

# 정상 및 이형성 비구의 CT를 이용한 정량적 분석

## CT based quantitative assessment of normal and dysplasia acetabulum

\*안은수, #이순혁, 박상원, 박종훈, 서동훈, 노원

\*E. S. An, #S. H. Lee(soonee@kumc.or.kr), S. W. Park, J. H. Park, D. H. Suh, W. Noh

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

Key words : Acetabular dysplasia, Center edge angle, three-dimensional computed tomography

### 1. 서론

비구 이형성증(acetabular dysplasia)은 고관절의 윗부분인 비구의 발달이 이뤄지지 않아 아랫부분의 대퇴골두(femoral head)와 정상적인 관절을 만들지 못하는 경우이다. 이는 환자마다 결손 부위가 다르기에 상태에 따라 수술 전에 정확히 평가되어야 한다.

지금까지 성인의 비구 이형성증은 2차원 평면인 단순 방사선 사진을 이용하여 평가 하였다. 임상적으로 단순 방사선 사진의 전후방 사진에서 CEA(Center Edge Angle of Wilberg)를 측정하여 비구부의 외측 덮개를 평가하여 수술을 계획하였다. 그러나 비구 덮개는 3차원 구조이기에 2차원적인 단순 방사선 영상으로 정확히 평가하는 것은 어렵다. 따라서 보다 나은 수술을 계획하기 위해 수술 전 비구 이형성증 환자에 대한 정확한 진단이 필요하고, 이를 위해 3D CT(three-dimensional computed tomography, 전산화 단층 촬영)의 새로운 기법을 이용하여 비구 덮개를 측정하였다.

본 논문을 통하여 한국인의 정상 비구와 이형성증 환자 비구의 차이를 정량적으로 평가하고, 이를 이용하여 보다 정확한 수술 계획을 세우고자 한다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 연구 대상

정상 비구 18 예(평균 연령 38.61세, 남자 11명, 여자 7명)와 비구 이형성증 환자의 비구 4 예(평균 연령 39.5세, 여자 3명)를 대상으로 3D CT를 시행하였다. CT 검사는 Philips Brilliance 64 channel Scanner(Philips, Netherlands)를 이용하여 앙와위(supine position)에서 양측 족부를 15도 외회전(external rotation) 시킨 자세에서 골반부의 경사나 고관절(hip joint)과 슬관절(knee joint)의 굴곡(flexion), 신전(extension)이 없도록 주의하여 시행하였고, 0.5mm 간격의 절편으로 촬영하여 3D CT 영상정보자료(DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine) 데이터를 수집하였다.

#### 2.2 연구 방법

CEA(Center Edge Angle)는 대퇴골두 중심의 수직선에서 관절 구에 체중부하가 되는 면인 비구 가장자리(acetabular rim)까지의 각도이다. 정상인과 비구 이형성증 환자에서 비구 덮개의 차이 평가는 CEA 측정으로 수행되기 때문에, CEA 측정을 위한 골반의 해부학적 영상을 얻기 위해 자료를 영상처리 하였다.

골반의 CT 자료는 Aquarius Workstation(TeraRecon, Inc., USA)을 이용하여 3D 골반 영상으로 만들어졌다(Fig 1). 3D 골반 영상은 대퇴골두를 중심으로 횡단면상에서 전측 비구연 0도, 외측 비구연 90도, 후측 비구연 180도를 포함하여 비구연을 따라 10도 간격으로 수직 평면 영상을 구현하였다(Fig 2). 이 영상을 이용하여 한 비구 당 19개의 CEA가 측정되었다(Fig 3). CEA는 대퇴골두 중심의 수직선에서 비구 가장자리(acetabular rim)까지의 각도이다(Fig 3). 이를 두 사람의 관찰자가 PACS(Picture Archiving and Communication System, 의료영상 저장전송시스템)를 이용하여 두 차례씩 반복 측정하여 평균과 표준오차를 구하였다.

통계적 분석은 SPSS(version 12.0)를 사용하였다. 정상 비구

CEA의 평균과 표준오차를 구하여 이를 한국인의 정상비구 형태로 사용하였으며, 비구 이형성증과 정상과의 차이를 수치로 정량화하여 표현하기 위해 분산(1)을 이용하였다.

$$\Delta^2 (S^2) = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1} \quad (1)$$

\*  $X_i$  : 비구 이형성증 환자의 CEA

\*  $\bar{X}$  : 정상 CEA의 평균



Fig 1. Anterior view of a three-dimensional CT(3DCT) surface-shaded model of a human pelvic

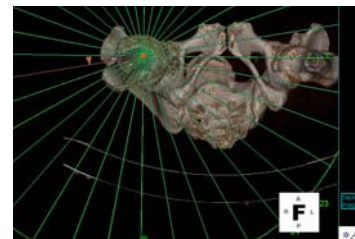


Fig 2. 19 Vertical planes through the center of head

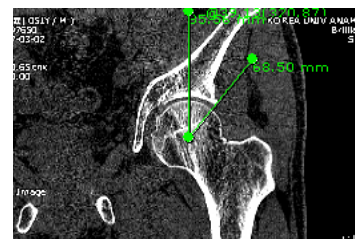


Fig 3. Measurement of CEA

### 3. 결과

정상 비구와 이형성 비구에서 CEA의 평균과 표준편차는 0도(전측 비구연)에서 180도(후측 비구연)까지 19개가 측정되었고, CEA의 분포는 Fig. 4로 나타났다. 정상 비구의 CEA는 일정한 분포를 가졌지만 비구 이형성증 환자 CEA는 다양하게 나타났다.

19개의 CEA 중에 전방, 외측, 후방의 CEA를 보면(Fig 5), 정상 비구 CEA는 전방57.86도, 외측30.23도, 후방90.18도 였다. A에서는 전방 -8도, 외측 0.3도, 후방 75.8도로 전방 덮개가 부족하였다. B에서는 전방 25.29도, 외측 -11.15도, 후방 86.67도로 외측 덮개가 부족하였다. C에서는 전방 44.16도, 외측 -2.21도, 후방 99.28도로 외측 덮개가 부족하였다.

D에서는 전방 -44.34도, 외측 -11.20도, 후방 -25.85도로 전체적으로 부족하였다. 특히 C와 D는 한 환자의 양쪽 고관절이지만 그 양상은 매우 다르게 나타났다.

또한 비구 이형성증 환자와 정상 비구의 차이를 시각적 판단이 아닌 수치로 정량화하여 표현하기 위해 분산을 사용하였다. 이러한 분산의 차이 정량화  $S^2$ 은 A가 1929.75, B는 1859.31, C는 1236.67, D는 3845.90으로 D가 가장 높았으며, 이는 비구 이형성증 환자 중 D의 CEA가 정상과 가장 차이가 많이 나타남을 알 수 있다.

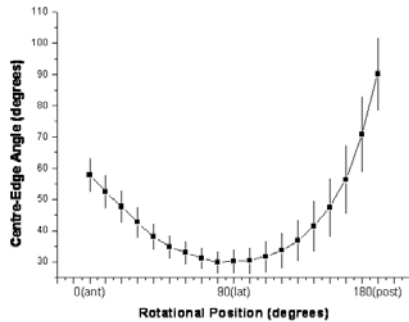


Fig. 4. CEA of normal acetabulum(18 hips), Mean ± Standard Error

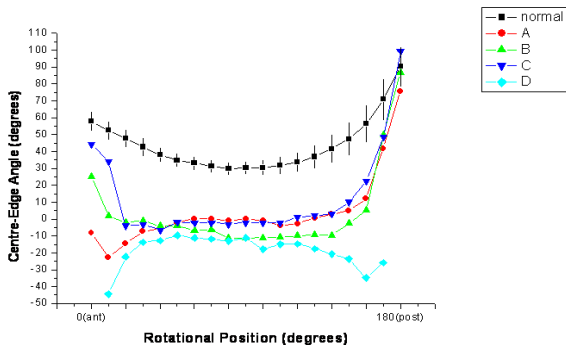


Fig. 5. Normal hip vs. Dysplastic hips

#### 4. 결론 및 고찰

성인 비구 이형성증을 평가하는 방법은 일반적으로 단순 방사선 영상이 사용되었다. 그러나 환자마다 다른 구조인 3차원 비구를 2차원적인 단순 방사선으로 평가하기 어려웠고, 새로운 영상 처리 기술과 컴퓨터 그래픽 기술이 발전하면서 비구 이형성증의 3차원 영상 진단이 가능하게 되었다. 일반적으로 3차원 영상 진단은 병원의 기기들(CT, MR, Echo, Cath, PET, NM 등)을 사용하여 빠른 시간 안에 의사가 원하는 환자의 다양한 해부학적 영상을 2D, 3D 그리고 4D로 만들어 지원하고, PACS(Picture Archiving and Communication System, 의료영상저장전송시스템)를 통해 저장, 검색, 이용하여 진단에 도움을 줘 이루어진다.

본 논문에서 사용된 비구 이형성증을 위한 3차원 영상 기법은 여러 가지 장점이 있다.

첫째, 실시간 3차원 시각화 기능으로 짧은 시간에 고화질 영상을 만들 수 있다. 병원은 의료 장비의 효율적 활용을 위하여 네트워크가 연결되어 있고 환자의 검사 정보와 영상 데이터를 저장, 전송하기 위해 통신 프로토콜이 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)으로 표준화되어 있다. 이로 인해 Aquarius Workstation으로 CT의 단면 영상을 재구성하여 3차원 골반 영상을 만들고, 이를 이용하여 의사가 원하는 여러 개의 해부학적 영상으로 만드는데 사용된 시간은 약 10분 정도였고 방법도 간단하였다. 또한 지금까지 3차원 영상화로 겹쳐져 있어 구분하기 어려웠던 부위도 컴퓨터 그래픽으로 쉽게 볼 수 있다. 둘째, CT 결과를 단순 방사선 영상과 비교하여 수술 전 계획과 수술 중에 이용할 수 있다. 지금까지 임상 의사들은 2차원적인 단순 방사선 영상의 해석을 통하여 환자의 정상과 비정상

해부학적 구조를 3차원으로 연관시켜 이해하여 왔다. 그러나 새로운 영상 기법으로 인한 입체적인 해부학적 이미지는 환자와 의사간의 구체적인 대화를 가능하게 하고 단순 방사선 영상을 쉽게 이해할 수 있게 한다.

연구에서는 이러한 해부학적 이미지에서 CEA를 측정하여 비구 덮개 차이를 평가하였다. 아직까지 CEA 정도가 속발되는 퇴행성 관절염이 생기는 나이 혹은 정도와 상관관계가 있는나로 논란이 있지만, CEA의 방법은 간단하고 비구 이형성증에 의한 아탈구가 고관절 자체의 퇴행성 관절염 및 대퇴골두의 이차적 병변을 유발시키는 것에는 일치하고 있어 진단 및 수술 계획에 유용하게 사용되고 있다. 이를 이용해 Janzen<sup>1</sup>은 비구 CEA곡선을 제시하였지만 외국에서 적용되었고 그 사례가 적었다. 이에 본 논문에서는 정상 한국인을 대상으로 표준비구CEA를 제안하였고 사례수를 추가하였으며 고화질 해부학적 영상으로 정확하게 진행되었다.

해부학적 영상에서 단순 방사선 사진의 전후면은 3D CT 골반 영상의 90도이고, 단순 방사선 사진의 외측면은 3D CT 골반 영상의 0도, 180도이다. 이를 진단 및 수술에 활용하기 위해 먼저 비구 이형성증 환자와 비슷한 연령인 정상 비구 영상에서 19개 CEA 평균을 측정하였고, 이를 한국인 표준 비구 CEA로 정하였다(Fig. 4).

정상 CEA는 모두 비슷한 양상이었지만 비구 이형성증 환자의 CEA는 환자마다 각각 다르게 나타났기에(Fig. 5) 수술 전에 환자의 CEA와 정상 비구의 CEA를 비교하면서 수술 계획을 세웠다. 수술 중에는 절골된 골편의 방향을 바꾸면서 단순 방사선 영상을 이용하여 정상 CEA와 가깝게 맞추면서 수술을 진행한다. 또한 수술 전에 환자와 정상 비구와의 차이를 수치로 표현한 차이 정량화 방법은 수술 후 환자의 CEA가 정상에 어느 정도 가까워졌는지 평가할 때에도 사용할 수 있다.

셋째, 비구 이형성증 환자는 대부분 여성이다. 방사선 위험으로 CT를 사용할 수 없는 출산 예정인 여성에게는 MRI를 사용하여 진단할 수 있다. MRI는 CT보다 골성 구조를 명확하게 보지 못하는 단점이 있지만 3차원 영상처리 기법은 여러 상황에서 환자 상태를 파악하는데 도움을 준다. 그러나 이번 연구에서 정상 비구의 여성 비율이 낮았고, 정상 비구의 증례수가 작았다. 또한 대퇴골두의 모양은 구 형상이 아니기에 지정학적 중심을 선정하는 것이 어려웠다. 대퇴골두의 가장 끝점을 기준으로 가상의 구를 만들어 중심을 선정하였지만 비구 이형성증 환자에서는 비구뿐만 아니라 대퇴골두의 모양도 변형되기에 이로 인한 오차도 커졌다. 따라서 해부학적 위치에서 불안정성 정도를 파악하고, 정상 비구의 증례수를 높이는 추가적인 노력이 필요하다.

본 논문을 통하여 3D CT의 새로운 영상 기법은 비구 이형성증 환자의 비구 덮개를 평가하는데 유용하게 사용할 수 있었다. 이는 빠르고 간단하며 편리한 방법이고, 진보된 해부학적 영상으로 보다 정확한 진단, 수술 계획, 수술 중과 수술 결과 평가에 도움을 줄 수 있다. 또한 이를 이용한 영상 기법은 비구 이형성증 뿐만 아니라 다양한 의료 분야에 활용 될 수 있으리라 사료된다.

#### 참고문헌

1. Janzen, D.L., Aipperesbach, S.E., Munk, P.L., Sallomi, D.F., Garbuz, D., Werier, J. and Duncan, C.P., "Three-dimensional CT measurement of adult acetabular dysplasia: technique, preliminary results in normal subjects, and potential applications," *Skeletal Radiol*, 27, 352-358, 1998.
2. Haddad, F.S., Garbuz, D.S., Duncan, C.P., Janzen, D.L. and Munk, P.L., "CT evaluation of periacetabular osteotomies," *J Bone Joint Sur[Br]*, 82, 526-531, 2000.
3. Ganz, R., Klaue, K., Vinh, T.S. and Mast, J.W., "A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary result," *Clin Orthop*, 232, 26-36, 1988.
4. Cooperman, D.R., Wallensten, R. and Stulberg, S.D., "Acetabular Dysplasia in the Adult," *Clin. Orthop.*, 175, 79-85, 1983.
5. TeraRecon, Inc., <http://www.terarecon.com/>