

정강뼈 몸쪽 골수공간의 형상 분석

*곽대순¹, 한창환², 최광남³, 오택열⁴, 한승호¹

¹ 가톨릭의대 해부학교실 · 응용해부연구소, ² 가톨릭의대 정형외과학교실, ³ 한국과학기술정보연구원, ⁴ 경희대학교 테크노공학대학

Morphometry of Medullary Cavity in Proximal Tibia

*Dai-Soon Kwak¹, C.W. Han², Kwang-Nam Choi³, Taek-Yul Oh⁴, Seung-Ho Han¹

¹ Catholic Institute for Applied Anatomy · Dept. of Anatomy, Catholic Univ., ² Dept. of Orthopaedics, Catholic Univ.,

³ Korea Institute of Science and Technology Information, ⁴ Col. of Advanced Tech. KyungHee Univ.

Key words : Medullary Cavity, Tibia, Bone Marrow, Artificial Joint, Arthroplasty

1. 서론

지난 수년간 선진국을 중심으로 개발되어온 인공 관절은 나름대로 설계상의 원리를 지니면서 발전되어 왔으나 서양에서 개발된 제품은 서양인의 체형과 생활양식에 맞게 설계되어 있다. 현재 국내에서 사용되고 있는 인공 관절은 전량 수입에 의존하고 있으며, 수입되는 제품은 모두 서양인의 체형에 맞게 설계된 제품으로 작은 치수의 제품이 시술된다고 하여도 형상 및 치수가 환자에게 적합하지 않아¹⁾ 수술 예후가 좋지 않고, 보행이 불안정하며, 재활기간이 오래 걸리는 등 여러 가지 부작용을 초래하고 있다. 따라서 우리나라 사람 체형에 적합한 형상 및 치수를 가지는 인공 관절의 개발이 절실히 필요하다. 인공관절을 구성하는 관절면 부분의 형상 및 치수에 관한 연구는 일부 수행²⁾되었지만 인공관절을 고정하는 고정부분(stem)의 형상 및 치수에 관한 연구는 전무하다. 따라서 이 연구에서는 정강뼈(tibia) 내부의 골수공간(medullary cavity)의 생김새를 3차원 형상으로 표현하고, 이를 분석하여 인공관절이 인체 내부에 고정되는 스템 부분의 형상 설계에 중요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

한국인 체형에 적합한 무릎 대체술용 정강뼈 부품의 고정 부분 치수 및 형상 설계에 사용될 수 있는 정강뼈 내부 몸쪽(proximal) 골수공간의 형상을 분석하기 위해 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 가톨릭응용해부연구소에서 제공하는 디지털 코리안 단면 영상 파일을 사용하였다. 사용된 단면 영상 파일은 뼈 부분에 기형이 없는 남, 여 각 50 표본의 기증시신을 1mm 간격으로 컴퓨터 단층촬영(CT)하여 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.

컴퓨터 내에서 정강뼈 내, 외부 정보를 나타내기 위해 의료영상 처리 소프트웨어(Bionix Ver 3.3, Cantibio)를 사용하여 3차원 형상 모델을 구성하였다. 단면 영상의 겹질뼈(cortical bone) 외곽선 부분을 기준으로 정밀한 구역화 작업을 수행하여 정강뼈 외형 정보가 포함된 3차원 형상 모델을 생성하였고, 뼈 내부의 골수 공간 영역을 정밀 구역화하여 뼈 내부 골수 공간의 3차원 형상 모델을 생성하였다(Fig. 1).

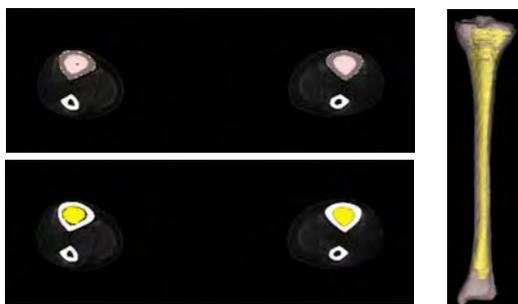


Fig.1 Segmentation and construction 3D model

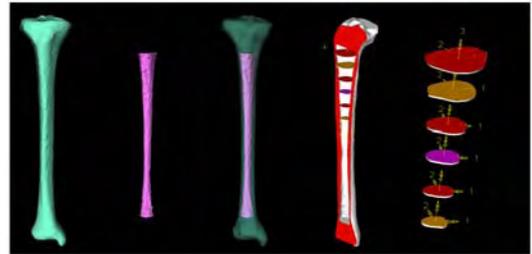


Fig.2 Boolean operation and measurement of medullary cavity

정강뼈 외형 모델에서 골수공간 모델을 빼기 연산하여 내부 골수공간 정보가 표현된 3차원 정강뼈 모델을 제작하였다(Fig. 2). 제작된 모델을 사용하여 정강뼈의 길이 방향으로 16등분하고 몸쪽 8등분 내부 영역에서 중앙 부분으로부터 6개의 단면을 생성하여 내부 영역 단면의 도심(centroid)의 좌표를 계산하였다(Fig. 2). 도심의 좌표 측정은 정강뼈의 크기가 개인별로 모두 달라 절대적인 크기와 위치를 측정하여 사용할 수 없어, 정강뼈의 위 관절면 영역을 내접하는 사각형을 생성하고, 앞쪽-몸쪽 점을 원점(0,0)으로 하고 뒤쪽, 가쪽을 (-100,-100) 점으로 하는 별도의 좌표계를 생성하여 이를 기준으로 측정하였다(Fig. 3).

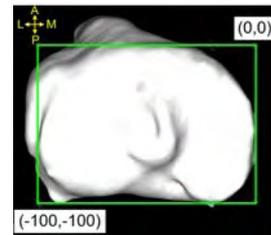


Fig.3 Coordinator system for centroid of cross section

측정된 6개 단면의 도심의 좌표를 최소자승법을 사용하여 직선의 식으로 나타내고, 외삽법을 이용하여 위 관절면(superior articular surface)과 위 관절면을 10mm 절단한 평면에서 관통점의 좌표를 계산하였다. 위 관절면의 가쪽용기사이결절(lateral intercondylar tubercle)의 가장 높은 점은 무릎관절 수술시 중요한 기준점으로 사용될 수 있기에 가장 높은 점의 위치를 측정하였고, 관통점과 위치관계를 분석하였다. 또한 정강뼈 내부 골수공간의 굽어진 정도를 표현하기 위해 해부학 평면에서 측정된 도심의 위치를 평균하여 도시하였다.

3. 측정 결과

3.1 정강뼈 위 관절면에서의 관통점

측정된 몸쪽 골수 공간 단면 6개 도심의 좌표를 사용하여 외삽법으로 정강뼈 위 관절면에서의 관통점을 계산할 결과를 Fig. 4에 나타냈다. 상대좌표(Fig. 3)로 나타낸 관통점의 좌표는 남자 왼쪽 (54.65±2.36, 27.65±4.62), 오른쪽 (55.18±2.51, 28.68±4.494.51), 여자 왼쪽 (56.87±2.52, 27.57±4.27), 오른쪽 (57.80±3.33,

27.85±4.85)를 나타냈다. 남, 여 모두 왼쪽, 오른쪽의 차이는 없었으나, 정강뼈 위 관절면에서 앞쪽(anterior)으로 많이 치우치며 안쪽(medial)-가쪽(lateral) 방향으로는 중앙 부분이 아닌 가쪽 방향으로 약간 치우친 위치가 정강뼈 몸쪽 골수공간의 중심선이 지나는 위치로 나타났다. 따라서 정강뼈의 위 관절면에서 길이방향으로 임플란트 등의 고정구를 위치시킬 경우 앞-뒤(posterior) 방향으로 27.92±4.62%, 안쪽-가쪽 방향으로 56.11± 2.92% 위치에서 아래 방향으로 삽입하면 몸쪽 골수공간의 중심을 지날 수 있다.

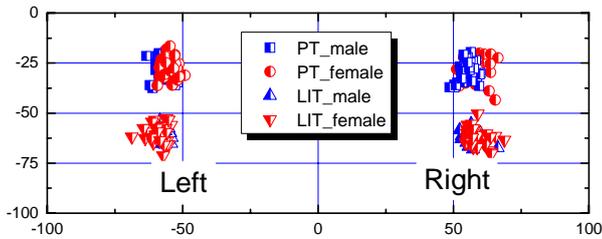


Fig. 4 Position of the penetration point(PT) and the top point of lateral intercondylar tubercle(LIT) on tibial superior articular surface

Fig. 4에 LIT는 가쪽융기사이결절의 가장 높은점의 위치를 측정하여 정강뼈 위 관절면에서 특정 위치를 표시하는 기준점으로 사용될 수 있다. Fig. 5는 LIT를 기준으로 몸쪽 골수공간의 중심선이 위 관절면을 관통하는 점의 위치를 나타낸 것으로 관통점은 남자는 앞쪽으로 17.22±2.67 mm, 안쪽으로 1.70±2.12 mm, 여자는 앞쪽으로 15.56±2.02 mm, 안쪽으로 1.05±2.91 mm로 나타났다.

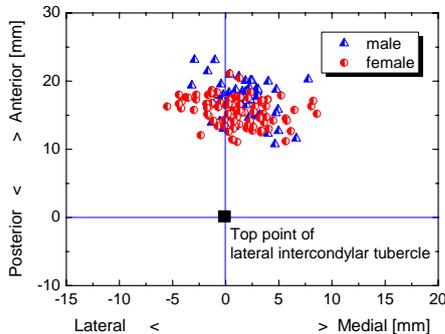


Fig. 5 Position of penetration point based on LIT

3.2 정강뼈 위쪽 10mm 절단면에서의 관통점

Fig. 6은 정강뼈 위 관절면을 10mm 절단한 절단면과 몸쪽 골수공간의 중심선이 관통하는 관통점의 위치를 나타낸 것으로, 무릎 인공관절 등을 정강뼈 몸쪽 부분에 부착할 경우 위 관절면을 약 10mm 절단하고 그 위에 인공관절을 고정시키게 된다. 관통점의 위치는 남자 왼쪽 (52.76±2.13, 32.48±3.41), 오른쪽 (53.56±2.42, 32.57±3.62), 여자 왼쪽 (54.46±2.53, 33.18±3.45), 오른쪽 (55.08± 2.78, 32.93±3.77)을 나타냈다. 왼쪽, 오른쪽의 차이는 없었으나, 앞쪽으로 많이 치우치며 중앙 부분에서 가쪽 방향으로 약간 치우친 위치가 정강뼈 몸쪽 골수공간의 중심선이 지나는 위치로 나타났다. 따라서 인공관절의 고정구 부분이 골수 공간의 중심선을 따라 삽입되기 위해서는 앞-뒤 방향으로 32.79±3.55%, 안쪽-가쪽 방향으로 54.00±2.62% 위치에서 아래 방향으로 삽입하면 몸쪽 골수공간의 중심을 지날 수 있다.

3.3 정강뼈 몸쪽 내부 골수 공간의 형상

Fig. 7은 몸쪽 골수공간 절단면의 도심 위치를 마루면(sagittal plane)과 이마면(coronal plane)에 투영하여 도식한 그림이다. 마루면으로 투영한 그림을 보면 아래 부분의 도심이 윗부분 보다 뒤쪽에 위치하는 모습을 볼 수 있으며, 이마면으로 투영한 그림에

서는 아래쪽 도심이 안쪽 방향에 위치하고 있다. 이는 안굽이 무릎이 많은 우리나라 사람의 특징을 반영하는 것으로 생각된다.

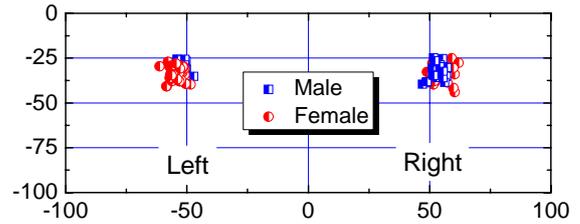


Fig. 6 Position of penetration point on 10mm cutting surface

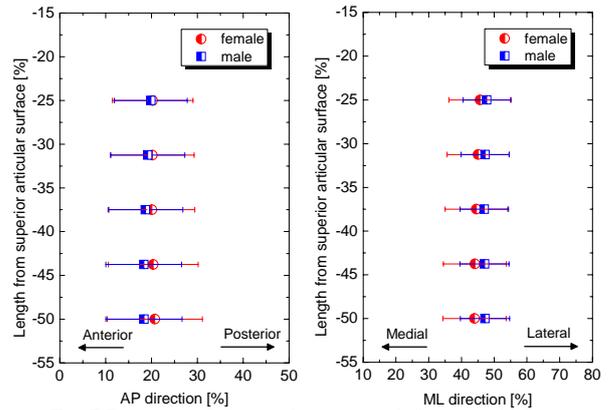


Fig.7 Position of centroid on sagittal & coronal plane

4. 결론

한국인의 정강뼈 내부 몸쪽 골수 공간의 형상을 측정하여 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 정강뼈 몸쪽 골수 공간의 중심선이 정강뼈 위 관절면을 관통하는 위치는 위 관절면을 기준으로 한 상대좌표에서 앞-뒤 방향으로 27.92±4.62%, 안쪽-가쪽 방향으로 56.11±2.92%로 나타났으며, 이 위치에서 아래 방향으로 임플란트 등의 고정구를 삽입하면 몸쪽 골수 공간의 중심을 지날 수 있다.
2. 가쪽관절융기의 가장 높은 점을 기준으로한 관통점의 위치는 가장 높은점으로부터 남자 앞쪽 17.22±2.67mm, 안쪽 1.70±2.12mm, 여자 앞쪽으로 15.56±2.02mm, 안쪽으로 1.05±2.91 mm로 나타났다.
3. 정강뼈 위 관절면을 10mm 절단한 절단면에서 관통점의 위치는 절단면의 기준으로한 상대좌표에서 앞-뒤 방향으로 32.79±3.55%, 안쪽-가쪽 방향으로 54.00±2.62% 위치로 나타났으며, 이 위치에서 아래 방향으로 삽입하면 몸쪽 골수 공간의 중심을 지날 수 있다.
4. 골수 공간의 각 단면에서 측정된 도심은 아래 부분이 윗부분 보다 뒤쪽, 안쪽에 위치하며, 이는 안굽이 무릎이 많은 우리나라 사람의 특징을 반영하는 것으로 생각된다.

후기

이 연구는 한국과학기술정보연구원(KISTI)과 가톨릭대학교 부연구소(CIAA)가 제공하는 디지털 코리아 인체 정보를 사용하여 수행하였습니다.

참고문헌

1. 정영복,태석기,진희재 등, “한국성인의 슬관절 골 구조물 계측 및 슬관절 전치환술시 경골절단면 차폐에 관한 연구”, 대한정형외과학회지, 4, 1, 10-17, 2001
2. Dai Soon Kwak, Seung Ho Han et al, “Anthropometry of the medial tibial condyle to design the tibial component for unicondylar knee arthroplasty for the Korean population“, Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc , DOI 10.1007/ s00167-006-0188-5