

한국인 사체 무릎관절 형상모델을 이용한 초소형 무릎관절경의 사용 편의성 검증

Validation on Usage Convenience of Subminiature Knee Arthroscopy based on Knee Joint Models of Korean Cadavers

*#고철웅¹ 박현섭¹ 장인훈¹ 고정택² 김진호²

*#C. W. Ko(cheko@kitech.re.kr)¹, H.S. Park¹, I. H. Jang¹, J. T. Ko², J. H. Kim²

¹한국생산기술연구원, ²(주)알로텍

Key words : Knee Arthroscopy, Knee Joint Gap, Korean Cadaver, CT Image, Reconstruction Model

1. 서론

일반적으로 관절염은 만성적 통증을 수반하고 점진적으로 관절 파괴 및 변형을 초래하는 대표적인 노인성 질환의 하나로 알려져 있다. 관절염의 대표적인 치료 방법으로서 주로 관절경 수술이 적용되고 있으며, 관절경을 통하여 관절 내 손상 부위와 범위를 진단하고 치료 가능하다. 수술 시에는 인체 병변 부위를 약 5mm 정도로 절개한 후, 관절경의 가늘고 긴 장비를 인체의 각 관절(턱, 어깨, 팔꿈치, 손목, 척추, 엉덩이, 무릎, 발목, 등) 내부로 삽입하여 관절 내 질환을 모니터로 확인하면서 환자의 병변을 진단한다.

특히, 관절에 Pain, Swelling, Weakness가 있을 때에는, 내부로 삽입한 관절경을 통하여 직접 관찰할 수 있고, 관절이 움직이는 상태에서 관절 구조를 관찰할 수 있으므로 관절 내 질환 진단에 가장 정확한 검사 방법으로 알려져 있다. 검사장비에 따른 진단 정확도는, X-ray의 경우 약 90%, MRI의 경우 약 95%인 반면, 관절경 검사는 약 99%의 정확도를 보이고 있다¹. 최소침습수술(MIS: Minimally Invasive Surgery)의 일환인 관절경 수술의 장점으로서, 수술절개 부위가 좁아 수술 후 통증이 적고, 조기 회복이 가능하여 일상생활로의 조기 복귀도 가능하다. 또한, 카메라를 통해 관절 내부를 직접 관찰 가능하므로 진단이 정확하며, 진단과 수술이 동시에 가능하다. 동시에, 출혈과 감염 위험이 적고, 입원기간과 의료비용이 저감될 수 있다.

다양한 관절경 중에서 무릎 관절경은, 무릎 내 연골판 파열 치료, 퇴행성 관절염 환자의 진단과 관절연골 다듬기, 십자인대 파열 진단과 치료, 무릎이 자주 붓는 환자의 진단과 활액막 절제술, 무릎 내 뼈 조각 제거 혹은 염증의 치료 등에 적용되고 있어, 타 관절경에 비하여 그 활용도가 매우 높은

편이다. 하지만, 국내에서 사용되고 있는 무릎관절경은 대부분 외국에서 수입된 제품으로, 국내에서 무릎 관절경에 대한 연구개발 보고는 거의 없다. 관절경 외경이 약 4mm인 대부분의 외국제품은 서양인의 관절 구조에 적합하게 개발되었기 때문에, 상대적으로 협소한 동양인의 관절 구조에는 적합하지 않으며, 특히, 고령화에 따른 퇴행성 관절염의 경우에는 무릎 관절 간격이 점차적으로 좁아지므로 초소형 무릎 관절경의 개발 필요성이 대두되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 Core(Fiber Optic Cable)를 Light Cable이 감싸고 있으며, 외측에는 Polyimide 등의 재질로 Coating이 되어있는 구조의 외경 1.5mm 초소형 무릎 관절경 시제품을 개발하였다(Figure 1). 개발된 시제품에 대해서는 한국인 사체 무릎관절 형상모델을 이용하여 사용편의성을 검증하고, 결과를 고찰하였다.

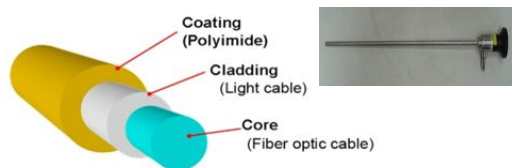


Fig. 1 Image of 3-layer Structure of Subminiature Knee Arthroscopy

2. 한국인 사체 무릎 관절 형상모델 재구성

본 연구에서는 한국과학기술정보연구원(KISTI, <http://www.kisti.re.kr/>)로부터 제공받은 한국인 고령자 사체(n=3, 평균연령: 60세, 평균신장: 163cm)의 CT 의료영상 정보(Pixel Size: 0.832mm, Gap: 3mm)를 기초로 무릎관절의 3차원 형상모델을 재구

성하였다. Mimics 13.1(Materialise, Belgium)을 이용하여 고령자 사체의 무릎 관절 부위의 CT Image를 기초로 Base Bone Mask 및 3D 형상모델을 생성하였다(Figure 2).

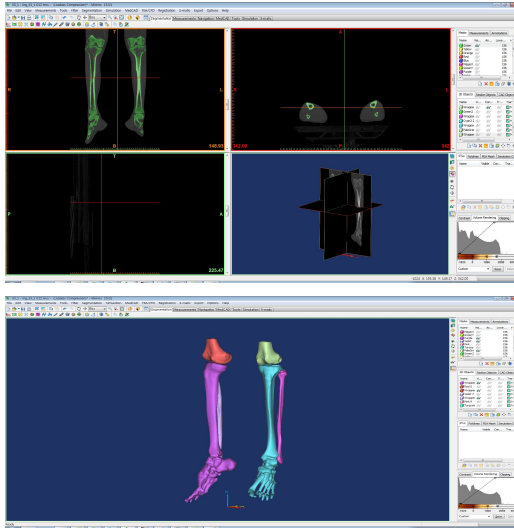


Fig. 2 Reconstruction of 3D Morphological Model of Knee Joint Area based on Cadaver CT Images

3. 관절경 삽입부위의 무릎 관절 간격측정

본 연구에서는 관절경 수술 시 외경 1.5mm의 초소형 무릎 관절경의 사용편의성을 조사하기 위하여 관절경 삽입 부위의 무릎 관절 간격을 측정하였다. 먼저, Femur Center를 기준으로 Medial/Lateral 방향으로 약 10mm 부위에 가장 협소한 구간의 거리를 측정하였다. 그리고 Femur Center에 Plane을 생성한 뒤 Medial/Lateral 방향으로 약 10mm 지점에 Section Plane을 생성하여 해당 Section에서 Femur와 Tibia의 가장 가까운 지점을 탐색하였다. 이를 기초로, Femur Center의 수직 Plane으로부터 Lateral 방향으로 약 10mm 떨어진 지점에서, Femur와 Tibia의 최단 거리를 포함하는 Plane으로부터 Femur/Tibia의 전 단면을 구하였고, Medial에 대해서도 Lateral에서의 작업과 동일하게 수행하였다 (Figure 3).

무릎 관절 형상모델을 통하여 측정된 평균 관절 간격은 Medial 지점에서는 1.17mm(우), 0.62mm(좌), Lateral 지점에서는 2.82mm(우), 2.22mm(좌)로 확인되었다. Lateral 지점에서는 외경 1.5mm 관절경 모델 삽입 시 간섭이 발생되지 않았지만, 외경

4mm 관절경 모델의 경우에는 간섭이 발생하는 결과가 얻어졌다. 하지만, Medial 지점에서는 외경 1.5mm와 4.0mm 관절경 모델 삽입 시 간섭발생이 확인되었다(Figure 3).

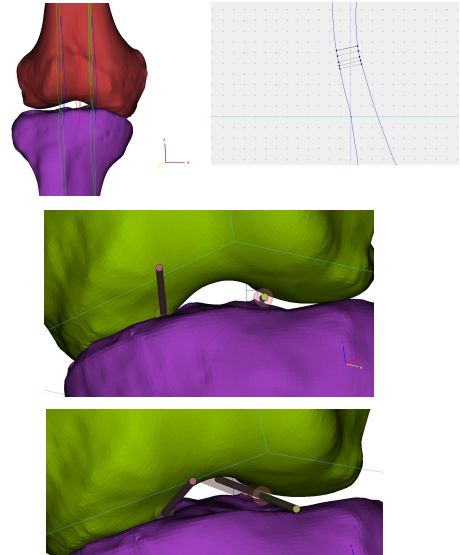


Fig. 3 Measurement of Knee Joint Gaps using 3D Knee Morphological Model

4. 결론

본 연구에서는 외경 1.5mm의 초소형 무릎 관절경 시제품에 대하여 한국인 사체 무릎관절 형상모델을 이용하여 사용편의성을 검증하였고 유효성을 확인하였다. 하지만, 사체의 경우 무릎 관절이 경직되어 있어 인체 무릎 관절 조건의 충분한 반영에는 일부 미흡한 점이 있다. 향후 고령 환자에 대한 임상적 시험 등을 통하여 초소형 무릎 관절경의 유효성에 대한 추가적인 검증이 요망된다.

후기

본 연구는 중기청 미래선도과제(과제번호 S2043186)의 연구비 지원에 의하여 수행하였다.

참고문헌

1. 검사장비에 따른 진단 정확도: 주간동아, p74~75, 2004.07.22