

골반골절에 있어 3D-CT의 역할

계명대학교 의과대학 진단방사선과교실, 정형외과학교실* 및 의학연구소

이성문 · 신주용 · 서수지 · 강창수*

Role of 3D-CT in Assessment of Pelvic Fracture

Sung Moon Lee, M.D., Joo Yong Shin, M.D., Soo Jhi Suh, M.D.
and Chang Soo Kang, M.D.*

*Department of Diagnostic Radiology, *Department of Orthopedic surgery
Keimyung University School of Medicine and Institute for Medical science, Taegu, Korea*

=Abstract=

Purpose: To evaluate the usefulness of 3D-CT in the assessment of pelvic fracture.

Material & Methods: Consecutive 46 patients with pelvic fracture who investigated by both plain radiography and CT were included in analysis, 13 of 46 patients had pelvic fracture only, other 13 patients of 46 patients had acetabular fracture only, and remained 20 patients had combined fractures. We analysed the findings of 3D-CT images, and compared with plain radiography and axial CT images. Pelvic fractures were classified according to Young-Burgess classification and acetabular fractures were placed into categories of Letournel-Judet classification.

Result: According to the Young-Burgess classification, there were 14 AP compression fractures(42%), 10 lateral compression fracture(30%), six complex fractures(18%) and three vertical shearing(9%). In acetabular fractures, elementary fracture consisted of nine anterior wall fractures(26%), eight posterior wall(24%), six transverse(18%), two posterior column(6%) and two anterior column fractures(6%). Associated fracture was found in seven patients(21%). In plain radiographs, we misled normal as fracture in seven patients, and sacroiliac joint diasthesis as normal in two patients. In 42 of 46 patients(96%), the findings of 3D-CT and axial 2D-CT are concurrent. One transverse fracture of pubic ramus and one small chip fracture of acetabulum were missed on 3D-CT. In 3D-CT, we could understand fracture mechanism and fragment displacement more precisely.

Conclusion: Although it is possible to classify the fracture type in each case from the plain radiographs and axial CT scan, the 3D-CT seems to be the easier and reliable modality for assessment of the fracture and for understanding mechanism of fracture, and seems to be helpful in preoperative planning.

Key Words : Pelvis, fractures Computed Tomography(CT), three-dimensional

서론

전체 골절의 약 3%를 차지하는 골반골절은 동반 손상과 후유 장애가 많이 남는 것으로 알려져 있고 최근 교통양의 증가 및 산업화에 따라 절대적인 빈도가 증가 추세에 있으나 복잡한 해부학적 구조로 인해 단순 촬영으로는 손상 기전이나 골절 부위, 관절강내 골편의 존재 유무등을 정확히 알 수 없어 치료 계획 수립에 필수적인 손상 기전이나 관절면 손상의 평가에 많은 제한점이 있으며, 전산화 단층촬영술(Computed Tomography, 이하 CT)이 임상에 이용된 후 이를 이용하여 미세 골편이나 골절의 양상, 다른 인접 장기의 손상 유무등을 비교적 정확히 평가할 수 있게 되었고 최근 나선형 CT의 발달로 인해 3차원적 영상을 쉽게 재구성 할 수 있으므로 입체적인 정보를 얻을 수 있게 되었다.(Martinez *et al*, 1992; Harley *et al*, 1982; Young & Resnick, 1990; Potok *et al*, 1995). 저자들은 CT를 이용한 횡단면 영상을 얻은 후 이를 삼차원적 영상으로 재구성하여 횡단면 영상 및 단순 촬영 소견과 비교 분석해 봄으로써 골반골절의 진단에 있어 삼차원적 CT 영상(이하 3D-CT)의 역할과 임상적 유용성을 알아보고자 하였다.

연구 대상 및 방법

골반골절로 삼차원적 CT영상을 시행한 46명의 환자를 대상으로 하였으며 단순 촬영과 이차원적 CT영상(이하 2D-CT), 3D-CT영상 각각에서의 골절의 양상, 골반골의 전위 유무, 관절의 손상 정도등을 분석하였다. 46명중 13명에서는 골반골절만 있었고, 20명에서는 골반골절과 비구골절이 복합적으로 존재하였고 나머지 13명에서는 골반골절없이 비구골절만 있었다. 사용기기로는 Somatom Plus를 이용하여 절편두께 2-5mm로 고식적 방법으로 간격 없이 촬영하거나 나선촬영기법을 이용하여 2-3 mm로 영상을 재구성하였고, 기기 자체의 소프트웨어를 이용하여 삼차원적 영상을 얻었다. 재구성된 삼차원 영상을 회전, 절단, 광원

기법을 사용해 다양한 각도에서 관찰하고, 기본적인 전후면 사진, 입출구 사진, 접선 사진, 양사위 사진을 얻은 후 임상적 요구와 필요에 따라 부가적인 영상을 얻었다. 골반골절은 Young-Burgess 분류법을 이용하여 손상기전에 따라 전후방 압박골절, 측방 압박골절, 수직 전단골절로 분류하였다. 전후방 압박골절을 치골지의 골절이나 치골결합 인대의 파열이 있는 경우를 1형, 천장골 관절을 유지하는 인대의 부분적 파열이 있는 경우를 2형, 모든 천장골 관절 인대의 파열과 골반환의 불안정성이 초래되는 경우를 3형으로 재분류하였고 측방압박 골절은 천골의 분쇄골절, 천장골단 해리, 치골결합부의 중첩등이 존재하는 1형, 후천장골 인대의 파열이나 장골의 사골절이 동반되는 2형, 천장골 관절인대의 파열과 반대쪽 장골의 외전이 동반되며 가장 심한 형태인 3형으로 세분하였다. 비구골절은 Letournel-Judet 분류법을 이용하여 골절된 해부구조물에 따라 전방벽 골절, 후방벽 골절, 전방골주 골절, 후방골주 골절, 횡골절 및 여러 형태의 복합골절로 나누어 분석하였으며 이차원적 CT 영상을 기준으로 하여 고전적 단순 촬영과 삼차원적 CT영상에서 골절의 유무, 골편의 전위 방향과 정도, 관절면의 손상 정도, 관절강내 미세 골편 등의 진단에 있어서의 정확도와 각 영상방법의 장단점을 알아보았다.

결과

골반골절 중 전후방 압박골절은 1형이 8례, 2형이 3례, 3형이 3례이었고 10례가 관찰된 측방압박 골절은 1형이 3례, 2형이 5례, 3형이 2례이었다. 천장골단 해리와 외측골반골의 상향전위가 동반되는 수직 전단골절은 3례이었고 여러 방향의 외력을 동시에 받을 경우 생기게 되는 복합골절 혹은 혼합골절은 6례이었다.

비구골절의 기본골절 중 전방벽 골절은 9례이었으며 빈도수가 드문 전방골주 골절은 본 저자들의 경우에서도 2례만이 관찰되었고 후방벽 골절은 두번째 빈도인 8례가, 후방골주 골절은 2례 관찰되었다. 6례가 관찰된 횡골절

은 골절면이 횡축으로 생기므로 단순 횡단면 CT영상만으로는 인지하지 못하는 경우가 있어 다평면적 분석이 필수적이며 대퇴골두를 제거한 삼차원적 영상을 이용하여 쉽게 진단할 수 있었다(Fig 1). 복합골절은 총 7례였는

데 전방골주 골절과 반횡골절이 동반된 경우가 4례, 후방골주 골절과 횡골절이 동반된 경우가 3례로서 역시 삼차원영상을 이용하여 골절 형태의 정확한 분류가 가능하였다(Fig 2).

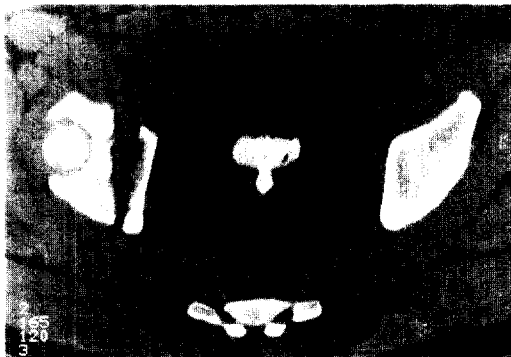


Fig. 1. Transverse fracture of acetabulum.

- a.. AP radiograph of the right acetabulum demonstrates the fracture, which extends from the anterior wall, disrupting the iliopectineal line, to the posterior wall.
- b. Axial CT scan shows a wide fracture line running in an anteroposterior direction.
- c. 3D reconstruction reveals clear demonstration of fracture line(arrow). The upper(iliac) fragment remains attached to the sacrum and is stable. The lower(ischiopubic) fragment is unstable and represents the lower halves of the anterior and posterior columns. The right femur has been removed by means of computer manipulation.

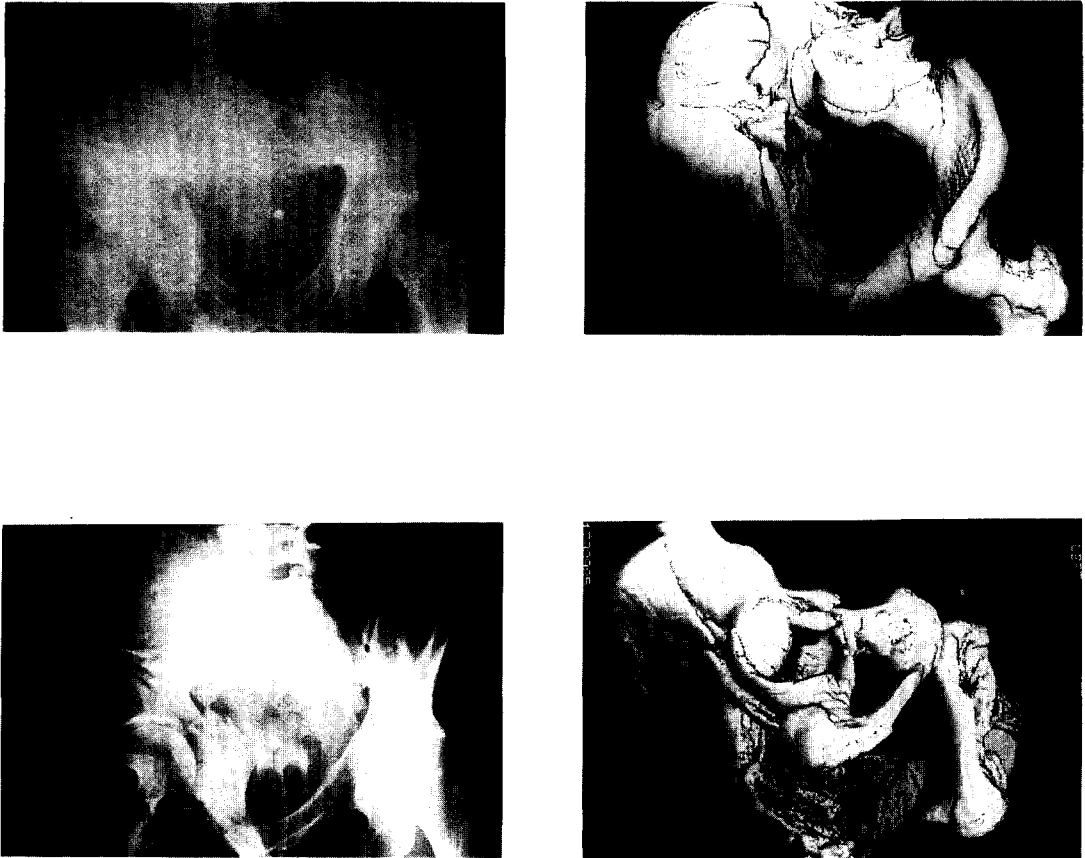


Fig. 2. Anterior column and posterior hemitransverse fracture

- a,b. AP and oblique radiographs show large anterior column fragment, disruption of ilio-pectineal line and comminuted bony fragments of right iliac wing.
- c,d.. The 3D reconstruction clearly shows extent of displacement of bony fragments, joint surface irregularities and orientation of the fracture line. Posterior hemitransverse fracture line of acetabular roof is well identified also(d, arrows).

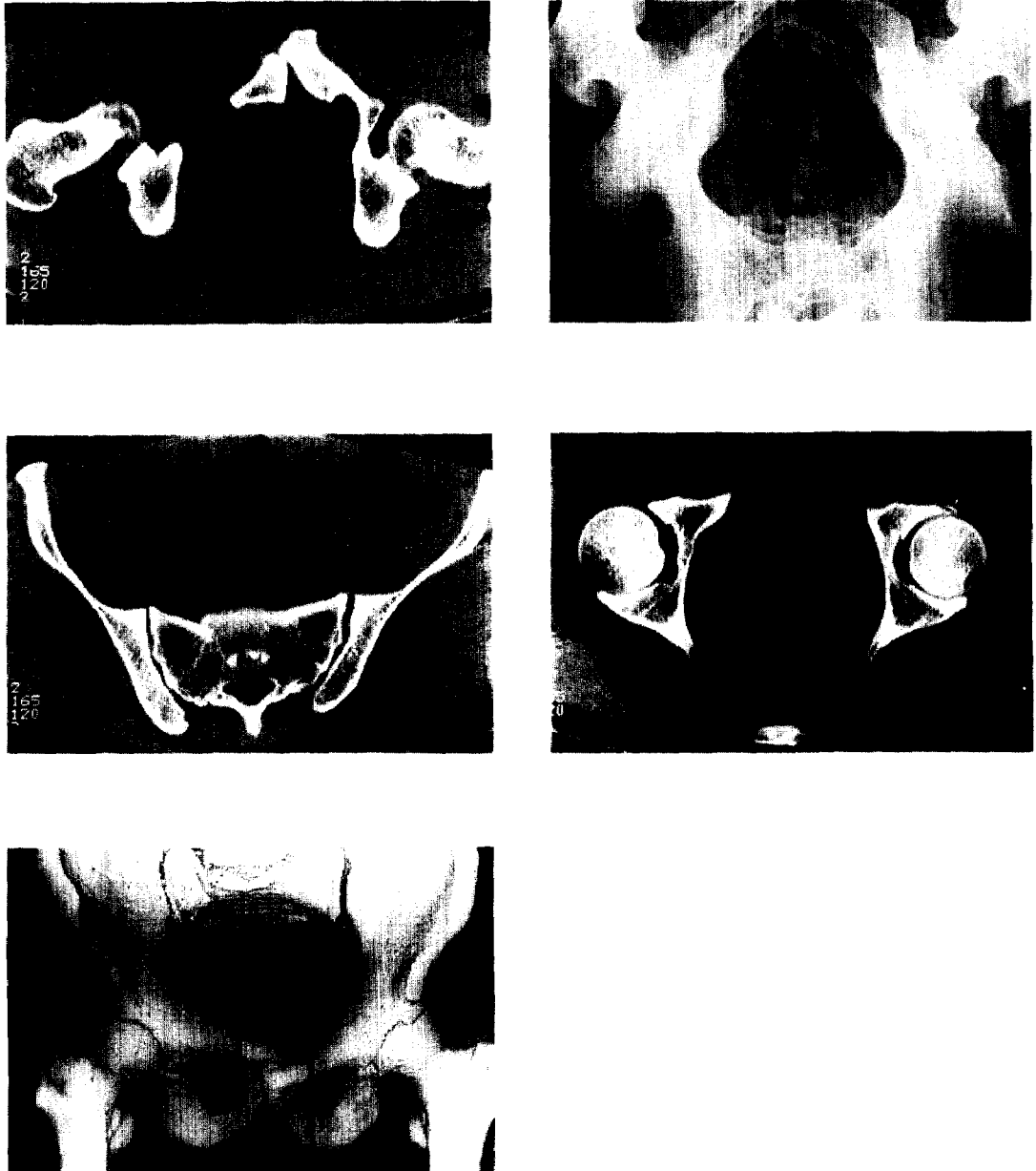


Fig 3. Lateral compression fracture (Young-Burgess Type III).

a,b,c,d. Axial scan(a,b) and 3D reconstruction(c) show typical "overlap" fractures of pubic ramus, diastasis of left sacroiliac joint and right sacral fractures. On plain radiography(d), however, diastasis of left sacroiliac joint is not clear.

e. Axial scan obtained 26mm inferior to 'b' shows small chip fracture of the left anterior acetabular wall, but missed on plain radiograph and 3D-CT(arrow).

천골골절 17례중 2례(12%), 비구골절 33례 중 2례(6%)에서는 단순 촬영에서는 골절선을 알기 힘들었으나 삼차원영상을 이용하여 골절의 양상, 정확한 골절면, 골편의 전위등을 입체적으로 잘 이해할 수 있었다(Fig 3). 또한 단순 촬영에서 장내 공기음영, 해부학적 구조의 중첩 등으로 정상 해부학적 상태를 골절로 잘못 판독하였던 7례(15%) 모두에서 CT상에서는 정상 해부학적 구조물을 확인할 수 있었다. 단순 촬영상 진단이 힘들었던 2례의 전장골단 해리 및 관절손상의 경우에서도 다면영상이 가능한 삼차원적 CT영상을 이용하여 진단 및 관절손상의 정도를 정확하게 알 수 있었고 비구를 침범한 복합골절의 경우도 대퇴골두를 제거한 삼차원적 CT영상을 이용하여 골편의 전이정도나 골절기전을 쉽게 알 수 있었다. 삼차원적 CT영상에서 치골지의 횡골절 1례, 비구의 미세골절 1례를 인지하지 못하였는데 이는 골절면이 CT촬영면과 평행한 경우와 계단식 인공물(step-ladder artifact) 생성등으로 인한 경우들이었다(Fig 3).

고 찰

골반골절은 교통사고, 추락, 낙반 사고 등 심한 외력에 의한 경우가 많고 동반 손상이 흔하나 정확한 진단이 지연되어 사망률과 이환율이 높으며 특히 다발성 장기 손상의 경우 주요 사망 원인 중 하나로 알려져 있다. 또한 골반 자체의 복잡한 해부 구조로 인해 골반환의 불안정성 골절 이나 비구 골절의 동반이 흔하고 여러가지 후유 장애를 남기는 경우가 많다.

골반골절시 보존적 치료보다는 적극적인 수술요법이 결과가 좋은 것으로 알려져 있으므로(Harley *et al*, 1982; Letournel, 1980) 수상 후 정확한 손상 기전의 이해와 이에 따른 골절 형태의 분류는 외과적 치료 방침 결정에 매우 중요해 환자의 예후에 많은 영향을 미치게 된다. 지금까지 많은 분류법이 제시되었으나 저자들은 골반골절에서는 외력의 방향에 따라 골절을 분류한 Young-Burgess 분류(Young & Resnick, 1990)를, 비구골절에서는

해부학적 구조물의 손상에 따른 Letournel-Judet 분류법(Martinez *et al*, 1992)을 사용하였다. 골반골절중 전후방 압박골절은 교통사고 등으로 골반의 전면에 힘이 가해질 경우에 외부 충격이 시상면에 작용할 때 생기며 골반골이 외회전하게 되어 골반환이 전방부에서 열리게 되고, 측면에 작용하는 외부의 충격에 의해서는 골절된 골반골이 내회전되면서 감입되어 전방부가 중첩되는 측방 압박골절이 유발된다. 골반환에 수직된 방향의 외력이 하지를 통해 전달되거나 한쪽 좌골에 직접 가해지는 수직 진단골절은 대부분 낙상에 의해 생기며 전장골단 해리와 외측골반골의 상향 전위가 동반되게 된다. 비구골절은 대전자를 통한 외력에 의해 생기며 해당하는 장치골주의 해리와 비구의 앞쪽 관절면의 분리가 존재하는 전방벽 골절, 고관절의 외회전시 대전자에 가해지는 외력에 의해 유발되는 전방골주 골절, 교통사고시 환자의 무릎과 대쉬보드의 충돌에 의해 주로 초래되며 고관절 굴곡시 대퇴골 장축을 따라 전해지는 간접적 외력에 의해 생기고 대퇴골두의 후방탈구와 좌골신경 손상이 잘 초래되는 후방벽 골절, 수상시 외전상태에서 외부 충격에 의해 초래되며 장치골주와 장좌 골주의 균열에 의해 생기는 후방골주 골절 등으로 분류한다(Letournel, 1980; Berquiel & Conventry, 1992). 가장 흔한 형태로 알려져 있는 후방벽 골절은 저자들의 경우에는 두번째 빈도로 관찰되었으며 아마 증례수가 적어 발생한 편차로 생각된다.

고전적 단순 촬영으로는 정상 구조물 및 장내 가스의 중첩, 골의 이물질 및 외상에 의한 출혈등으로 인한 불안정한 환자 상태에 기인하여 치료 계획 수립에 필수적인 골절의 정확한 형태학적 분류가 힘든 경우가 있으며 특히 골반환의 기능적 유지에 중요한 천골, 전장골 결합부, 비구 등에 대해서는 정확한 평가가 어려웠다. 1980년대 들어 골반골절에 CT가 이용되어 단순 방사선 소견상 보이지 않던 골절선의 발견과 정확한 골절 양상의 분류, 골편의 전위 방향과 정도, 관절강내의 구조물과 골편과의 관계, 관절면의 손상 정도의 평가를 가능

하게 하였으며 특히 단순 촬영상 발견이 힘든 관절강내에 위치하는 작은 골편의 진단에 많은 도움을 주고 있다. 또한 주요 사망원인이 될 뿐만 아니라 골절 자체의 치료에 큰 영향을 미치는 골반내 장기 손상이나 주위 연부조직의 상태를 술전에 정확히 보여주며 특히 사망의 주요 원인중 하나인 후복강 출혈 유무와 정도를 쉽게 알려 준다. 체중부하에 중요한 역할을 하는 비구 손상의 경우 관절면 손상 정도의 정확한 평가와 골절의 형태학적 분류를 가능하게 함으로 손상 기전의 인지에 많은 도움을 주었다. 그러나, 횡단면 CT영상으로는 영상의 삼차원적 구성이 방사선과 의사나 숙련된 정형외과 의사의 머리에서만 가능하여 실질적 임상응용에 제한점이 있으며 최근 나선형 CT의 등장과 컴퓨터 소프트웨어의 발달로 양질의 삼차원적 영상을 얻을 수 있게 되어 임상에게 술전 계획수립에 보다 많은 기여를 하게 되었다(Zonnerveld & Fukuda, 1994).

골반골절시 삼차원적 CT영상은 촬영과 영상의 재구성에 많은 시간을 필요로 하며 삼차원적 영상의 재구성시 불필요한 인공물의 발생, 골조송증이 심한 고령의 환자의 경우 적합한 소프트웨어 환경 설정이 되지 않으면 정상 구조물을 골절로 잘못 인지하는 등의 단점이 아직 존재하고 있으며 나선형 CT 이용시 영상의 과다 확대, aliasing과 회전 등의 영상의 재구성 과정에서 생기는 계단식 인공물 생성 등의 문제점이 있다(Wang & Vannier, 1994). 이는 경험이 축적됨에 따라 적절한 윈도우 설정, 절편의 중복 및 연속적인 영상 획득과 절편 두께를 얇게 선택함으로써 개선될 것으로 생각된다.

삼차원적 골반골 영상은 골반골절시 골절편의 정확한 위치와 주위 구조물과의 입체적 관계, 관절 해리의 정도의 평가에 많은 이점이 있으며 골반골 전위 또는 불안정성 골절탈구가 동반된 경우 골절의 정확한 양상, 손상 기전, 복잡한 해부학적 구조물에 대한 정확한 정보를 제공해 줌으로서 외과적 술전 계획 수립에 많은 도움을 주리라 생각되며(Martinez et

al, 1992; Harley et al, 1982; Mack et al, 1982), 특히 천골이나 비구의 골절이 있거나 의심되는 경우는 삼차원적 영상이 병변의 존재 유무 확인과 관절 손상의 평가에 상당히 기여를 할 것으로 생각된다.

요 약

총 46명의 환자에서 3D-CT 영상조건을 2D-CT 및 단순촬영조건과 비교해보았다. 2D-CT조건을 기준으로 비교하였을 때, 단순 촬영상 정상을 골절로 잘못 판단한 경우가 7례(15%)로서 장내 공기음영이나 해부학적 구조의 중첩이 원인이었으며 골절을 정상으로 판독한 경우가 천골에서 12%, 비구골절에서 6%정도였다. 3D-CT의 경우 46례중 44례(96%)에서 2D-CT조건과 일치 하였으며 치골지의 횡골절 1례와 비구의 미세 골절편을 진단하지 못하였는데, 이는 영상의 재구성에 따른 artifact와 해상도의 제한때문이었다.

결론적으로 3D-CT영상은 골반골절에 있어 골절의 진단뿐 아니라 공간적인 정보를 쉽게 제공함으로써 골절의 기전에 대한 이해를 쉽게 해 주며 치료방침의 결정에 도움을 줄 수 있는 유용한 검사로 생각되며 앞으로 컴퓨터와 소프트웨어의 발달로 더욱 양질의 영상이 제시될 것으로 기대 된다.

참 고 문 헌

Berquiet TH, Coventry MB: The pelvis and hips, Tn Berquiet TH (ed): *Imaging of orthopedic trauma*, ed 2. New York, Raven, 1992, pp207-310.

Harley JD, Mack LA, Winqvist RA : CT of acetabular fractures: comparison with conventional radiography. *Am J Roentgenol* 1982;138:413-417.

Letournel E: Acetabular fractures: Classification and management. *Clin Orthop* 1980;151: 81-106.

Mack LA, Harley JD, Winqvist RA. CT of acetabular fractures : analysis of fracture

patterns. *Am J Roentgenol* 1982;138:407-412.

Martinez CR, Di Pasquale TG, Helfet DL, Grabam AW, Sanders RW, Ray LD: Evaluation of acetabular fractures with two- and three-dimensional CT. *Radiographics* 1992;12:227-242.

Potok PS, Hopper KD, Umlauf MJ: Fractures of the acetabulum: imaging, classification, and understanding. *Radiographics* 1995;15:7-23.

Wang G, Vannier MW: Stair-step artifacts in three-dimensional helical CT: an experimental study. *Radiology* 1994;191:79-83.

Young JWR, Resnik CS: Fracture of the pelvis: current classification. *Am J Roentgenol* 1990;155:1169-1175.

Zonnerveld FW, Fukuta K: A decade of clinical three dimensional imaging: a review part 2: clinical applications. *Invest Radiol* 1994;29:534-589.