

## Fixed vs mobile TKA에 대하여 (고정형과 운동형 인공관절에 대하여)



나 경 옥 인제의대 일산백병원

### AT A GLANCE

무릎 인공관절술의 기구는 많은 시간에 걸쳐 임상적 결과를 보면서 인체에 맞게 교정되어 디자인해 왔다. 그리고 더 오래 사용할 수 있도록 재질도 변화되어 왔다. 그 중에서 polyethylene(PE)의 고정 방법에 따라 Fixed vs mobile TKA 로 나누며 서로 장단점이 있다. 메타분석을 리뷰해 보면 양측 모두 좋은 임상적 결과를 보고하고 있다.

### | 서론 |

#### 인공관절의 디자인 방향

1) 가능한 뼈를 많이 보존하여 넓고 평편한 해면골을 남겨놓아야 한다. 2) 해리의 빈도를 줄일 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 경골부와 대퇴부간에 어느 정도의 운동성이 있어야 하고 치환물간의 마찰이 적어야 하며, 과신전을 방지해야 하며 치환물에서 뼈로 전달하는 힘이 널리 퍼져야 한다. 3) 마모가 적어야 하고 마모된 입자가 가능한 인체에 안전해야 한다. 4) dead space 를 줄이는 등 감염의 소지를 줄여야 하고 5) 관절의 안정성과 운동성을 높여야 한다.

디자인은 해부학적 형태가 슬관절의 형태에 따른 생역학하게 맞추는 것이 좋은지는 디자인에 있어서 가장 중요한 갈림길이라고 할 수 있다. 인체의 형태를 전혀 무시할 수 없으나 세상에 똑 같은 무릎은 하나도 없으므로 해부학적 구조에 유사하게 만들었어도 무릎의 퇴행성관절염은 이미 정상 해부학적 구조와는 많이 달라지게 되고 수술 시에도 이미 구조는 달라지므로 수술을 아주 정확하게 하지 않으면 오히려 더 큰 문제를 일으킬 수 있다. 그래서 대부분의 디자인은 구조적 적합성(congruency), 치환물간의 운동제한성(constraint) 및 고정방법(fixation)에 맞추어 있다.

1) 치환물의 구조적 적합성(congruency) TKA design 에서 구조적 적합성은 가장 중요한 합병증인 마모 및 해리화와 밀접한 관계가 있다. 적합성이 좋으면 Polyethylene (PE) 모양이 round 할수록 접촉면이 넓어 PE로 가는 스트레스가 줄고 이로 인해 마모의 빈도는 줄어드는 반면, 뼈와 TKA 사이의 응력은 증가하여 해리의 빈도는 높아질 수 있다. 그러나 적합성이 줄면, 즉 PE가 납작할수록 해리의 빈도는 감소하나 마모가 빨리 와서 마모된 입자들이 골용해를 일으킬 수가 있다 2) 치환물간의 운동제한성(constraint) 인위적으로 unconstrained, semiconstrained, constrained로 세가지로 나눈다.

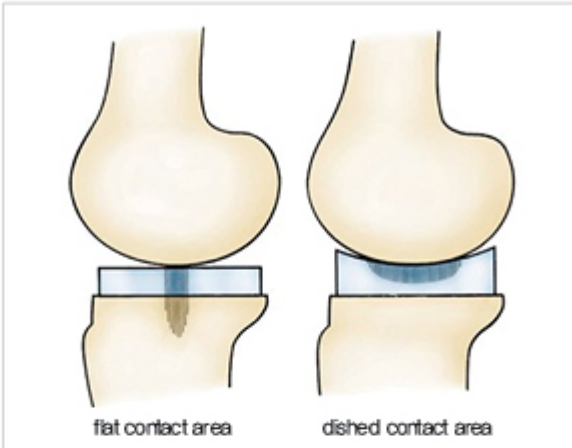


그림 1.

\*출처: 구글이미지

3) 고정방법(fixation)은 현재 모두 대퇴골 및 경골 모두 시멘트로 고정하고 있다.

## | 본론 |

### 1. Mobile bearing TKA

치환물간의 운동성이 매우 좋은 형태를 말한다. 엄격한 의미의 unconstrained는 존재하지 않지만, mobile TKA 가 여기에 속한다고 볼 수 있다. 즉 전후 또는 회전운동이 가능한 공간이 있다. 이것의 역사는 1970년대에 O'connor 에 의해 소개되었는데 곧이어 현재 가장 많이 쓰는 LCS(low contact stress) TKA 가 개발되었다.

이것의 이론은 TKA 수명에 가장 큰 영향을 미치는 마모와 해리를 줄이는 데 있다. 마모는 conformity 를 크게 하여 대퇴부와 PE의 접촉면을 넓혀서 응력의 분산을 줄일 수 있으나, 이렇게 하면 운동성의 감소가 implant-bone interface에 과도한 힘이 작용하여 해리를 촉진시킨다. 만약에 PE가 움직이게 된다면 응력이 줄어들어 해리의 빈도는 감소할 것이다. 그러나 이는 PE의 과도한 운동으로 인한 탈구나 PE의 파손이 발생할 가능성이 있다.

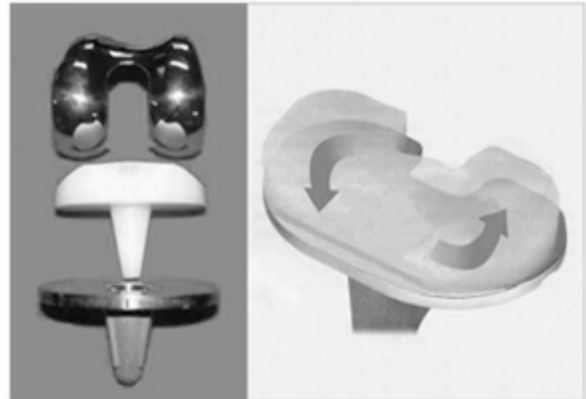


그림 2.

\*출처: 구글이미지

### 장점

Fixed bearing에서는 경골부가 불량 회전되면 PE가 고정되어 응력이 상당히 증가하는데 반하여 mobile bearing은 불량회전이 자동적으로 교정되므로 응력이 그리 크게 증가하지 않는다. 역학적으로 비교적 자유로운 회전운동을 허용하므로 정상적인 운동역학을 가능하게 한다. 특히 슬관절은 terminal extension 시에 정상무릎에서는 경골이 외회전을 하는데 mobile bearing은 운동시 회전이 용이하므로 정상과 같이 자연스러운 외회전이 가능하다. 그러나 fixed bearing에서는 경골의 회전이 생체역학에 맞지 않아 PE에 과도한 힘이 가해지는 불균형을 초래할 수 있다.

### 단점

근본적으로 bearing의 운동 제한이 주위 인대조직의 기능에 달려 있다. 즉 ligament balance가 이루어지지 못하면 불안정성을 야기하기 때문에 탈구가 올 수 있다. 즉 수술성공 관건은 ligament balance에 있다. 또한 PE subluxation이 일어날수도 있고 마모입자가 치환물사이에 끼어들 수도 있다. 마모는 articular 또는 undersurface wear로 나뉘는데, mobile bearing은 undersurface 마모가 증가될 우려가 있으나 실제로는 큰 문제가 일어나지 않는다고 보고한다.

### 단점의 보완

이러한 mobile TKA 의 탈구를 막기 위해서는 ligament balance가 관건이다. 즉 치환물이 관절을 이루는 모양으로 볼 때 대퇴부가 single radius로 되어있으면 bearing이 너무 뒤쪽으로 가서 탈구가 될 수 있으므로, 후과부의 radius를 줄여서 flexion - extension 시 축이 bearing의 중심에 있게 하는 것이 중요하다. 즉 경골부도 AP translation을 조절하여 너무 뒤쪽으로 이동되는 것을 막음으로 탈구를 줄이게 고안돼 있다(그림 3). 또한 PE가 얇아진 경우 회전축의 불량정렬 및 파손이 올 수가 있고 edge가 너무 sharp 하지 않도록 개선되었고 lift off를 방지하기 위하여 모양의 변화가 점진적으로 이루어지고 있다.

### 저자의 경험(그림 4)

Mobile bearing TKA 는 PE의 두께가 충분해야 파손을 방지할 수 있다. 그리고 회전축의 공간이 PE의 어디에 있느냐가 중요하다. LCS는 경골 금속 내에 PE를 넣는 것으로 두꺼워서 파손이 덜 될 수 있으나, PE내에 구멍을 파서 mobile bearing을 만드는 디자인은 이곳이 약한 지점이 되어 파손된 것을 본 경험이 있다.

저자는 mobile TKA를 좋아하고 많이 사용하는데 LCS의 경우 tibia cutting 후에 C arm을 보고 tibia에 직각으로 잘렸나를 보고 그 후 기구를 이용하

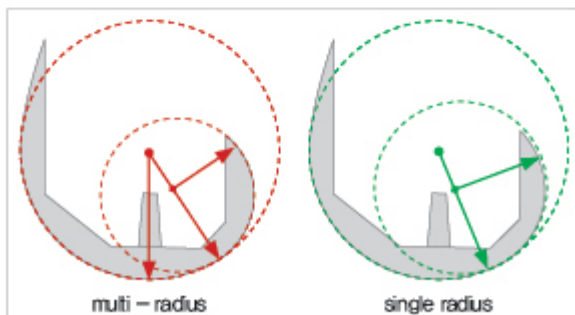


그림 3.

\*출처: 구글이미지



그림 4.

\*출처: 구글이미지

여 femur cutting을 하게 된다. 즉 instrument가 flexion - extension gap을 자동으로 만들어 주어 한번 성공하면 수술이 쉬어져서 자주 사용하게 된다. 그러나 마지막으로 ligament balance는 술자의 경험이 매우 중요하다. 보고에 의하면 탈구율이 0.5~9.3%로 다양하게 보고하기도 한다.

### 결과

10년 이상 장기추시에서 95% 이상의 만족도와 97%의 10년 생존율을 보고하고 있다.

### 2. Fixed TKA: semi constrained type(반구속형)

현재 가장 많이 쓰이는 형태이다. 역학적으로 flexion - extension - rotation 축이 어디에 있으며 rolling & gliding이 어떻게 이루어지느냐에 따라 후과부의 구경 및 내외측의 동형여부가 달라지게 된다. 관절의 운동량을 높이기 위해 roll back을 원활히 하기 위한 방법과 뒤쪽의 impingement를 줄이기 위한 시도를 해왔다. 현재 PCL retaining(CR) type 보다는 PCL sacrificing(PS) type을 많이 사용하고 있다. 즉 PCL 제거를 할 경우 1) 수술이 쉬워지고 2) 변형의 교정이 용이하며, 3) PS type에서는 Conformity를 크게 할 수 있으므로 해리 및 마모가 줄어들다(그림 5).

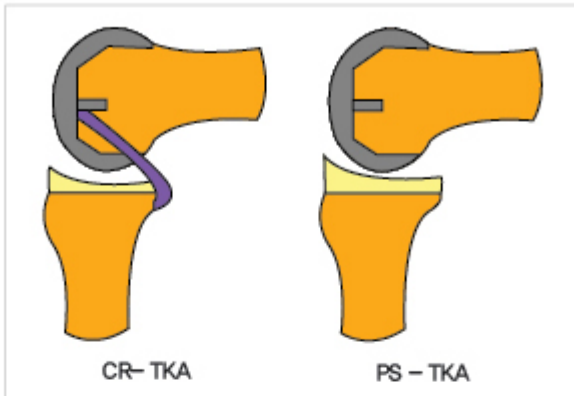


그림 5.

\*출처: 구글이미지

최근에는 PCL을 제거한 경우 대부분 PE에 post & arm을 가지고 있어서 PCL기능을 보완하고 있다. PS type에서 간혹 post에 문제가 발생하여 PE 앞쪽을 보강하는 제품이 나오고 있다. PCL 제거의 단점은 1) Flexion gap이 커져서 관절선이 올라갈 가능성이 있고 2) Flexion > extension gap 불안정성 3) Patellar clunk syndrome 빈도가 높아지고 4) Post 마모 및 골절 5) 뼈를 더 제거하고 6) 관절의 탈구가 발생할 수 있다. 장점은 1) 수술이 쉽고 2) 변형이 심한 환자에 유용하다.

### 결과

90% 이상 우수한 결과를 보고하고 10년 생존율 역시 92~97%를 보고하고 있다. 저자도 대부분 PS type TKA를 사용하며 수술이 쉽고 변형을 교정하기 용이하지만, Flexion - extension gap의 차이가 있어서 ligament balance를 잘 맞추어야 한다.

### | 결론 |

Mobile or fixed TKA는 모두 우수한 결과를 보이고 있으며 수술 시 ligament balance를 잘 맞춘다면 두군 모두 좋은 결과를 보인다. 최근의 메타 논문에서도 두군 간의 임상적이 차이는 거의 없다고 보고하고 있다. JoinOS

### References

1. Fransen BL, Burger BJ et al. No difference between fixed and mobile bearing TKA. KSSTA 2017
2. Moskal JT, Capps SG. Rotating platform TKA no difference from fixed bearing TKA regarding survivorship or performance: a meta analysis. CORR 2014
3. Capella M, Dolfin M, Saccia F. Mobile & fixed bearing TKA. Ann Transl Med. 2016
4. Poirier N, Graf P, Dubrana F. Mobile vs fixed bearing TKA. Results of a series of 100 randomised cases after 9 years follow up. Ortho Trauma Surg Res. 2015
5. Voort P, Pijls BG et al. A systematic review & meta regression of mobile vs fixed bearing TKA in 41 studies. Bone Joint J. 2013
6. YL, L, Feng SQ et al. No difference in clinical outcome between fixed vs mobile bearing TKA: a meta analysis. KSSTA. 2014
7. 무릎의 인공관절술 - 조우신, 엄윤석 저자 - 2015. 04. 영창출판사