관혈적 정복 및 내고정을 시도하여 좋은 결과를 보고한 바 있지만,¹³⁾ 불유합, 부정유합 및 조기 실패율이 높아 치환술이 선호되는 경우가 많다.¹⁴⁾ 또한 주관절 측부 인대 파열, 전완부 골간막 등의 연부조직 손상이나 구상돌기 골절 등의 동반 골절이 있는 경우에는 주관절의 불안정성이 심하여 요골두 치환술은 필수적이다.¹⁵⁾ 요골두 절제술의 경우 동반손상이 없는 요골두 골절에는 장기 합병증이 없다는 보고도 있으나 복합 골절에 시행되었을 경우 주관절 통증, 요골의 상방 전이, 파지력 감소, 외반 불안정성, 관절염 등의 합병증이 올 수 있다.^{1,16,17)} 그 외의 적응증으로 요골두의 부정유합이나 불유합이 있으면서 만성적인 주관절 불안정성이 있는 경우이다 (Fig. 1).



Fig. 1. AP radiograph showing a comminuted radial head fracture. Resected fragments of a radial head fracture.

국내 사용 요골두 치환물
(Radial head prostheses)

현재 일반적으로 사용되는 요골두 치환물은 금속재질이며 치환물 성격에 따라 양극성/단극성 (bipolar/unipolar), 시멘트/무시멘트 (cemented/cementless) 스템, 일체형/조합형 (monoblock/modular) 등으로 분류될 수 있다. 2011년 3월 현재 국내 시장에서 사용되는 금속 요골두 치환물은 세 종류인데 각각 특징을 가지고 있다 (Table 1), (Fig. 2).

양극성 요골두 치환물은 Judet 등에 의해 개발되어 널리 사용되고 있는데 요골두가 스템과 35도까지 경사각이 가능하게 설계되었다.¹⁸⁾ 이러한 요골두의 움직임은 요골두-소두 관절의 접촉을 증가시키는 역할을 한다. 하지만 양극성 구조는 생역학적인 측면에서 단극성보다 관절의 안정성이 떨어지고 임상적으로는 요골두가 해리 (dissociation)되는 합병증이 보고되기도 하였다.¹⁹⁻²¹⁾ 또한 폴리에틸렌 마모로 스템의 이완이 발생할 수 있으며 재치환술이 어렵다는 단점이 있다.^{10,22)} 무시멘트 단극성 요골두 치환물은 스템의 고정 방법에 따라 압박

고정 (press fit) 스템과 이완 고정 (loose fit) 스템 치환물로 나눌 수 있다. 압박 고정 스템은 요골 경부의 골수강에 가능한 최대직경의 스템을 삽입하여 스템의 미세운동 (micromotion)을 줄이고 스템주위의 골성장 (bony ingrowth)을 유도하는 치환물이다. 요골두가 요골내에서 움직임이 없으므로 생역학적 안정성면에서는 양극성보다 우월하다.^{20,23)} 하지만 사람마다 요골두 모양이 다르고 원 요골두 (native radial head)와 동일한 요골두 치환물을 만들기 불가능하기 때문에 움직임이 없는 견고한 치환물의 삽입은 이러한 차이를 극복할 여유가 없어서 요골두-소두 관절의 접촉이 일정하지 않을 수 있다.^{24,25)} 또한 과도한 직경의 스템을 삽입할 수 있고 이로 인한 골절이 발생할 수 있다. 이완 고정 스템은 이러한 단점을 보완할 수 있도록 요경부 골수강의 직경보다 작은 스템을 삽입한다. “spacer” 역할이며 의도적인 이완성 삽입으로 치환물의 움직임이 해부학적으로 불일치한 요골두를 보상해주는 개념이다.^{8,26)} 하지만 추시 과정에서 스템의 이완이 현저하게 나타나는 경우가 있으며 이로 인해 주관절부에 동통을 유발하기도 한다.^{6,9)}

Table 1. Three different types of radial head implants used in Korea

| RHS [®] | Ascension [®] | Evolve [®] |
|--------------------|------------------------|----------------------|
| Tornier, France | Ascension, USA | Wright medical, USA |
| Bipolar | Unipolar | Unipolar |
| Cemented | Press fit cementless | Loose fit cementless |
| Long, slotted stem | Tapered stem | Smooth straight stem |
| 2 heads, 2 stems | 6 heads, 4 stems | 18 heads, 18 stems |



Fig. 2. (A) Bipolar RHS, (B) Ascension modular radial head, (C) Evolve modular radial head.

다양한 치환물이 개발되고 시장에 나와 있지만 대부분의 경우는 조합형 (modular type)으로 요골두와 스템이 조립 (in situ assembly)되어 삽입된다. 최근 출시된 치환물은 다양한 증례에 맞게 1~2 mm 크기 차이의 임플란트들로 구성되어 원래의 요골두로 재건할 수 있는 선택폭이 넓다.

수술 술기

수술 전 계획에서 요골두 치환술의 적응증을 확인한다. 이때 요골두 골편이 3개 이상의 분쇄골절인 경우 먼저 내고정을 시도하더라도 안정된 고정이 힘들 수 있다는 경우를 예상하고 치환술도 같이 대비하여야 한다. 수상측과 건측 방사선 사진을 촬영하여 요골두의 직경 (diameter), 높이 (height), 경부 (neck)의 직경, 골절선의 모양과 높이, 척-상완 관절 간격 (ulno humeral joint space), 완관절의 척골 변이 (ulna variance) 등을 측정한다. 수술 전 CT사진도 해부학적 지표를 측정하는데 도움이 된다. 치환물의 선택은 골절이 요골두에만 있는 경우에는 대부분의 제품이 무난하게 적용될 수 있지만, 경부 하단까지 연장된 골절이나 재치환술 (revision)의 경우에는 다양한 크기의 임플란트를 조립할 수 있는 치환물이 필요할 수 있다. 본문의 내용은 무시멘트 단극성 요골두 치환물을 기준으로 설명을 하고자 한다.

수술 접근법은 양와위에서 외측 또는 후방 절개를 시행하여 요골두를 노출시킨다. 구상돌기 골절이나 내측 측부인대 봉합이 필요할 경우에는 후방 단일 절개가 유용하다. 전통적인 Kocher 접근법은 주근 (anconeus)과 척수근신근 (extensor carpi ulnaris)의 간격을 통한 접근법이고 Kaplan 접근법은 외측으로 직접 접근하여 장요수근 신근 (extensor carpi radialis longus)과 총수지신전근 (extensor digitorum communis)간격을 통해 요골두에 접근한다. 이때 외측 척골 측부인대 (lateral ulnar collateral ligament)와 후방 골간 신경 (posterior interosseous nerve)의 손상을 주의하여야 한다. 요골두의 전후방 정중선 (midaxial line of the radial head) 상방으로 관절낭을 절개함으로써 외측 척골 측부 인대의 손상을 방지할 수 있다. 복합골절의 경우에는 외측 척골 측부인대가 신전근들과 함께 파열되어 있는 경우가 흔하여 파열된 틈을 이용하여 요골두를 노출시키는 것이 용이하다. 관절낭은 요측 측부인대 (radial collateral ligament)와 윤상 인대 (annular ligament)와 함께 횡절개하고 요골 경부의 회외근 (supinator)까지 노출시키면 시야가 확보된다. 요골두 골편의 형태와 분쇄 정도를 기준으로 내고정술, 절제술 및 치환술 여부를 결정한다. 절제술을 시행하였을 때는

외반 불안정성 및 후외방 회전 불안정성이 잔존하는지 반드시 확인하고 골간막 손상으로 요골의 축성 불안정성 (axial instability)이 있는지도 확인해야 한다.

요골두 치환술이 결정되면 남아 있는 요골두 부분을 요골두-경부 경계에서 작은 전기톱 (microsagittal saw)으로 절제한다. 이때 전완부를 60도 이상 회외상 상태에서 요골 경부의 직각으로 절제하면 전완부의 회전축 (rotational axis)에 가깝게 절제술을 할 수 있다.^{27,28)} 절제한 골편은 작은 골편들과 수집하여 요골두의 직경 및 두께를 측정하는데 이용된다. 요골 골두의 절제면 (cutting surface)이 편평하지 않는 경우가 흔한데 이 경우 가장 적게 절제된 부분의 두께를 측정하여 치환물의 높이를 결정하여야 과신장 (overstuffing)을 방지할 수 있다.²⁹⁾ 요골두의 직경은 경계선상에서는 작은 직경을 선택하는 것이 추천된다. 요골 경부의 골수강은 피질골의 손상을 최소화하여 작은 직경부터 점차적으로 확공한다. 최종 스템의 직경은 치환물의 종류에 따라 최대직경 또는 한 사이즈 작은 직경의 스템을 선택한다. 치환물의 크기가 결정되면 trial 임플란트를 삽입하여 치환물의 적절성을 평가한다. 요골두 치환물의 적절한 높이의 복원은 임상적으로 중요한데 원래의 길이보다 늘어나는 overstuffing과 줄어드는 understuffing 모두 바람직하지 않다.³⁰⁾ 특히 overstuffing은 술 후 운동제한과 통증을 유발하는 심각한 원인으로 수술 시 반드시 피해야 한다.^{12,31)}

Overstuffing 방지하기 위해 여러 방법들이 소개되었다. Doornberg 등은 요골두가 구상돌기의 외측면 경계선보다 1 mm 이내로 위치한다는 것을 지표로 이용한다고 발표하였다.³²⁾ Athwal 등은 척-상완 관절면의 불일치 상태가 overstuffing을 암시한다고 하였다.³³⁾ Moon 등은 요골 조면 (radial tuberosity)를 이용하여 요골두 높이를 측정하는 방법을 소개하였다.³⁴⁾ 그 외에도 요골 절흔 (radial notch)을 이용하거나 완관절의 척골 변이를 관찰하여 overstuffing을 평가할 수 있다.³⁵⁾ 하지만 요골두 높이가 수 mm 정도의 작은 변화이므로 방사선 사진을 이용하는 것은 한계가 있을 수 있다.³⁶⁾ 따라서 수술 중에 가능한 모든 방법을 이용하는 것이 overstuffing을 줄이는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

적절한 치환물의 삽입 후 관절운동 및 안정성을 확인하고 외측 척골 측부인대 및 신전근을 봉합한다. 동반 골절이 있을 때는 내고정을 시행하고 최종적으로 주관절의 안정성을 평가하여 불안정성이 남아 있을 때는 내측 측부인대 (medial collateral ligament)봉합 또는 외고정 장치를 고려한다. 술 후 재활은 동반 손상 및 주관절의 안정성에 따라 전완부의 고정 위치, 관절 운동 시기가 달라진다. 이소성 골형성 (heterotopic

ossification) 예방을 위해 과도한 수동적 운동은 피하고 Indomethacin 또는 NSAID 처방이 필요하다.

결 론

금속성 요골두 치환술은 주관절의 복합 골절에서 고정할 수 없는 요골두를 대치하여 주관절의 안정성을 회복시키는 합리적인 수술법이다. 정확한 수술 술기와 overstuffing에 대한 주의가 필요하며 동반 손상에 대한 적절한 치료가 필수적이다.

REFERENCES

1. Ikeda M, Oka Y. Function after early radial head resection for fracture: a retrospective evaluation of 15 patients followed for 3-18 years. *Acta Orthop Scand.* 2000;71:191-4.
2. Morrey BF, Tanaka S, An KN. Valgus stability of the elbow. A definition of primary and secondary constraints. *Clin Orthop Relat Res.* 1991;187-95.
3. Moon JG, Southgate RD, Fitzsimmons JS, O'Driscoll SW. Arthroscopic removal of the failed silicone radial head prosthesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:1243-8.
4. Vanderwilde RS, Morrey BF, Melberg MWVinh TN. Inflammatory arthritis after failure of silicone rubber replacement of the radial head. *J Bone Joint Surg Br.* 1994;76:78-81.
5. Speed K. Ferrule caps for the head of the radius. *Surg Gynecol Obstet.* 1941;73:845-50.
6. Harrington IJ, Sekyi-Otu A, Barrington TW, Evans DC, Tuli V. The functional outcome with metallic radial head implants in the treatment of unstable elbow fractures: a long-term review. *J Trauma.* 2001;50:46-52.
7. Knight DJ, Rymaszewski LA, Amis AA, Miller JH. Primary replacement of the fractured radial head with a metal prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:572-6.
8. Grewal R, MacDermid JC, Faber KJ, Drosdowech DS, King GJ. Comminuted radial head fractures treated with a modular metallic radial head arthroplasty. Study of outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:2192-200.
9. Moro JK, Werier J, MacDermid JC, Patterson SD, King GJ. Arthroplasty with a metal radial head for unreconstructible fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:1201-11.
10. Popovic N, Lemaire R, Georis P, Gillet P. Midterm results with a bipolar radial head prosthesis: radiographic evidence of loosening at the bone-cement interface. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:2469-76.
11. Van Riet RP, Sanchez-Sotelo J, Morrey BF. Failure of metal radial head replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:661-7.
12. Van Riet RP, Van Glabbeek F, Verborgt O, Gielen J. Capitellar erosion caused by a metal radial head prosthesis. A case report. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1061-4.
13. Ikeda M, Sugiyama K, Kang C, Takagaki T, Oka Y. Comminuted fractures of the radial head. Comparison of resection and internal fixation. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:76-84.
14. Ring D, Quintero J, Jupiter JB. Open reduction and internal fixation of fractures of the radial head. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A:1811-5.
15. Davidson PA, Moseley JB, Jr, Tullos HS. Radial head fracture. A potentially complex injury. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;224-30.
16. Herbertsson P, Hasselius R, Josefsson PO, et al. Mason type IV fractures of the elbow: a 14- to 46-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1499-504.
17. Johnson JA, Beingsessner DM, Gordon KD, Dunning CE, Stacpoole RA, King GJ. Kinematics and stability of the fractured and implant-reconstructed radial head. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005;14:195-201.
18. Judet T, Garreau de Loubresse C, Piriou P, Charnley G. A floating prosthesis for radial-head fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:244-9.
19. Herald J, O'Driscoll S. Complete dissociation of a bipolar radial head prosthesis: a case report. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:e22-3.
20. Moon JG, Berglund LJ, Zachary D, An KN, O'Driscoll SW. Radiocapitellar joint stability with bipolar versus monopolar radial head prostheses. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:779-84.
21. O'Driscoll SW, Herald J. Symptomatic failure of snap-on bipolar radial head prosthesis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:e7-11.
22. Burkhart KJ, Mattyasovszky SG, Runkel M et al. Mid-to long-term results after bipolar radial head arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:965-72.
23. Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HA. Coronoid process and radial head as posterolateral rotatory stabilizers of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:975-82.
24. Calfee R, Madom I, Weiss AP. Radial head arthroplasty. *J Hand Surg Am.* 2006;31:314-21.
25. Yian E, Steens W, Lingenfelter E, Schneeberger AG. Malpositioning of radial head prostheses: an in vitro study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:663-70.
26. Van Riet RP, Van Glabbeek F, Neale PG, Bortier H, An KN, O'Driscoll SW. The noncircular shape of the radial head. *J Hand Surg Am.* 2003;28:972-8.
27. Koslowsky TC, Beyer F, Germund I, Mader K, Jergas M, Koebke J. Morphometric parameters of the radial neck: an anatomical study. *Surg Radiol Anat.*

- 2007;29:279-84.z
28. **Roidis N, Stevanovic M, Martirosian A, Abbott DD, McPherson EJ, Itamura JM.** A radiographic study of proximal radius anatomy with implications in radial head replacement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2003;12:380-4.
 29. **Ring D, King G.** Radial head arthroplasty with a modular metal spacer to treat acute traumatic elbow instability. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am.* 2008;90 Suppl :63-73.
 30. **Van Glabbeek F, Van Riet RP, Baumfeld JA, et al.** Detrimental effects of overstuffing or understuffing with a radial head replacement in the medial collateral-ligament deficient elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:2629-35.
 31. **Birkedal JP, Deal DN, Ruch DS.** Loss of flexion after radial head replacement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:208-13.
 32. **Doornberg JN, Linzel DS, Zurakowski D, Ring D.** Reference points for radial head prosthesis size. *J Hand Surg Am.* 2006;31:53-7.
 33. **Athwal GS, Frank SG, Grewal R, Faber KJ, Johnson J, King GJ.** Determination of correct implant size in radial head arthroplasty to avoid overlengthening: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92 Suppl :250-7.
 34. **Moon JG, Southgate RD, Fitzsimmons JS, O'Driscoll SW.** Simple overlay device for determining radial head and neck height. *Skeletal Radiol.* 2010;39:915-20.
 35. **Van Riet RP, van Glabbeek F, de Weerd W, Oemar J, Bortier H.** Validation of the lesser sigmoid notch of the ulna as a reference point for accurate placement of a prosthesis for the head of the radius: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89:413-6.
 36. **Shors HC, Gannon C, Miller MC, Schmidt CC, Baratz ME.** Plain radiographs are inadequate to identify overlengthening with a radial head prosthesis. *J Hand Surg Am.* 2008;33:335-9.

초 록

목적: 금속 요골두 치환술은 주관절 불안정성을 동반한 고정할 수 없는 분쇄된 요골두 골절의 치료로 최근 다양한 임플란트의 개발로 널리 사용되고 있다. 저자는 금속성 요골두 치환술의 적응증과 국내에 사용중인 임플란트의 종류와 수술 술기를 문헌 고찰과 함께 기술하고자 한다.

대상 및 방법: 요골두 치환술의 주 적응증은 동반된 연부조직 손상으로 인한 주관절의 불안정성이 있고, 요골두의 분쇄 골절로 안정적인 내고정이 불가능한 골절이다. 이러한 경우 과거 시행되었던 요골두 절제술은 많은 합병증의 발생으로 금기시되고 있다. 현재 국내에서는 양극성, 압박 고정 단극성 및 이완 고정 단극성 임플란트의 3종류가 수입되어 사용되고 있다. 요골두 치환술은 궁극적으로 원래의 요골두의 크기와 길이로 복원하는 것이 중요하다. 과도하게 긴 요골두의 삽입은 흔한 합병증으로 수술 시 주의가 필요하다.

결과 및 결론: 요골두 치환술은 적절한 적응증과 정확한 수술 술기로 만족할 만한 임상적 결과를 얻을 수 있다. 향후 장기추시 연구와 다양한 치환물들의 임상적인 비교 연구가 필요하다.

색인 단어: 요골두, 골절, 치환