

연결형(반구속형) 주관절 인공 관절 치환술

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실, 국립경찰병원 정형외과*

정홍준* · 전인호 · 전재명 · 이태균

Linked (Semi-constrained) Total Elbow Arthroplasty

Hong Jun, Jung, M.D.* , In-Ho, Jeon, M.D., Jae-Myeong Chun, M.D., Tae Kyoon Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Asan Medical Center, Ulsan University College of Medicine, Seoul, Korea
Department of Orthopedic Surgery, National Police Hospital, Seoul, Korea*

Total elbow arthroplasty is still in its infancy compared with other arthroplasties, such as knee or hip arthroplasties. Implant design has been evolving with clinical experiences; however, there are only limited data on the long-term clinical outcome of elbow arthroplasty in the literature. The design of total elbow prostheses can be divided into three categories: linked (constrained or semi-constrained), unlinked (unconstrained), and convertible types. The choice between an unlinked (unconstrained) implant and a linked (semi-constrained) implant depends on joint stability and adequacy of the bone stock. Linked elbow arthroplasty has provided high patient satisfaction, and pain relief thanks to proper patient selection, advancement of implant design, improvement in cement techniques, meticulous surgical technique, and appropriate postoperative rehabilitation. Concerns remain about the use of this implant in young or high-demand patients. This article focuses on the linked (semi-constrained) prostheses, which provides an overview of the current state of linked total elbow arthroplasty.

Key Words: Total elbow arthroplasty, Linked, Semi-constrained

서 론

주관절은 해부학적으로 복잡한 구조를 갖는 관절이며, 그 생역학 또한 매우 복잡하다.¹⁾ 주관절은 체중 부하 관절은 아니지만, 정적인 상태에서 관절을 통과하는 부하는 체중의 3배, 동적 상태에서는 체중의 6배에 이른다

고 알려져 있다.¹⁾ 이러한 주관절은 여러 가지 질환이 이환 가능한데, 가장 흔한 것으로는 골관절염과 류마티스 관절염을 들 수 있으며, 특히 류마티스 관절염 환자의 20~60%에서 주관절의 침범을 보인다.^{2,3)} 여러 관절 성형술 중에서 주관절 인공 관절 치환술은 초기 디자인의 미비로 그 수술적 결과는 매우 실망스러웠다. 1940년에서 1960년 후반까지 골 시멘트가 사용되기 전에 이용된

※통신저자: 전 인 호

서울특별시 송파구 올림픽로 43길 88

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실

Tel: 02) 3010-3896, Fax: 02) 488-7877, E-mail: jeonchoi@gmail.com

접수일: 2013년 10월 2일, 1차 심사완료일: 2013년 10월 24일, 게재 확정일: 2013년 10월 29일

여러 가지 완전 구속형 경첩(hinge) 형태의 기구들이 개발되었는데,⁴⁾ 이러한 기구들은 해리(loosening), 금속 마모 잔해(metallic wear debris), 그리고 금속 파단(metal failure) 등으로 실패를 하게 된다.⁵⁾

구속형 경첩 디자인 인공 관절이 임상적으로 실망스러운 결과로 실패를 한 후 표면 치환 인공 관절 부분 치환술(surface replacement hemiarthroplasty)이 개발되고, 원위 상완골 골절이나 근위 척골 골절에 사용하게 된다. 하지만 이러한 부분 치환술은 그 적응이 제한적이고 장기 추시 결과는 거의 보고되지 않았다.

1970년대 후반에 인공 관절 수술에 있어 여러 가지 중요한 발전이 이루어지는데, 고밀도 폴리에틸렌이 금속과 연결되는 물질로 사용이 되고, 골 시멘트가 고관절 전치환술과 슬관절 치환술에서 성공적으로 사용되면서 주관절 인공 관절 치환술의 기술 또한 보강되었다.⁶⁾ 동시에 생역학 연구의 진보가 정상적인 관절 역학을 재현해 마모와 이완의 문제를 줄인 진화된 형태의 디자인이 소개되었다.

현대의 주관절 치환물은 크게 두 가지 디자인 범주로 나누어지는데, 연결형(linked) 치환물과 비연결형(unlinked) 치환물이 그것이며, 이들은 다른 말로 반구속형(semi-constrained)과 비구속형(unconstrained)으로 불리기도 하며, 이에 추가적으로 비구속형/구속형 전환 가능한 치환물(unconstrained/constrained convertible)도 사용되고 있다. 본 종설에서는 연결형(반구속형) 주관절 인공 관절 치환물에 대해서 자세히 살펴보고자 한다.

주관절 인공 관절 치환술의 역사

주관절 인공 관절 치환술은 1947년 처음으로 개발되었다.⁴⁾ 이것은 절제 관절 성형술(resection arthroplasty)이나 개재 관절 성형술(interposition arthroplasty)에 의한 류마티스 관절염의 치료 결과가 만족스럽지 못하여 이를 극복하기 위하여 개발된 것이다. 처음에는 원위 상완골의 반치환술로 개발되었으나 효과가 적어 상완골과 척골측 부품으로 된 구속형 디자인으로 개발되었다. 근래에는 생역학 및 재질의 발달로 인공 주관절 치환술의 10년 이상 장기 추시 결과가 인공 슬관절이나 인공 고관절 치환술과 거의 비견할 만한 결과를 보이고 있어 널리 시행되고 있다.⁶⁾

초기에 개발되어 사용된 완전 구속형 치환물의 경우 단순 경첩 디자인으로 인해 내전, 외전, 회전 등에 의해

발생하는 힘이 치환물 자체에서 전혀 흡수되지 못하고 골-시멘트-치환물 사이면으로 전달되었다. 이로 인해 골-시멘트 사이의 해리가 쉽게 발생하며, 수술 후 주관절의 생역학을 제대로 구현할 수 없다는 것이 많은 연구에서 밝혀졌다.⁷⁾ 이러한 지식을 근거로 주관절에 대한 표면 치환술과 연결형 치환물, 그리고 비연결형 치환물 등에 대한 개발이 이루어졌다. 이는 주로 치환물의 이완 및 해리를 방지할 목적으로 개발되었다.

표면 치환술의 경우에는 수술 후 주관절의 안정성을 유지하기 위해서는 측부 인대가 반드시 보존되어야 한다는 전제가 있다. 성공적인 표면 치환술을 위해서는 주관절 주변 연부 조직의 안정성과 함께 치환물을 지지하기 위한 충분한 골성 구조물(bone stock)이 있어야 한다. 그래야만 주관절에 가해지는 스트레스가 부분적으로나마 주변 연부조직 및 인대 구조물에 의해 흡수되고, 이론적으로 이는 치환물의 해리에 의한 합병증 발생률을 낮추게 된다.

현재의 주관절 인공 관절 치환술에 시멘트를 사용하여 고정하는 금속 경첩 형태의 치환물의 개념은 1972년 Dee 등⁸⁾에 의해 처음 소개되었다. 그러나 5년 추시 상에서 33%에 이르는 높은 해리 발생률 때문에 이후 널리 사용되지 못했다. 이후 많은 연구 및 디자인에 대한 개발이 진행되었으며, 현재와 같이 경첩 사용 여부에 따라 연결형(구속형 또는 반구속형) 치환물과 비연결형(비구속형) 치환물, 두 가지 형태로 분류하게 된다.

비연결형 치환물은 Pritchard elbow resurfacing system (DePuy, Warsaw, IN, USA)이나 Kudo type 3(Biomet, Warsaw, IN, USA) 등이 이에 해당하게 되며, 경첩을 사용하지 않는다. 따라서 수술 후 주관절의 안정성은 전적으로 치환물의 형태나 측부 인대의 손상 여부, 주관절 주변 근육의 근력 등에 의해 결정되기 때문에 골성 구조물이나 주변 인대 손상이 비교적 적어서 안정성이 비교적 유지된 상태에서 사용하는 것을 추천하게 된다. 또한 비연결형 치환물의 경우에는 주관절의 회전축의 정확한 복원이 필요하다. 치환물의 부정확한 정렬이나 상완-척골 관절면의 불일치가 발생하는 경우 수술 실패의 확률이 높아지게 된다.⁷⁾

연결형 치환물은 초기에는 Chatzidakis⁹⁾에 의해 디자인된 구속형 치환물이 사용되었는데, 이는 상완골 및 척골 치환물 사이의 좁은 간격으로 인해 주관절의 신전, 굴곡이 제한되고, 이로 인한 해리 등의 문제가 발생하여 그 사용이 제한되게 된다. 이후 연결형 치환물은 반구속형 치환물로 개발되는데, 이는 비교적 느슨한 형태의 경

첩을 가지고 있어 상완골 및 척골 치환물 사이의 간격이 어느 정도 유지되게 할 수 있다.^{10,11)} 이로 인해 어느 정도의 내반-외반 및 회외-회내 회전이 가능하게 된다.^{11,12)} 이후부터 Coonrad-Morrey (Zimmer, Warsaw, IN, USA)와 같은 연결형 치환물, 그 중에서도 반구속형의 치환물이 골성 구조물의 손상이 심하거나,¹³⁾ 주변 인대 손상이 심해 불안정한 주관절에 대한 수술에서 널리 사용되게 된다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 이러한 연결형 치환물의 안정성은 주변 연부 조직의 상태나 골성 구조물의 상태도 중요하지만 일차적으로 치환물의 연결에 의해 제공되는 안정성이 중요하기 때문에 비연결형 치환물에 비해 상대적으로 주변 연부 조직이나 골성 구조물의 상태에 대한 의존도가 낮다. 최근의 연결형 치환물은 완전 구속형 치환물에서 반구속형치환물 형태로 발전한 형태이며, 이러한 디자인은 다소의 내반-외반 및 회전에 대한 이완(laxity)을 제공한다. 이는 뼈와 고정에 사용된 시멘트 사이에 가해지는 스트레스를 줄여주게 되고, 결과적으로 해리의 발생 가능성을 낮추게 된다.¹⁸⁾

이론적으로는 비연결형 치환물은 불안정성에는 더 취약하고, 연결형 치환물에서 해리의 발생률은 더 높은 것으로 알려져 있다. 하지만 실제 임상적으로 두 가지 치환물 모두에서 중기 결과가 만족할만한 것으로 보고되고 있다.^{19,20)}

연결형(Linked) 치환물의 특징

연결형 치환물은 핀이나 snap fit으로 연결되어, 반구속형 경첩 형태의 구조를 이루게 되고, 힘의 분산을 위해 정상 관절의 운동에서 이루어지는 약 7도의 내반-외반 각형성 또는 이완을 허용하게 된다.^{21,22)} 많은 연구 결과에서 임상 경과도 좋고, 연결형이기 때문에 탈구의 위험성이 없으므로 연부 조직에 대한 의존도가 낮아 연부 조직의 박리를 충분히 할 수 있다는 장점이 있어 자연히 수술 후 관절 운동 범위가 좋다고 알려져 있다. 최근에는 상완골에 대한 척골의 어느 정도의 회전 뿐만 아니라 약 8~10도 정도의 외전-내전도 허용함으로써 치환물에게 가해지는 힘을 주위 연부 조직으로 분산하기 때문에 골-시멘트 사이 경계면에 가해지는 힘을 경감시킬 수 있게 되었다.

또한 원위 상완골 치환물에 전방 플랜지(anterior flange)를 추가함으로써 이식 골을 삽입시켜 최대 스트레스가 가해질 것으로 보이는 지점에 골 고정을 개선하도록 하는 노력도 이루어지고 있다. 이러한 전방 플랜지

는 원위 상완골의 골 결손이 다소 있어도 인공 치환물이 안정성을 가질 수 있도록 하며, 또한 상완골 후방 부위의 마모, 전위, 골절을 방지하고 골 시멘트간 접촉면에 가해지는 염전력(torsional force)도 감소시킨다.

또한 최근에는 편심성 점 접촉으로 인한 폴리에틸렌의 마모를 해결하고자, 연결형, 최소 구속형(linked minimally constrained) 구조물이 개발되었다. 이는 반구형의 금속 연결고리(condyle component)가 척골과 상완골 폴리에틸렌과 마찰면을 형성하게 하여 정상적인 관절 운동을 재현하고 측부 인대를 잘 보존할 수 있다는 장점이 있다고 알려져 있다.^{21,22)}

연결형(Linked) 치환물의 적응증

연결형 치환물과 비연결형 치환물의 선택은 우선적으로 주관절의 안정성 및 골성 구조물의 적절성에 의해 결정된다. 비연결형 치환물의 경우 기계적으로 연결되어 있지 않으며, 치환물 연결면의 형태에 전적으로 의존하게 된다. 일반적으로 비연결형 치환물이 적절한 기능을 발휘하기 위해서는 적절한 뼈가 남아 있어야 하며, 이보다 더욱 중요한 것은 측부 인대 및 관절막 등의 연부 조직이 비교적 정상이거나, 또는 수술 후 재건할 수 있는 상태여야 하며, 주관절 주변의 근육의 근력(muscle strength)이 충분하여야 사용 가능하다는 제한이 있다.^{23,24)} 최근에는 이러한 비연결형 치환물의 느슨한 경첩 구조물로 인한 내외반 스트레스 시 폴리에틸렌에 응력이 점접촉으로 집중되어 마모와 이완의 원인이 되는 단점을 극복하고자 척골 치환물에 잠금 장치를 추가하여 비연결형 치환물을 연결형 치환물로 전환이 가능하게 한 인공 관절 치환물이 개발되어 사용되고 있다.²⁵⁾ 이 경우에는 골 소실이나 연부 조직의 상태에 따라 전환이 가능하며, 요골두의 치환도 가능하다.

이에 반해 연결형 치환물은 이러한 전제 조건없이 골성 구조물이 불충분하거나, 관절이 불안정한 경우에 있어서도 사용이 가능하다. 따라서 일반적으로 비연결형 치환물보다는 연결형 치환물이 더욱 많이 사용되는 추세이다. 연결형 치환물은 앞서 언급한 바와 같이 비연결형 치환물에 비해 힘의 분산을 위해 고유의 외전 및 내전 이완을 허용하기 때문에 관절에 대한 안정성을 제공하고 골-시멘트 사이 공간에 대한 스트레스 전달을 최소화할 수 있다. 하지만 이러한 장점으로 인해 편심성 점접촉이 발생 가능하고 이로 인한 폴리에틸렌의 마모가 발생할 수 있는데, 이는 특히 신체적인 활동 요구도

가 높은 젊은 환자에서 문제가 될 수 있다. 따라서 이러한 환자에서는 일차적으로 연결형 치환물을 사용할 수 술보다는 다른 대안이 고려되어야 한다.^{23,26)}

비연결형 치환물의 경우에는 연부 조직 이완 문제 때문에 심한 류마티스 관절염 환자에서는 사용하기 힘들다. 연결형 치환물의 경우에는 연부 조직에 대한 의존도가 적기 때문에 상당히 진행된 류마티스 관절염 환자에서도 사용이 가능하다.^{2,3)} 주위 연부 조직 기능 및 상태가 좋지 않은 외상 후 관절염이라든가 원발성 골 관절염, 그리고 관절의 심한 파괴가 있거나 주관절의 강직이 있어도 사용할 수 있다는 장점이 있다. 특히 연결형 치환물을 사용한 결과는 다른 어떤 질병보다도 류마티스 관절염 환자에서 장기 추시 결과가 좋은 것으로 보고되고 있어서 10~15년 장기 추시에서 수술 후 10년에 Kaplan-Meier 생존율이 92.4%에 이르렀다는 보고도 있다.^{2,18)} 또한 류마티스 관절염 환자에서 여러 가지 치환물을 사용한 결과를 비교한 논문에서도 연결형 치환물의 경우 이완 위험성없이 탈구 방지에 효과적이었다고 보고하기도 하였다.^{2,18,19)}

또한 외상 후 관절염 환자에서 수술이 실패할 경우 인공 관절 치환술을 시행하는 경우에도 현재 연결형 치환물이 널리 사용되고 있다.^{19,21)} 이 경우에는 주로 60세 이상의 고령의 환자에 적용되며, 신체적 활동 요구가 높은 젊은 환자에서는 연결형 치환물보다는 절제 관절 성형술과 같은 다른 술식이 더 좋을 것으로 생각된다. 많은 연구를 통해 외상 후 관절염 환자에서도 연결형 치환물의 사용이 비교적 좋은 결과를 보인다고 보고되었으나, 류마티스 관절염 환자에서만 성적은 좋은 것이 아니라서 이에 대해서는 장기 추시와 자세한 검토가 필요할 것으로 보인다.

또 다른 적응증으로는 상완골 원위부의 심한 분쇄 골절이나 불유합의 경우 일차적인 내고정술 및 골유합술이 불가능하거나 실패한 경우에도 주관절 인공 관절 치환술을 고려하게 되는데, 환자가 비교적 젊은 연령이라면 절제 관절 성형술이나 관절 유합술을 고려하기도 하지만, 고령의 환자이거나 신체적인 활동 요구도가 낮은 환자에서는 인공 관절 치환술도 시행할 수 있다.²¹⁾ 이 경우에는 골의 안정성 확보가 필요하며 관절 운동 범위의 회복도 중요하다고 알려져 있다.²¹⁾ 골관절염에 시행한 보고는 흔치 않은데 60세 이상이고 활동도가 많지 않은 예에서 시행한 보고에서 반구속형이 비구속형보다 좋았지만 합병증은 많이 발생한다고 하였다.

요약하면 연결형 또는 비연결형 주관절 치환물 모두

비슷한 적응증을 가지고 있고, 비슷한 기능적 결과와 환자의 만족도를 보이고 있다. 하지만 비연결형의 경우 연부 조직과 골조직이 비교적 건전한 상태에서 사용하는 것이 추천되고 있다.²³⁾ 또한 수술 중 뼈와 관절 제거가 적은 비연결형의 경우 재수술이 필요한 젊은 사람에게 더 추천이 되고 있다. 한편 연결형 치환물의 경우 치환물 자체의 안정성으로 인해 그 적응이 더 넓은데, 훨씬 진행된 류마티스 관절염뿐 아니라 골 소실이 심한 관절 증 및 외상의 합병증, 최근 골다공증이 동반된 노인성 골절에서도 사용이 가능하다.^{23,25)}

현재 상용화되어 있는 연결형 치환물로는 Coonrad-Morrey (Zimmer), Discovery Elbow (Biomet), Solar (Stryker, Kalamazoo, MI, USA), Latitude (Tornier, Edina, MN, USA) 등이 있다. 현재까지는 어느 치환물이 가장 좋은가에 대해서는 충분한 연구의 증거가 없는 실정이다. 따라서 여러가지 치환물 중 적절한 선택은 술자의 선호도나 환자의 개별적인 상태에 의해 결정되어야 할 것이다.

연결형(Linked) 치환물에서 요골두의 처리

연결형 치환물과 비연결형 치환물을 고려할 때 중요한 요소 중 하나는 요골두의 처리 문제인데, 주관절 인공 관절 치환술에서 요골두의 역할은 아직까지 명확하게 정립되어 있지 않고, 이견이 많은 실정이다. 일반적으로 요골두를 보존하는 것의 장점은 주관절에 가해지는 외력을 분산시킬 수 있다는 점과 외반 안정성(valgus stability)을 향상시킬 수 있다는 점을 들 수 있으며,²⁷⁾ 실제 정상 관절에서 생역학적으로 요-상완 관절로 약 60%의 부하가 전달되는 것을 고려하면¹⁾ 척골 치환물의 부하 감량에 도움이 될 것으로 기대된다. 실제로, 비연결형 치환물에서 요골두 치환물을 사용하는 경우에는 외반 불안정성, 마모, 해리 등의 문제점으로 인해 실패할 가능성을 갖게 된다. 치환물의 디자인이 정확하지 않거나 치환물의 위치가 적절하지 않은 경우, 실패할 확률은 더욱 높아지게 되는 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 반면에 연결형 치환물을 사용하는 경우에는 치환물의 안정성 유지를 위한 요골두의 역할이 크게 중요하지 않은 것으로 알려져 있다. 연결형 치환물을 사용하는 경우, 요골두의 절제 여부는 수술 전 환자가 느끼는 충돌과 같은 기계적인 증상 유무에 의해 결정할 수 있으며, 이는 류마티스 관절염 환자에서 수술 시행 시 가장 흔하게 고려되어야 하는 사항이다.

치환물에 따른 수술 결과 및 합병증

기본적으로 인공 주관절 치환술은 다른 인공 관절 치환술에 비해 합병증 발생률이나 재수술 시행 비율이 높은 것으로 알려져 있다. Labek 등²⁸⁾은 인공 주관절 치환술 후 재수술 시행률이 6.3년 추시 관찰에서 31.9%로 인공 슬관절 치환술의 5.2%(4.14년 추시), 인공 고관절 치환술의 11.4%(8.89년 추시)에 비해 현저하게 높다고 보고하기도 하였다. 하지만 지속적인 관심과 노력으로 이러한 합병증의 발생 비율은 점차 낮아지는 추세이다.

주관절 인공 관절 치환술 후 발생 가능한 합병증 중에서 치환물의 선택과 연관되어 발생 가능한 합병증으로는 해리와 불안정성(instability)을 들 수 있다. 이 둘은 모두 주관절 인공 관절 치환술 수술 후 발생하는 수술 실패의 가장 큰 원인이 된다. 초기의 완전 구속형 치환물에서는 주관절에 가해지는 대부분의 스트레스가 그대로 골-시멘트-치환물 사이로 전달되어 25% 이상의 해리 발생률이 보고되었다.²⁹⁾ 그러나, 이후 개발된 연결형 또는 반구속형 치환물과 비연결형 치환물은 이러한 치환물 해리의 발생률을 현저하게 감소시켜, 완전 구속형 치환물을 완전하게 대체하게 되었다.

그 동안 연결형과 비연결형 치환물 사이의 결과를 비교한 연구가 많이 이루어졌는데 Wright 등²³⁾은 26명의 환자를 대상으로 한 연구에서 연결형과 비연결형 치환물 사이에 환자 만족도나 합병증 발생률에 있어 유의한 차이가 없다고 보고하였다.

또한 비연결형과 연결형 치환물에 대해 결과를 비교한 일부 연구에서는 연결형 치환물의 생존율이 더 높은 것으로 보고한 연구 결과도 있지만, 이를 일반화하기에는 전향적인 연구 자료가 부족한 실정이다.³⁰⁻³²⁾

연결형 치환물을 사용한 수술에 관한 많은 연구에서는 실제로 수술 후 통증의 호전, 환자 만족도, 기능적 개선면에 있어 90% 이상에서 좋은 결과를 보인다고 보고하였다.^{33,34)} 또한 전방 플랜지 등과 같은 지속적인 디자인의 향상과 시멘팅 기술의 발전 등은 합병증의 발생 빈도를 낮추고 치환물의 생존율을 향상시키는 결과를 낳았다고 보고하고 있다.^{19,32,35,36)}

전체적인 합병증 발생률을 비교한 연구에서 Voloshin 등¹⁰⁾은 주관절 인공 관절 치환술 수술 후 발생하는 전체적인 합병증 발생률은 연결형 치환물을 사용한 경우에서 25.9±8.4%, 비연결형 치환물을 사용한 경우에서 27.2±6.2%로, 두 그룹 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없다고 보고하였다. 또한 Park 등³⁷⁾의 최근 보고에

의하면 13년간의 추시 관찰에서, 인공 주관절 치환술 후 재수술은 심한 치환물의 해리나 이완 또는 치환물 주변 부 골절 등이 발생한 경우에 시행되었으며, 전체적인 재수술 시행율은 27.4%였으며, 비연결형 치환물에서는 34.3%, 연결형 치환물에서는 22.4%의 재수술이 시행되었다고 보고하기도 하였다.

일반적으로는 연결형 치환물과 비연결형 치환물 사이의 비교에서 비연결형 치환물의 경우가 골-시멘트 사이면에 가해지는 스트레스가 더 적기 때문에 임상적 또는 영상의학적 해리의 발생 빈도가 낮을 것으로 받아들여지고 있다. Voloshin 등²⁰⁾은 2011년 시행한 연구에서 연결형 치환물과 비연결형 치환물 사이의 비교에서 임상적으로 유의한 해리 발생률은 연결형 치환물에서 5.2±4.5%, 비연결형 치환물에서 5.2±3.8%로 통계적으로 유의한 차이는 없다고 보고하였다. 그러나 임상적으로 유의한 해리 발생과 영상의학적으로 유의한 해리 발생률을 종합해서 분석한 결과에서는 연결형 치환물에서는 13.7±6.8%, 비연결형 치환물에서는 10.1±4.8%의 해리 발생률을 보고하였으며, 이는 통계학적으로도 유의한 결과였다. 이 연구에서 언급한 영상의학적으로 의미 있는 해리는 치환물 주변으로 1 mm 이상의 골 음영 감소선이 관찰되거나, 혹은 치환물의 위치가 변화한 경우라고 정의하였다. 하지만 이 연구에서도 심한 외상으로 인한 주관절 인공 관절 치환술 수술에서 높은 빈도로 연결형 치환물을 사용하였기 때문에, 이를 무작정 연결형 치환물에서 비연결형 치환물보다 높은 빈도의 해리 발생률을 보인다고 그대로 해석하기는 어렵다고 판단하고 있다.

해리와 함께 불안정성도 주관절 인공 관절 치환술 후 발생 가능한 심각한 합병증으로 받아들여지고 있다. 수술 후 주관절 불안정성은 심각한 기능 장애뿐만 아니라 나아가서 불안정성으로 인한 치환물의 해리를 야기시켜 결과적으로 수술 실패로 이어지기 때문이다. 일반적으로 비연결형 치환물이 연결형 치환물에 비해 높은 빈도의 불안정성과 탈구를 유발하는 것으로 알려져 있다.²⁰⁾

Voloshin 등²⁰⁾이 시행한 연구에서도 수술 후 탈구나 증상이 있는 아탈구의 비율이 비연결형 치환물을 사용한 경우, 통계학적으로 유의하게 더 높은 것으로 보고되었다. 수술 후 탈구나 증상이 있는 아탈구 발생률은 연결형 치환물에서 1.4±4.5%, 비연결형 치환물을 사용한 경우 4.9±3.9%로, 비연결형 치환물을 사용한 경우에서 유의하게 높은 결과를 보였다.

또 다른 형태의 합병증으로는 연결형 치환물을 사용한 경우에는 비연결형 치환물에 비해 관절면의 접촉

면적이 적어지게 되고, 정상적으로 허용되는 주관절의 이완으로 관절면의 편심성 점접촉이 발생할 수 있고, 이는 결과적으로 폴리에틸렌 마모를 증가시켜 재수술의 중요한 원인이 되기도 한다. 연결형 치환물을 사용한 경우, 임상적으로 의미 있는 폴리에틸렌 마모로 인해 재수술까지 시행한 경우는 최근의 연구에서 $2.3 \pm 4.0\%$ 로 보고하였다.²⁰⁾ 아울러 연결형 치환물에서는 비연결형과는 달리 치환물 사이의 분리가 문제가 될 수 있는데, 전체적으로 $1.7 \pm 1.0\%$ 정도의 빈도를 보고하였다.²⁰⁾

위와 같은 많은 합병증에 대해 이를 줄이기 위한 수 많은 노력에도 불구하고 주관절 인공 관절 치환술 시행 후 재수술 비율은 여전히 높은 것이 사실이다. 이를 개선하기 위해서는 수술 술기에 대한 지속적인 관심과 치환물에 대한 지속적인 연구와 발전이 필요하다. 수술 술기 측면에서는 시멘팅 방법에 있어 bone plug을 사용한 다든지 injection gun을 사용하는 것 등이 있을 수 있다. 또한 수술 시행 시 상완골 과상부를 보존하는 것, 측부 인대 손상을 최소화 하는 것, 삼두근의 기능을 제대로 유지하는 것 등이 있다.³⁸⁾ 아울러 치환물 측면에서는 새로운 디자인의 치환물에 대한 지속적인 개발이 필요한데, 예를 들어 전방 플랜지 디자인 변형을 고려한다면, 또는 재수술 시행 시 심한 골 결손을 보완하기 위한 더 넓은 형태의 원위 상완골 치환물을 고려하는 것 등이다.³⁹⁾ 또한 주관절 내측에 가해지는 많은 신장력을 감소시키기 위해 요골두를 보존하는 치환물에 대한 관심이 있을 수 있다.

요 약

연결형 치환물의 경우 역사적으로 마모, 조기 이완, 해리 등과 같은 합병증으로 인해 장기 추시 결과가 좋지 않았던 것이 사실이다. 최근 들어 새로운 디자인의 개발, 수술 술기의 발달, 그리고 수술 후 적절한 재활 치료 등으로 인해 이러한 문제점이 많이 해결되었다. 신체적인 활동에 대한 요구가 높은 환자에 있어서는 마모나 이완 등과 같은 문제점으로 인해 연결형 치환물이 적절한 선택이 되지 못하는 경우가 있다. 하지만, 신체적인 활동 요구가 적은 고령의 환자에 있어 환자의 나이, 주변 연부 조직의 상태, 주변 골성 구조물의 상태 등을 적절히 고려하여 수술을 시행한다면 연결형 치환물이 적절한 선택이 될 수 있을 것이다. 또한 비연결형 치환물의 경우, 젊고 활동적인 환자에서 정상 주관절 역동학을 회복할 수 있어 마모, 이완 등과 같은 문제점이 상대적으

로 적게 발생한다고 보고되고 있지만, 이 경우 수술 후 불안정성이 발생할 가능성이 있다는 문제점이 있다. 따라서 어떤 치환물을 선택하느냐 하는 것은 환자 질환과 관절 상태에 따른 선택이 가장 중요할 것으로 생각되며, 동시에 치환물에 대한 지속적인 관심과 연구 개발이 동반되어야 할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 1) **Morrey BF, Askew LJ, Chao EY.** A biomechanical study of normal functional elbow motion. *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63:872-7.
- 2) **Gill DRJ, Morrey BF, Adams RA.** Total elbow arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. In: *Morrey BF, ed. The elbow and its disorders, 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2000. 631-9.*
- 3) **Hurri L, Pulkki T, Vainio K.** Arthroplasty of the elbow in rheumatoid arthritis. *Acta Chir Scand.* 1964;127:459-65.
- 4) **Mellen RH, Phallen GS.** Arthroplasty of the elbow by replacement of the distal portion of the humerus with an acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg Br.* 1947;29:348-53.
- 5) **Coonrad RW.** History of total elbow arthroplasty. In: *Inglis AE, ed. Symposium on total joint replacement of the upper extremity. St. Louis: Mosby; 1982. 75-90.*
- 6) **Bernardino S.** Total elbow arthroplasty: history, current concepts, and future. *Clin Rheumatol.* 2010; 29:1217-21.
- 7) **Van Riet RP, Morrey BF, O'Driscoll SW.** The Pritchard ERS total elbow prosthesis: Lessons to be learned from failure. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18:791-5.
- 8) **Dee R.** Total replacement arthroplasty of the elbow for rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 1972; 54:88-95.
- 9) **Chatzidakis C.** Arthroplasty of the elbow joint using a vitallium prosthesis. *Int Surg.* 1970;53:119-22.
- 10) **Kim JM, Mudgal CS, Konopka JF, Jupiter JB.** Complications of total elbow arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19:328-39.
- 11) **Morrey BF.** Postoperative management of elbow replacement surgery. In: *Morrey BF, ed. The elbow and its disorders, 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2000. 705-19.*
- 12) **Gschwend N, Scheier NH, Baehler AR.** Long-term results of the GSB III elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:1005-12.

- 13) **Kay RM, Eckardt JJ.** Total elbow allograft for twice-failed total elbow arthroplasty. A case report. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;303:135-9.
- 14) **Hildebrand KA, Patterson SD, Regan WD, MacDermid JC, King GJ.** Functional outcome of semi-constrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:1379-86.
- 15) **O'Driscoll SW, An KN, Korinek S, Morrey BF.** Kinematics of semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br.* 1992;74:297-9.
- 16) **O'Driscoll SW, King GJ.** Treatment of instability after total elbow arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2001;32:679-95.
- 17) **Ring D, Koris M, Jupiter JB.** Instability after total elbow arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2001;32:671-7.
- 18) **Morrey BF, Adams RA.** Semiconstrained arthroplasty for the treatment of rheumatoid arthritis of the elbow. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:479-90.
- 19) **Little CP, Graham AJ, Carr AJ.** Total elbow arthroplasty: A systematic review of the literature in the English language until the end of 2003. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:437-44.
- 20) **Voloshin I, Schippert DW, Kakar S, Kaye EK, Morrey BF.** Complications of total elbow replacement: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:158-68.
- 21) **Hastings H II, Theng CS.** Total elbow replacement for distal humerus fractures and traumatic deformity: results and complications of semiconstrained implants and design rationale for the Discovery Elbow System. *Am J Orthop.* 2003;32:20-8.
- 22) **Morrey BF.** Semi-constrained total elbow arthroplasty. 1st ed. New York: Churchill Livingstone; 1991. 429-33.
- 23) **Wright TW, Wong AM, Jaffe R.** Functional outcome comparison of semiconstrained and unconstrained total elbow arthroplasties. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9:524-31.
- 24) **Gramstad GD, King GJ, O'Driscoll SW, Yamaguchi K.** Elbow arthroplasty using a convertible implant. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2005;9:153-63.
- 25) **King GJ.** New frontiers in elbow reconstruction: total elbow arthroplasty. *Instr Course Lect.* 2002;51:43-51.
- 26) **Lee BP, Adams RA, Morrey BF.** Polyethylene wear after total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1080-7.
- 27) **Leclerc A, King GJ.** Unlinked and convertible total elbow arthroplasty. *Hand Clin.* 2011;27:215-27.
- 28) **Labek G, Thaler M, Janda W, Agreiter M, Stockl B.** Revision rates after total joint replacement: cumulative results from worldwide joint register datasets. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93:293-7.
- 29) **Morrey BF, Bryan RS.** Complications of total elbow arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;170:204-12.
- 30) **Levy JC, Loeb M, Chuinard C, Adams RA, Morrey BF.** Effectiveness of revision following linked versus unlinked total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009;18:457-62.
- 31) **Prasad N, Dent C.** Outcome of total elbow replacement for distal humeral fractures in the elderly: A comparison of primary surgery and surgery after failed internal fixation or conservative treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:343-8.
- 32) **Little CP, Graham AJ, Karatzas G, Woods DA, Carr AJ.** Outcomes of total elbow arthroplasty for rheumatoid arthritis: Comparative study of three implants. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:2439-48.
- 33) **Strauch RJ.** Indications for total elbow arthroplasty. In: Lee DH, ed. Total elbow arthroplasty. Rosemont: American Society for Surgery of the Hand; 2009. 23-31.
- 34) **Watson JT.** Outcomes of total elbow arthroplasty. In: Lee DH, ed. Total elbow arthroplasty. Rosemont: American Society for Surgery of the Hand; 2009. 109-41.
- 35) **Gill DR, Morrey BF.** The Coonrad Morrey total elbow arthroplasty in patients who have rheumatoid arthritis. A ten to fifteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:1327-35.
- 36) **Morrey BF.** Linked total elbow arthroplasty: the Coonrad-Morrey prostheses. In: Yamaguchi K, O'Driscoll SW, King GJW, ed. Advanced reconstruction elbow and advanced reconstruction shoulder. Rosemont: AAOS; 2007. 241-50.
- 37) **Park SE, Kim JY, Cho SW, Rhee SK, Kwon SY.** Complications and revision rate compared by type of total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22:1121-7.
- 38) **Sanchez-Sotelo J, Morrey BF.** Total elbow arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19:121-5.
- 39) **Cil A, An KN, O'Driscoll SW.** Custom triflange outrigger ulnar component in revision total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:192-8.

초 록

주관절 인공 관절 치환술은 고관절이나 슬관절 인공 관절 치환술에 비해 아직은 발전 단계에 있는 수술이다. 많은 임상 경험을 통해 여러 형태의 치환물이 개발되어 사용되고 있지만, 이에 대한 장기 추시 결과는 여전히 부족한 실정이다. 현대의 주관절 치환물은 크게 두 가지 디자인 범주로 나누어지는데, 연결형 치환물과 비연결형 치환물이 그것이며, 이들은 다른 말로 반구속형과 비구속형으로 불리기도 하며, 이에 추가적으로 비구속형/구속형 전환 가능한 치환물도 사용되고 있다. 연결형 치환물과 비연결형 치환물의 선택은 우선적으로 주관절의 안정성 및 골성 구조물의 적절성에 의해 결정된다. 연결형 치환물의 경우 전통적으로 마모, 조기 이완, 해리 등과 같은 합병증으로 인해 장기 추시 결과가 좋지 않았던 것이 사실이다. 하지만, 최근 들어 적절한 환자의 선택, 새로운 디자인의 개발, 수술 술기의 발달, 그리고 수술 후 적절한 재활 치료 등으로 인해 이러한 문제점이 많이 해결되었다. 하지만, 여전히 신체적인 활동에 대한 요구가 높은 환자에 있어서는 마모나 이완 등과 같은 문제점으로 인해 연결형 치환물이 적절한 선택이 되지 못하는 경우가 있다. 본 종설에서는 연결형 (반구속형) 주관절 인공 관절 치환물에 대해서 자세히 살펴보고자 한다.

색인 단어: 주관절 인공 관절 치환술, 연결형, 반구속형