

고관절 주위 절골술과 관련된 최신 지견

장 재 석

울산대학교 의과대학 정형외과학교실

고관절 이형성증에서 대퇴 골두와 비구가 접촉하는 면적이 작다. 작은 부위에 과도한 체중 부하가 가해지고, 또한 비구가 경사져 있어 체중 부하는 압박력으로 작용하기보다는 전단력(shearing force)로 작용하여 대퇴 골두의 아탈구와 함께 관절 연골은 퇴행성 변화를 일으켜 결국 심한 이차적 관절염을 유발하게 된다. 진행된 관절염에서는 인공관절 치환술을 실시하여야 하지만, 아직 관절 연골이 완전히 소실되지 않은 경우에는 인공관절 치환술보다는 절골술을 고려하게 된다^{3,32)}. 절골술을 실시하면 고관절에 가해지는 힘을 저하시킬 수 있으며, 또한 고관절에 가해지는 스트레스를 줄일 수 있다. 비구와 대퇴 골두가 접하는 면적을 늘림으로써 고관절에 가해지는 힘에는 변화를 주지 않으면서 고관절에 가해지는 스트레스를 줄일 수 있다. 이론적으로는 고관절에 가해지는 힘을 줄일 수 있는 방법은 주위 근육이 작용하는 지렛대 길이를 증가시키거나, 구축된 관절낭이나 근육을 이완시키거나, 대퇴 골두에 가해지는 힘을 근위 대퇴 다른 부위로 옮기면 가능하다. 또한 절골술시 고관절을 내측으로 전이시키면 신체의 중심에서 고관절까지의 거리가 짧아지므로 고관절에 가해지는 힘을 저하시킬 수 있다. 그래서 최근 실시하는 비구 주위 절골술은 절골편의 상부를 외측으로 빼내면서 교정하는 것이 아니라, 절골편의 하방을 골반 내로 밀어 넣는 방향으로 교정한다^{3,31)}. 절골술은 기계적인 면에서 효과가 있을 뿐만 아니라, 생물학적으로도 변화를 초래하는데, 여기에는 근육이 작용하는 길이의 변화, 혈액 공급의 변화, 골격 내 압력의 감소와 근 경련의 감소를 가져온다. 이들은 골격과 연부 조직의 재형성에 관여하고, 손상된 연골을 치료하는 방향으로 작용하여 관절염이 호전시킬 수 있으며, 절골술 후 소실된 관절 간격이 넓어지는 것을 관찰 할 수도 있다³⁾.

절골술은 크게 정상 관절 연골인 초자 연골의 관절면을

갖는 재건형(reconstructive osteotomy) 절골술과 섬유 연골(fibrocartilage)의 관절면을 기대하는 구제 절골술(salvage osteotomy)로 나누며, 절골의 수 및 비구와 절골 면과의 거리에 따라 여러 가지 절골술로 분류된다⁶⁾. 최근에는 스위스의 Gan에 의하여 개발된 빠른 비구 주위 절골술과 일본의 비구 회전 절골술을 주로 실시하므로 이에 대하여 살펴보고자 한다.

비구 주위 절골술의 적응증

비구 주위 절골술은 주로 고관절 이형성증에 실시한다. 고관절 이형성증은 비구가 작게 형성되고 경사를 이루어 결국 퇴행성 변화를 초래하며, 주로 비구 전연각이 증가하여 고관절 전방 부위의 결손이 심하다. 그래서 이 부위를 많이 덮어주기 위하여 비구 주위 절골술을 실시한다. 절골술시 고려하여야 할 점들은 나이, 관절운동 및 절골술 후 congruent 관절의 가능 여부 등이 있으며, 이외에 동반 질환 유무, 골다공증 여부 등이 있다. 나이는 삼방 성장판(triradiate cartilage)이 폐쇄되기 전의 연령에서는 실시할 수 없다. 그리고 고령에서는 절골술보다 인공관절 치환술을 실시하게 되는데, 나이의 상한선이 정해진 것은 아니다. 호적상의 나이보다는 환자의 활동 상태를 고려하여야 한다^{15,30)}. 그러나 나이가 고령일수록 골격의 강도는 약하여 절골 시 작은 조각편이 발생할 수 있으며, 폐경기 여성에서는 해면골의 양도 감소하는 것을 고려하여야 한다. 절골술 후에는 대퇴 골두를 많이 덮어주게 되므로 수술 전보다 관절 운동의 저하가 올 수 있다. 그러므로 고관절 굴곡이 90도 이하인 경우에는 관절운동 저하에 대하여 환자와 상의를 하여야 하며, 60도 이하에서는 절골술을 실시하지 않는 것이 좋다고 권한다^{21,30)}. 절골술 후 만족할 만한 관절이 형성되는가에 대하여는 X-선 촬영을 실시하여 판정하게 된다. 가성 비구가 형성된 경우에는 정상 관절이 아니므로 절골술이 적응되지 않으며, 비구의 반경과 대퇴 골두의 반경의 차이가 있는 경우에도 좋은 결과를 기대하기 힘들다¹⁵⁾. 이때에는 외전-내회전 및 내전-내회전한 X-선 촬영을 실시하여 교정하는 정도를 계획하게 되며, 비구 주위 절골술과 함께 대퇴골 절골술 필요성에 대하여도 평가하여야

※ 통신저자 : 장 재 석

서울특별시 송파구 풍납동 388-1

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실

Tel: 82-2-3010-3530

Fax: 82-2-488-7877

E-mail: jschang@amc.seoul.kr

한다⁶⁾. 이와 같이 비구 주위 절골술의 금기가 되는 것은 성장판 손상이 우려되는 성장기 청소년, 관절 연골이 소실한 심한 골관절염 및 관절 운동의 제한이 심한 경우이며, 이외의 경우에는 X-선 및 C-T를 평가하여 수술을 실시할 수 있다.

고관절 이형성증 뿐 아니라 전후방 고관절 방사선 촬영에서 대퇴 골두를 덮고 있는 것이(즉 C-E각) 정상이어도 비구 후염전으로 비구 주위 절골술을 실시할 수 있다. 비구 후염전이 증가하는 것은 대부분의 고관절 이형성증에서 비구 전염각이 증가하는 것과는 반대로 비구 후방부의 결손이 크며, 아주 드물게는 후방 측으로 고관절 불안정한 상태도 있지만, 대개는 고관절 전방에서 비구와 대퇴 경부와 충돌을 일으켜 증상이 발생한다(충돌 증후군). 후염전은 비구의 근위부에서만 발생하고 원위부는 정상적인 전염각의 소견을 나타내므로 X-선상 비구 전방 벽과 후방 벽이 교차하는 것이 관찰된다(cross-over sign)^{8,16)}. 충돌이 발생하는 부위의 대퇴 경부는 부분적으로 용기가 있으며, 이에 대하여 대퇴 경부중 용기된 부위를 제거하는 수술을 실시할 수 있고, 비구 전방 부위의 돌출이 심하면 이를 제거하며, 비구순은 손상이 심하지 않으면 다시 붙여주는 방향으로 수술한다. 이외에 고관절이 불안정하여 자주 탈구되

기도 하며, 후방 비구 결손이 심각하면 비구 주위 절골술을 시행할 수 있다(Fig. 1).

비구주위 절골술의 발전

골반 절골술로 제일 잘 알려져 있는 것은 Salter 절골술이다. 전상 장골 극(ASIS) 근위부에서 대 좌골 절흔(greater sciatic notch)로 향하는 절골술을 시행하여 대퇴 골두의 전방부를 덮어주는 시술로 소아의 선천성 고관절 탈구에 많이 시행한다. 이 절골술은 치골 결합 및 천장관절에서(특히 치골 결합) 움직임이 있어야 교정을 얻을 수 있으며, 소아에서 주로 실시하지만, 성인에서 실시하여 만족할 만한 결과를 얻었다는 보고도 있다^{4,17)}. 그러나 Salter 절골술은 장골만 절골하여 고관절 전방부를 덮어주므로 비구의 후염전을 증가시킨다. 그러므로 후염전이 동반된 고관절 이형성증에서는 비구 후방부의 결손이 더욱 심해지며, 고관절 전방부에서는 대퇴 골두와 비구가 맞닿는 충돌 증후군을 만들 수 있다. 고관절 이형성증에서는 비구의 전염각이 증가하여 고관절 전방부를 덮어주지 못하는 것이 대부분이지만, 6명중 1명의 고관절 이형성증에서는 후염전을 동반하며, 비구 후염전을 동반한 고관절 이형

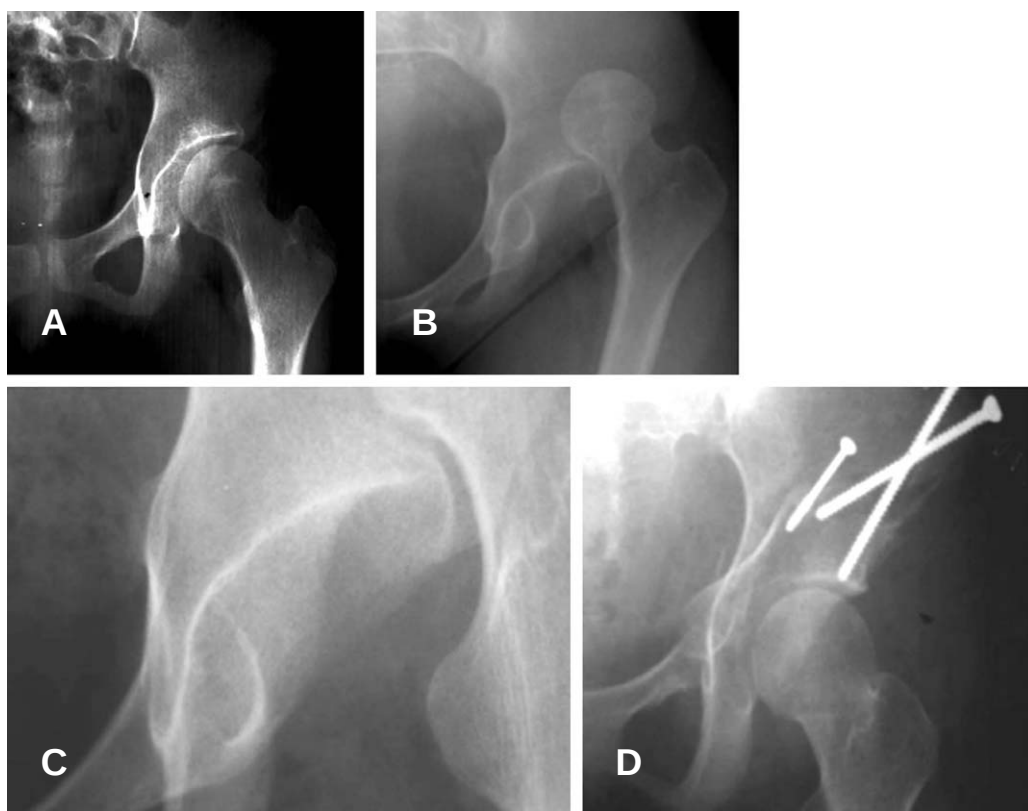


Fig. 1. 13세 여아로 고관절 이형성은 심하지 않으나 (CE각 8도, A), 비구 후염전으로 간헐적으로 고관절 후방 탈구가 발생하고 (B), 이에 대하여 베른 비구 주위 절골술을 실시하였다(C). 탈구된 방사선 사진에서 비구 전방 벽과 후방 벽이 고관절 중간 부위에서 교차되는 것(cross-over sign)을 잘 보이고 있다(D).

성증에서는 3차원적으로 후염전을 증가시키지 않는 절골술을 시행하여야 한다^{8,16,19}. 성인에서도 절골술로 충분한 교정을 얻기 위하여 장골뿐 아니라 치골을 치골 결합 근처에서도 절골하는 방법이 개발되고, 여기에 좌골 조면(ischial tuberosity) 근처에서도 절골술을 실시하는 3중 절골술이 개발되었다. 더욱 충분한 교정을 얻기 위하여는 되도록이면 비구 가까이에서 절골하고 절골 후 절골편의 움직임을 방해하는 천골 극 인대(sacrospinous ligament)가 절골편에 붙어 있지 않게 하는 방법으로 Tonniss가 3중 절골술을 변형시켰다³². 이전의 3중 절골술과 비교하면 Steel의 3중 절골술은 천골 극 인대 때문에 절골편을 외전 시키면 동시에 절골편이 외회전되는 경향이 있으나, Tonniss 3중 절골술 이후의 비구 주위 절골술은 이러한 것이 거의 없어졌다¹⁷. 이외에 독일의 Wagner 등이 Spherical 절골술을 개발하였으나 많이 시행되지 못하였고, 이후 1988년에 스위스의 Ganz가 비구 가까이에서 절골술을 시행하는데, 대좌골 절흔(greater sciatic notch) 부위의 비구 후주는 절골하지 않는 방법을 기술하였고(Berneses Periacetabular Osteotomy), 여러 변형된 방법들이 있으나 현재 세계적으로 많이 시행되고 있다⁹. 한편 일본에서는 골반의 내측 피절골은 절골하지 않으면서 비구를 따라 동그렇게 절골하는 Rotational Acetabular Osteotomy(RAO)를 개발하여 고관절 이형성증에 사용하고 있으며, 여러 변형된 수술 기법들이 발표되기도 한다. Ganz가 시행한 절골술과 일본에서 시행하는 RAO와는 몇 가지 차이점이 있다. 우선 Ganz는 Smith-Peterson 도달법으로 골반골 내측 벽을 박리하여 절골술을 시행하고, 거의 대부분에서 고관절을 열고, 관절 내 비구순 및 퇴행성 병변을 관찰하는 것을 권장한다. 그러나 RAO는 Extended Iliofemoral 도달법으로 고관절 주위를 노출시키고, 골반골 내측 골은 건드리지

않으면서 동그렇게 고관절을 따라 절골술을 시행하고, 절골편의 내측 해면골을 제거하여 체중 부하를 받는 대퇴 골두를 덮을 뿐 아니라 고관절을 내측으로 전이시킨다. 이때 절골편으로 가는 혈관은 관절낭을 따라가는 혈관 밖에 없으므로 관절을 절개하고, 관절 내 병변에 대한 처치는 하지 않는다. 고관절을 내측으로 전이시키는 것은 Ganz가 시행한 절골술에서도 시행하며, RAO보다 많은 교정이 가능하다. 이는 신체의 중심에서 고관절까지의 지렛대 거리를 줄여 고관절에 가해지는 힘을 작게 하여 퇴행성 병변을 늦추기 위함이다. 빠른 비구 주위 절골술의 또 다른 장점으로 절골편의 혈액 순환이 장애를 받지 않는다는 점이다. 반면에 RAO는 혈액 순환 장애로 절골편의 골괴사가 발생할 수 있다. 빠른 비구 주위 절골술은 장골의 외측은 손상되지 않으므로 상 둔 동맥(superior gluteal artery), 하 둔 동맥, 폐쇄 동맥에서 분지된 비구와 비구 상부의 소혈관과 소둔근을 따라 들어오는 혈관은 손상되지 않는다. 그래서 절골편을 심하게 교정하는 경우에도, 수술 시 시행한 초음파 검사에서는 혈액 순환이 유지되는 것을 관찰할 수 있다고 한다^{2,6}. 그리고 비구 후주를 남겨 골반의 안정성이 유지되므로 수술 후 곧 거동이 가능하다(Fig. 2).

비구주위 절골술을 실시하기 전 검사

고관절 이형성증 환자는 고관절 부위의 동통과 걸음걸이의 이상으로 병원을 찾게 된다. 처음에는 이학적 검사상 이상이 없을 정도로 증상이 심하지 않고, 고관절 전방부의 동통이나 Patrick검사도 정상일 수 있으며, 주로 고관절 외전근의 피로에 의한 증상이다. 그러나 비구순에 손상이 오게 되면 급격히 증상이 악화되고, 치료를 하지 않는 경우에는 퇴행성 관절염으로 빠르게 진행된다.



Fig. 2. 빠른 주위 절골술은 사각형으로 절골하고, 대좌골 절흔의 비구 후주는 손상을 받지 않았으므로 절골술 후 골반의 안정성은 매우 좋다. 교정된 상태는 2개의 나사못으로 고정되어 있으며, 작은 나사못은 ASIS를 고정하고 있다.

동통의 원인이 관절의 퇴행성 변화와 함께 대퇴 골두를 충분히 덮지 않은 아탈구와 관련이 있는지, 또는 비구와 근위 대퇴골과의 충돌 증후군에 의한 것인가를 이학적 검사를 실시하여 검사한다. 고관절을 과신전시키고, 외회전하여 고관절을 전방 탈구되는 방향으로 힘을 가하였을 때, 환자가 고관절 전방부에서 동통과 불안정한 감을 호소하면 대퇴 골두 전방부가 비구에 의하여 충분히 덮여 있지 않은 것이다(apprehension test). 고관절을 굴곡, 내전, 및 내회전시킬 때 동통을 호소하면 충돌 증후군을 의심할 수 있다(impingement test).

관절 운동 범위를 측정하고, 관절 운동 제한이 있는 경우에는 원인이 무엇인가를 확인하여야 한다. 관절의 감염에 의하여 심한 반흔 조직(섬유질)에 의하거나, 또는 울퉁불퉁한 관절면이 형성되거나 가성 비구를 형성한 아탈구로 부드러운 관절 운동이 되지 못하는 경우에는 절골술로 큰 도움을 줄 수 없을 수 있다. 이에 대하여 내전 및 외전시킨 방사선 사진을 촬영하여 관절 간격을 비교하는 검사가 필요하며, 관절 간격이 적당하고 부드러운 관절면을 이루는 정도의 내전 또는 외전 각도를 확인하여 근위 대퇴골 절골술 여부도 판정하게 된다²⁶⁾. 회전 운동의 차이가 심한 경우에는 대퇴골 전염각의 정도를 C-T로 반드시 확인하여야 하며, 대퇴골 회전 절골술을 같이 실시하는 것을 고려하여야 한다.

방사선 촬영은 체중부하 상태로 서서 촬영한 골반골 전후방 사진, 양측 고관절 전후방 사진, frog-leg 사진, 고관절을 외전-내회전 시킨 사진 및 내전시킨 사진, 및 false profile view를 측정한다. 고관절 전방을 비구가 덮는 정도를 측정하는 false profile view는 3차원 단층 촬영 검사(3D C-T)를 실시하면서 중요성이 저하되었다. 방사선 촬영 중에는 잘 찍은 골반골 전후방 사진이 제일 중요하다. 즉 미골(coccyx)이 치골 결합과 동일 선상에 위치하고, 치골 결합보다 약 1Cm 정도 근위부에 위치하는 사진이 비구 이형성을 평가하기 좋은 사진이다. 비구가 대퇴골두를 덮고 있는 정도에 대하여는 Center-Edge angle of Wiberg(C-E 각)를 측정하여 20도 이하인 경우에는 고관절 이형성증을 의심하여야 한다. False profile view에서도 이와 같은 각도를 측정하여 고관절 전방부를 평가할 수 있다. 비구의 경사도를 측정하여야 하며, 성인에서는 비구의 외측에서 눈물 방울을 연결하는 선과 좌우 눈물 방울을 잇는 선이 이루는 각으로 비교하게 된다. 또한 Shenton's line을 측정하여 아탈구되어 대퇴 골두가 상-외측으로 전위되는 정도를 파악하고, 내측 관절 간격이 넓어졌는지도 확인하여야 한다. 그리고 비구의 전방 벽과 후방 벽이 비구 외측에서 만나는 것을 관찰하여야 한다. 비구 후염전은 근위부에만 있기 때문에 X-선상 비구 후방 벽이 비구 하부에서는 외측에 있다가 상부로 가면서 비구 전방벽에 대하여 내측에 위치하게 되며, 이를 Cross-over

sign 또는 Figure of 8 sign 이라고 한다. 이를 관찰한 경우에는 절골술시 후염전을 증가시키는 방향으로 절골편이 전방으로 돌려 지지 않도록 조심하여야 한다. 충돌 증후군이 의심되는 경우에는 많은 환자에서 frog-lateral 사진에서 대퇴 경부 전방에 골조직이 융기되어 있는 것이 관찰된다.

고관절 이형성증에서는 비구순이 매우 크게 발달되어 있으며, 파열이 될 수 있다. 비후된 비구순으로 견디고 있던 고관절 이형성증에서 비구순이 파열되면, 급격히 퇴행성 관절염으로 진행되게 된다고 한다. 비구순은 퇴행성 변화를 일으키고, 파열될 수도 있으며, 낭종을 형성할 수 있다. 낭종은 연골하 골에서도 관찰되지만, 관절 근처의 연부조직에 형성할 수 있다. 그리고 비구순 근처의 비구 변연부가 떨어지기도 한다(acetabular rim fracture). 그러므로 비구순의 상태를 확인하여야 하는데, 단순 C-T 또는 MRI에서는 관찰하기 힘들며, 관절조영술을 실시한 후 곧 C-T 또는 MRI를 실시하여 평가하여야 한다(C-T arthrogram, MR-arthrogram). 이외에 조영제를 정맥 주사하고, 약 20분 경과한 후 MRI를 촬영하는 간접 MR-arthrogram으로 관찰할 수 있다(Fig. 3).

비구주위 절골술의 수술 기법

Ganz가 소개한 비구 주위 절골술은 처음에는 extended iliofemoral 도달법을 이용하였으나, 이소골 형성 및 외전근 손상 등으로 골반골 외측을 건드리지 않는 smith-Peterson 도달 방법으로 변형시켰다. 우선 고관절 관절막 하방으로 절골기를 통과하여 비구가 좌골과 연결되는 부위에 부분 절골술을 시행하고, 치골은 장치 용기(iliopectineal eminence) 내측에서 경사지게 절골하고, 장골은 전상 장골 극과 전하 장골 극 사이에서 후방으로

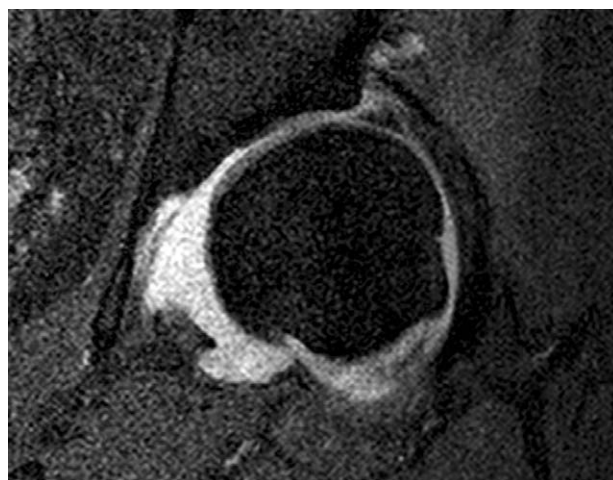


Fig. 3. 간접 MR-arthrogram에서 비구순이 전상방 부위에서 파열된 것이 관찰된다.

절골하며, 비구 후방 주는 1 cm 남기면서 좌골 극 방향으로 절골을 하고, 마지막으로 좌골을 절골한다. 이때 장골에 대한 절골술을 제외하면 절골선을 관찰하기 힘들며, 보이지 않으면서 절골술을 실시하므로 수술이 힘든 것으로 알려져 있다. 그러므로 절골술시 절골선이 관절 내로 삽입되지 않고, 또한 비구 후방 주에도 분쇄 골절이 발생하지 않도록 조심하여야 하며, 경험이 많이 필요하다. 비구 주위로 원하는 부위를 절골하는 것이 중요하지만, 비구주위 절골술에서 가장 중요한 부분은 절골편을 수술 전에 예정한 대로 돌려 절골편이 대퇴 골두를 충분히 덮도록 교정하는 것이다. 비구 주위 골반골을 너무 힘들게 절골하여 시간을 많이 소모하면, 절골편을 재정렬하는 것이 더욱 초심자에게는 힘들게 되며, 충분한 교정을 얻지 못하는 경우가 있게 된다. 비구 주위로 절골을 마친 후에 절골편의 재정렬을 시도하는데 절골편이 움직이지 않는 경우가 있다. 이것의 원인으로는 첫째 골반골 내측의 골막이 붙은 채로 남아 있는 경우가 있으며, 치골 절골이 너무 내측에서 시행되면 치골에 붙은 근육 및 인대를 떼어내지 못하는 경우도 있다. 둘째는 절골이 완전하게 되지 않는 경우로 처음부터 절골기로 완전히 절골된 여부를 확인하여야 한다. 셋째는 절골편의 각도가 중요하다. 이외에 드물게는 심한 아탈구에서 아탈구된 대퇴 골두가 절골편을 회전시키는 것을 방해할 수 있으며, 이때에는 견인이 필요할 수 있다. 특히 고관절을 내전시키면서 대퇴 골두를 많이 덮어주기 위하여는 절골편의 상부를 외측으로 끌어내는 것이 아니라, 절골편의 하부를 내측으로, 즉 골반 내로 밀어 넣는 방향으로 전이 시켜야 하는데, 절골편이 경사지어 방해하는 경우가 있다. Laminar spreader, Shanz screw, bone hook 등을 이용하여 점차적으로 교정을 얻어야 하며, Shanz 핀이 삽입된 골을 부수면서 빠지는 경우도 있으므로 조심하여야 한다. 수술 부위(절골 부위)의 시야를 좋게 하기 위하여 변형된 수술 방법 등이 소개되었다. 여기에는 Iliioinguinal 도달 방법을 이용하거나, 전방은 iliofemoral 도달 방법으로 후방은 Kocher-Langenbock 도달 방법을 이용하는 방법이 있으며, 피부 절개도 길이 차이가 있을 수 있다. 여자 환자에서는 골반이 넓고, 골반 강이 크기 때문에 quadrilateral surface가 보이는 경우가 있다. 그러나 대부분의 환자에서, 특히 근육이 발달한 남성에서는 quadrilateral surface 뿐 아니라 greater sciatic notch도 확인하기 힘든 경우가 있으므로 Iliioinguinal 도달법으로 좋은 시야를 얻을 수 있을 것이라고 기대하여서는 안 된다. 그러나 전방과 후방의 2개의 피부 절개를 이용하면 모든 절골 부위를 눈으로 확인하면서 수술을 시행할 수 있으므로 수술이 훨씬 수월하다. 수술자 뿐 아니라 수술에 참여한 모든 의사가 절골 부위를 확인할 수 있으므로 매우 교육적이다. 그리고 근위 대퇴골에 절골술을 같이 시행하는 경우에는 또 다른 피부 절개가 필요하지 않는다.

2개의 피부 절개로 반흔이 크다는 단점이 있지만, 수술 시간은 절골술에 드는 시간이 절약되므로 전체적인 수술 시간에는 큰 차이가 없는 것 같다. 전-후방의 피부 절개를 하는 경우에는 전방에서 치골 절골과 장골을 먼저 절골하고, 후방에서 좌골 절골을 마무리하는 방법도 있으며, 후방에서 먼저 절골술을 시행하고 다음에 전방을 절골하는 방법이 모두 가능하다. 이때 전방의 절골선과 후방의 절골선은 대 좌골 절흔의 전방 부위에서 만나게 되는데 이 부위가 잘 확인되지 않으면, 절골편 조각이 생길 수 있으나 큰 조각이라도 수술 결과에는 영향을 미치지 않으며, 후방에서 먼저 절골술을 시행하면 전방에서 보다 쉽게 절골선을 확인할 수 있다. 그리고 빠른 비구 주위 절골술은 등글지 않고 각이 지므로 절골편을 돌리기 힘들고, 병변이 있는 전방 부위를 많이 교정하기 위하여 절골편을 돌리면, 비구(즉 고관절)는 전방으로 전이되게 된다. 이를 방지하기 위하여는 각이 진 부위의 절골편을 다듬어 줄 수 있고, 전-후방 도달법을 사용하면 등글게 절골술을 실시할 수 있다.

전방에서만 수술을 시행하는 경우에 수술 시 영상 증폭장치를 사용할 수 있는데, 절골 부위를 확인할 수 없는 비구 후방 주 부위는 영상 증폭 장치로도 불분명하고, 수술 시 영상 증폭 장치가 차지하는 영역이 크므로 수술 조작이 힘들다. 그러므로 빨리 수술 기법을 터득하여 영상 증폭장치를 사용하지 않는 것이 바람직하다. Ganz는 각이 진 절골기를 사용하는데, 이는 절골 시 반대측 피절골을 절골하는 감을 예민하게 느낄 수 없는 것 같다. 전-후방의 피부 절개로 절골 부위를 눈으로 확인이 가능한 경우에는 이와 같은 각이 진 절골기는 필요하지 않다.

절골편의 재정렬이 되었다고 여기면 Steinmann 핀으로 잠시 고정을 하고, X-선 촬영을 실시한다. 정확한 골반 전후방 촬영을 실시하여야 교정 정도를 평가할 수 있다(미골이 치골 결합에 수직으로 약 1 cm 상방에 위치하는 것이 이상적이다). 교정은 C-E각이 25도 이상으로 정상이 되고, 비구의 체중 부하를 하게 되는 saucil이 수평이 되고(비구의 경사가 교정된 것임), 대퇴 골두가 내측으로 전이되었으나 장좌 선(ilioischial line)보다는 외측에 위치하는 정도이며, Shenton's line이 잘 유지되고, 비구의 후염전을 의미하는 cross-over sign이 없는 것이 이상적이다. 비구 주위 절골술의 문제점 중에 하나는 근위 대퇴골 절골술에서와 같이 술 전에 계획한 각도로 정확하게 X-선 하에서 교정하여 줄 수 없다는 것이다. 절골편을 전방으로 돌리는 것은 비교적 쉬우나 초심자는 전 외측으로 돌리려는 경향이 있다. 그래서 비구 후염전을 만들어 충돌 증후군을 만들 수 있기도 한다. 그러나 C-E각을 정상으로 만들면서 내측 전이를 시키는 것이 힘들다. 이는 마치 골반 골절에서 전이된 골절편의 정복이 힘들지만, 일반 정복이 되면 쉽게 원래 상태로 돌아가지 않는 것처럼 절골술에서도 내측 전이가 힘들지만 일단 전이가 되면 유지하는 데

에는 큰 어려움은 없다. 최근에는 골반 외측의 연부 조직은 건드리지 않으므로 성인에서는 비구의 외측을 덮어주는 것의 과교정은 잘 발생하지 않는다. 하지만 나이가 어릴 때에는 과교정이 가능하다는 것을 염두에 두어야 한다. 그러나 LCP에와 같이 대퇴골두가 큰 경우에는 고관절 전방부를 많이 덮어주어도 충돌증후군이 없으므로, 교정 정도에 대하여는 술 전 계획을 잘 세워야 한다. 교정이 잘 된 것을 X-선상 확인되면, 2개의 4.5 mm 긴 나사못으로 고정하고, 절골술을 마치게 된다(Fig. 2).

술 후에는 장 운동이 완전히 돌아온 후에 음식을 섭취하며, 그렇지 않으면 간혹 장 폐쇄가 발생할 수 있다. 고령이 아니므로 아주 빨리 거동을 시작할 필요는 없지만, 통증을 느끼지 않는 행동은 허용하여도 되며, 대개 술 후 2~3일에 보행기를 타고 움직이며, 재활 치료를 시작한다. 보행은 경사대(tilting table)에서 서기, 평행봉에서 걷기, 보행기를 이용하여 걷기, 목발로 걷기 순으로 실시하며, 체중 부하는 통증을 느끼지 않는 범위에서 부분 체중 부하를 한다.

근위 대퇴골 절골술이 요하는 경우

고관절 이형성증은 비구의 형태학적 이상 뿐 아니라 대퇴골두 및 경부에도 변형이 있을 수 있다. 주로 비구의 변형이 있는 경우에는 비구 절골술을, 반면에 주로 대퇴골의 변형이 있는 경우에는 대퇴골 절골술을 실시하는 것이 원칙이다. 비구와 근위 대퇴골에 모두 변형이 있는 경우에는 양측에서 절골술을 실시하여야 하며(Fig. 4), 고관절을 내전 및 외전시킨 방사선 사진을 잘 평가하여 교정 정도에 대하여 술 전 계획을 세워야 한다. 2번의 수술로 나누어 실시할 수 있지만, 양측의 절골술을 한번에 실시할 수 있다.

대퇴골 절골술을 먼저 실시하는 할지, 또는 비구 절골술을 먼저 실시할 것인가에 대하여는 이견이 있을 수 있다. Hersche는¹¹⁾ 비구 절골술을 먼저 실시하고, 대퇴골 절골술은 다음으로 실시하였는데, 그 이유로 비구 이형성증은 비구의 병변이 주된 것이기 때문이라고 하였다. 반면에 Nakamura는²²⁾ 먼저 대퇴골의 외반 절골술을 실시하고, 다음에 비구 회전 절골술을 실시하였다. 그리고 근위 대퇴골의 변형을 neck-shaft각이 정상이거나 증가된 경우(coxa valgus)와 대퇴 경부가 짧고, 대전자부가 상부로



Fig. 4. 24세 여자 환자로 우측 고관절 이형성증으로 동통을 호소하며, 3D C-T에서 대퇴골두가 둥글지 않으며, 비구 후염전이 증가되어 있고, 퇴행성 낭종도 확인할 수 있으며, 대퇴골의 전염각도 50도로 증가되어 있다(A). 외전 및 내전시키고 촬영한 방사선 사진에서 내전시 관절 간격이 잘 유지되어(B), 비구 주위 절골술과 함께 근위 대퇴골 절골술을 실시하였다(C).

올라가 있으며 neck-shaft각이 저하된 2개의 군으로 나누어 비교한 결과, 전자의 경우가 예후가 덜 좋은 것으로 보고하였다. 이는 고관절의 외반 변형을 더욱 만들므로 대퇴골두를 내측으로 이동시키는 효과가 적으므로 생역학적으로 고관절에 가해지는 힘을 줄이지 못하는 것으로 설명하였다. 대퇴골 절골술은 술전에 계획한대로 정확하게 교정할 수 있는 반면, 비구 절골술은 수술장에서 교정 정도를 잘 알 수 없으며, 예상한대로 교정을 못 얻는 경우도 있다. 어느 부위를 먼저 절골할 것인가는 중요한 것은 아니지만, 우선 비구 절골술을 시행하여 결정된 새로운 비구의 위치에 대퇴골 절골술로 교정하는 것이 큰 실수를 막을 수 있을 것으로 여겨진다.

합병증 및 이에 대한 예방 과 처치

절골선이 관절 내로 통과하거나, 절골기가 실수로 관절을 손상시킬 수 있다. 이는 특히 절골선을 눈으로 확인하지 않고 절골술을 시행할 때 발생할 가능성이 높다. 절골은 주로 골반골 내측의 quadrilateral surface에서 실시하므로 이 부위에서 고관절과 관계된 표지가 되는 부위를 확인하고 절골선을 결정하여야 한다. 전방 비구 벽은 장치 융기(iliopectineal eminence)보다 외측에 있으므로 치골 절골은 장치 융기 보다 내측에서 경사지게 실시하고, 장골은 AIIS보다 상부이며 대 좌골 절흔(greater sciatic notch)과 같은 높이에서 실시하면 안전하며, 비구 후방 주는 1 cm 남기고 좌골 극 위치까지 실시하고, 좌골은 좌골 극 위치에서 폐쇄 공(obturator foramen)쪽으로 절골하면 안전하다. Shiramizu가 비구 주위 절골술을 위하여 비구에서 비구 reamer로 골반골을 뚫으면서 비구와 quadrilateral surface의 해부학적 특징을 살펴본 연구에서도 위와 같은 관계를 알 수 있다²⁵⁾. 이외에 가정 비구가 비구 상방에 형성되어 있는 경우에는 AIIS가까이에서 절골술을 시행하면 관절이 노출될 수도 있다. 최근 컴퓨터의 도움을 받으면서 절골술을 실시하는 시도가 있다. 보이지 않는 부분의 절골술에 유용할 것이라고 여겨지지만 좀 더 결과를 관찰하여야 할 것으로 여겨진다²³⁾.

외측 대퇴 피 신경 손상으로 대퇴 외측을 감각 이상을 호소하는 경우가 있는데, 이는 피부 절개를 ASIS보다 외측을 통과하게 하고, ASIS는 외측에서 절골하여 내측으로 보내면 신경도 안전하게 보호할 수 있다. 골반 내에는 혈관이 많지만 골막 밑으로 골반골을 노출시키면 혈관 손상은 없다. 골반골은 풍부한 혈액 공급을 받으므로 절골 부위에서의 출혈은 막을 수 없지만, 골반골 내로 들어가는 영양 혈관은 천장 관절 앞 부위에서 확인하고 bone wax로 막아야 한다.

앞에서 언급한 것처럼 절골편이 과교정되거나 충분히 교정되지 않을 수 있다. 최근 비구 후염전과 충돌 증후군에

대한 관심이 높아지면서 절골편을 전 외방으로 많이 돌리지 않는 것, 즉 비구 후염전을 만들지 않는 것이 강조되고 있다¹⁹⁾. 절골 부위 불유합이 주로 치골부위에서 관찰되는데, 이와 연관된 증상은 없으므로 무시하여도 된다. 아주 드물게 장골의 불유합도 보고는 있으나 저자는 아직 경험한 적은 없다^{7,13)}. 절골편을 고정한 나사못이 관절 내로 들어가는 경우가 있으므로 고정 후에는 관절 운동을 시키면서 확인하여야 하며, X-선 촬영으로는 확인하기 힘든 경우가 많다. 그러므로 수술 후 수일 내로 C-T촬영을 실시하여 나사못의 위치를 확인하는 것이 바람직하다. 최근에는 골반골 외측을 노출시키지 않으므로 이소골 형성은 거의 없다. 일본의 RAO와 같이 절골편이 동글지 않고 사각형으로 각이 진 절골술은 절골편을 돌리면서 하지 길이가 길어지고 고관절이 전방으로 전이되는 경향이 있다고 한다. 이와 같이 하지 길이가 길어지는 요인이 있으나, 또한 C-E각을 증가시키면서 절골편의 하부를 골반 내로 밀어 넣는 조작은 하지 길이의 단축을 초래하므로 절골술 후 하지 길이 변화는 절골편의 모양, 교정 정도에 따라 차이가 있다. 한편 고관절이 전방으로 전이되지만 이와 관련된 증상은 아직 확실하지 않으며, 생역학적인 결과에 대하여는 장기적인 추시와 함께 연구가 필요하다.

합병증이 발생하는 정도는 경험과 매우 관계가 있어 처음에는 10% 이상이었으나 30예 이상을 수술한 후에는 3% 정도로 저하된 보고도 있다. 그리고 수술의 적응증이 되기 힘든 경우에도 수술을 시도하는 것도 문제되는 경우도 있다. 예를 들면 많이 전이를 시켜야만 체중 부하를 견딜 만한 관절 연골을 대퇴 골두 위에 놓이게 할 수 있거나, 정상적인 형태의 대퇴 골두가 아닌 경우에 절골술을 시행하는 것이다.

토 론

최근 인공고관절의 개발과 수술 기법 및 수술 기구가 괄목하게 발전하였으며, 마모를 줄이는 인공 관절면의 연구도 많이 되었고, 나아가서 피부 절개를 최소화하면서 실시하는 방법도 시도되고 있다. 그러나 인공 관절의 모든 것이 해결된 것이 아니며, 인공 관절의 마모 및 골용해 등은 아직 해결하여야 할 문제로 남아 있다. 그러므로 젊은 연령의 고관절 질환에 대한 치료 방법은 아직 인공 관절을 미룰 수 있는 치료를 우선 시도하여야 할 것이다. 1995년에 Callaghan이 언급한 ‘20~30년의 수명이 남은 환자에서는 인공관절이 이상적인 치료 방법이 아니라는 것’은 현 상태에서 적용된다고 본다⁵⁾. 이들에게 시행할 수 있는 치료 방법으로 절골술, 고관절 유합술, 관절경 수술, 골연 절제술 등이 있다. 최근에는 거의 모든 환자들이 움직이는 관절을 원하므로 고관절 유합술은 감염이 있는 경우에서만 실시하게 되고, 대부분의 환자에서는 절골술을 고려하게

된다. 고관절에 대한 절골술은 근위 대퇴골 절골술과 비구 주위 절골술로 나눌 수 있는데, 비구의 병변인 경우에는 골반골 절골술을 근위 대퇴골의 변형에 대하여는 대퇴골 절골술을 실시하여야 하며, 양측에 모두 변형이 있으면, 변형이 심한 부위를 또는 양측에 절골술을 실시한다.

고관절 이형성증환자의 50세가 되면 약 50%에서 퇴행성 관절염이 유발된다고 한다^{10,16)}. 이렇게 질환이 진행되는 것을 막기 위하여는 예방적으로 절골술을 실시하여야 한다고 한다. 그러나 나머지 50%의 환자들은 어떻게 될 것인가 하는 것은 아직 확실하지 않다. 고관절통을 호소하여 병원에 내원한 환자들 중에는 양측에 고관절 이형성증에 의한 관절염 소견인 골극 및 퇴행성 낭종을 X-선상 확인할 수 있지만 통증은 한쪽 고관절에만 있는 것을 종종 볼 수 있다. 물론 증상이 있는 고관절 쪽이 X-선상 병변이 심하지만, 반대측에도 Shenton's line이 어긋날 정도이며, 골 낭종도 보이지만 증상이 없을 수 있다. 이것에 대하여 잘 알 수 없지만 비구순의 역할 이외에는 설명할 수 없을 것 같다. 고관절 이형성증에서 관절조영술 및 MRI를 실시하면 비구순이 매우 비후된 것을 볼 수 있다. 이것은 고관절의 불안정성에 대한 반응으로 보이며, 비구순이 파열되게 되면 급격히 퇴행성 변화를 초래하는 것으로 알려져 있다. 이는 비구순이 고관절의 안정도를 높이는 효과가 있다는 것을 의미한다. 비구순이 파열되면 동통이 유발되지만, 비구순의 파열과 동통과의 관계는 확실하지 않다. 왜냐하면 비구순의 파열이 있는 고관절 이형성증에서 비구순에 대하여 아무런 처치를 하지 않고, 다만 비구 주위 절골술을 시행하여도 증상이 호전된다. 아마 파열 부위가 체중 부하하는 위치에 있으면, 비구순이 더욱 파열되는 방향으로 힘이 가하여지는 경우에 동통이 유발되는 것으로 보이며, 체중 부하를 받지 않으면 증상은 없는 것으로 여겨진다. 이는 슬관절의 반월상 연골판 파열 부위가 대퇴골과 경골 사이에 끼이면 증상이 악화되는 것(catching)과 비슷하다고 여겨진다. 그리고 RAO에서는 절골편의 혈액 공급이 관절낭을 따라오는 혈관에 위치하므로 관절낭을 절개하고 비구순 파열과 같은 관절 내 병변을 수술하는 조작은 하지 않는다. 이때에도 역시 절골편을 돌려주어 증상이 호전된다. 이점을 고려하면 비구순 파열에 대하여 관절경 수술의 효과와 비교하여 분석하는 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

비구의 재형성이 이루어지는 성장기 연령에서는 고관절 이형성증 대하여 절골술을 실시하여 고관절의 재형성을 도와주면서 향후 발생하는 관절염을 예방하여야 한다. 그러나 이때에는 성장판에 손상을 줄 수 있는 비구 주위 절골술은 실시할 수 없다. 성장판이 폐쇄된 청소년 및 성인에서 증상이 있는 경우에는 절골술을 적극적으로 실시하지만, 증상이 없는 경우에 수술의 실시 여부에 대하여는 이론의 여지가 있으며, 이들에 대한 정확한 병의 진행 과정에 대한 연구가 필요하다. 퇴행성 관절염으로의 진행이 느

려서 고령이 되어 증상이 나타나 병원에 내원하는 환자들 이 있다. 이들에게는 활동량이 적으므로 약물 치료 및 재활 치료만으로 치료하거나, 한번의 인공관절치환술로 평생을 사용하는 경우도 있을 것이다. 그러나 이와는 반대로 관찰만 하다가 증상이 악화되어 X-선 촬영한 결과 인공관절을 실시하여야만 하는 관절염으로 진행하여 조기에 절골술을 실시하지 않은 것을 후회하는 경우도 있다. 정기적으로 추시가 잘 이루어지지 않는 우리나라에서는 후자의 경우가 많을 가능성이 높다. 고관절 이형성증에서는 비구가 작으므로 인공관절 치환술시 적당한 인공관절의 선택이 힘들고, 골소실을 동반한 해리로 재수술을 하는 경우에는 더욱 힘들다. 이에 반하여 정상 형태의 고관절 모양이 형성된 경우에는 인공관절과 골조직과의 충분한 접촉을 얻을 수 있으므로 수술 결과도 좋을 것으로 예상되므로 증상이 없는 경우에도 절골술을 권할 수 있다. 하지만 비구 주위 절골술은 경험이 많이 요구되는 쉽지 않은 수술이며, 수술 후 고관절 외전근 회복에도 인공관절 치환술보다 오랜 기간이 걸린다. 이러한 점들을 고려하면 정기적인 외래 추시를 실시하고, 증상이 유발되면 곧 절골술을 실시하는 것이 바람직하다²⁰⁾.

LCP에서와 같이 대퇴 골두에도 변형이 있는 경우에는 수술 전 외전 및 내전시킨 X-선상 hinged abduction되는 것과 관절 간격이 잘 유지되는 부위를 확인하여야 한다. 그리고 술 전 계획으로 X-선에서 절골편을 그려 돌리면서 대퇴골두와의 관계를 평가하여 대퇴골 절골술의 필요 여부를 결정한다. LCP에서는 대퇴 골두가 크고, 역시 고관절 전방부가 증상의 원인인 경우가 대부분이므로 절골술 시 전방으로 절골편을 많이 돌리면서 병변이 있는 관절 연골은 하방으로 보내고, 전방 대퇴 골두를 많이 덮는 방향으로 절골한 비구가 놓이게 한다. 이렇게 하면 비구의 후염전은 증가하지만 대퇴 골두가 크기 때문에 충돌증후군은 잘 발생하지 않는다. 다만 나중에 퇴행성 관절염으로 인공관절 치환술을 실시하게 될 때에는 비구 컵의 위치를 잘 평가하여 삽입하여야 한다. 근위 대퇴골 절골술도 시행하여야 하는 경우에는 비구 주위 절골술시 동시에 시행하거나, 비구 주위 절골술을 먼저 시행하고, 2차로 대퇴골 절골술을 실시할 수 있다¹¹⁾.

절골술로 얻은 좋은 치료 효과가 지속되는 기간에 대하여는 확실하지 않다. 치료 경과를 술자에 따라 차이가 크지만 5년에는 약 70~75%(50~90%)가 만족할 만한 결과를 얻고, 10년 후에는 60~65%(30~85%)이며³⁾, Takatori에 의하면 RAO를 실시하고 평균 19.8년간 추시한 15예에서 다시 수술을 실시한 환자는 1예도 없었으나 X-선상 퇴행성 변화가 진행되는 것은 관찰하였다²⁹⁾. 그러므로 조기에 절골술을 실시하면 인공고관절 치환술을 실시하지 않고 평생 지낼 수도 있다고 여기고 있다^{6,15, 20,21)}.

요약 및 결론

고관절 이형성증은 초기에 재건형 절골술로 관절 연골에 가해지는 high loading을 감소시키고, 또한 이차 퇴행성 관절염을 늦추거나 막을 수 있다. 고관절 가까이 실시하는 빠른 비구 주위 절골술과 비구 회전 절골술은 다른 절골술보다 많이 교정할 수 있으므로 최근 많이 실시되고 있다. 그러나 수술이 어렵고, 특히 빠른 비구 주위 절골술은 보지 않고 수술하는 부분이 많으므로 수술 기법을 습득하는데 시간이 오래 걸리고, 합병증도 발생하기 쉽다. 이에 전방과 후방에서 도달하는 방법은 안전하며, 배우는 의사들에게 매우 교육적이다. 우리나라는 고관절 이형성증이 늦게 발견되어 관절염이 진행되어 병원을 찾는 경향이며, 담당 의사 들도 인공고관절 수술을 실시하는 방향으로 치료 방침을 결정하는 경향인데, 앞으로 고관절 주위 절골술에 대한 홍보로 가능한 경우에는 인공고관절 치환술을 하지 않도록 하여야 할 것이다.

고관절 이형성증에 대하여는 아직 밝혀야 할 부분이 많다. 고관절 이형성증의 발생 기전에서부터 아직 증상이 없는 고관절 이형성증 환자의 장기 추시 결과 및 비구순의 역할 과 증상과의 관계, 절골술시 교정 정도를 정확하게 확인하는 방법 및 컴퓨터를 이용하는 방법을 포함하여 더 좋은 치료 방법의 개발 등이 앞으로 연구하여야 할 과제들이다.

REFERENCES

- 1) **Aminian A, Mahar A, Yassir W, Newton P and Wenger D:** Freedom of acetabular fragment rotation following three surgical techniques for correction of congenital deformities of the hip. *J Pediatr Orthop.* 25:10-13, 2005.
- 2) **Beck M, Leunig M, Ellis T, Sledge JB and Ganz R:** The acetabular blood supply: Implications for periacetabular osteotomies. *Surg Radiol Anat* 25:361-367, 2003.
- 3) **Brand RA:** Hip osteotomies: A biomechanical consideration. *J Am Acad Orthop Surg* 5:282-291, 1997.
- 4) **bohm P and Weber G:** Salter's innominate osteotomy for hip dysplasia in adolescents and young adults. *Acta Orthop Scand* 74:277-286, 2003.
- 5) **Callaghan JJ, Pedersen DR, Olejniczak JP, Goest DD and Jshnston RC:** Radiographic measurement of wear in 5 cohorts of patients observed for 5 to 22 years. *Clin Orthop Relat Res* 317: 14-18, 1995.
- 6) **Clohisy JC, Barrett JE, Gordon E, Delgado ED and Schoenecker PL :** Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am* 87:254-259, 2005.
- 7) **Davey JP and Santore RF:** Complications of periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 353:33-37, 1999.
- 8) **Ezoe M, Naito M and Inoue T:** The prevalence of acetabular retroversion among various disorders of the hip. *J Bone Joint Surg Am* 88:372-379, 2006.
- 9) **Ganz R, Klaue K, Vinh TS and Mast JW:** A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. *Technique and preliminary results. Clin Orthop Relat Res* 232:26-36, 1988.
- 10) **Harris WH:** Etiology of osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 213:20-33, 1986.
- 11) **Hersche O, Casillas M and Ganz R:** Indications for intertrochanteric osteotomy after periacetabular osteotomy for adult hip dysplasia. *Clin Orthop Relat Res* 347:19-26, 1998.
- 12) **Hussell JG, Mast JW, Mayo KA, Howie DW and Ganz R:** A comparison of different surgical approaches for the periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 363:64-72, 1999.
- 13) **Hussell JG, Rodriguez JA and Ganz R:** Technical complications of the Bernese periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 363:81-92, 1999.
- 14) **Kim YJ, Ganz R, Murphy SB, Buly R and Millis MB :** Hip Joint-Preserving Surgery: Beyond the Classic Osteotomy. *Instr Course Lect.* 55:145-157, 2006.
- 15) **Leunig M, Siebenrock KA and Ganz R:** Rationale of Periacetabular Osteotomy and Background Work. *J Bone Joint Surg* 83-A 438-448, 2001.
- 16) **Li PL and Ganz R:** Morphologic features of congenital acetabular dysplasia: One in six is retroverted. *Clin Orthop Relat Res* 416:245-253, 2003.
- 17) **McCarthy J, Fox JS and Gurd AR:** Innominate Osteotomy in Adolescent and Adults Who Have Acetabular Dysplasia. *J Bone Joint Surg* 78-A 1455-1461, 1996.
- 18) **McCarthy J, Noble P, Aluisio FV, Schuck M, Wright J and Lee JA:** Anatomy, pathologic features, and treatment of acetabular labral tears. *Clin Orthop Relat Res* 406:38-47, 2003.
- 19) **Myers SR, Eijer H and Ganz R:** Anterior femoroacetabular impingement after periacetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 363:93-99, 1999.
- 20) **Millis MB, and YJ Kim:** Rationale of Osteotomy and Related Procedures for Hip Preservation. *Clin Orthop Relat Res* 405:108-121, 2002
- 21) **Millis MB, Murphy SB and Poss R:** Osteotomies about the hip for the prevention and treatment of osteoarthritis. *Instr Course Lect* 45:209-226, 1996.
- 22) **Nakamura S, Ninomiya S, Morimoto S, Moro T and Takatori Y.:** Combined intertrochanteric valgus and rotational acetabular osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 384:176-88, 2001.
- 23) **Pakvis D, van Hellemond H, Anderson P and de Kleuver M:** No benefits with computer assistance in triple pelvic osteotomy. *Acta Orthop Scan* 75:265-268, 2004.
- 24) **Santore RF, Turgeon TR, Phillips WF and Kantor SR.:**

- Pelvic and Femoral Osteotomy in the Treatment of Hip Disease in the Young Adult. Instr Course Lect. 55:131-144, 2006.*
- 25) **Shiramizu K, Naito M, Asayama I and Yatsunami M :** *A Quantitative Anatomic Characterization of the Quadrilateral Surface for Periacetabular Osteotomy. Clin Orthop Relat Res 418:157-161, 2004.*
 - 26) **Siebenrock KA, Leunig M and Ganz R:** *Periacetabular Osteotomy : The Bernese Experience. J Bone Joint Surg 83-A 449-455, 2001.*
 - 27) **Siebenrock KA, Schoeniger R and Ganz R:** *Anterior Femoro-acetabular Impingement due to Acetabular retroversion. J Bone Joint Surg 85-A 278-286, 2001.*
 - 28) **Takatori Y, Ninomiya S, Nakamura S, Morimoto S, Moro T, Nagai I and Mabuchi A:** *Long-term results of rotational acetabular osteotomy in patients with slight narrowing of the joint space on preoperative radiographic findings. J Orthop Sci 6:137-140, 2001.*
 - 29) **Trousdale RT:** *Periacetabular Osteotomy. In: Barrack RL and Rosenberg AG ed. The Hip., 2nd ed, Philadelphia, Lippincott; 125-130, 2006.*
 - 30) **Turgeon TR, Phillip W, Kantor SR and Santore RF:** *The Role of Acetabular and Femoral Osteotomies in Reconstructive Surgery of the Hip. Clin Orthop Relat Res 441:188-199, 2005*
 - 31) **Weinstein SL:** *Natural history of congenital hip dislocation (CDH) and hip dysplasia. Clin Orthop Relat Res 225:62-76, 1987.*
 - 32) **Wenger DR and Bomar JD:** *Human hip dysplasia: evolution of current treatment concepts. J Orthop Sci 8:264-271, 2003.*