

## Useful Method for Minimizing Leg Length Discrepancies in Hip Arthroplasty: Use of an Intraoperative X-ray

Jong Won Kim, MD, Young Soo Jang, MD, Hyun Soo Park, MD, Jong Deuk Rha, MD, Jin Phil Yang, MD, Jae Hyuk Choi, MD, Sung Ju Bae, MD

Department of Orthopedic Surgery, Hanil General Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** There are numerous opinions about the methods and usefulness of minimizing leg length discrepancies after hip arthroplasty. In this study, we tried to evaluate the usefulness of an intraoperative x-ray in addition to preoperative templating for minimizing leg length discrepancy.

**Materials and Methods:** We reviewed pre- and post-operative pelvis AP x-rays of 46 patients who underwent hip arthroplasty due to a traumatic femoral neck fracture or intertrochanteric fracture between May 2008 and February 2009. A leg length discrepancy is the difference in vertical distance between a horizontal line drawn along the bottom of the ischial tuberosities and the most inferior points of the lesser trochanter. It was measured in a pelvis AP x-ray. In each case, pre-operative templating was performed and an intraoperative pelvis AP x-ray was taken again to assess the accuracy of preoperative planning. Implant positions were readjusted when necessary.

**Results:** The mean post-operative leg-length discrepancy was 0.3 mm (SD, 3.1 mm). The range was from -5.8 mm to +5.9 mm.

**Conclusion:** Combining preoperative templating and intraoperative x-rays is a useful method of minimizing leg length discrepancy during hip arthroplasty.

**Key Words :** Hip, Femur, Arthroplasty, Leg length discrepancy, Preoperative templating, Intraoperative x-ray

### 서 론

인구 고령화로 고관절 질환 및 외상 환자가 늘어남에 따라 그에 대한 치료로 고관절의 인공관절 치환술이 흔히 시행되고 있다. 고관절 치환술의 목적에는 통증 완화, 기

능과 안정성 회복 등 여러 가지가 있다. 고관절 치환술 후 발생하는 문제 중 하지 부동은 기능이나 환자 만족도와 크게 관련이 없다는 보고도 있으나<sup>1,2)</sup> 대부분의 연구에서는 임상 결과에 나쁜 영향을 미친다고 보고하고 있으며<sup>3-5)</sup>, 수술 후 가장 흔한 환자의 불만족 요인이 되고 있다<sup>6,7)</sup>.

현재까지 하지 부동을 최소화 하기 위한 여러 방법들이 보고되어 있다. 골반 전후방 방사선 사진으로 술 전 가늠술(templating)을 시행하는 방법이 있으며<sup>8-10)</sup>, 수술 중 견측의 다리와 직접 만져서 비교하는 방법, 수술부위에 계측 기구를 삽입하여 측정하는 방법<sup>11-14)</sup>, 술 중 골반 전후방 방사선 사진을 촬영하여 하지 부동을 교정하는 방법<sup>15)</sup> 등이 있다. 이중 술 중 골반 전후방 방사선 사진 촬영법은 실제 임상에서 많이 사용되에도 불구하고 이에 대한 국내의 논문은 발표된 것이 많지 않다. 본 연구에서는 술 전 계측과 더불어 술 중 골반 전후방 방사선 사진을 이용하였을 경우 술 후 하지 부동의 정도를 평가하고자 하였다.

Submitted: July 17, 2011      1st revision: September 19, 2011  
2nd revision: October 27, 2011      3rd revision: November 21, 2011  
4th revision: November 30, 2011      5th revision: December 1, 2011  
6th revision: December 2, 2011      7th revision: December 7, 2011  
Final acceptance: December 9, 2011

• Address reprint request to **Young Soo Jang, MD**

Department of Orthopedic Surgery, Hanil General Hospital,  
388-1 Ssangmoon 3-dong, Dobong-gu, Seoul 132-703, Korea  
TEL: +82-2-901-3078 FAX: +82-2-901-1745  
E-mail: pooljang105@hanmail.net

• 본 논문의 요지는 2011년도 대한고관절학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

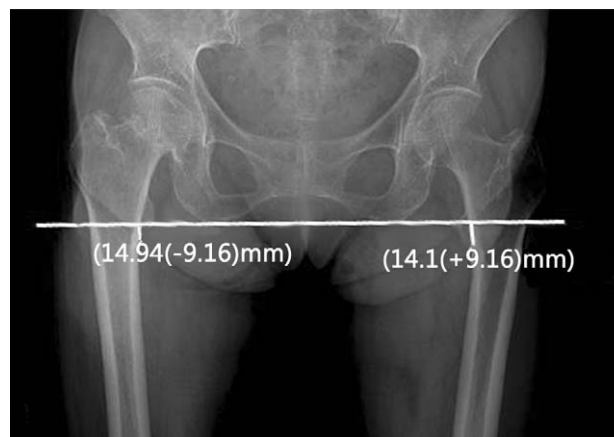
Copyright © 2011 by Korean Hip Society

## 대상 및 방법

2008년 5월부터 2009년 2월까지 본원에서 인공관절 치환술(고관절 양극성 반치환술)을 시행 받은 46명의 환자를 대상으로 촬영한 골반 전후방 방사선 사진을 후향적으로 검토하였다. 환자 군의 연령은 42세에서 91세까지이고 평균 77.2세였다. 환자 군은 대퇴골 경부 골절 31예, 전장간 골절 15예 등이 포함되었다(Table 1). 모든 예에서 수술은 제1저자에 의하여 시행되었으며, 모든 환자에서 비시멘트형 인공 관절 치환물을 사용하였다.

모든 예에서 술 전 골반 전후방 방사선 사진 촬영을 시행하였다. 골반 전후방 방사선 사진은 고관절을 20° 가량 내회전한 상태로 내전 및 외전되지 않도록 하고, 양측 폐

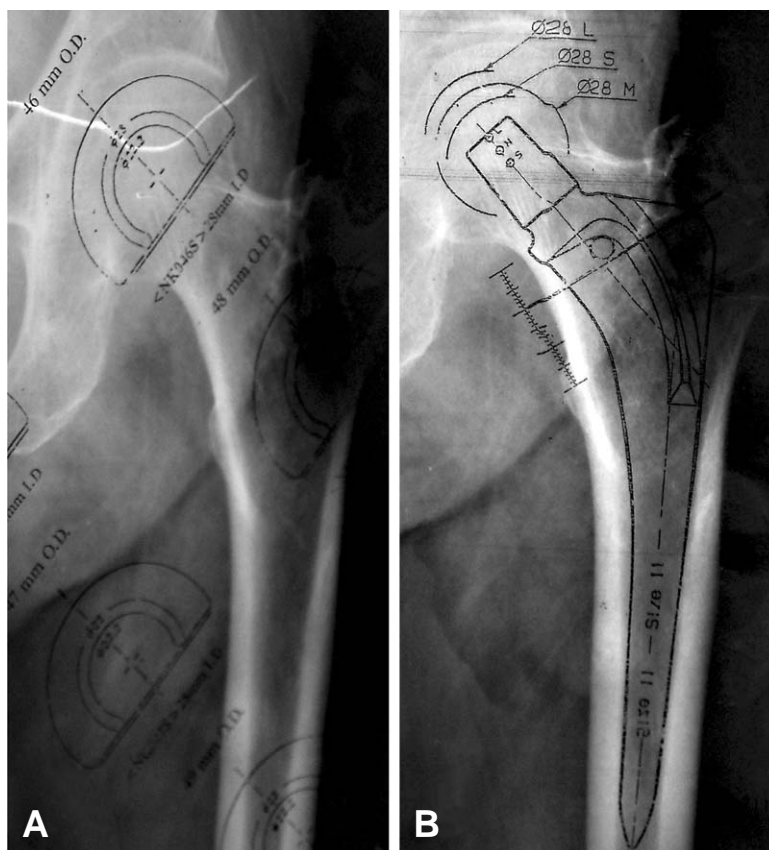
쇄공이 대칭이 되도록 촬영하였다. 그 후 양측 좌골 결절의 최하부를 연결한 수평선과 양측 소전자 최하부까지의 수직 거리를 측정하였다(Fig. 1). 양측 수직거리의 차이를



**Fig. 1.** Method for evaluation of limb length. A line connection the bottom of the ischial tuberosities was drawn, and the differences in limb length were measured using the relationship between this line and the most inferior point of the lesser trochanter. Leg length discrepancy was -9.16 mm.

**Table 1.** Diagnosis and Operation

Preoperative Diagnosis	Operation
	Bipolar Hip
Femoral neck Fracture	31
Intertrochanteric Fracture	15
Total	46



**Fig. 2.** Preoperative anteroposterior pelvis x-rays of right hip arthroplasty show (A) cup component templated (B) femoral component templated.

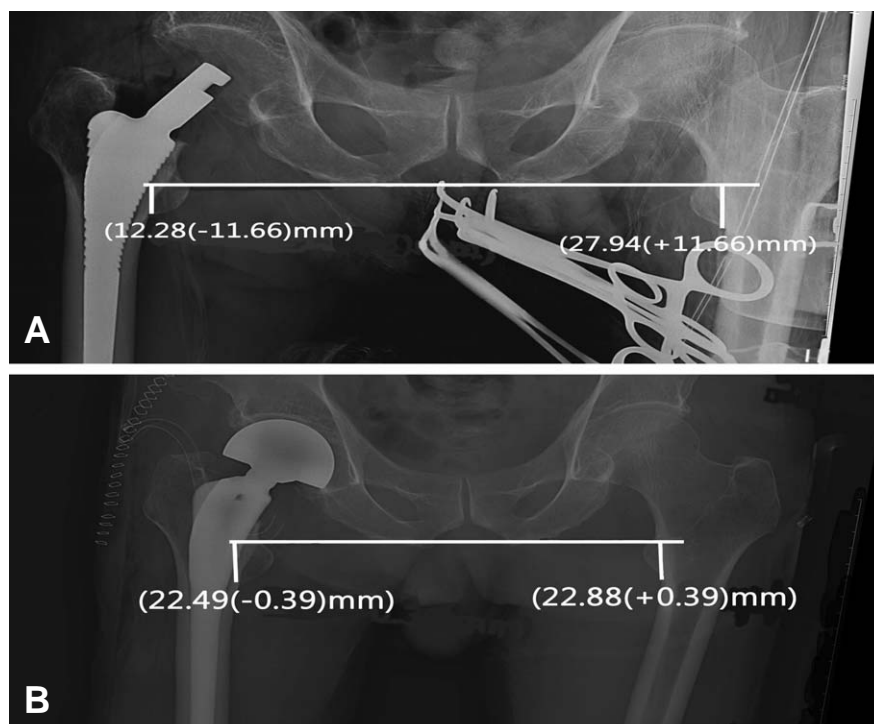
술 전 하지 부동으로 기술하였다<sup>16)</sup>. 대퇴부 상외측에 대퇴골과 같은 높이에 수평으로 표시자(100 mm)를 부착하여 일정 확대율(115%)의 골반 전후방 방사선 사진을 촬영 후 반대편 건측을 기준으로 술 전 가늠술을 시행하여 하지 부동을 측정하고, 측정값을 고려하여 인공관절 삽입 기구의 크기와 위치, 대퇴경부 절단 부위(neck cutting level), 그리고 대퇴 주대(stem)의 종류와 크기 등을 계획하였다(Fig. 2). 또한 모든 환자들은 수술 전 양측 고관절, 슬관절, 발목관절 등에 대하여 이학적 검사를 수행하여 술 전 진단 외에 하지 부동에 영향을 미치는 다른 요인들을 배제하였다. 수술 시 환자를 측와위로 자세를 취한 후 골반 고정기구(hip positioner)로 고정하여 수술 중 자세가 흔들리지 않도록 하였다. 후외측 접근법을 통하여 소전자 부위까지 충분히 노출 시킨 후 술 전 계획에 따라 경부 절골술을 시행 후 적절한 크기의 시험용 치환물(trial component)을 삽입하였다. 양측의 전상장골극(ASIS) 및 후상장골극(PSIS) 등을 측지하여 골반의 기울어짐이 없도록 하고 양하지의 내외전 되지 않도록 양하지 사이에 소독포를 끼워서 중립 자세를 유지시킨 후 이동식 방사선 촬영 장비 및 14×17 inch 필름을 이용하여 약 1 m의 거리를 두고 치골 결합부를 초점 중심으로 술 중 골반 전후방 방사선 촬영을 하였다.

술장 내 보조자가 PACS (INFINITT)를 이용하여 술 중 골반 전후방 방사선 사진상에 술 전 계측 시 사용했던 방

법과 같이 좌골 최하부를 연결한 수평선과 소전자 최하부의 수직 거리차를 구하여 하지 부동을 측정하고, 대퇴 주대 삽입 각도, 끼임(fitting) 여부, 경부 절골의 높이 등을 검토하였다. 하지 부동 발생시 삽입할 경부 길이, 대퇴 주대 크기 및 삽입 각도, 삽입 깊이 등을 변환하거나 추가적으로 경부절골 등을 시행하여 하지 길이를 교정하였다(Fig. 3). 또한 모든 환자들에게 술 중에 고관절 운동 범위 확인 및 shuck test, kick test 등 이학적 검사를 시행하여 연부조직의 긴장도를 및 고관절의 안정성을 확인하였다. 또한 슬관절(경골 결절) 및 족부의 참조점을 정하여 양측의 다리를 직접 만져서 비교함으로써 하지 길이를 확인하였다. 술 후 다시 앞에서 기술했던 자세를 취한 후 골반 전후방 방사선 사진 촬영을 통하여 하지 부동을 측정하였다(Fig. 3). 수술 전후에 골반 전후방 방사선 사진을 통한 하지 부동 측정은 측정 오차를 최소화하기 위해 두명의 측정자에 의해 각 예마다 2회씩 반복 측정하여 평균값을 최종값으로 기록하였다.

## 결 과

술 전 하지 부동은 23.7 mm 단축에서 19.8 mm 연장까지의 범위 내였으며, 평균 5.3 mm의 단축(표준편차 9.3 mm)이 있었으나, 술 후 5.8 mm 단축에서 5.9 mm 연장까지의 범위 내였으며 평균 0.3 mm 연장(표준편차 3.1



**Fig. 3.** The patient is a 85-year-old male with right femoral neck fracture. (A) Intraoperative anteroposterior pelvis x-rays of left bipolar hip arthroplasty shows shortened right lower extremity. LLD was 11.6 mm. It can be corrected with a longer femoral head. (B) Postoperative anteroposterior pelvis x-rays shows restoration of leg lengths. LLD was 0.3 mm.

mm)의 결과를 얻었다. 이는 paired T-test결과 p-value 0.001로 통계적으로 유의하게 감소한 것으로 나타났다. 본 연구에 포함된 46명 중 37명(80%)의 환자가 술 전에 비하여 술 후 하지 부동이 감소하였으며, 46명의 모든 환자에서 술 후 스스로 하지 부동을 인지하는 경우는 없었다 (Table 2).

46명중 14명(30%)이 술 전가능술을 통하여 계획했던 것과 달리 술 중 방사선 사진 확인 후 인공 관절 치환물의 위치 및 크기 등을 변경하여 사용하였다. 9예에서 대퇴 주대의 크기를 변경하였다. 그 중 4예는 2단계, 5예는 1단계 더 큰 대퇴 주대를 사용하였다. 5예에서 대퇴 주대의 끼임 및 삽입각도가 맞지 않아 삽입 깊이 및 삽입 각도를 변경하였다.

## 고 찰

고관절 인공관절 치환술은 고관절 질환이나 외상으로 인한 전위된 경부 골절에 대한 치료로 흔히 사용되어지고 있다. 고관절 치환술 후 발생하는 문제 중 하지 부동은 보행이상, 통증, 신경 마비 등 여러 가지 고관절 기능의 저하를 야기하는데 그 중 하지 길이가 2~2.5 cm 이상 연장시 발생할 수 있는 좌골신경 마비가 가장 심각한 문제로 여겨진다<sup>17,18)</sup>. 하지 길이가 유지되어야 그에 따라서 고관절 기능이 최적으로 회복될 수 있으며 합병증을 줄일 수 있다는 전제 하에 대부분의 수술자는 고관절 치환술 시에 하지 부동을 최소화하려 한다. 그러나, 고관절 경부 길이가 길수록 고관절 주위의 연부조직의 긴장도가 증가하여 고관절의 안정성이 증가하기 때문에 안정성을 추구하다 보면 하지 길이가 길어지는 경우가 흔히 발생하고, 수술시 하지 길이를 정확히 측정하는 것이 힘들기 때문에 하지 부동이 발생하기 쉽다.

따라서 하지 부동을 최소화 하기 위한 방법에 대한 연구가 널리 시행되어져 왔다. 대부분은 전치환술 후 하지 부동에 대한 것이고 양극성 반치환술에 대한 연구는 드문 것이 사실이다. 윤 등<sup>19)</sup>에 의한 연구에서 양극성 반치환술 후 하지 부동이 5 mm 이상시 통증이 유의하게 증가한다는 결과를 보고하였다. 이렇듯 하지 부동은 양극성 반치환

술에서도 흔히 나타날 수 있는 술 후 합병증 중의 하나이다. 인구의 고령화로 인해 대퇴골 경부 골절 및 전자간 불안정 골절 환자가 증가함에 따라서 양극성 반치환술을 시행하는 경우가 증가하는 추세이다. 본 연구진은 대퇴골 전자간 골절 중 고령(75세이상), 심한 골다공증(BMD상 T-score -3.5이하), 불안정 분쇄골절(4 parts이상) 환자에 대하여 양극성 반치환술을 시행하였다. 본 연구는 전치환술이 아닌 양극성 반치환술 후의 하지 부동에 대한 연구라는 점에서 의의를 둘 수 있다.

하지 부동을 교정하는 방법으로, 술 전 가능술을 이용하는 방법이 있다<sup>8-10)</sup>. 술 전 가능술은 고관절 회전 중심을 정확히 찾을 수 있게 해주고, 해부학적 대퇴 골두와 대퇴골 경부 길이를 재현할 수 있게 해준다. 이 모든 과정은 인공관절을 정상 고관절의 해부학적 위치대로 재건하여 하지 부동을 최소화하기 위함이다. Goodman 등<sup>9)</sup>은 가장 많이 사용하는 방법인 술 전 가능술을 이용하여 하지 부동이 평균 3 mm(-9~+9 mm)라는 결과를 얻었고 Woolson 등<sup>10)</sup>에 의한 보고에서도 술 전 가능술을 통하여 하지 부동을 평균 1 mm로 감소시켰으며 약 86%의 환자가 6 mm 이하로 측정되었다. 이러한 보고를 바탕으로 본 연구에서도 술 전 가능술을 정확히 하기 위해 노력하였다.

술 전 가능술을 통해 계획했던 것과 달리, 수술 중에 계획이 변경되는 경우에 다시 술 중 하지 길이 측정이 필요하게 되는데, 이때 계측 기구를 사용하는 여러 보고가 있다<sup>11-14)</sup>. 측정 기구를 골반의 정점에 고정 후 대퇴골 대전자 부 정점까지의 거리를 측정하게 된다. Takigami 등<sup>11)</sup>은 Caliper dual pin retractor (CDPR)를 사용한 결과를 보고하였다. 술 중 고관절을 탈구시키기 전 비구 2~3 cm 근위부에 pin을 고정한 후 대전자에 참조점을 표시하여, 기구 삽입 전후의 pin으로부터 참조점까지의 길이를 CDPR을 이용하여 측정하였다. 그 값을 비교하여 하지 부동을 확인하였다. 이 연구에서는 하지 부동이 평균 4.2 mm (0~13 mm연장)라는 결과를 얻었다고 보고하였다. Ranawat 등<sup>14)</sup>은 Steinmann pin을 infracotyloid groove에 삽입 후 대전자에 참조점을 표시하였다가 인공 관절 치환물 삽입 후 위치를 비교하는 방법으로 평균 하지 부동 1.9 mm(7 mm 단축 -8 mm 연장)의 결과를 얻었다. 이렇

**Table 2.** Leg-Length Discrepancy

	LLD (mm)		
	Preoperative	Postoperative	p-value
Mean	-5.3	0.3	<0.001
SD	9.3	3.1	
Minimum	19.8	5.9	
Maximum	-23.7	-5.8	

게 술 중에 기구를 사용하여 하지 길이를 측정하는 방법의 문제점은 기구를 골반에 고정시키는 참조점이 고관절 회전 중심과 일치하지 않아 측정값이 부정확 할 수 있고, 기구가 단단히 고정되지 않아 수술 과정에서 위치가 변할 수 있으며, wire나 pin 등을 사용할 때 수술 장갑 등을 손상시켜 오염의 가능성이 있다고 보여진다. 또한 본 연구와 비슷한 방법을 사용한 Hoffman 등<sup>15)</sup>에 의한 보고에서는 술 전 가늀술과 술 중 골반 전후방 방사선 사진을 이용하여 하지 부동을 평균 0.3 mm(6 mm 단축 -6 mm 연장)로 감소시켰다고 보고하였다.

본 연구에서는 이러한 논문들의 결과와 비슷하거나 더 작은 값의 하지 부동 결과를 얻었다. 평균 하지 부동은 +0.3 mm이며 46명의 모든 환자들이 술 후 5.8 mm 단축에서 5.9 mm 연장까지의 범위로 측정되었다. 정확한 술 전 가늀술을 시행하여 수술 계획을 세운 후 수술 시 술 중 골반 전후방 방사선 사진을 촬영하여 결과를 비교하였다. 다시 shuck test, 직접 양 하지의 경골 결절부위를 측정하여 하지 길이를 직접 비교하는 등 여러 이학적 검사를 시행하여 최종적으로 삽입할 인공 관절 치환물을 결정하고 수술을 시행함으로써 기존의 보고들과 견줄 만한 우수한 결과를 얻을 수 있었던 것으로 생각된다. 즉 여러 단계의 확인 절차 중 특히 술 중 골반 전후방 방사선 사진 촬영을 통한 확인이 하지 부동을 줄이는 데 큰 역할을 한 것으로 보여진다.

본 연구의 술 중 골반 전후방 방사선 사진 촬영의 단점으로는 첫번째로 술 중 방사선 사진을 촬영하고 사진을 확인하는데 까지 소요되는 시간이 약 10분 정도 소요됨으로써 그로 인해 총 수술 시간이 연장된다는 점을 들 수 있다. 그러나 약 10분 정도의 수술 시간 연장은 크게 유의할 만큼 길어지는 것이 아니기 때문에 더 나은 수술 결과를 위해 어느 정도 감안해야 할 것으로 여겨진다. 또한 반복적인 시행을 통하여 부서별 연계가 체계화 된다면 소요 시간이 줄어들 것이라 생각된다. 두번째로 술 중 촬영하는 골반 전후방 방사선 사진의 재현성 문제이다. 술 전 사진과 술 중 촬영한 사진을 비교해야 하는 데 술 전에는 양와위에서 촬영을 하지만 술 중에는 측와위 상태에서 촬영하기 때문에 술 전 사진과 비슷한 대칭적인 골반 전후방 사진을 얻기가 쉽지가 않다. 따라서 본 연구진은 골반 고정기구로 최대한 안정되게 고정 후 전상장골극(ASIS) 및 후상장골극(PSIS) 등을 측정하여 골반의 기울어짐 방지 및 양하지 사이에 소독포를 끼워 넣는 방법으로 중립자세를 유지함으로써 대칭적인 골반 방사선 사진을 얻을 수 있었다. 또한 연구 방법상에는 수술 후 임상적 결과를 포함하지 않은 것을 한계점으로 들 수 있다.

## 결 론

고관절 인공관절 치환술시 술 전 가늀술과 더불어 술 중 골반부 전후방 사진을 이용하는 방법은 하지 길이 측정을 간단히 시행할 수 있게 해주고 술 중 최종 삽입할 적절한 인공관절 치환물을 선택할 수 있게 함으로써 하지 부동을 최소화 하는데 유용한 방법이다.

## REFERENCES

1. White TO, Dougall TW. Arthroplasty of the hip. Leg length is not important. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84:335-8.
2. Friberg O. Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine.* 1983;8:643-51.
3. Bose WJ. Accurate limb-length equalization during total hip arthroplasty. *Orthopaedics.* 2000;23:433-6.
4. Woolson ST, Hartford JM, Sawyer A. Results of a method of leg-length equalization for patients undergoing primary total hip replacement. *J Arthroplasty.* 1999;14:159-64.
5. Turula KB, Friberg O, Lindholm TS, Tallroth K, Vankka E. Leg length inequality after total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;202:163-8.
6. Edeen J, Sharkey PF, Alexander AH. Clinical significance of leg-length inequality after total hip arthroplasty. *Am J Orthop.* 1995;24:347-51.
7. Ranawat CS, Rodriguez JA. Functional leg-length inequality following total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1997;12:359-64.
8. Hofmann AA, Skrzynski MC. Leg-length inequality and nerve palsy in total hip arthroplasty: a lawyer awaits! *Orthopedics.* 2000;23:943-4.
9. Goodman SB, Huene DS, Imrie S. Preoperative templating for the equalization of leg lengths in total hip arthroplasty. *Contemp Orthop.* 1992;24:703-10.
10. Woolson ST, Hartford JM, Sawyer A. Results of a method of leg-length equalization for patients undergoing primary total hip replacement. *J Arthroplasty.* 1999;14:159-64.
11. Takigami I, Itokazu M, Itoh Y, Matsumoto K, Yamamoto T, Shimizu K. Limb-length measurement in total hip arthroplasty using a calipers dual pin retractor. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2008;66:107-10.
12. McGee HM, Scott JH. A simple method of obtaining equal leg length in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;194:269-70.
13. Woolson ST, Harris WH. A method of intraoperative limb length measurement in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;194:207-10.
14. Ranawat CS, Rao RR, Rodriguez JA, Bhende HS. Correction of limb-length inequality during total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16:715-20.
15. Hofmann AA, Bolognesi M, Lahav A, Kurtin S.

Minimizing leg-length inequality in total hip arthroplasty: use of preoperative templating and an intraoperative x-ray. *Am J Orthop*. 2008;37:18-23.

16. Canale ST. *Campbell's Operative Orthopedics*, 11th ed. New York: Mosby; 2008. 338-42.

17. Seo GT. Leg length discrepancy in total hip arthroplasty. *J Korean Hip Soc*. 2002;14:308-11.

18. Park WR, Moon KP, Suh KT. Leg length discrepancy

after total hip arthroplasty. *J Korean Hip Soc*. 2010;22:20-6.

19. Yoon HK, Chung JH, Han SC, Kim BK. The relationship between limb-length discrepancy on function, dislocation, pain and acetabular wear after bipolar hemiarthroplasty for femoral neck fracture. *J Korean Hip Soc*. 2009;21:327-33.

## 국문초록

# 고관절 치환술에서 술 중 방사선 촬영으로 하지부동의 최소화를 하는 유용한 방법

김종원 · 장영수 · 박현수 · 라종득 · 양진필 · 최재혁 · 배성주

한일병원 정형외과

**목적:** 고관절 치환술에서 하지 부동을 최소화 하는 방법에 대한 방법과 유용성에 대한 많은 의견이 있다. 저자는 술 전 가늠술(templating)과 더불어 술 중 방사선 촬영을 이용하여 하지 부동을 줄이는 방법의 유용성을 평가 하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2008년 5월부터 2009년 2월까지 대퇴골 경부 및 전자간 골절 외상 환자의 치료로 고관절 치환술을 받은 환자 46예에 대하여 후향적 연구로 수술 전과 후의 골반부 방사선 사진을 검토 분석하였다. 골반부 전후 방사선 사진상 좌골 최하부를 연결한 수평선에서 대퇴골 소전자 최원위부의 수직거리를 측정하여 하지 부동을 측정하였다. 모든 환자들은 술 전 가늠술을 시행한 후 술 중 골반 전후 방사선 사진을 통해 한차례 더 교정하였다.

**결과:** 술 후 하지 부동은 평균 0.3 mm(SD 3.1 mm)로 측정되었으며, 5.9 mm 연장에서 5.8 mm 단축까지의 범위 내로 측정 되었다.

**결론:** 술 전 가늠술과 더불어 술 중 골반부 전후 방사선 사진을 이용하여 인공 고관절 치환술 후 유의한 하지 길이의 단축 혹은 연장은 발견 되지 않았으며 하지 부동을 최소화할 것으로 사료된다.

**색인단어:** 고관절, 대퇴골, 인공관절 치환술, 하지 부동, 술 전 계측, 술 중 방사선 사진