

슬관절 측면 방사선 사진상 경골 후경사각 측정의 기준선에 대한 연구

최충혁 · 성일훈 · 김형진

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

A Radiologic Study of the Reference Line for Measuring Posterior Slope Angle on Lateral View of the Knee

Choong Hyeok Choi, M.D., Il-Hoon Sung, M.D., and Hyoung Jin Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

Purpose: This study evaluated the radiological reference line of the posterior slope angle on the lateral view of a plain knee radiograph.

Materials and Methods: The lateral view of the plain knee and whole tibia radiographs were analyzed from thirty seven patients (fifty-two cases) who had undergone total knee arthroplasty. The posterior slope angle was measured on the lateral view of the tibia. On the lateral view of the knee, the posterior slope angle was measured with reference to the proximal tibial anatomical axis, the proximal tibial anterior cortical line, the proximal tibial posterior cortical line and the proximal fibular anatomical axis. These values were compared with the posterior slope angle measured on the whole tibia lateral view.

Results: The posterior slope angle, which was measured by the anterior cortical line as a reference line, was tilted slightly anteriorly to that measured by the whole tibial lateral anatomical axis (0.15 degree in average; anterior slope 3.95- posterior slope 5.57 degree). This difference was smallest among that of the measured angle by the other reference lines ($p < 0.001$).

Conclusion: The anterior cortical line of the proximal tibia appears to be the most reliable reference line for measuring the posterior slope angle on a knee lateral radiograph after TKA.

Key Words: Tibia, Posterior slope, Total knee arthroplasty

서 론

경골 근위부의 후경사각은 평균 10도를 이루고 있으며⁴⁾ 슬관절 전치환술시 이러한 후 경사각의 재현으로 관절운동 범위 특히 굴곡 범위의 향상을 얻을 수 있어⁶⁾ 후경사각 재현에 대한 평가는 중요하게 여겨지고 있다. 따라서 슬관절 전치환술 후에 슬관절과 족관절을 포함한 경골 전장 측면 방사선 사진을 촬영하여 경골의 근위 1/3과 원위 1/3의 중심점을 연결하는 축을 기준으로 후경사각을 측정하는 것이 바람직하다^{8,10)}. 하지만 술 후 환자의 통증과 전신상태, 비용 및 시간을 고려할 때 경골 전장의 측면

방사선 사진보다는 일반적으로 슬관절 측면 방사선 사진으로 수술 중 또는 수술 후에 후경사각을 측정하는 경우가 일반적이다. 이러한 경우에 슬관절 측면 방사선 사진 상에는 경골의 근위부만 촬영되기 때문에 정확한 후경사각을 측정하기에는 어려움이 있다.

이에 저자들은 슬관절 전치환술시에 경골 후경사각을 측정함에 있어 경골 전장 측면 사진상의 해부학적 축을 대변할 수 있는 기준선을 설정해 보기 위해 슬관절 측면 방사선 사진에서 근위 경골의 해부학적 축과 근위 경골의 전방 및 후방 피질의 연장선, 근위 비골의 해부학적 축을

통신저자 : 성 일 훈
서울시 성동구 행당동 17
한양대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL: 02-2290-8485 · FAX: 02-2299-3774
E-mail: sungih@hanyang.ac.kr

Address reprint requests to
Il-Hoon Sung, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Hanyang University,
17, Haengdang-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-792, Korea
Tel: +82.2-2290-8485, Fax: +82.2-2290-3774
E-mail: sungih@hanyang.ac.kr

기준으로 후경사각을 측정하였으며 이들과 경골 전장 측면 방사선 사진에서 측정된 해부학적 축을 이용한 후경사각과의 차이를 비교분석하고 이들의 상관관계를 알아보 고자 하였다.

대상 및 방법

2004년 6월에서 11월까지 본 병원에서 슬관절 전치환 술을 시행받은 37명 52예의 슬관절을 대상으로 하였으며 이들의 평균 연령은 69.3세(45-85세)였고 남자는 1명, 여자가 36명이었다. 우측 슬관절이 21예, 좌측 슬관절이 31예였으며 류마티스 관절염이 4예, 퇴행성 골관절염이 48예였다.

모든 대상은 슬관절 전치환술 후 2주째 슬관절과 족근 관절을 포함한 경골 전장을 관찰할 수 있는 경골 측면 방 사선 사진과 슬관절 측면 사진을 촬영하였으며 두 사진에 서 모두 원위 대퇴골의 내과와 외과의 후연이 일치하게 하였다. 경골 전장 측면사진에서 근위 경골의 골간단-골 간(metaphyseal-diaphyseal) 경계부의 골수강 내 중심 점과 원위 경골의 골간단-골간 경계부의 골수강 내 중심점 을 연결하여 이 선을 경골의 측면 해부학적 축(Fig. 1A)으 로 간주하고^{3,8,10} 근위 경골의 경골 삽입물의 고평부와 경 골 측면 해부학적 축을 이용하여 후경사각을 측정하였다.

슬관절 측면 방사선 사진에서는 근위 경골의 경골 조면 의 직하방에서 골수강 내 중심점과 경골 삽입물의 고평부 에서 12 cm 하방의 골수강 내 중심점을 연결한 선을 근 위 경골의 해부학적 축이라 정의하였고(Fig. 1C)³ 경골 삽입물 고평부에서 12 cm 하방에서부터 전방 피질부를 따라 근위로 그은 선을 근위 경골 전방 피질부의 연장선 으로(Fig. 1B), 후방 피질부를 따라 근위로 그은 선을 근 위 경골 후방 피질부의 연장선으로 정의하였다(Fig. 1D). 또한 근위 비골의 비골 경부의 골수강 내 중심선과 비골 두의 침부에서 12 cm 하방의 비골 골수강 내 중심점을 이은 선을 근위 비골 해부학적 축(Fig. 1E)이라 정의하였 다. 이상의 4개의 기준선에 각각 수선을 그어 경골 삽입 물의 고평부와 이루는 후경사각을 측정하였다. 4개의 서 로 다른 기준에 의해 측정된 슬관절 측면 사진에서의 후 경사각과 경골 전장 측면 사진에서 측정된 후경사각의 차 이를 각각 구하였으며 이들의 상관관계를 조사하였다.

각각의 변수는 동일 측정자에 의해 2회 측정된 평균 값 으로 하였으며 컴퓨터 방사선 사진 전송 시스템(PACS,

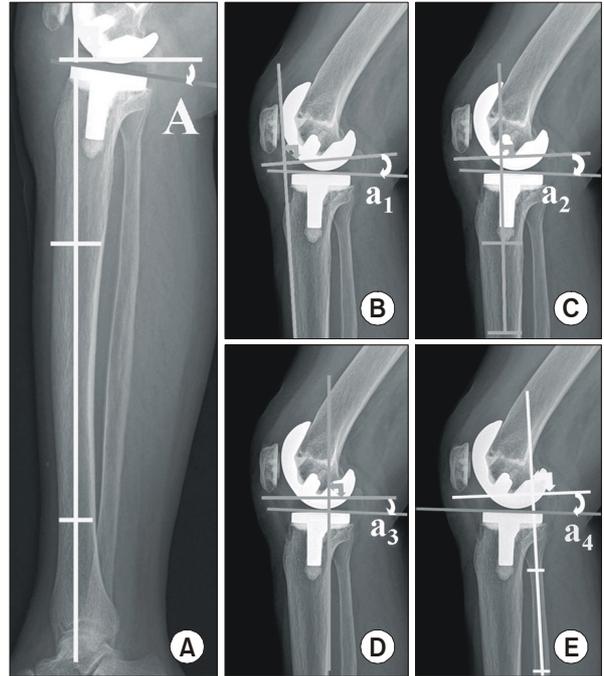


Fig. 1. (A) Measurement of the posterior slope angle (A) using lateral tibial anatomical axis. (B) Measurement of the posterior slope angle (a1) using the proximal tibial anterior cortical line. (C) Measurement of posterior slope angle (a2) using the proximal tibial anatomical axis. (D) Measurement of the posterior slope angle (a3) using the proximal tibial posterior cortical line. (E) Measurement of the posterior slope angle (a4) using the proximal fibular anatomical axis.

Picture Archiving and Communication System)의 방 사선 사진을 이용하여 측정하였으며 통계학적 분석은 SPSS Tukey HSD technique을 이용한 multiple com- parisons 방법을 이용하였다.

결 과

경골 전장 측면 방사선 사진에서 경골 삽입물의 고평부 와 경골의 해부학적 축에 수직인 선이 이루는 후경사각 (A), 슬관절 측면 방사선 사진에서 경골 삽입물의 고평부 와 근위 경골 전방 피질부의 연장선에 수직인 선이 이루 는 후경사각(a1), 해부학적 축에 수직인 선이 이루는 후 경사각(a2), 근위 경골 후방 피질부의 연장선에 수직인 선이 이루는 후경사각(a3), 근위 비골 해부학적 축에 수 직인 선이 이루는 후경사각(a4)의 평균은 각각 A : 5.62 도(1.52-10.64도), a1 : 5.77도(0.63-11.67도), a2 : 3.39도(전경사 0.23-후경사 8.09도), a3 : 2.49도(전경

Table 1. Summary of the Results

	A	a1	a2	a3	a4
Mean	5.62	5.77	3.39	2.49	3.10
SD*	2.45	2.72	2.44	2.47	2.41

*, standard deviation.

Table 2. Multiple Comparisons on Each Difference using Tukey HSD Technique

	Mean difference	Sig.
A-a1 vs A-a1	0.00	1.000
A-a1 vs A-a2	-2.38	<0.001
A-a1 vs A-a3	-3.28	<0.001
A-a1 vs A-a4	-2.67	<0.001

The mean difference is significant at the 0.05 level.

사 2.10-후경사 9.08도), a4 : 3.10도(전경사 1.68-후경사 8.79도)로 나타나 후방 피질부 연장선을 기준으로 하였을 때 후경사각이 가장 작았다(Table 1). 경골 전장의 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각(A)과 슬관절 측면 사진에서 전방 피질부의 연장선을 기준으로 한 후경사각(a1)의 차이(A-a1), 근위 경골 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각(a2)의 차이(A-a2), 근위 경골 후방 피질부의 연장선을 기준으로 한 후경사각(a3)의 차이(A-a3), 근위 비골 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각(a4)의 차이(A-a4)는 각각 -0.15도(-3.95-5.57도), 2.23도(-2.6-7.27도), 3.12도(-1.59-6.81도), 2.52도(-2.29-5.15도)로 경골 전장의 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각과 슬관절 측면 사진에서 전방 피질부의 연장선을 기준으로 한 후경사각의 차이(A-a1)가 통계적으로 의미있게 나타났다($p < 0.001$)(Table 2).

고 찰

Lotke와 Ecker⁹⁾는 슬관절 전치환술시 삽입물의 위치는 초기 예후와 많은 상관관계를 가진다고 보고한 바 있다. Hofmann 등⁵⁾은 슬관절 전치환술시에 후경사각을 유지한 채로 경골 절제를 하여야 함몰 등의 합병증을 줄이고 관절 운동 범위 특히 굴곡 범위의 향상을 얻을 수 있다고 주장한 바 있다. 반면 Piazza 등¹¹⁾은 후방 십자인대 보존형 슬관절 전치환술 시에는 후경사각에 따라 관절 운동 범위가 변화하나 후방 십자인대 대치형 슬관절 전치

환술 시에는 후경사각의 효과가 없다고 보고하였으며, Singerman 등¹²⁾은 후방 십자인대 보존형 슬관절 전치환술 시에는 5도의 후 경사각으로 굴곡범위를 증가시킬 수 있으나 후방 십자인대 대치형에서는 후경사각의 효과를 기대할 수 없다고 보고한 바 있다. 이와 같이 슬관절 전치환술 후 삽입물의 적절한 위치는 예후와 밀접한 관련이 있으며 이러한 삽입물의 적절한 위치를 방사선학적으로 평가하는 것은 중요하다. 측면 방사선 사진 상 삽입물의 위치를 평가하는 척도 중 하나인 후경사각의 측정은 그 정도와 의미에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다. 경골 근위부의 후경사각은 평균 10도를 이룬다고 알려져 있으며⁶⁾ Genin 등⁵⁾은 단순 방사선 사진 상 경골 고평부의 후경사각은 0-18도의 다양한 변위를 가진다고 보고한 바 있고, Jiang 등⁷⁾은 단순 방사선 사진상 내측 경골 고평부의 평균 후경사각은 10도(0-20)로 나이와 성별에 영향을 받지 않는다고 보고한 바가 있다.

후경사각의 방사선학적 측정에 있어 기준이 되는 측면 상 경골의 해부학적 축은 경골 전장의 해부학적 축을 기준으로 측정해야 하지만^{8,10)} 환자의 통증과 노력 및 경제적 측면을 고려할 때 슬관절 측면 방사선 사진상에서 측정하는 것이 일반적이다. 따라서 슬관절 측면 사진 상에서 경골의 측면 해부학적 축을 대변할 수 있는 기준선을 찾아 이를 경골 전체의 측면 해부학적 축으로 생각하고 후경사각을 측정하여야 한다.

슬관절 측면 방사선 사진에서 경골 근위부의 고평부는 내외측이 겹치게 되어 고평부에 평행한 선을 한 개의 선으로 표현하기가 쉽지 않아¹¹⁾ 근위 고평부 도식에 어려움이 있다. Matsuda 등¹⁰⁾은 자기 공명 영상을 통한 후경사각의 측정에서 내측 경골 고평부(평균 10.7도)와 외측 경골 고평부(평균 7.2도)의 후경사각이 차이가 있음을 보고한바 있으며, Choi 등²⁾은 단순 방사선과 자기 공명 영상을 이용하여 연구한 후경사각에 있어 반월상 연골을 고려하였을 때의 후경사각과 골성 후경사각이 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 수술 전 슬관절 또는 경골 측면 방사선 사진에서 특히 진행된 관절염 환자의 경우 근위 고평부의 평행한 선을 도식하는 것이 쉽지 않음을 고려하여 슬관절 전치환술을 시행받은 환자를 대상으로 술 후 방사선 사진을 측정하였다. 경골 금속 삽입물의 고평부에 평행한 선은 수술 전 관절염 환자의 경골 고평부에 평행한 선보다 도식하기가 용이하여 측정자내 오차

를 줄일 수 있었으며 동일 관찰자에 의해 2회의 측정을 통하여 그 평균값을 각각의 변수로 이용하여 측정시 오차를 더욱 줄이려고 하였으며 기존의 연구에서 각 기준선을 통한 후경사각의 유사성을 비교한 것과는 달리 각 기준선을 이용한 후경사각의 차이를 또 다른 변수로 하여 multiple comparison을 시행하여 통계적 분석을 하였다.

Brazier 등¹⁾은 후경사각을 측정함에 있어 근위 경골 해부학적 축, 후방 경골 피질부 및 근위 비골 해부학적 축을 모두 이용할 수 있음을 보고하였고 Chung 등³⁾도 전방 피질부의 연장선이 경골의 측면상 해부학적 축과 가장 유사하며 근위 경골 측면 해부학적 축, 후방 경골 피질부의 연장선 역시 유의한 상관관계를 보인다고 하였다. 본 연구에서는 전방 피질부의 연장선을 기준으로 한 후경사각이 전체 경골의 측면 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각과 의미있는 유사성을 보였으며 근위 경골 측면 해부학적 축, 후방 피질부의 연장선, 근위 비골 측면 해부학적 축을 기준으로 한 후경사각과는 의미있는 차이를 보였다.

이는 경골의 전방 휨(anterior bowing)으로 인해 측면 경골 간부에 대해 근위부의 해부학적 축, 후방 피질부의 연장선이 후방으로 각형성을 하게 되어 전방 피질부가 경골 전체의 축을 대변하게 되는 효과가 있는 것으로 생각되며 근위 경골 해부학적 축, 근위 경골 후방 피질부 연장선, 근위 비골 측면 해부학적 축은 슬관절 전치환술을 시행받은 사람의 술 후 평가에 있어서 전방 피질부의 연장선에 비해 측면상 경골 전체의 축을 대변하기에는 정확성이 적은 것으로 사료되었다.

결 론

슬관절 전치환술 후 슬관절 측면 방사선 사진으로 경골 삽입물의 후경사각을 방사선학적으로 평가함에 있어 경골 전장의 방사선 측면 사진상의 해부학적 축과 비교하였을 때 근위 경골 전방 피질부의 연장선을 기준으로 후경사각을 측정하는 것이 근위 경골 측면 해부학적 축, 근위 경골 후방 피질부 연장선, 근위 비골 측면 해부학적 축에 비해 가장 근접하게 나타내는 것으로 사료되었다.

참고문헌

1. Brazier J, Migaud H, Gougeon F, Cotten A, Fontaine C,

- Duquennoy A: Evaluation of methods for radiographic measurement of the tibial slope. A study of 83 healthy knees. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 82: 195-200, 1996.
2. Choi CH, Kim JH, Chung HK, Choi YH: Measurement of posterior slope angle of the proximal tibia by MRI and X-ray. *J Korean Orthop Assoc*, 36: 569-573, 2001.
3. Chung JB, Han CD, Yang IW, Che JH: Radiographic analysis of the tibial axis on the antero-posterior and lateral view of knee. *J Korean Knee Soc*, 17: 58-63, 2005.
4. Clarke HD, Scott WN, Insall JN, et al: Anatomy. In: Insall JN, Scott WN ed. *Surgery of the knee*. 3rd ed. New York, Churchill Livingstone Inc: 13-76, 2001.
5. Genin P, Weill G, Julliard R: The tibial slope. Proposal for a measurement method. *J Radiol*, 74: 27-33, 1993.
6. Hofmann AA, Bachus KN, Wyatt RW: Effect of the tibial cut on subsidence following total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, 269: 63-69, 1991.
7. Jiang CC, Yip KM, Liu TK: Posterior slope angle of the medial tibial plateau. *J Formos Med Assoc*, 93: 509-512, 1994.
8. Kuwano T, Urabe K, Miura H, et al: Importance of the lateral anatomic tibial slope as a guide to the tibial cut in total knee arthroplasty in Japanese patients. *J Orthop Sci*, 10: 42-47, 2005.
9. Lotke PA, Ecker ML: Influence of positioning of prosthesis in total knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*, 59: 77-79, 1977.
10. Matsuda S, Mizu-uchi H, Miura H, Nagamine R, Urabe K, Iwamoto Y: Tibial shaft axis does not always serve as a correct coronal landmark in total knee arthroplasty for varus knees. *J Arthroplasty*, 18: 56-62, 2003.
11. Piazza SJ, Delp SL, Stulberg SD, Stern SH: Posterior tilting of the tibial component decreases femoral rollback in posterior-substituting knee replacement: a computer simulation study. *J Orthop Res*, 16: 264-270, 1998.
12. Singerman R, Dean JC, Pagan HD, Goldberg VM: Decreased posterior tibial slope increases strain in the posterior cruciate ligament following total knee arthroplasty. *J Arthroplasty*, 11: 99-103, 1996.

