

## 최소침습 인공고관절 전치환술 – 단일절개와 두 부위 절개 –

윤택림 · 박경순

전남대학교 의과대학 화순전남대학교병원 정형외과

인공 고관절 전치환술에서도 적은 연부조직 손상, 적은 통증, 빠른 재활 및 미용적 측면 등의 이유로 최소 침습 인공 고관절 전치환술에 대한 관심이 더욱 증가하고 있다. 수술 방법에 있어서는 단일 절개 방법과 두 부위 절개 방법이 있으며, 단일 절개는 최소 절개 방법 중 현재 가장 흔하게 사용되는 방법이다. 그중에서 주로 전외측, 후방 또는 후외측 도달법이 많이 사용되고 있으며, 전통적인 절개에 비해 피부 절개를 크게 줄이는 효과를 가져 왔다. 두 부위 절개 방법은 피부 절개뿐만 아니라 근육 및 인대의 손상을 최소화하려는 노력으로 Mears 와 Berger에 의해 소개 되었다. 이러한 최소 침습 수술 방법은 수술 시야확보가 어려워 수술 중 합병증을 유발할 수 있는 가능성이 높고, 그러한 합병증을 예방하기 위해서는 충분한 고관절 수술 경험이 있는 시술자가 알맞은 수술 기구의 구비 후 정확한 수술 수기를 습득한 후에 시행하는 것이 중요하다.

**색인 단어:** 고관절, 인공 관절, 최소 침습, 수술 방법, 합병증

### 서론

최근 외과수술분야 전반에 걸쳐 기존의 방법과 결과는 비슷하거나 같으면서 침습성이 적은 수술적 치료에 대한 관심이 증가하고 있다. 이와 더불어 인공관절 수술에도 침습성이 적은 수술 방법에 대한 발전이 이루어지고 있으며, 특히 적은 연부조직 손상, 빠른 통증 감소, 빠른 재활, 환자의 미용적인 만족도 증가 등의 이유로 단일 또는 두 부위 절개를 이용한 최소 침습 인공 고관절 전치환술 (minimally invasive surgery for total hip arthroplasty, MIS-THA)에 대한 관심이 더욱 증가하고 있다<sup>1,4,5,9,14</sup>. 그러나 환자 및 수술 의사들 사이에 MIS-THA에 대해 상당한 관심은 있으나, 이러한 방법들에 대한 안전성과 효율성에 대한 논란은 끊이지 않고 있다<sup>7,13,19</sup>. MIS-THA를 옹호하는 이들은 현재는 인정받고 보편적으로 시행되어지고 있는 관절경 수술, 복강경 담낭절개술, 심장 관상동맥 중재술 등의 침습성이 적

은 다른 분야의 여러 술식들의 연속선상으로 설명하고 있다<sup>7,19</sup>. 그러나 다른 이들은 기존의 전통적인 THA 술식이 훌륭한 통증 감소, 기능적 회복 및 적은 합병증과 내구성면에서 검증된 방법임을 강조하면서, 검증되지 못한 MIS-THA에 대해 회의적인 시각을 표명하기도 한다<sup>7,15</sup>. 저자는 현재 사용되고 있는 단일 또는 두 부위 절개를 이용한 최소 침습 인공 고관절 전치환술의 기존 고식적인 방법과의 차이점과 장단점 등에 대해 기술하고자 한다.

### MIS-THA의 역사

Siguiet T 등<sup>22</sup>은 1993년부터 최소 절개 전방 도달법을 통해 인공관절을 시행하였다고 보고한바 있으며, 이와 더불어 MIS-THA의 초기에는 대개 단일 절개를 통한 수술이 행해졌다. 단일 절개를 통한 MIS-THA에서, 대개의 저자들은 10 cm 미만의 절개를 최소절개로 정의 하고 있다<sup>7,11,26,28</sup>. 그러나 단일 절개를 통한 MIS-THA는 기존의 전통적인 방법에 비해 획기적으로 절개 부위를 줄일 수 있었지만, 근육과 인대 손상 등의 연부조직 손상을 줄이는 데는 한계가 있었다. 이에 몇몇 저자들은 주변 근육, 인대 및 혈관 등의 손상을 줄이기 위해 대퇴부 및 비구부 삼입물을 위한 각각의 다른 두 개의 절개선을 이용하는 두 부위 절개를 이용한 MIS-THA를 개발하였다<sup>3,4,7,8</sup>.

투고일: 2008년 5월 26일 1차수정일: 2008년 6월 3일  
2차수정일: 2008년 6월 11일 게재확정일: 2008년 6월 12일

※ 통신저자: 윤택림

전라남도 화순군 화순읍 일심리 160  
화순전남대병원 관절센터  
TEL: 82-61-379-7676  
FAX: 82-61-379-7681  
E-mail: tryoon@chonnam.ac.kr

## 적응증

MIS-THA의 목표는 단순히 피부 절개 길이를 적게 하는 것이 아니라 성공적인 시술에 필요한 최소한의 절개를 하는 것이다. 환자를 적절히 선택한다면 6 cm 정도의 피부 절개만으로도 시술이 가능하겠지만, 술자의 경험과 환자의 체형 즉, 연부 조직의 두께에 의해서 피부 절개의 길이가 결정된다. 따라서 모든 일차 인공 고관절 전치환술이 최소 침습 도달법의 대상이 될 수 있다<sup>3)</sup>. 단지 비만하거나 근육이 매우 발달하여 연부 조직이 두꺼운 환자, 관절 강직이 심한 환자, 비구의 골내 돌출 환자 및 인공 삽입물을 가진 환자 등에서는 어려울 것으로 생각된다. 또한 재치환술의 경우도 불가능할 것으로 생각된다. 적당한 피부 절개의 길이는 술자의 판단에 의해 결정되지만, 성공적인 인공 고관절 전 치환술의 결과가 피부 절개 길이보다 중요하다는 것을 항상 명심해야겠다.

## 수술 술기

인공관절을 위한 최소 절개법은 크게 단일 절개법과 두 부위 절개법으로 나눌 수 있다.

### 1. 단일 절개법

단일 절개는 최소 절개 방법 중 현재 가장 흔하게 사용되는 방법으로, 전방 도달법(Modified Smith-Peterson), 전외측 도달법(modified Watson-Jones), 측면 도달법(modified Hardinge), 후방 또는 후외측 도달법(modified Moore) 등이 있으며, 여기서는 그중 주로 사용되는 전외측, 후방 또는 후외측 도달법에 대해 기술하고자 한다.

#### (1) 전외측 도달법

전통적인 전외측 도달법은 중둔근과 소둔근의 전방부를 절개하여 도달하는 방법으로, 이는 고관절 탈구를 방지하는 효과를 가지지만 외전근 약화와 지속적인 파행 등의 단점이 발생할 수 있다. 따라서 Bertin<sup>6)</sup>은 최소절개를 이용한 전외측 도달법을 소개하였는데, 중둔근과 대퇴근막장근 사이의 면을 따라 접근하여 시술함으로써 재활이 빠를 뿐 아니라 후방 관절낭의 손상이 없어 후방탈구도 방지할 수 있다고 보고하였다. Higuchi 등<sup>10)</sup>은 전외측 도달법 최소절개 수술을 통해 212 예의 무 시멘트성 인공 고관절 전치환술을 시행하여 보고하였다. 피부절개는 대전자부 상방 1 cm에서부터 대전자부의 기저부를 따라서 하였으며, 대퇴근막장근을 절개하고 앞쪽으로 견인하면서 호만 견인기를 중둔근 표면에 삽입하였으며, 대전자부 상방의 중둔근은 손가락을 이용하여 박리하면서 하방부위의 외측

광근은 종축방향으로 절개하였다. 이 후 중둔근과 외측광근을 전방으로 견인하고, 소둔근을 대전자부로부터 절개하여 관절낭을 노출시키고 대퇴골두를 제거한 다음 비구부 삽입물 및 대퇴 스템을 삽입하는 방법을 이용하였다. Min 등<sup>17)</sup>도 대전자부를 중심으로 후상방에서 전하방으로 약 5~9 cm의 단일 피부절개를 시행하고 노출된 중둔근 중 대전자부 앞쪽의 1/3을 근육의 주행 방향에 따라 I자 모양으로 절개하고 절개된 중둔근을 앞쪽으로 젖힌 후 소둔근과 관절낭을 노출하여 비구를 노출하였으며, 하지를 내전, 굴곡 및 외회전하고 견인기를 이용하여 대퇴 골수강이 잘 노출되도록 한 후 대퇴 스템을 삽입하는 전외측 도달법을 사용하였다. 이러한 방식의 최소 침습 술식을 이용하여 시행한 일차성 인공 고관절 전치환술군 19예과 전통적인 절개선을 이용한 19예의 대조군과의 수술 절개선의 길이, 방사선학적 비교, 수술 소요시간, 수혈량, 술 후 재활에 소요되는 시간, 술 후 합병증 등의 비교를 통해 최소 침습 술식군에서 수혈량 및 술 후 재활에 소요되는 기간을 단축시키는 효과를 가져왔다고 보고하고 있다.

#### (2) 후외측 도달법

Sculco 등<sup>20)</sup>에 의해 소개된 후외측 도달법은 대퇴골 대전자부 후방 1/3 부위에 대퇴골과 평행하게 대전자부를 중심으로 약 1/3은 상방으로, 2/3 하방으로 약 6~10 cm의 피부절개를 한 후, 피부절개 부위보다 약 2~3 cm 상하방으로 대퇴근막장근(tensor fascia lata)과 둔근막(gluteal fascia)을 절개하였다.

이 후 C자 모양의 호만 견인기와 Aufranc 견인기를 이용하여 대퇴 경부를 노출시킨 후 이상근(piriformis)과 단외회전근들(short external rotators)을 대전자부 후방부에서 절개하여 표시해 놓은 후에 대퇴골 경부를 절단하여 제거하고, C자 모양의 호만 견인기를 비구부 전벽부에 위치하여 대퇴골을 전방으로 견인하고, 넓은 직각의 호만 견인기를 비구순과 후방 관절낭 사이 비구부 후벽부에 위치하며, Aufranc 견인기는 폐쇄공 내의 횡비구인대 하방에 위치하며, 스테인만(Steinmann) 핀은 비구부 상부의 외전근의 하방에 위치시켜 비구부를 노출시킨 후 비구부를 리밍하여 비구부 삽입물을 삽입한다.

이 후 대퇴 경부 견인기를 대퇴 경부 전방을 따라 위치시키고 Aufranc 견인기를 내측에 위치하여 대퇴골 근위부를 노출시킨 후 대퇴골을 리밍하고 대퇴부 삽입물을 삽입하고 정복한 다음 이상근과 단외전근들 및 후방 관절낭을 봉합하고 근육, 피부를 봉합하게 된다. Sherry 등<sup>21)</sup>은 후외측 도달법을 통한 5 cm의 피부절개를 통해 최소절개 인공 고관절 전치환술을 시행하였다고 보고하였으며, 여기서 전자와 상방 1.5 cm부위에 정확한 절골을 위해 대퇴골두, 경부에 centering jig를 이용했으며, 변형된 리머를

이용해 비구컵 삽입물을 삽입하였고, 대퇴부 삽입물 삽입 시 기존의 방법대로 시행하였다고 기술하고 있다. Waldman<sup>25)</sup>은 후측 도달법을 통해 단일 절개 MIS-THA를 시행하여 보고하였다. 대전자부의 후상방부를 중심으로 평균 3.5인치의 피부절개를 하였으며, 근막 절개시 대둔근 섬유를 따라서 피부절개 끝부분에서 3 cm을 더 절개하였고, 이상근, 외폐쇄근 및 쌍자근 등은 절개하여 표시하여 두었으며, 전통적인 방법과는 달리 대퇴사두근과 대둔근 섬유는 절개하지 않고 보존하였다. 관절낭은 대퇴 경부 후방쪽으로 절개하여 표시해 두었으며, 비구연 전후방에 구부러진 호만 견인기를 삽입하여 비구부 시야확보를 도모하였으며, 폭이 좁고 구부러진 호만 견인기로 외전근과 피부를 보호하였고, 리밍후 대퇴스텝을 삽입하였다고 보고하였다. Wenz 등<sup>26)</sup>은 측외위에서 대전자부의 후방연을 중심으로 상하방으로 각각 3.5 cm 정도의 피부절개를 이용하였으며, 대둔근을 따라 절개하고 외회전근을 노출시켜 절제하고 좌골신경을 보호하면서 그 건은 뒤로 젖힌 후 대퇴 골두를 탈구시켜 절제한 후 코브라 형태의 견인기와 Meyerding 견인기 등을 이용하여 비구부 및 대퇴부 삽입물을 삽입하였다.

또한 저자<sup>31)</sup>의 경우는 측외위에서 후외측 도달법을 통해 대전자부의 전후방 거리에서 후방 1/3 지점에 대전자부 1 cm 상방에서부터 하방으로 평균 7.4 cm (5.5~9)의 피부절개를 시행하였으며(Fig. 1), 변형된 호만 견인기 2개와 후 비구부에 2~3개의 스타인만 핀 삽입을 통해 비구부 노출을 비교적 쉽게 할 수 있었고, 흡입기에 광원을 부착시킨 장치를 통해 시야 확보를 용이하게 하였다. 또한 긴 전기 소작기 바늘을 사용하여 좁은 피부절개로 인해 상대적으로 깊숙해진 곳까지 소작할 수 있게 하였으며, 대퇴

스텝의 삽입 시 사용하는 라스프 (rasp)도 더 반듯하고 큰 두부를 가지게끔 변형하여 좁은 공간내에서 확공을 용이하게 하여 시술하였다.

## 2. 두 부위 절개법

Mears<sup>16)</sup> 와 Berger<sup>4)</sup>의 두 부위 절개법은 방사선 투과가 가능한 수술대 위에서 양외위에서 수술을 시행한다. 투시장치 (fluoroscopy)로 대퇴 경부를 확인하고, 금속 표지자를 이용하여 대퇴 골두와 경부 교차점에서부터 경부 중앙을 잇는 약 4~6 cm의 선을 표시하고, 여기에 전방 피부절개를 시행한다. 피부 절개 부위의 근막 하방에서 봉공근을 근위 내측으로, 대퇴근막장근을 원위 외측으로 견인하면, 대퇴직근의 외측 경계가 노출되며, 이 때 내측 견인기를 재위치하여 대퇴직근을 내측으로 견인하면, 외측 대퇴회전 혈관과 관절낭을 확인할 수 있게 되며 외측 대퇴회전 혈관은 전기 소작기로 조심스럽게 절찰 한다. 두 개의 굴곡 호만 견인기를 대퇴 경부 관절낭 외측에 위치시키고, 대퇴 경부의 축을 따라 관절낭을 절개한 후 대퇴 경부에 직각으로 두 개의 굴곡 호만 견인기를 관절낭 내에 다시 위치시킨다. 경부는 이중으로 절골술을 시행하여 bone block를 먼저 제거한 후 대퇴골 두를 제거한다. 세 개의 굴곡 호만 견인기를 각각 비구부 상방, 횡비구인대 전방 변연의 전방, 비구부 후방에 위치시켜 비구부 시야를 확보한 후 비구순을 절제하여 비구부 변연부 전체를 노출시킨다. 이 때, 전통적인 THA와 달리 비구부 전체가 한 눈에 보이지는 않기 때문에, 필요에 따라 앞 뒤, 혹은 위 아래로 가볍게 견인을 하면서 비구부를 관찰하여야 하며, 일측의 견인을 너무 심하게 할 경우 오히려 절개부를 짧게 만들게

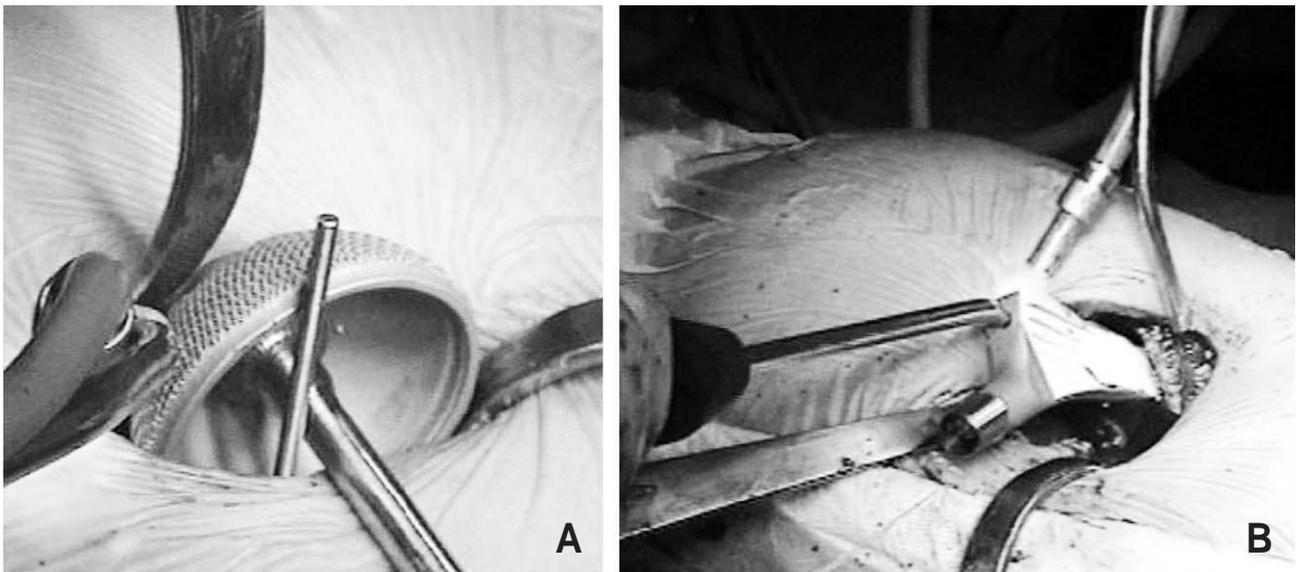


Fig. 1. One incision MIS-THA with posterolateral approach. (A) Acetabular cup insertion, (B) Stem insertion.

되어 시야 확보가 힘들어지므로, 시야를 확보하고자 하는 비구부쪽의 견인을 할 때는 반대편의 견인이 느슨하게 한다. 최소 절개 수술법을 위해 특별히 고안된 beveled 리머를 이용하여 45도 외전, 20도 전향각이 되게 비구부 리밍을 시행하며, 투시장치를 이용하여 확인한다. 마지막 리머보다 2 mm 큰 비구컵을 삽입하고, 투시장치로 외전각 및 전향각을 확인한 후에 비구에 밀착시킨다. 비구컵의 안정성을 확인하고, 보조적 안정성을 위해 비구컵 후상방에 두 개의 나사못을 삽입한다. 라이너를 끼운 후에 모든 견인기를 제거한다.

다음에는 다리를 최대한 내전시키고 중립 회전 시킨 상태로 대퇴부 후외측 이상근와와 평행하게 약 3~5 cm의 피부절개를 가하여 대퇴부에 접근한다. Gluteus fascia를 분리하고 이상근 와 중둔근 사이로 blunt dissection 한다. 절개부를 통해 투시장치 하에서 Charnley 송곳을 외전근의 뒤쪽, 이상근와의 전방으로 진행하며, 대퇴골로의 초기 삽입위치는 원하는 위치보다 약간 내측에 시작점을 만들기 위해 대전자부위 내측을 깨끗히 제거한다. 특별히 고안된 외측 측면절개 리머를 이용하여 시작점을 확공하며, 투시장치하에서 순차적으로 확공을 시행한다.

적당한 크기로 리밍이 끝나면 Rasp를 순차적으로 위치시키고, 투시장치의 도움하에 스템의 크기를 결정한다. 전방 절개부를 통해 표본 인공 골두를 삽입하고 고관절 운동을 시행하는데, 이 때 90도 외회전하에 완전 신전과 20도 내전과 최소 50도 내회전하에 90도 굴곡이 안정성 있게 되어야 만족할 만한 상태라 하겠다. 다음에는 투시장치를 이용하여 대퇴골 소전자부와 폐쇄구멍과의 위치를 비교하여 하지 길이 차이를 확인하며, 추가로 내측 복사뼈의 위치를 확인하여 양측 하지 길이를 비교한다. 전방 절개부를 통해 표본 인공 골두를 제거하며 후방 절개부를 통해

브로치를 제거하고, 세척을 시행하며 다시 후방 절개부를 통해 정해진 크기의 대퇴 스템을 삽입한다. 전방 절개부를 통해 대퇴경부 경관 (femoral calcar)과 collar 사이에 연부조직이 끼어 있는지 확인하고, 대퇴 스템의 전염각을 확인하며 인공 골두를 넣고 정복한다. Duwelius 등<sup>30)</sup>은 전방 절개는 영상 증폭기를 이용하여 전자간부를 잇는 선과 비스듬하게 대퇴골 두 중심으로 향하는 4~6 cm의 피부절개를 하였으며 봉공근과 대퇴근막장근 간격을 노출시켜, 고관절낭의 바로 상방에 있는 내측대퇴회선 혈관을 결찰한 후 관절낭을 중축을 따라 절개하여 대퇴 경부를 절골한 후 특별히 고안한 리머를 이용하여 비구부 삽입물을 삽입하였으며, 또 하나의 피부절개는 대퇴골 장축을 따라 대전자부 후방에 3~4 cm정도 하여 특수 고안한 리머를 이용하여 리밍한 후 대퇴부 삽입물을 삽입하는 방법으로 좋은 결과를 얻었다고 보고하기도 하였다.

본 저자<sup>30)</sup>가 개발한 두 부위 절개 MIS-THA는 환자를 측와위에서 시술하며, 전방 절개부위는 약 6~8cm 정도로 고관절의 전측방부에 대퇴골 대전자부에서 전상방 장골극 후방 2 cm 정도로 향하는 피부절개를 시행하게 된다 (Fig. 2A). 대퇴근막을 절개하고, 대퇴근막장근과 중둔근 근육 사이로 절개한다. 대퇴근막장근과 중둔근 사이로 절개해 나갈 때 관절낭에 도달하기 전, 외측 대퇴 회선 혈관을 확인하고 결찰한다. 관절막은 대퇴 경부의 축에 따라 비구부 주변에서부터 전자간부까지 절개하며 굴곡된 호만 견인기를 대퇴 경부 상하의 관절낭내에 위치하여 시야를 확보하면서 경부 절골술을 시행하고 corkscrew를 이용하여 골두를 제거한다. 하나 혹은 두 개의 Steinman 핀을 비구부의 후상방부에 삽입하여 외전근을 견인하고 비구부 주위에 전하방, 후하방, 하방 부위에 굴곡된 호만 견인기를 삽입하여 시야를 확보한다(Fig. 2B). 비구컵을 삽

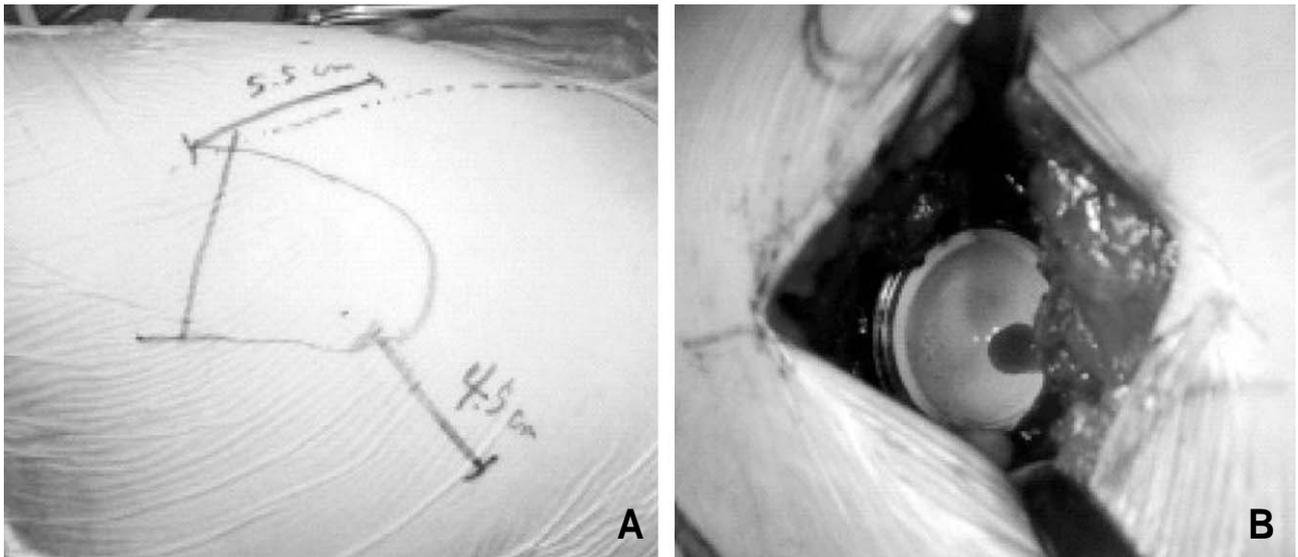
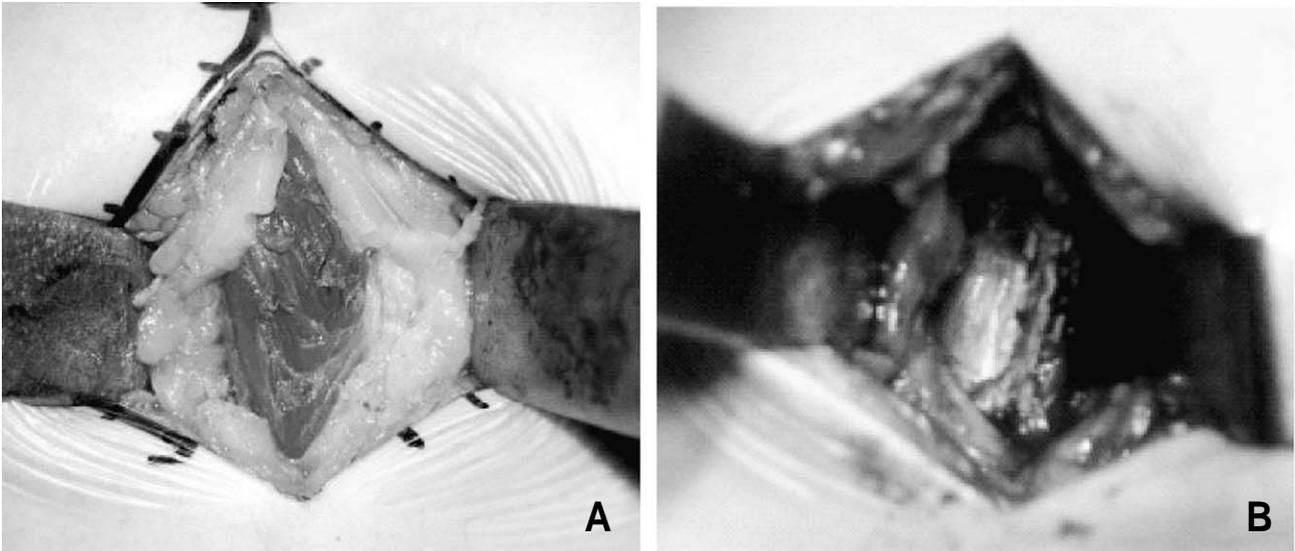


Fig. 2. Two incision MIS-THA. (A) Preoperative skin marking, (B) After acetabular cup and liner insertion through anterior incision.

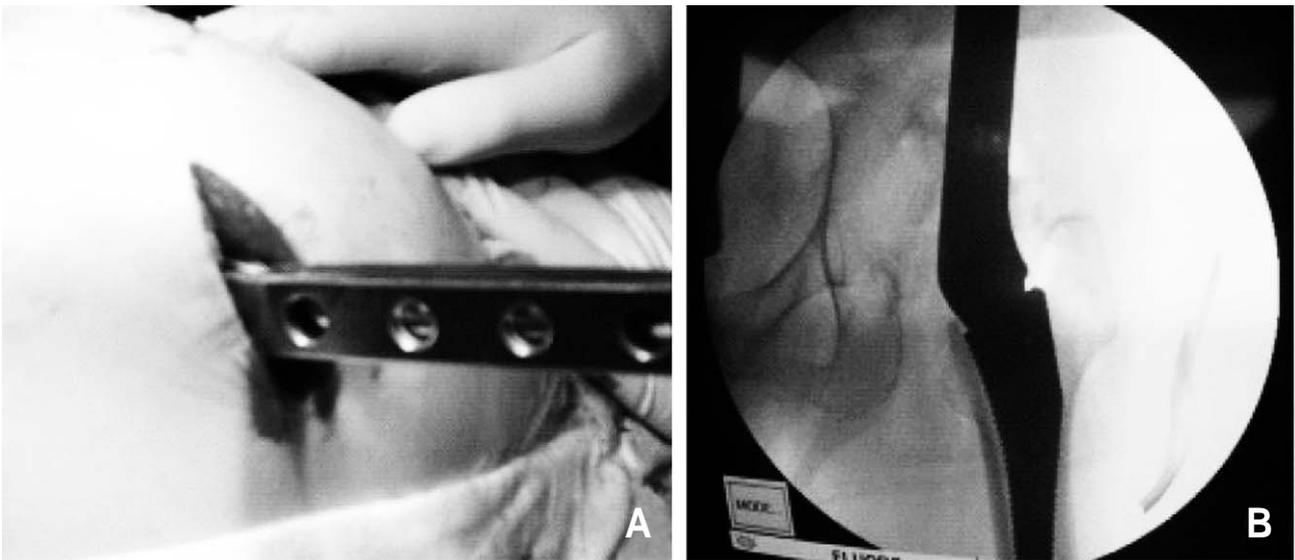
입할 때 방해가 되는 관절낭 일부와 관절순 등의 연부조직을 제거한 후, 비구부 리밍을 하며, 이때 비구 삽입물보다는 약 1 mm 적게 리밍을 하여 press-fit하게 비구컵을 삽입할 수 있게 한다.

후방 절개부위는 약 4~6 cm 정도로 대둔근 섬유를 따라서 하게 되며, 이 절개부위는 고관절을 굴곡하고 슬관절을 90도 정도로 굴곡한 채로 뒷쪽으로 밀어올리면 잘 나타나게 된다 (Fig. 3A). 대둔근 섬유를 따라서 절개를 진행하면 대둔근과 중둔근 사이의 지방층이 나타나게 되며, 이 지방층을 절개하면 중둔근과 이상근이 나타나게 된다. 이 이상근을 해부학적 표인점(landmark)으로 하여 중둔근과 이

상근 사이를 절개하여 후방 관절낭에 도달한다 (Fig. 3B). 이후에 시야로 확인하면서 후방 관절낭을 절개하여 대퇴부를 리밍하고, 영상 증폭기로 적당한 크기의 대퇴 스템을 결정한 다음 대퇴 스템을 삽입하게 된다(Fig. 4). 대퇴 스템 삽입 후 스템 경부를 전방으로 돌려서 전방 절개부를 통해서 표본 인공 골두를 삽입 후 정복하게 된다. 슬개골 상방 및 족부 하부를 기준점으로 양측 하지의 길이를 비교한 후에 적당한 크기의 인공 골두를 결정하고 정복을 시행한다. 후방 관절낭은 긴 바늘을 이용하여 비흡수성 봉합사 (Ethibond®, Ethicon, Somerville, NJ)로 봉합한다. 상기와 같이 약간씩 다른 두 부위 절개법을 이용한 MIS-THA



**Fig. 3.** Posterior approach of two incision MIS-THA. (A) Gluteus maximus muscle is visualized after skin incision, (B) Piriformis muscle is used as a landmark to approach the posterior joint capsule.



**Fig. 4.** (A) Femoral canal preparation through posterior incision, (B) Checking the intraoperative C-arm imaging for deciding the stem size and placement.

방법들이 있지만, 두 부위 절개 수술시에는 공통적으로 기존 인공관절 수술시와는 다르게 특별한 수술기구 즉 변형된 호만 견인기, 광원이 부착된 흡입기, 긴 전기 소작기 바늘, 변형된 라스트프, 영상 증폭기 등이 필요하다.

## 임상 결과

유럽에서는 약 40여년부터, 미국에서는 약 30 여년 전부터, 인공 고관절 전치환술이 행해져 왔지만 최소 절개를 통한 인공 고관절 전 치환술이 시작 된지는 불과 몇 년이 되지 않은 실정이다. 따라서 임상적 및 방사선학적 최종 추시가 몇 년이 되지 않은 시점에서 전통적인 방법을 통한 인공 고관절 전 치환술과의 임상적 및 방사선학적 비교를 통해 그 적절성을 논하기에는 좀 이른 감이 있다. 그러나 MIS-THA의 가장 큰 목적이 수술 후의 빠른 회복이기 때문에 수술 후 회복과정의 단기 결과만을 비교해도 상당한 결론을 내릴 수 있다고 생각된다.

### 1. 단일 절개

Higuci 등<sup>10)</sup>은 전외측 도달법을 이용한 무시멘트성 최소 침습 인공 고관절 전 치환술을 시행한 결과 전통적인 방법으로 인공 고관절 전 치환술을 시행한 군에 비해 수술시간이나 수술 중 실혈량이 통계적으로 유의있게 적었으며 체질량 지수가 높거나 남성의 경우에 피부절개의 길이가 더 길게 필요했다고 보고하였다.

Hartzband<sup>12)</sup>는 후측 도달법을 통한 7.5~8.5 cm의 비스듬한 피부절개를 통해, 4년여에 걸쳐 400 여명의 인공 고관절 전 치환술을 시행하였는데, 시멘트성 또는 무시멘트성 삽입물 모두 가능하다고 하였으며 수술 후 탈구나 좌골신경 마비 등의 합병증은 없었으며, 재원기간은 평균 3일, 평균 수술시간은 44.9 분으로 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하고 있다. Waldman<sup>25)</sup>은 후측 도달법을 통해 32예의 최소 침습 기법을 통한 인공고관절 전치환술에 대한 임상적 및 방사선학적 결과를 평균 13개월의 단기 추시 결과를 보고하였으며, 술 후 탈구나 좌골신경마비, 파행 등의 합병증은 없으며, 전 예에서 3일안에 퇴원이 가능한 상태였으며 방사선학적 소견 상 해리나 침강 등의 소견도 보이지 않는 등 좋은 결과를 얻었다고 하였다.

Wenz 등<sup>26)</sup>은 111명 124예의 MIS-THA군과 62명 65예의 측방 도달법을 이용한 전통적인 인공고관절 전 치환술을 대상으로 비교한 결과, 피부절개 길이는 MIS-THA 군에서 평균 7.8 cm(5~15), 전통적인 인공고관절 전 치환술 군에서 평균 25 cm 이상이었으며, 평균 수술시간은 124분 및 164분이었다. 두 군 간의 방사선적 결과 및 합병증의 차이는 없었으며(p>0.05), 임상적으로 MIS-THA군에서 더 적은 출혈량 및 더 빠른 재활 등의 좋은 결과를 가져왔다고 말하고 있다.

저자<sup>31)</sup>는 동일 종류의 대퇴부 및 비구부 삽입물을 사용하여 전통적 인공 고관절 전 치환술을 시행받은 49명 54예의 환자군과 후외측 단일 절개를 통한 MIS-THA를 시행받은 47명 57예의 환자군을 대상으로 수술 후 임상적 및 방사선학적 결과를 비교하였다. 수술시간은 각각 평균 53분, 52분으로 차이가 없었으며, 총 출혈량은 최소절개군의 경우 평균 240 cc 정도 적었으며, 술 후 재원기간도 평균 5일의 감소를 보였다. 술 후 3개월에 측정된 통증은 5점 기준법상 최소절개군에서 통계적으로 유의하게 적게 나타났으며, 방사선학적으로는 전통적인 방법군과 차이를 나타내지 않은 결과를 보였다(Table 1).

### 2. 두 부위 절개

Berger<sup>45)</sup>는 두 부위 피부절개 방법으로 100 명의 인공관절 전 치환술을 시행하였으며, 평균 수술시간은 101 분(65~120), 평균 출혈량은 291 cc(100~1300), 85명의 환자는 수술 당일 퇴원이 가능하였으며, 합병증은 1예에서 골절이 발생하였다. 또한 수술 도중 근육 및 인대의 절제를 최소화하여 수술 후 평균 6일째부터 목발 보행 및 진통제 사용을 중단할 수 있었고 운전이 가능하였으며, 수술 후 평균 8일경부터는 업무에 복귀할 수 있는 등, 환자들이 통증을 더 적게 느끼고 더 빨리 회복할 수 있다고 주장하였다.

Duwelius 등<sup>9)</sup>은 100명의 환자에 대해 두 개의 피부절개 방법을 이용하여 인공 고관절 전치환술을 시행한 결과 평균 90분의 수술시간이 소요되었으며, 90명의 경우는 수술 후 24시간 이내에 퇴원하였고, 10명은 수술 후 이틀 안에 퇴원이 가능하였다고 보고하고 있다. 합병증은 탈구 2예, 골절 1예, 대퇴골 삽입물 해리에 의한 재치환술 1예, 감염 1예 이었다. 1년 후 해리스 고관절 점수는 평균 90점 이었다.

또한, 저자<sup>30)</sup>는 225례에서 두 부위 절개를 통한 MIS-THA를 시행하여 최소 1년이상 추시하여 보고한바 있다. 평균 수술시간은 약 70분(50~115분), 평균 1.5일(0~4일)부터 목발 보행을 시작하고 목발 사용기간은 평균 3주(0~8주)였다. 방사선학적 분석을 시행한 결과로는 97%의 대퇴스텝이 중립위치를 유지하였으며, 비구컵 전향각은 평균 17.3도(11~25도), 외전각은 평균 43도(35~49도)였다. 술 후 합병증으로는 2례에서 수술 도중 발생한 골절(대전자부 골절 1례, 대퇴골 근위부 균열 1례), 2례에서 낙상 후 발생한 후방 탈구, 2례의 심부정맥 색전증, 2례의 대퇴스텝 침강, 1례의 대퇴 신경 부분마비 등이 있었다(Table 2).

Lin 등<sup>15)</sup>은 두 부위 절개의 MIS THA와 conventional THA의 환자를 나이, 성별, 술 후 기간을 매치시켜 근육의 힘, 50 m의 보행 속도, 기능적 점수(HSS)를 비교하였으며, 술 후 1년 전까지는 이상의 세가지면에서 고식적인 THA 보다 MIS-THA의 결과가 통계적으로 더 우수하다고 보고하였다.

Williams 등<sup>27)</sup>은 두 부위 절개 MIS-THA와 일반적인 외

**Table 1.** The results of the other authors about 1-incision minimal invasive total hip arthroplasty

연도	2003	2003	2003	2004	2004	2004	2005	
저자	Dorr LD	Goldstein WM	Yoon TR	Woolson ST	Siguiet T	Wright JM	Bal BS	
Approach	Posterior	Posterolateral	Posterolateral	Posterior	Anterior	Posterolateral	Lateral	
Length	12cm	13	7.4	10	6~8	8.8	7 ~ 12	
Case	105	85	47	50	926	42	50	
Control	85	85	49	85	111	42	50 (Two incision)	
Age	65	68	51.2	60	67.8	64.2	57.4	
BMD	26.2	27	25.1	25.1	8.8	8.8	8.8	
Operative time	64	57	52	97	71.4	6.12	5.1	
Duration of inpatient stay	4.1	9.4	4.3	4.3	6.12	151.8	328.9	
Blood loss	273	860	603	603	151.8	151.8	328.9	
Complication	patients selection을 잘하면 24시간이내의 early discharge가 가능하다.	술 후 pain 이나 빠른 재활의 효과를 기대하더라도 미용적인 효과에서도 매우 우수하다.	1. 방사선학적 결과의 차이는 없다. 2. 빠른 재활과 높은 환자 만족도 등의 좋은 임상적 결과를 보인다. 3. skin incision과 soft tissue dissection을 줄인다.	1. 빠른 회복과 짧은 입원기간의 장점이 있다. 2. 적은 bleeding과 적은 soft tissue 손상의 증가는 없다.	1. 근육 및 인대 손상 없이 수술가능 2. Low dislocation rate 3. 술 후 회복이 빠르다.	Dislocation - 10 femoral paresis - 2 Septic complication - 5	none	fracture - 1 dislocation - 1 nerve injury - 1 stem loosening - 1
중요 message	patients selection을 잘하면 24시간이내의 early discharge가 가능하다.	술 후 pain 이나 빠른 재활의 효과를 기대하더라도 미용적인 효과에서도 매우 우수하다.	1. 방사선학적 결과의 차이는 없다. 2. 빠른 재활과 높은 환자 만족도 등의 좋은 임상적 결과를 보인다. 3. skin incision과 soft tissue dissection을 줄인다.	1. 빠른 회복과 짧은 입원기간의 장점이 있다. 2. 적은 bleeding과 적은 soft tissue 손상의 증가는 없다.	1. 근육 및 인대 손상 없이 수술가능 2. Low dislocation rate 3. 술 후 회복이 빠르다.	Dislocation - 10 femoral paresis - 2 Septic complication - 5	none	fracture - 1 dislocation - 1 nerve injury - 1 stem loosening - 1

**Table 2.** The results of the other authors about 2-incision minimal invasive total hip arthroplasty

연도	2003	2003	2004	2004	2005	2006
저자	Mears DC	Duwelius PJ	Archibeck MJ	Berger RA	Bal BS	Yoon TR
length	2.5 ~ 5.1					
Anterior	2 inch = 5 cm	4~6 cm	5.8	1.5 inch	2.9 inch = 7.35 cm (5.5~10)	
Posterior	1 inch = 2.5 cm	3~4 cm	3.7	1.25 inch	1.8 inch = 4.53 cm (3.5~7.5)	
Case	-	100	851	100	89	225
Age	-	57/60	61	56	58.5	51.5
BMD	-	-	26	26.8	30.7	-
Operative time	-	90	148	101	127	70
Duration of inpatient stay	-	1~2	-	-	4.5	8.4 (5~13)
Blood loss	-	-	496	291	545.2	920
Complication	Proximal femoral neck fractures - 2.8% of patients (all in surgeons' first en cases)	dislocation - 2 femoral component subside - 1 calcar fracture - 1	fracture - 62 (7.3%) nerve injury - 27 (3.2%) dislocation - 8 (0.9%)	femoral fx - 1	fracture - 7 numbness - 22 stem loosening - 4 dislocation - 1	intraop fx - 2 DVT - 2 Stem subsidence - 2 Femoral N neuropraxia - 1 hip D/L - 2
중요 message	90%에서 24시간 이내 퇴원. 짧은 입원기간과 빠른 회복	90%에서 24시간 이내, 10%는 2일 이내 퇴원 짧은 입원기간과 빠른 회복	Complication의 incidence는 BMI (>30)가 높은 경우와 연간 수술 수 (<.50)가 적은 경우 통계적으로 유의하게 증가한다.	Technically demanding procedure 이지만 빠른 재회과 회복의 potential benefit이 있다.	one incision과 비교시 two incision은 수술 초기에는 complication rate가 높지만 경험이 쌓이면 점차 감소하며 technically demanding procedure 이다.	Good result & lower rate of complication

측 도달법을 이용한 고식적 방법의 THA에서 방사선학적 측정(acetabular inclination, acetabular version, femoral stem angulation)을 시행하여 서로 비교한 결과 두 군에서 차이를 발견하지 못하였고, 인공관절의 위치의 정확성은 MIS-THA에서 더 나빠지지 않는다고 보고하였다.

### 장단점 및 미래 발전 방향

최근의 많은 연구 결과들에서 MIS-THA는 근육 및 연부 조직의 손상을 주지 않거나 최소화함으로써 수술 시간을 단축시키고, 수술 중 출혈량의 감소와 술 후 동통의 감소, 재원기간의 감소, 미용적인 효과와 재할 치료 기간을 단축하여 빠른 일상 생활에 복귀등의 장점들을 기술하고 있으며<sup>4,7,9,11)</sup>, 점차 최소 침습 방법에 의한 인공 고관절 치환술을 시행하는 의사들이 늘고 있는 실정이다.

그러나 최소 침습 방법에 대한 단점들도 보고되고 있는데, 수술시 시야 확보가 어려운 점과 관련한 삽입물의 부적절한 고정, 신경 혈관계 손상 가능성 증가 등이 그것이다. Vail 과Callaghan<sup>25)</sup>은 수술을 시행함에 있어 가장 중요한 것은 시야확보인데, MIS-THA를 시행할 경우 시야확보가 잘 되지 않고 삽입물의 위치가 제대로 되지 않을 확률이 높아지며 그에 따른 합병증 등이 나타나기가 쉽다고 하였다. 또한 인공 고관절 전 치환술 이후 재치환술의 중요한 인자들에는 고정 실패, 불안정성, 감염 등이 있는데 고정실패를 줄이기 위해서는 삽입물과 골 경계면이 적절하게 처리되어야 하며 탈구를 줄이기 위해서는 삽입물의 위치가 적절하고 골극 등의 골성 충돌현상을 없애야 한다. 또한 감염을 줄이기 위해서는 수술시간과 더불어 연부조직 손상을 줄일 수 있어야 하는데 MIS-THA는 이러한 문제들을 해결할 수 없으며, 오히려 이러한 위험성을 가중시키고 또한 기술이 떨어지는 집도의인 경우에는 그 문제가 더 커지는 점 등을 들어 MIS-THA의 회의성을 강조하고 있다.

최근 보고가 늘고 있는 두 부위 절개법은 고관절 주변의 근육과 관절막의 손상을 최소화하기 때문에 수술 후 회복이 빠르고 고관절 탈구의 위험이 적어지는 장점이 있으며 특히 저자가 개발한 두 부위 절개를 통한 MIS-THA 방법이 Mears<sup>16)</sup>와 Berger<sup>4,5)</sup>의 두 부위 절개를 이용한 MIS-THA에 비해 추가적인 몇 가지 장점을 가지고 있다. 비구 삽입물을 위한 전방 절개시 Mears는 Smith-Peterson 도달법 즉, 대퇴근막장근과 봉공근 사이로 절개를 시행하지만 저자의 경우 Watson-Jones 도달법 즉, 대퇴근막장근과 중둔근사이로 절개하는 시행하여 대퇴근막장근과 봉공근 사이로 주행하는 외측 대퇴표피신경의 손상으로 인한 대퇴부 외측의 감각저하의 가능성을 많이 줄일 수 있으며<sup>2)</sup>, 영상 증폭기 없이 비구컵의 삽입이 가능하다.

또한 수술 중 대퇴골 근위부의 골절이 발생한 경우 환상강선 고정이 용이하고, 두 부위 절개 수술법이 실패시 단

일 절개법으로 변환이 더욱 쉽다. Mears의 경우 대퇴 삽입물을 위한 후방 절개시 저자의 경우보다 더 후상방으로 하게 되는데, 이런 경우 근위 대퇴골에 도달하는데 더 편할 것으로 생각되지만, 실제로는 수술 도중 라스프(rasp) 및 대퇴 삽입물이 장골의 부위를 때리기 쉬운 위치가 될 수 있다<sup>23)</sup>. 저자의 경우는 후방 절개부위가 후외측부에 위치하며, 이상근을 해부학적 표인점으로 절개를 하기 때문에 주변부 근육과 신경(상둔신경, 좌골신경) 등의 손상을 피할 수 있고, 또한 직접적으로 시야를 확보한 상태에서 수술을 진행하므로 지혈작업을 쉽게 할 수 있다. 마지막으로 저자의 경우 측외에서 수술을 시행함으로써 대둔근 섬유사이로의 박리가 쉽고 중둔근 후방의 확인이 쉬워 정확한 부위를 절개할 수 있으며, 대퇴 스템의 삽입이 용이한 장점들이 있다.

그러나 두 부위 절개법을 이용한 MIS-THA는 수술 술기가 어렵고 대퇴표피신경의 손상가능성이 더 많다는 단점과 시멘트를 이용한 대퇴골 삽입물을 사용할 수 없다는 단점을 가지고 있다. 그러나 최근에는 고령의 환자에서 시멘트를 사용하지 않는 인공 고관절 치환술이 증가하는 추세이며 그 결과도 좋기 때문에 고령에서도 최소 절개 수술법은 사용이 가능하다. 술전 방사선 촬영에서 심한 골다공증으로 시멘트를 사용한 인공 고관절 치환술이 필요한 경우는 기존의 수술 방법을 선택하는 것이 좋을 것이다. 또한 두 부위 절개법을 이용한 MIS-THA는 어느 정도의 학습곡선이 필요한 것이 사실이다. Pagnano<sup>18)</sup>는 4명의 수술법 개발자의 375명의 수술에서 1.3%의 Major 합병증이 발생하였으며, 2.1%에서 Minor 합병증이 발생하였다고 하였다. 다른 159명 수술자들의 조사에서 처음 10예 이상의 수술에서도 합병증은 감소하지 않았으며 대부분 10예 이전에 이 수술법을 포기하였다. 따라서 초기에는 인공 고관절 수술에 많은 경험이 있는 술자들에 의해 시술되어야 하고, 해부용 사체 등을 이용한 수련이나 경험 있는 이들에게서 새로운 방법에 대한 충분한 교육을 받은 후에 시술하는 것이 옳은 일이고 충분한 교육 후 자신이 생겼을 때 시도하는 것이 좋다. 또한 수술 도중이라도 어려운 문제가 발생했다면 절개를 더 해서라도 환자의 수술 결과를 좋게 하는 것이 피부절개를 적게하는 것보다 훨씬 더 중요하다는 점을 강조하고 싶다.

이처럼 MIS-THA는 장점과 단점을 가지고 있는 것이 사실이지만, 앞으로의 발전 방향은 어떻게 하면 장점을 유지하고 향상시키면서 단점을 보완하고 합병증을 줄인 것인가 하는 것이라 하겠다. 새로운 술식이 소개된 이후, 그 술식의 적합성 여부에 대한 논란의 여지가 많지만, 시간이 지나면서 점차 인정받는 술식으로 자리잡아가는 경우를 흔히 보게 되는데, 정형외과 영역에서 오래 되지 않은 좋은 예가 바로 관절경 수술이라 하겠다. 관절경 수술이 보편화 되지 않았을 때는 이 수술에 대해 논란이 많았다. 그

러나 관절경 술기의 발전과 많은 수술 기구의 발달과 더불어 현재는 무릎 병변의 치료에 있어 관절경 수술은 없어서는 안될 중요한 방법으로 자리매김하였다.

## 결 론

최소 침습 방법에 의한 수술은 환자에게 필요 없는 손상을 주지 않으면서 좋은 결과를 줄 수 있는 아주 이상적인 방법이라 하겠다. MIS-THA가 기존 방법과 비교해서 같은 장기 성적을 낼 수 있다면, 여러 가지 장점을 가지고 있는 최소 침습 방법을 통한 인공 고관절 전 치환술을 시행하지 않을 이유가 없다. 단일 절개를 통한 MIS-THA가 단순히 기존의 전통적인 절개의 THA에 비해 피부절개만을 줄이는 효과를 가져왔다고 한다면, 두 부위 절개를 통한 MIS-THA는 피부절개뿐 아니라 근육 및 인대의 손상을 최소화하는 이상적인 수술 방법이라 할 수 있겠다. 그러나 최소 침습 수술 방법 시 수술 시야확보가 어려워 수술 중 합병증을 유발할 수 있는 가능성 또한 높다는 점을 명심하고 그런 합병증을 예방하기 위해 충분한 고관절 수술 경험이 있는 시술자가 알맞은 수술 기구의 구비 후 정확한 수술 수기를 습득한 후 시행하는 것이 중요하리라 사료된다.

## REFERENCES

- 1) **Archibeck MJ, White RE:** Learning curve for the two-incision total hip replacement. *Clin Orthop*, 429: 232-238, 2004.
- 2) **Bal BS, Haltom D, Aleto T, Barrett M:** Early complications of primary total hip replacement performed with a two-incision minimally invasive technique. *J Bone Joint Surg*, 87-A: 2432-2438, 2005.
- 3) **Berger RA:** The technique of minimally invasive total hip arthroplasty using the two-incision approach. *AAOS instructional course lectures*. Vol 53; 2004. 149-55.
- 4) **Berger RA:** Total hip arthroplasty using the minimally invasive two-incision approach. *Clin Orthop*, 417: 232-241, 2003.
- 5) **Berger RA, Jacobs JJ, Meneghini RM, Valle CD, Paprosky W, Rosenberg AG:** Rapid rehabilitation and recovery with minimally invasive total hip arthroplasty. *Clin Orthop*, 429: 239-247, 2004.
- 6) **Bertin KC, Roettinger H:** Anterolateral mini-incision hip replacement surgery: a modified Watson Jones approach. *Clin Orthop Relat Res* 429: 248-255, 2004.
- 7) **Berry DJ, Berger RA, Callaghan JJ et al:** Minimally invasive total hip arthroplasty. Development, early results, and a critical analysis. *J Bone Joint Surg*, 85-A: 2235-2246, 2003.
- 8) **Berry RA, Duwelius PJ:** The two-incision minimally invasive total hip arthroplasty: technique and results. *Orthop Clin North Am*, 35: 163-172, 2004.
- 9) **Duwelius PJ, Berger RA:** Minimally invasive total hip arthroplasty: the two-incision approach. *Current opinion in Orthop*, 16: 5-9, 2005.
- 10) **Fujio H, Masafumi G, Noboru Y et al:** Minimally invasive uncemented total hip arthroplasty through an anterolateral approach with a shorter skin incision. *Journal of Orthopaedic science*, 8(6): 812-817, 2003.
- 11) **Goldstein WM, Branson JJ, Berland KA, Gordon AC:** Minimal-incision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 85-A(Suppl 4): 33-38, 2003.
- 12) **Hartzband, MA:** A minimal incision approach for total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg*, 84-B(Suppl): 73, 2002.
- 13) **Hungerford DS:** Minimally invasive total hip arthroplasty: in opposition. *J Arthroplasty*, 19(Suppl): 81-82, 2004.
- 14) **Keggi KJ, Keggi JM, Kennon RE:** Minimal incision total hip arthroplasty via the anterior approach. *Current opinion in Orthop*, 16: 10-13, 2005.
- 15) **Lin DH, Jan MH, Liu TK, Lin YF, Hou SM:** Effects of anterolateral minimally invasive surgery in total hip arthroplasty on hip muscle strength, walking speed, and functional score. *J Arthroplasty*. 2007 Dec;22(8):1187-92.
- 16) **Mears DC:** Development of a two-incision minimally invasive total hip replacement. *J Bone Joint Surg*, 85-A: 2238-2240, 2003.
- 17) **Min BW, Jeon SH, Lee KJ:** Minimally Invasive Primary Total Hip Arthroplasty. *J Korean Hip Soc*, 15: 65-70, 2003.
- 18) **Pagnano MW, Leone J, Lewallen DG, Hanssen AD:** Two-incision total hip arthroplasty had modest outcomes and some substantial complications. *Clin Orthop Relat Res*. Dec 2005;441:86-90.
- 19) **Sculco TP:** Minimally invasive total hip arthroplasty: in the affirmative. *J Arthroplasty*, 19(Suppl): 78-80, 2004.
- 20) **Sculco TP, Jordan LC:** The mini-incision approach to total hip arthroplasty. *AAOS ICL* 53:141-147, 2004.
- 21) **Sherry E, Egan M, Warnke PH, Henderson A, Eslick GD:** Minimal invasive surgery for hip replacement: a new technique using the NILAV hip system. *ANZ Surg*. 73: 157-161, 2003.
- 22) **Siguiet T, Siguiet M, Brumpt B:** Mini-incision anterior approach dose not increase dislocation rate. *Clin orthop*, 426: 164-173, 2004.
- 23) **Tanzer M:** Two-incision total hip arthroplasty. Techniques and pitfalls. *Clin Orthop*, 441: 71-79, 2005.
- 24) **Vail TP, Callaghan JJ:** Minimal incision total hip arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg*. 15(12): 707-715, 2007. Review.
- 25) **Waldman BJ:** Minimally invasive total hip replacement and perioperative management: early experience. *J Southern Orthop Assoc*, 11: 213-217, 2002.
- 26) **Wenz JF, Gurkan I, Jibodh SR:** Mini-incision total hip arthroplasty: a comparative assessment of perioperative outcomes. *Orthopedics*, 25: 1031-1043, 2002.
- 27) **Williams SL, Bachison C, Michelson JD, Manner PA:**

- Component position in 2-incision minimally invasive total hip arthroplasty compared to standard total hip arthroplasty. J Arthroplasty. 23(2): 197-202, 2008.*
- 28) **Woolson ST, Mow CS, Syquia JF, Lannin JV, Schurman DJ:** *Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. J Bone Joint Surg, 86-A: 1353-1358, 2004.*
- 29) **Wright JM, Crockett HC, Delgado S, Lyman S, Madsen M, Sculco TP:** *Mini-incision for total hip arthroplasty. The Journal of Arthroplasty, 19(5): 538-545, 2004.*
- 30) **Yoon TR, Bae BH, Choi MS:** *A modified two-incision minimally invasive total hip arthroplasty: Technique and short-term results. Hip International, 16: 28-34, 2006.*
- 31) **Yoon TR, Bae BH, Rowe SM, Chung JY, Lee KB:** *Primary total hip arthroplasty with mini-incision technique - preliminary report -. J Korean Orthop Assoc, 38: 342-348, 2003.*

## ABSTRACT

### Minimally Invasive Total Hip Arthroplasty

Taek-Rim Yoon, M.D., Kyung-Soon Park, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University School of Medicine,  
Chonnam National University Hwasun Hospital, Jeonnam, Korea*

Recently the interest in minimal invasive surgery for total hip arthroplasty is increasing due to its advantages of less soft tissue injury, less postoperative pain, early rehabilitation and cosmesis. There are two methods of minimal invasive surgery for total hip arthroplasty; one incision and two incision technique. The more common method is the one incision technique and among them, anterolateral and posterior or posterlateral method are most common. This one incision method reduces the length of incision. Two incision method was developed by Mears and Berger to reduce the degree of trauma to the muscles and tendons as well as to reduce the incision size. But the minimal invasive total hip arthroplasty has some potency of development of complications due to smaller operation field. So the minimal invasive total hip arthroplasty should be done only by experienced surgeons with sufficient training and adequate equipments.

**Key Words:** Hip, Joint replacement, Minimal invasive, Operation technique, Complication