

# 무릎 인공관절 설계를 위한 넓다리뼈 절단면 계측 Morphometry of Resected Femoral Surface for Design a Artificial Knee Joint

\*곽대순<sup>1</sup>, 한창환<sup>2</sup>, 오택열<sup>3</sup>, #한승호<sup>1</sup>

\*Dai-Soon Kwak<sup>1</sup>, C.W. Han<sup>2</sup>, T.Y. Oh<sup>3</sup>, #Seung-Ho Han(hsh@catholic.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 가톨릭의대 해부학교실·가톨릭응용해부연구소, <sup>2</sup>힘찬병원 정형외과, <sup>3</sup>경희대학교 테크노공학대학

Key words : Total Knee Arthroplasty, Knee Joint, Artificial Joint, Distal Femur

## 1. 서론

서양 선진국을 중심으로 개발되어온 인공관절은 서양인의 체형과 생활양식에 적합하게 설계되어 있다. 현재 국내에서 사용되고 있는 무릎인공관절은 전량 수입에 의존하고 있으며, 수입되는 제품은 모두 서양인의 체형에 맞게 설계된 제품으로 작은 치수의 제품이 시술된다고 하여도 형상 및 치수가 환자에게 적합하지 않아<sup>1)</sup> 수술 예후가 좋지 않고, 보행이 불안정하며, 재활기간이 오래 걸리는 등 여러 가지 부작용을 초래하고 있다. 특히 인공관절 수술은 퇴행성 관절염 등의 질환으로 연골이 손상된 환자에 대한 마지막 치료법으로 근래에 들어 시술 건수가 비약적으로 증가하고 있다. 또한 평균수명 증가에 의한 실버 인구의 증가로 인공관절의 수요는 폭발적으로 증가할 잠재 가능성을 가지고 있으므로 우리나라 사람 체형에 적합한 형상 및 치수를 가지는 인공 관절의 개발이 절실히 필요하다. 따라서 이 연구에서는 컴퓨터 단층촬영(computer tomography) 영상을 이용하여 구성된 3차원 넓다리뼈(femur) 모델을 사용하여 컴퓨터 내에서 무릎관절 전치환술(total knee arthroplasty)을 시행하여 절단된 관절면의 치수를 측정하고, 이를 분석하여 한국인 체형에 적합한 무릎 인공관절의 넓다리뼈 부품 설계에 사용될 수 있는 중요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

한국인 체형에 적합한 무릎관절 전치환술용 넓다리뼈 부품의 치수 및 형상 설계를 위해 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 가톨릭응용해부연구소에서 제공하는 디지털 코리안<sup>2)</sup> 단면 영상 파일을 사용하였다. 뼈 부분에 기형이 없는 남, 여 각 50 표본의 기증시신을 1mm 간격으로 컴퓨터 단층촬영하여 구축한 자료로 측정 대상의 평균 연령은 남자 50.7세, 여자 53.8세, 평균 신장은 남자 165.96±4.97cm, 여자 156.19±5.12cm 이다.

의료영상처리 소프트웨어(Bionix Ver 3.3, Cantibio)를 사용하여 넓다리뼈의 겉질뼈(cortical bone) 부분까지의 영역을 정밀하게 구역화 하고, 이를 기준으로 넓다리뼈의 3차원 형상 모델을 구성하였다. 생성된 3차원 모델은 3차원 CAD 프로그램(I-DEAS NX Ver.11, UGSPLM, TX)을 사용하여 Mechanical Axis, Transverse Axis, Epicondylar Axis를 직교좌표에 맞게 정렬<sup>3)</sup>하고, 안쪽관절 융기(medial condyle)의 가장 아래 부분으로부터 윗방향(superior)으로 10mm 절단하여 아랫면(Fig. 1d)을 생성하고, 가장 뒷부분으로부터 앞방향(anterior)으로 10mm 절단하여 뒷면(Fig. 1c)을 생성하였다. 절단된 뒷면을 앞방향으로 평행이동하여 앞절단면(Fig. 1a,b)을 생성하였다. 생성된 위, 아래, 뒤쪽 절단면에서 ML, AP, HAM, HAL, WA, HPM, HPL, WPM, WPL 9개 항목을 측정하였다 (Table 1, Fig. 1).

Table 1 Summary of the measured parameters

Parameters	Measurement data
ML/AP	width / hight of inferior section
HAM/ HAL	height of anterior medial / lateral condyle
WA	width of the anterior condyle
HPM/ HPL	height of posterior medial / lateral condyle
WPM/ WPL	width of posterior medial / lateral condyle

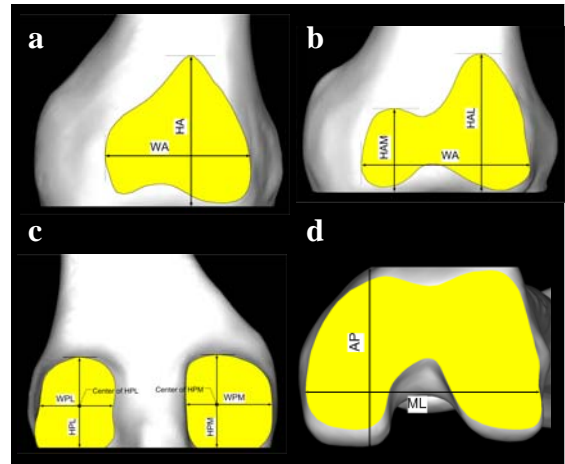


Fig. 1 Schematic representation of the resected distal femoral surface

측정된 결과를 분석 프로그램(OriginPro Ver.7.5, OriginLab, MA)을 사용하여 현재 국내에서 많이 사용되는 Scorpio, Duracon, Triathlon(Stryker Howmedica Osteonics, Allendale, NJ), PFC, LCS(Depuy-Johnson & Johnson, Warsaw, IN), Nexgen(Zimmer, Warsaw, IN) 등 6개 제품들의 크기와 비교하였다.

## 2. 측정결과

한국인 체형에 적합한 무릎관절 전치환술용 인공관절의 넓다리뼈 부품 설계에 사용될 수 있는 절단면의 치수 측정 결과를 Table 2에 나타냈다.

Table 2 Results of the measured parameters

Parameters	Female	Male	Combined
AP	51.5 ± 2.6	56.2 ± 3.1	53.9 ± 3.8
ML	65.9 ± 3.1	74.4 ± 3.8	70.2 ± 5.5
HPL	25.3 ± 2.9	28.7 ± 3.2	27.1 ± 3.5
WPL	23.1 ± 1.7	24.6 ± 1.6	23.8 ± 1.8
HPM	24.4 ± 1.9	27.9 ± 2.3	26.2 ± 2.8
WPM	24.2 ± 1.9	26.7 ± 1.6	25.5 ± 2.1
WA	44.3 ± 3.1	51.2 ± 3.2	47.8 ± 4.7
HAL	41.8 ± 5.6	47.2 ± 4.7	44.6 ± 5.8
HAM*	29.3 ± 4.7	32.7 ± 3.5	31.1 ± 4.4
ML/AP	128.2 ± 5.6	132.3 ± 4.9	130.3 ± 5.6

Unit : [mm], only ML/AP is [%]

\* HAM could be measured in only 119 knees (female 58, male 61).

무릎 전치환술용 인공관절 크기 선택의 기준이 되는 AP, ML 평균길이는 53.9±3.8mm, 70.2±5.5mm로 나타났으며, 남자가 여자보다 평균 10.5% 정도 큰 크기를 나타냈다. 또한 AP, ML 길이와 키와의 상관관계는 양의 상관관계를 나타냈으나, 키를 기준으로 AP, ML 길이를 산정하기에는 곤란할 것으로 판단된다(r=0.7).

현재 국내에서 많이 사용되는 무릎 전치환술용 인공관절 6개 제품의 AP, ML 크기(Fig. 1d)와 이 연구에서 측정된 100 표본의 측정결과를 살펴보면 현저한 크기의 차이가 있음을 알 수 있다(Fig. 2). 서양인 기준에 적합하게 설계된 수입 제품들은 한국인 측정값 보다 AP 방향으로 크게 설계되어 있음을 알 수 있다.

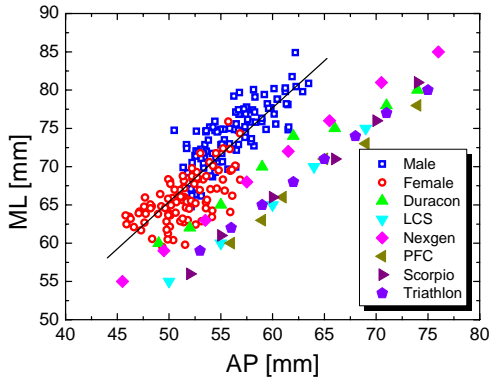


Fig. 2 The resected distal femoral ML and AP dimensions in 100 knees each compared with that of the six conventional femoral designs of TKA

수입되어 사용되는 6개 제품과 한국인 측정값의 AP, ML 방향 크기 차이는, 먼쪽 넓다리뼈 부분의 ML 길이와 AP 길이의 비율을 표시한 Fig. 3에서 보다 확실하게 표현된다. 서양인 체형에 적합하게 설계된 수입 제품들의 무릎관절 중형비(ML/AP)는 108-120%이나 한국인 측정값에서 보여주는 중형비는 130.3±5.6%를 나타냈다. 이것은 한국인의 무릎관절은 서양인 보다 앞뒤 방향의 길이가 작은것을 의미한다(Fig. 3).

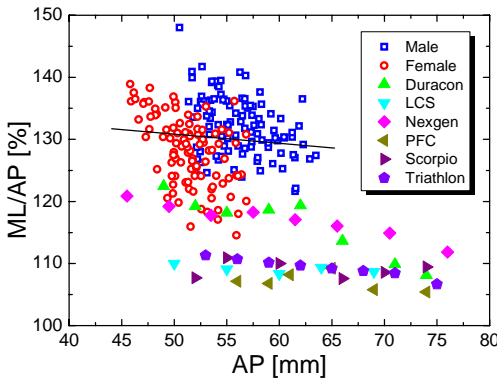


Fig. 3 The distal femoral aspect ratio(ML/AP) and AP each compared with that of six conventional femoral designs

먼쪽 넓다리뼈 뒤 절단면(Fig. 1c)에서 안쪽/가쪽관절용기 절단면의 너비와 AP 길이와의 관계는 가쪽 관절용기 폭은 비교적 잘 맞는 반면 안쪽 관절용기 폭은 작게 나타났다(Fig. 5).

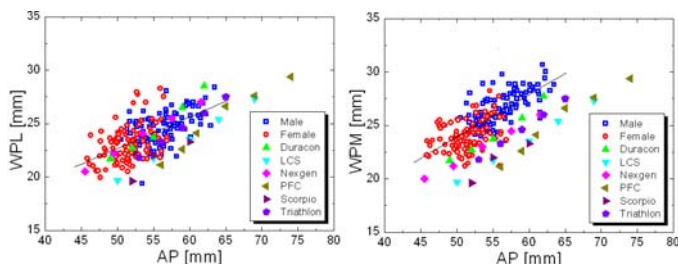


Fig. 4 Comparison of the width of the resected posterior femoral lateral & medial condyle

뒤 절단면(Fig. 1c) 안쪽/가쪽관절용기 절단면의 높이와 AP 길이와의 관계는 안쪽/가쪽 모두 일부 제품은 작게 나

타났으나 일부 제품은 매우 크게 나타났다. 이는 관절 주변 구조물에 간섭을 발생시킬 수 있으므로 시급한 개선이 요구된다.(Fig. 5).

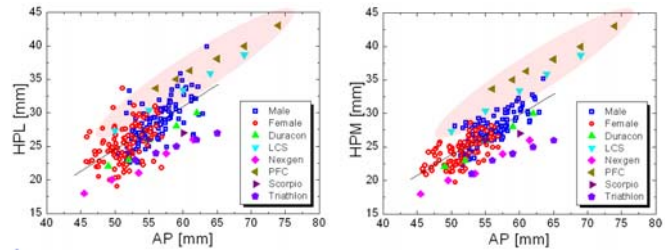


Fig. 5 Comparison of the height of the resected posterior femoral lateral & medial condyle

### 3. 결론 및 토의

이 연구에서는 기증 시신 남, 여 50 표본을 1mm 간격으로 컴퓨터 단층 촬영하여 구축한 디지털 코리안 영상 정보로부터 3차원 넓다리뼈 모델을 생성하고, 생성된 모델을 3차원 캐드 프로그램을 사용하여 무릎전치환술과 동일한 방법으로 먼쪽 넓다리뼈 부분을 절단하여 절단면의 치수를 측정하였다. Table 2에 표기한 각종 측정 치수들은 한국인 체형에 적합한 무릎관절 전치환술용 인공관절의 넓다리뼈 부품 설계에 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 또한 측정 결과를 분석하여 현재 임상에서 많이 사용되는 6개의 무릎 전치환술용 인공관절 제품과 비교해본 결과 한국인 체형에 적합하지 않은 것으로 나타났다. 한국인의 무릎관절은 앞-뒤 방향 길이가 상대적으로 작고, 안-밖 방향 길이가 길어 수입되어 사용되는 인공관절 보다 중형비(ML/AP)가 크게 나타났다. 따라서 현재 사용되어지는 인공관절이 한국인 체형에 적합하기 위해서는 앞-뒤 방향 길이는 보다 작게 설계되어야 하며, 그와 함께 안쪽, 가쪽관절용기의 뒤쪽 절단면의 높이는 낮아져야 할것으로 생각된다.

### 후기

이 연구는 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 가톨릭응용해부연구소(CIAA)에서 제공하는 디지털 코리안 인체정보를 사용하였습니다.

### 참고문헌

1. Y.B. Jung, S.K. Tae, W.J. Jin, K.S. Song, J.S. Lee, J.W. Han, "Geometric Measurement of Bony Structure of Knees in Korean and The Study of Tibial Plateau Coverage in Total Knee Arthroplasty", J. Korean Orthopaedic Research Society, 4, 1, 10-17, 2001
2. Digital Korean Human Model Database <http://digitalman.kisti.re.kr>
3. Moreland JR, Bassett LW, Hanker GJ, Radiographic analysis of the axial alignment of the lower extremity. J Bone Joint Surg Am 69:745, 1987