

## 대퇴 경부 골절의 내고정 후 합병증을 예측하는 인자

김태호 · 김종오 · 강성식

이화여자대학교 의학전문대학원 목동병원 정형외과학교실

**목 적:** 대퇴 경부 골절의 내고정술 후 합병증 없이 골유합을 얻은 군과 그렇지 못한 군과의 비교 분석을 통해 합병증을 예측하는 인자를 보고하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2000년 1월부터 2007년 7월까지 대퇴 경부 골절에 대해 일차적으로 다발성 유관 나사를 이용한 내고정술을 시행한 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 68예를 대상으로 하였으며 유합의 실패, 대퇴 골두 골괴사 등의 합병증과 Garden 분류, 정복 상태, 내고정물의 위치, 환자의 연령, 수술 지연 시기, 골절의 해부학적 위치, 수술 후 2주째 골주사 검사 결과와의 상관관계를 비교 분석하였다.

**결 과:** 합병증을 예측하는 데 있어 Garden 분류에 의한 골절의 전위 정도 ( $p < 0.001$ ), 수술 시 골절 정복의 정확성 ( $p < 0.001$ ), 2주째 골주사 검사 결과 ( $p < 0.001$ )가 유용하였다.

**결 론:** 관절내 대퇴 경부 골절의 치료에 있어서 다발성 유관 나사를 이용한 내고정술 시행 시 골절 정복을 정확히 함으로써 합병증의 발생을 감소시킬 수 있으며 골절의 전위 정도와 2주째 골주사 검사를 통해 합병증의 발생을 예측할 수 있다고 생각된다.

**색인 단어:** 대퇴 경부 골절, 금속 내고정술, 합병증, 예측 인자

## Factors Predicting Complications after Internal Fixation of Femoral Neck Fractures

Tae-Ho Kim, M.D., Jong-Oh Kim, M.D., Sung-Sik Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Mokdong Hospital, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** To evaluate the factors predicting complications after internal fixation using multiple cannulated screws in the patients with femoral neck fracture, the authors performed a comparative study of a success group and a failure group and reviewed the literature.

**Materials and Methods:** Sixty-eight patients with intracapsular femoral neck fractures were treated by multiple pinning from January 2000 to July 2007 and followed up more than one year. Relationships between the complications such as failure of union, collapse of femoral head due to osteonecrosis of femoral head and several affecting factors including the degree of displacement by Garden stage, state of reduction, position of screws, patient's age, time interval from injury to operation, anatomical fracture site and two weeks postoperative  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP bone scan were analyzed.

**Results:** Statistically significant factors were the degree of displacement by Garden stage ( $p < 0.001$ ), reduction state ( $p < 0.001$ ) and postoperative two weeks  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP bone scan ( $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** An accurate anatomical reduction is needed to decrease complications with multiple cannulated screws fixation of femoral neck fracture. Displacement of fracture by Garden stage and  $^{99m}\text{Tc}$ -MDP bone scan are major factors predicting complications.

**Key Words:** Femoral neck fracture, Multiple cannulated screw, Complication, Predicting factor

통신저자 : 김 종 오

서울시 양천구 목동 911-1번지  
이화여자대학교 의학전문대학원 목동병원 정형외과학교실  
Tel : 02-650-5276 • Fax : 02-642-0349  
E-mail : ewhamdos@korea.com

\*본 논문의 요지는 2008년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

접수: 2008. 10. 22  
심사 (수정): 2008. 12. 8  
게재확정: 2009. 3. 30

Address reprint requests to : Jong-Oh Kim, M.D.,  
Department of Orthopedic Surgery, Mokdong Hospital, Ewha Womans  
University School of Medicine, 911-1, Mok-dong, Yangcheon-gu,  
Seoul 158-710, Korea  
Tel : 82-2-650-5276 • Fax : 82-2-642-0349  
E-mail : ewhamdos@korea.com

## 서 론

관절내 대퇴 경부 골절은 해부학적 및 혈액 순환의 특성으로 인하여 불유합, 부정유합, 정복의 전위 및 내고정물의 실패와 같은 유합의 실패, 대퇴 골두 골괴사와 같은 합병증의 발생 빈도가 높아 미해결 골절로 문제되고 있는 실정이며 성인에서의 대퇴 경부 골절은 대부분 수술적 치료가 적용된다는 점에서 의견이 일치되고 있다. 또한 수상 시 골절의 형태와 위치, 수술 시 정복의 상태, 내고정물의 위치 및 안정성 등 다양한 인자들이 치료결과와 밀접한 관계를 갖는다는 많은 보고들이 있다<sup>2,3,7~9,11~15,19~21,25</sup>.

이에 저자들은 일차적으로 다발성 권고정술을 시행한 환자를 대상으로 합병증 없이 골유합을 성공적으로 얻은 군과 그렇지 못한 군으로 나누어, 두 군의 차이점과 합병증의 예측 인자들을 여러 관점에서 후향적으로 비교 분석하고자 하였다.

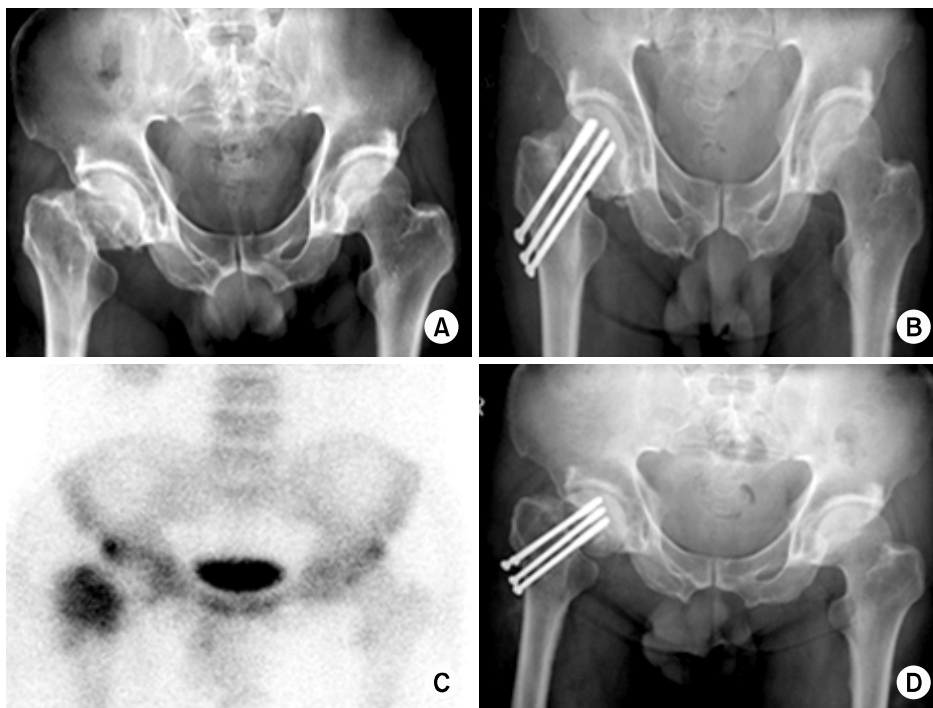
## 대상 및 방법

2000년 1월부터 2007년 7월까지 본원에서 관절내 대퇴 경부 골절로 입원하여 다발성 유관 나사를 이용한 내고정술을 시행한 경우 중 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 68명의 환자를 대상으로 하였다. 합병증 없이 골유합을 성공적으로 얻은 55예를 성공군으로 하였으며 불유합, 대퇴 골

두 골괴사의 합병증이 발생한 13예를 실패군으로 하였다. 성공군은 1년 이상의 추시 관찰을 평균 18.4개월 (12~72개월) 동안 시행하였으며 실패군은 이차 수술을 시행한 시기 또는 마지막 경과 관찰 시기를 추시 관찰의 종결로 삼았으며 평균 13.3개월 (3~23개월)의 추시 관찰을 시행하였다. 전체 대상 환자의 수술 시 평균 연령은 60세였고 이 중 남자가 23예, 여자가 45예였다. 골절의 원인은 실족이 51예, 낙상이 6예, 교통사고 5예, 자전거 수상 5예, 인라인 스케이트 수상 1예였다.

수술 방법은 모든 환자에서 적극적인 도수 정복 및 내고정술을 시행하였으며 관혈적 정복을 시행한 경우는 대상에서 제외하였다. 골절 수술대를 이용하여 도수 정복을 시도하였고 C형 영상 증폭 장치를 이용하여 전후방 및 측방 정복의 상태를 확인한 후 3개 혹은 4개의 6.5 mm 유관 나사를 평행하게 삽입하여 고정하였다.

골절의 위치는 골두하 골절이 52예, 경간 골절이 16예였으며, 수상 당시 환자의 연령은 65세 미만이 39예, 65세 이상이 29예였으며, Garden stage에 따른 분류는 비전위 골절 (I, II)이 56예, 전위 골절 (III, IV)이 12예였다. 수술 시기는 수상 후 24시간 이내에 시행한 경우가 7예, 1일에서 3일 사이에 시행한 경우가 44예, 4일에서 6일 사이에 시행한 경우가 10예, 7일 이후에 시행한 경우가 7예였다. 24시간 이내에 수술을 시행한 7예는 모두 비전위 골절이었는데 저자들은 합병증 발생에 전위 정도가 가장 크게 작용



**Fig. 1.** (A) A 54-year-old man had a subcapital, Garden stage III femoral neck fracture due to a slip.

(B) Postoperative plain radiograph shows poor Garden alignment index.

(C) Postoperative two weeks <sup>99m</sup>Tc-MDP bone scan shows intensely increased uptake in right femur neck fixation site with photon deficient area of right femur head.

(D) Nonunion occurred at postoperative 6 months.

한다 생각하여 비전위 골절은 수술 지연으로 인한 대퇴 골두 골괴사 발생을 막기 위하여 가능한 빨리 수술을 시행하였다. 그러나 전위 골절은 환자의 기저 질환이나 동반 손상을 무시하고 내원 당일 바로 수술을 진행하는 것이 환자에게 해가 될 수 있다 생각하여 환자 상태에 대한 정확한 평가 후에 수술을 진행하였다.

술 후 방사선 사진에서 정복의 정확성은 Garden 정렬지수가 전후방 및 측면상에서 160~175도이고 골절편의 전위 정도가 2 mm 이하이며 전방 또는 후방 각형성이 10도 이내일 때를 우수, Garden 정렬지수가 전후방 및 측면상에서 160~175도이고 골절편의 전위 정도가 5 mm 이하이며 전방 또는 후방 각형성이 20도 이내일 때를 보통, Garden 정렬지수가 전후방 및 측면상에서 160~175도 범위를 벗어나고 골절편의 전위 정도가 5 mm 이상이며 전방 또는 후방 각형성이 20도 이상일 때를 불량으로 하였다<sup>14)</sup>. 나사못의 위치에 따른 분류에서는 원위 나사가 대퇴거를 접촉하고 있고 나사 끝이 관절면을 천공하지 않으며 관절면에서 10 mm 이내, 나사들이 평행하고 모든 나사가 전후면에서 위쪽에 위치하지 않고, 측면에서 모든 나사가 전방에 위치하고 있지 않을 때를 만족, 그렇지 않은 경우를 불만족으로 표시하였다<sup>12)</sup>.

모든 환자에서 수술 후 2주째 <sup>99m</sup>Tc-MDP를 이용한 골주사 검사를 시행하였으며 방사선 동위원소 흡수량을 견측과 비교하여 견측보다 흡수량이 증가하거나 같은 군을 (+)군

으로 견측보다 흡수량이 감소한 군을 (-)군으로 나누었다.

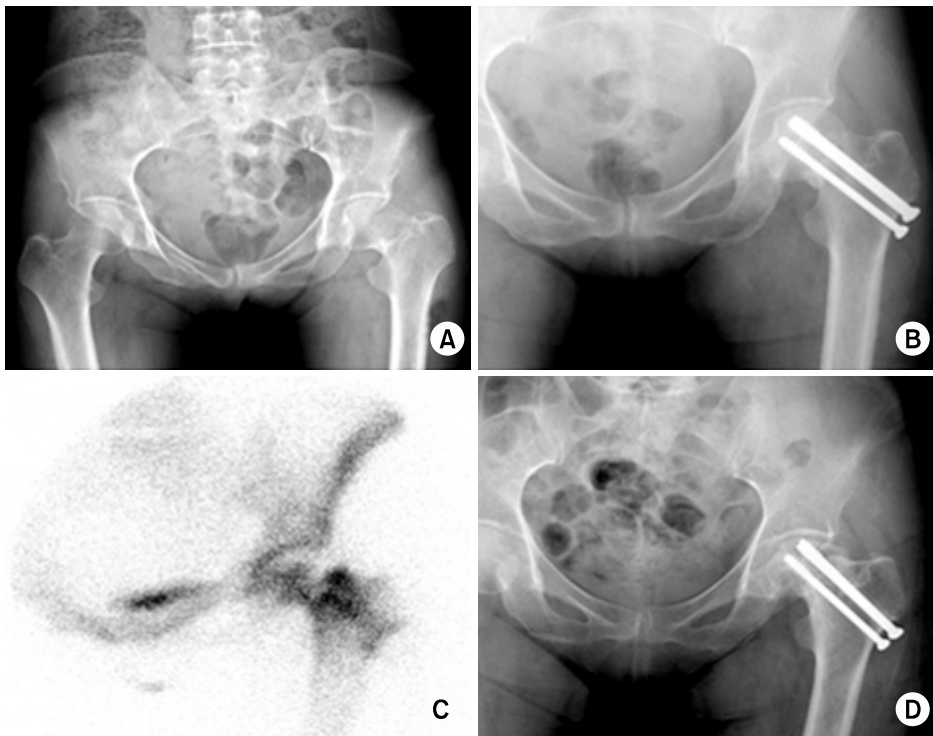
수술 후 6개월 후에도 방사선 및 임상적으로 골절의 유합 소견이 나타나지 않는 경우를 불유합으로 정의하였고 (Fig. 1), 대퇴 골두의 골괴사는 대퇴 골두 연골화 경화 소견과 분절 함몰소견이 나타날 때로 정의하였다 (Fig. 2).

추시 관찰에서 유관 나사의 대퇴 골두 천공, 정복의 소실, 불유합, 대퇴 골두 골괴사 등의 합병증이 발생한 경우에 대해 이와 관련이 있을 것으로 생각되는 Garden 분류, 정복의 정확성, 내고정물의 위치, 수상 시 환자의 연령, 수상 후 수술까지의 시간 간격, 골절의 해부학적 위치, 2주째 골주사 검사 결과와 합병증의 발생 사이의 상관관계를 조사하고 분석하였다.

통계학적 분석은 SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL) 프로그램을 이용하여 Chi-square test와 Student's t test를 사용하였고, p값이 0.05 미만인 경우를 통계학적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

## 결 과

총 68예의 환자 중 13예 (19.1%)에서 합병증이 발생하였으며 대퇴 골두 골괴사가 11예, 불유합이 2예였다. 이 중 대퇴 골두 골괴사는 수술 후 4개월에서 31개월에 발견되었으며 그 중 6예에서 인공관절 전치환술을 시행하였고, 2예에서 이극성 반치환술을 시행하였으며, 3예는 추시 관



**Fig. 2.** (A) A 60-year-old woman had a Garden stage III femoral neck fracture due to a pedestrian motor vehicle accident.

(B) Postoperative radiograph shows good Garden alignment index.

(C) Postoperative two weeks <sup>99m</sup>Tc-MDP bone scan shows heterogenous & irregular increased activity lesion at the 2/3 of the femoral head with normal or mildly decreased activity at the outer 1/3 portion.

(D) Postoperative 4 months radiograph shows an avascular necrosis of left femoral head.

찰 중에 있다. 또한 불유합 2예는 인공관절 전치환술을 시행하였다. 각각의 영향 인자와 합병증 발생률과의 관계는 Table 1, Table 2에 나타내었다.

Garden stage에 따른 분류에 의한 비교에서 비전위골절 (I, II)에서는 56예 중 5예 (8.9%)에서, 전위골절 (III, IV)에서는 12예 중 8예 (66.7%)에서 합병증이 발생하여 전위 골절에서 높은 합병증의 발생률을 보였고 통계학적인 유의성이 있는 것으로 나타났다 ( $p < 0.001$ ).

술 후 정복상태에 따른 비교에서 정복이 우수하였던 60예 중 7예 (11.7%)에서, 보통이었던 8예 중 6예 (75%)에서 합병증이 발생하여 정복이 우수하였던 경우에 합병증 발생이 적었는데 이는 높은 통계학적 유의성을 보였다 ( $p < 0.001$ ).

2주째 골주사 검사 결과에 따른 비교에서는 건측보다 흡수가 증가하거나 같았던 (+)군 54예 중 대퇴 골두 골괴사가 1예 (1.9%) 발생하였으며, 흡수가 감소하였던 (-)군 14예 중 대퇴 골두 골괴사가 10예, 불유합이 2예로 총 12예 (85.7%)에서 합병증이 발생하여 (+)군에 비해 높은 합병증의 발생률을 보였는데 이는 통계학적인 유의성이 있는 것으로 나타났다 ( $p < 0.001$ ).

연령에 따른 비교에서는 65세 미만의 젊은 연령에서는

39예 중 10예 (26%)에서, 65세 이상의 고령에서는 29예 중 3예 (10%)에서 합병증이 발생하였는데 젊은 연령층에서 합병증 발생이 많았으나 통계학적인 유의성은 없었다 ( $p=0.069$ ). Garden 분류에서 비전위 골절 (I, II)만 보았을 때는 65세 이하의 젊은 연령에서는 28예 중 3예에서 합병증이 발생하였으며 65세 이상에서는 28예 중 2예에서 합병증이 발생하여 연령에 따른 차이를 볼 수 없었다.

수상 후 수술 시행까지의 시간 간격에 따른 비교에서는 24시간 이내에 수술을 시행하였던 7예 중 0예, 1일에서 3일 사이 수술을 시행하였던 44예 중 10예 (22.7%)에서, 4일에서 6일 사이 수술을 시행하였던 10예 중 2예 (20%)에서, 7일 이후 수술을 시행하였던 7예 중 1예 (14.3%)에서 합병증이 발생하였는데 통계학적인 유의성은 없었다 ( $p=0.160$ ). 또한 비전위 골절에서 24시간 이내에 수술을 시행한 7예는 모두 합병증이 발생하지 않았으나 7일 이후 수술을 시행한 6예 중 5예에서도 합병증이 발생하지 않아 수술 시간 간격에 따른 차이는 없는 것으로 판단되었다.

골절의 위치에 따른 비교에서는 골두하 골절이 52예 중 10예 (19.2%)에서, 경간 골절 16예 중 3예 (18.7%)에서 합병증이 발생하였으며 통계학적인 유의성은 없었다 ( $p=0.966$ ). 비전위 골절에서는 골두하 골절 43예 중 4예 (9.3%)에서, 경간 골절 13예 중 1예 (7.6%)에서 합병증이 발생하였으며 전위 골절에서는 골두하 골절 9예 중 6예 (66.6%)에서 경간 골절 3예 중 2예 (66.6%)에서 합병증이 발생하여 골절 위치에 따른 차이는 없는 것으로 판단되었다.

내고정물의 위치에 따른 비교에서는 위치가 만족스러웠던 52예 중 10예 (19.2%)에서, 불만족스러웠던 16예 중 3예 (18.7%)에서 합병증이 발생하였으며, 통계학적인 유의성은 없었다 ( $p=0.966$ ). 비전위 골절에서는 내고정물 위치가

**Table 1.** The factors predicting complications between success and failure group

Factors	Success (%)	Failure (%)	p-value
Garden stage			
I, II (56)	51 (91.1%)	5 (8.9%)	<0.001
III, IV (12)	4 (33.3%)	8 (66.7%)	
Reduction			
Good (60)	53 (88.3%)	7 (11.7%)	<0.001
Fair (8)	2 (25.0%)	6 (75.0%)	
Bone scan			
Uptake (+) (54)	53 (98.1%)	1 (1.9%)	<0.001
Uptake (-) (14)	2 (14.3%)	12 (85.7%)	

**Table 2.** The factors predicting complications between success and failure group according to Garden stage

Factors		Undisplaced (56) (garden stage I, II)		Displaced (12) (garden stage III, IV)		p-value
		Success	Failure	Success	Failure	
Age	<65 years (39)	25	3	4	7	0.069
	>65 years (29)	26	2	0	1	
Time interval	<1 day (7)	7	0	0	0	0.160
	1~3 days (44)	31	3	3	7	
	4~6 days (10)	8	1	0	1	
	>7 days (7)	5	1	1	0	
Fx stie	Subcapital (52)	39	4	3	6	0.966
	Transcervical (16)	12	1	1	2	
Screw position	Satisfactory (52)	40	4	2	6	0.966
	Unsatisfactory (16)	13	1	0	2	

만족스러웠던 44예 중 4예 (9.0%)에서 불만족스러웠던 14예 중 1예 (7.1%)에서 합병증이 발생하였으며 전위 골절에서는 내정물 위치가 만족스러웠던 8예 중 6예 (75%)에서 불만족스러웠던 2예 모두 (100%) 합병증이 발생하여 내고정물의 위치가 합병증 발생에 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

## 고 찰

대퇴 경부 골절은 해부학적 구조상 골막이 얇고 골막 내층이 없으며 관절강내 골절 및 혈중에 의한 골두 혈행의 압박 등으로 인하여 대퇴 골두 골괴사, 불유합 등과 같은 합병증의 발생률이 높아서 적절한 대퇴 경부 골절의 치료에 대해 많은 논란이 있다. 현재까지 대퇴 경부 골절에 대한 치료는 크게 나누어 내고정으로 대퇴 골두를 보존하는 방법과 일차적으로 골두 치환술을 시행하는 방법으로 대별할 수 있다. 골다공증 및 골절의 전위가 심하거나 치료의 지연, 고령의 환자에서는 골두 치환술을 시행하나 젊은 환자에서나 비전위 골절에서는 다발성 유관 나사를 이용한 내고정술이 일반적인 치료 방법이다.

다발성 유관 나사를 이용한 내고정 후 추시 중 발생할 수 있는 합병증과 여러 가지 영향인자들간의 관계에 대해 많은 보고가 있는데 많은 저자들이 연령에 따른 골밀도의 상태, 골절 당시의 전위 정도, 정복의 만족도, 내고정물의 위치, 후방 피질골의 분쇄 정도, 수상 후 수술 시행까지의 시간 등이 중요하게 작용한다고 하였다.<sup>2,3,7~9,11~15,19~21,25)</sup>

수술 전 골절 전위 정도에 대해 Parker<sup>17)</sup>는 수술 후 불유합을 예측하는 가장 중용한 인자라고 하였으며 본 연구에서도 Garden 분류에 의한 결과는 실패군에서 전위 골절의 비율이 성공군보다 의미 있게 높았다. 이는 전위의 정도가 예후와 관계가 있음을 보여주며 다른 저자들<sup>2,6,10)</sup>의 연구 결과와도 유사하다.

연령과의 관계에 있어 젊은 성인의 대퇴골 경부 골절은 대퇴 골두 골괴사 및 불유합의 발생 빈도가 높은 것으로 보고되어왔으나 그 빈도는 저자에 따라 많은 차이가 있으며<sup>4,18)</sup>, 저자들의 경우에서는 65세 이하의 젊은 연령층에서 합병증 발생이 많았으나 통계학적인 유의성은 없었다.

수상 후 수술까지의 시간에 대해 Massie<sup>16)</sup>는 12시간 이내 초기 수술군에서 결과가 좋음을 발표하였으며 Woodhouse<sup>24)</sup>는 골절 전위로 압박된 혈관의 조기 감압의 필요성과 골절편의 조기 정복을 권유하였다. 저자들은 24시간 이내에 수술을 시행한 군에서 합병증이 적었으나 모두 비전위 골절이었으며 비전위 골절의 경우 7일 이후 수술을 시행한 경우에도 합병증이 적었다.

Banks<sup>5)</sup>는 전위 골절군에서 부적절한 정복이 된 경우

70%의 불유합을 보이며 해부학적 정복이 된 경우 18%에서 불유합을 보인다고 하여 정복의 정확성을 중요시하였는데 본 연구에서도 성공군은 대부분 우수한 정복 상태를 보여 의미있는 차이를 보였다.

Lindequist와 Törmkvist<sup>14)</sup>는 유관나사를 사용하여 전후면 상에서 대퇴거를 접촉하고 측면상에서 후방 피질골에 가깝게 나사를 삽입하는 내고정물의 위치가 가장 중요한 인자라고 발표하였으나 저자들의 연구 결과는 의미 있는 차이를 보이지 않았다.

합병증의 발생에는 대퇴 골두의 혈행 장애가 주된 원인이라 생각되며 <sup>99m</sup>Tc-MDP를 이용한 골주사로 혈류량을 측정할 수 있다. 수술 후 2주째 골절부위에 혈관재생이 극대화되고, 이 때 시행한 골주사가 예측 정확성이 높다고 주장되고 있으며<sup>1,22,23)</sup> 이는 저자들의 결과와도 일치한다. 2주째 골주사 검사 결과 건축보다 흡수가 감소하였다고 하여 합병증의 발생을 막을 수 있는 특별한 조치를 취할 수 있는 것은 아니나 방사선 검사에서 대퇴 골두 연골화 경화 소견이나 분절 함몰소견이 명확히 나타나기 전 환자가 심한 통증을 호소한다면 빠른 이차 수술을 시행할 수 있는 기준으로 삼을 수 있다고 판단된다.

본 연구의 제한점으로는 12개월 이상의 추시 기간을 갖는 환자를 대상으로 하여 추시기간이 짧다는 것이다. 대퇴 골두 골괴사는 수상 후 24개월에도 나타날 수 있는 바 정확한 분석을 위해서는 24개월 이상의 보다 장기적인 추시가 필요할 것으로 판단된다.

## 결 론

관절내 대퇴 경부 골절의 치료에 있어서 다발성 유관 나사를 이용한 내고정술 시행 시 골절 정복을 정확히 함으로써 합병증의 발생을 감소시킬 수 있으며 골절의 전위 정도와 2주째 골주사 검사를 통해 합병증의 발생을 예측할 수 있다고 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Alberts KA:** Prognostic accuracy of preoperative and postoperative scintimetry after femoral neck fracture. Clin Orthop Relat Res, **250:** 221-225, 1990.
- 2) **Alberts KA, Jervaeus J:** Factors predisposing to healing complications after internal fixation of femoral neck fractures. A stepwise logistic regression analysis. Clin Orthop Relat Res, **257:** 129-133, 1990.
- 3) **Alho A, Benterud JG, Ronningen H, Høiseth A:** Radiographic prediction of early failure in femoral neck

- fracture. *Acta Orthop Scand*, **62**: 422-426, 1991.
- 4) **Askin SR, Bryan RS**: Femoral neck fractures in young adults. *Clin Orthop Relat Res*, **114**: 259-264, 1976.
  - 5) **Banks HH**: Nonunion in fractures of the femoral neck. *Orthop Clin North Am*, **5**: 865-885, 1974.
  - 6) **Barnes R, Brown JT, Garden RS, Nicoll EA**: Subcapital fractures of the femur. A prospective review. *J Bone Joint Surg Br*, **58**: 2-24, 1976.
  - 7) **Chua D, Jaglal SB, Schatzker J**: Predictors of early failure of fixation in the treatment of displaced subcapital hip fractures. *J Ortho Trauma*, **12**: 230-234, 1998.
  - 8) **Elmerson S, Andersson GB, Irstam L, Zetterberg C**: Internal fixation of femoral neck fracture. No difference between the Rydell four-flanged nail and Gouffon's pins. *Acta Orthop Scand*, **59**: 372-376, 1988.
  - 9) **Gautam VK, Anand S, Dhaon BK**: Management of displaced femoral neck fractures in young adults (a group at risk). *Injury*, **29**: 215-218, 1998.
  - 10) **Holmberg S, Kalént R, Thorngren KG**: Treatment and outcome of femoral neck fractures. An analysis of 2418 patients admitted from their own homes. *Clin Orthop Relat Res*, **218**: 42-52, 1987.
  - 11) **Kim SJ, Kim SY, Cha GB, Oh CW, Park IH, Ihn JC**: Complications and affecting factor for intracapsular femoral neck fractures treated by multiple pinning. *J Korean Fracture Soc*, **15**: 201-208, 2002.
  - 12) **Lagerby M, Asplund S, Ringqvist I**: Cannulated screws for fixation of femoral neck fractures. No difference between Uppsala screws and Richards screws in a randomized prospective study of 268 cases. *Acta Orthop Scand*, **69**: 387-391, 1998.
  - 13) **Lindequist S, Malmqvist B, Ullmark G**: Fixation of femoral neck fracture. Prospective comparison of von Bahr screws, Gouffon screws, and Hessel pins. *Acta Orthop Scand*, **60**: 293-298, 1989.
  - 14) **Lindequist S, Törnkqvist H**: Quality of reduction and cortical screw support in femoral neck fractures. An analysis of 72 fractures with a new computerized measuring method. *J Orthop Trauma*, **9**: 215-221, 1995.
  - 15) **Martens M, Van Audekercke R, Mulier JC, Stuyek J**: Clinical study on internal fixation of femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **141**: 199-202, 1979.
  - 16) **Massie WK**: Treatment of femoral neck fracture emphasizing long term follow-up observations on aseptic necrosis. *Clin Orthop Relat Res*, **92**: 16-62, 1973.
  - 17) **Parker MJ**: Prediction of fracture union after internal fixation of intracapsular femoral neck fractures. *Injury*, **25** (Suppl 2): B3-6, 1994.
  - 18) **Protzman RR, Burkhalter WE**: Femoral neck fractures in young adults. *J Bone Joint Surg Am*, **58**: 689-695, 1976.
  - 19) **Rehnberg L, Olerud C**: Subchondral screw fixation for femoral neck fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **71**: 178-180, 1989.
  - 20) **Rehnberg L, Olerud C**: Fixation of femoral neck fractures. Comparison of the Uppsala and von Bahr screws. *Acta Orthop Scand*, **60**: 579-584, 1989.
  - 21) **Scheck M**: The significance of posterior comminution in femoral neck fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **152**: 138-142, 1980.
  - 22) **Strömqvist B, Hansson LI, Nilsson LT, Thorngren KG**: Hook-pin fixation in femoral neck fracture. A two-year follow-up study of 300 cases. *Clin Orthop Relat Res*, **218**: 58-62, 1987.
  - 23) **Strömqvist B, Hansson LI, Nilsson LT, Thorngren KG**: Two-year follow-up of femoral neck fracture. Comparison of osteosynthesis methods. *Acta Orthop Scand*, **55**: 521-525, 1984.
  - 24) **Woodhouse CF**: Dynamic influences of vascular occlusion affecting the development of avascular necrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res*, **32**: 119-129, 1964.
  - 25) **Yim SJ, Woo SH, Kim MY, et al**: Analysis of affecting factors of fixation failure of femoral neck fractures using internal fixation. *J Korean Fracture Soc*, **19**: 297-302, 2006.