

한국인에서 골반 입구상 및 출구상 방사선 사진의 촬영 각도에 대한 고찰

Optimal Pelvic Inlet and Outlet Radiograph Angles in Korean Patients

박도영 • 김진호 • Surej Gopinathan Nair • 원예연

아주대학교 의과대학 아주대학교병원 정형외과학교실

목적: 통상적으로 사용되는 골반 입구상 및 출구상 사진의 입구각 45도, 출구각 45도 촬영기법은 과학적 근거가 없는 경험적인 기법이다. 최근 미국인을 중심으로 조사한 결과, 각각 25도와 60도의 입구 및 출구각을 사용하는 것이 골반의 구조를 보는 데 더 유용하다고 보고하였다. 동양인과 서양인의 골반 지표들의 차이를 고려하여 저자들은 한국인의 실정에 맞는 입구 및 출구각을 제시하고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법: 2009년 1월부터 2010년 8월까지 본원에서 골반 전산화단층촬영을 시행하고, 골반환에 골절이 없는 30세 이상 60세 이하의 100명(여자 50명, 남자 50명)의 환자를 대상으로 후향적 연구를 하였다. 전산화단층촬영을 이용하여 골반 입구 및 출구상 방사선 사진에서 평가되는 골반 구조에 접선 및 수직이 되는 데 필요한 입구 및 출구각을 측정하였다.

결과: 제1, 2 천추체의 전방을 보기 위한 적절한 입구각은 각각 24.2도, 27.9도였으며 제1, 2 천추체에 수직이 되는 출구각은 각각 54.8도, 52.3도였다. 측정된 입구 및 출구각 값들의 남녀 통계적 차이는 없었다.

결론: 골반의 입구 및 출구상 방사선 사진을 촬영하는 데 있어 종전의 45도가 아닌 각각 25도, 55도가 추천되며 이로써 정확한 골반 구조를 평가할 수 있다.

색인단어: 골반 방사선 사진, 입구각, 출구각

서론

골반의 골절 및 탈구를 파악하기 위해서는 우선 평면 방사선 사진을 촬영하게 되며 전후면, 입구상 및 출구상 사진이 포함된다.¹⁻⁴⁾ 통상적으로 골반 입구상 및 출구상 사진은 전후면 사진에서 미방경사각 45도, 두방경사각 45도로 촬영하여 왔다.^{2,5,6)} 골반의 독특한 해부구조나 개개인의 골반경사와 요추전만의 다양성을 고려할 때 위에서 언급한 촬영기법은 과학적인 근거가 없는 경험적인

것이기 때문에 정확한 결과를 얻기 힘들 것으로 생각되며 재점검해야 할 시점에 있다.^{6,7)} 실제로 Ricci 등⁷⁾은 미국인을 대상으로 골반 전산화단층촬영을 이용하여 골반 입구상 및 출구상 사진의 경사각에 대한 검증을 실시하였고 결과적으로 각각의 촬영 경사각이 적절하지 않음을 증명하였다. 그들은 기존의 미방경사각 45도, 두방경사각 45도 촬영각 대신 각각 25도와 60도의 각을 제시하였다. 이는 그동안 보고자 하는 해부학적 구조물들을 고려한 촬영이 아닌, 경험적으로 시행되던 촬영방법을 바꿀 수 있는 자료가기는 하나 동양인과 서양인의 골반 지표들의 차이를 고려할 때 이를 그대로 적용하는 것은 옳지 않다.^{2,5,6)} 저자들은 한국인을 기준으로 할 시 골반 입구상 및 출구상 사진의 미방경사각 45도, 두방경사각 45도 촬영이 특정 골반 뼈에 접선 및 수직이 되지 않을 것으로 가정하였다. 또한 미방경사각과 두방경사각이 서로 직각이지 않고 전측 및 후측의 골반 구조물에 따라, 개인에 따라 값이 다를 것으로 가정하였다. 이 가정들을 검증하고 한국인의 실정에

접수일 2011년 1월 11일 수정일 2011년 7월 4일 게재확정일 2011년 11월 8일
교신저자 원예연
경기도 수원시 영통구 원천동 산 5, 아주대학교병원 정형외과학교실
TEL 031-219-5223 or 4562, FAX 031-219-5229
E-mail thrtkr@ajou.ac.kr

*본 논문은 보건복지가족부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임(A084120).

맞는 미방경사각 및 두방경사각 촬영각을 제시하기 위해 본 연구를 골반 전산화단층촬영 사진을 이용하여 후향적으로 분석하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2009년 1월부터 2010년 8월까지 본원 응급실로 내원한 다발성 외상 환자 중 골반환에 골절 및 골 질환이 없는 30세 이상 60세 이하 (평균 나이 45.3세) 100명(여자 50명, 남자 50명)의 환자를 대상으로 후향적 연구를 하였다(Table 1). 환자들은 골반 전산화단층촬영(16 CT SOMATOM, Siemens Ltd., Erlangen, Germany)을 시행 받았다. 각 환자들은 양아위에서 골반이 침대에 관상면에서 수평이 되게 촬영하였으며 방사선 조사량은 120 Kv/300 mAs, rotation time은 0.75초, pitch는 0.75 : 1이 되게 일률적으로 촬영하였다.

2. 입구각(입구상에 필요한 미방경사각)

전산화단층촬영 영상의 재구성을 통해 정중앙 시상면을 얻어 입구각을 측정하였다. 후측 구조물로 제1, 2 천추체의 입구각(Fig. 1)을 구하였고, 전측 구조물로 치골지(중양의 치골결합 연골로 인해 중앙에서 1 cm 외측)의 입구각(Fig. 2)을 구하였다. 전후방 선

Table 1. Demographic Data

Demographics	Female	Male	Total
N	50	50	100
Average age	47.8 (31-60)	39.7 (30-57)	43.6



Figure 1. The inlet angle required to profile the anterior body of S1 is the angle formed between the line tangent to the anterior cortical margin of S1 and a line in the anteroposterior plane. These measurements were made with use of sagittal computed tomography reconstructions taken in the midline (inset).

과 골반 구조의 접선이 이루는 각이 입구각을 나타낸다(Fig. 1, 2).

3. 출구각(출구상에 필요한 두방경사각)

전산화단층촬영의 정중앙의 시상면을 이용하여 제1, 2 천추체의

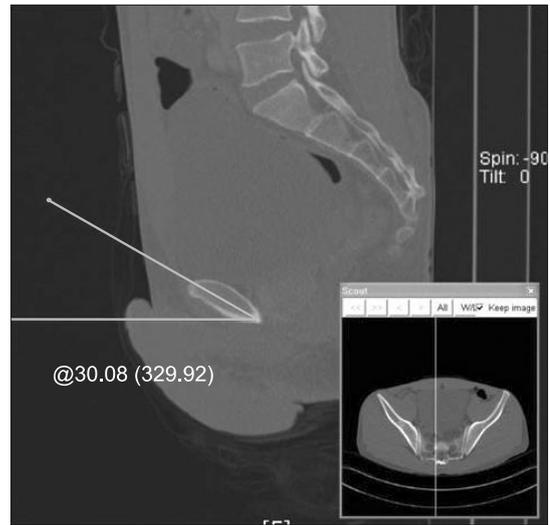


Figure 2. The inlet angle required to profile the pubic rami is the angle formed between the line bisecting the rami and a line in the anteroposterior plane. These measurements were made with use of sagittal computed tomography reconstructions taken 1 cm from the midline (inset).

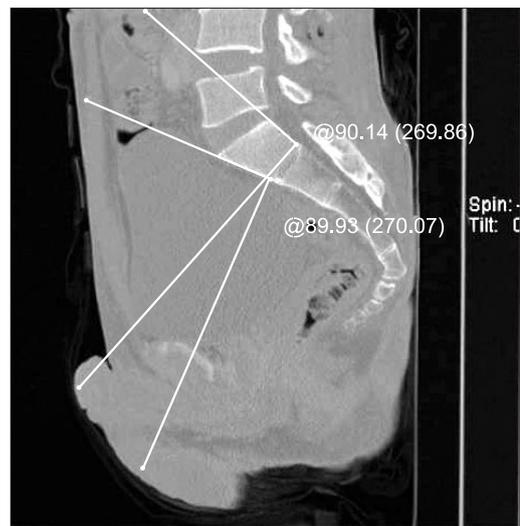


Figure 3. Because of the trapezoidal shape of the S1 body, the outlet angle required to be perpendicular to the S1 body was found by first defining perpendiculars to the anterior and posterior cortical margins of S1. The line that bisected the angle formed by these perpendiculars was used to define the 'average' perpendicular to the S1 body. The angle formed between the average perpendicular and a line in the anteroposterior plane defined the S1 body outlet angle. These measurements were made with use of midline sagittal computed tomography reconstructions.

수직인 선을 구하였다. 천추체가 마름모형이기 때문에 전방과 후방 피질골의 수직인 선의 평균을 구하였다(Fig. 3). 제1 천추 추간공의 중앙에서 전산화단층촬영의 시상면을 이용하여 이에 대한 출구각을 구하였다(Fig. 4). 전후방 선과 골반 구조의 수직선이 이루는 각이 각각의 구조물들을 평가하기 위한 출구각이 된다.

4. 통계분석

제1 천추 추간공에 대한 출구각에서 우측 및 좌측 모두 측정하였으며 두 변수에 대한 평균차이 검정은 paired t-test를 수행하였다.



Figure 4. The outlet angle required to profile the S1 neural foramina is the angle formed between the line collinear with the neural foramen and a line in the anteroposterior plane. These measurements were made with use of paramedian sagittal computed tomography reconstructions through the S1 neural foramina.

입구각 및 출구각의 측정값에 대한 각각의 95% 신뢰구간을 측정하였다. 측정값이 45도와 통계적으로 의미 있게 다르다는 것을 증명하기 위해 45도 값이 95% 신뢰구간에 포함되지 않는 것이 필요하였다. 각 측정값에 대한 성별의 영향을 보기 위해 independent t-test를 수행하였다. p값이 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다. 측정의 정밀설을 보장하기 위하여 모든 측정값은 다른 측정자 간에 반복 측정하였으며 측정자 간, 측정자 내 일치도를 interclass, intraclass correlation coefficient를 사용하여 분석하였다. Interclass correlation은 모든 측정치에서 0.81 이상이었고 intraclass correlation coefficient는 0.84로 모든 측정치는 측정자 내, 측정자 간의 선입견이 제외된 높은 일치도를 보였다.

결 과

1. 입구각

제1 천추체의 적절한 입구각은 24.2도였으며 제2 천추체와 치골지의 입구각은 각각 28.9도, 32.4도였고 남녀 간의 차이는 없었다(Table 2). 이들의 입구각은 통상적으로 사용하는 미방경사각 45도와 통계적으로 유의하게 다른 값을 보여주고 있다. 이 결과값은 통상적으로 시행되는 골반 입구상 방사선 사진의 미방경사각이 크다는 것을 보여준다.

2. 출구각

제1 천추체에 수직이 되기 위한 두방경사각은 54.8도였고 제2 천추체에 수직이 되기 위한 각은 52.3도였다(Table 3). 제1 천추 추간공의 출구각은 50도였으며 좌우 차이는 없었다($p=0.2412$)(Table 2). 이들의 출구각은 통상적으로 사용하는 두방경사각 45도와 통계적으로 유의하게 다른 값을 보여주고 있다.

Table 2. Optimal Inlet Angle

Radiographic landmarks	Mean±SD (total)	Mean±SD (female)	Mean±SD (male)	p	Min.	Max.	95% confidence interval
Anterior S1	24.2±8.12	23.7±8.67	23.5±7.84	0.6524	6	45	22-25
Anterior S2	27.9±7.48	27.9±8.37	28.8±7.45	0.4845	8	47	28-31
Pubic rami	32.4±7.79	31.1±9.78	32.5±5.37	0.8145	15	69	31-35

Min., minimum; Max., maximum.

Table 3. Optimal Outlet Angle

Radiographic landmarks	Mean±SD (total)	Mean±SD (female)	Mean±SD (male)	p	Min.	Max.	95% confidence interval
Perpendicular to S1	54.8±8.91	54.3±10.89	56.3±6.21	0.5312	28	84	54-57
Perpendicular to S2	52.3±9.21	50.25±10.38	52.7±7.49	0.2147	18	80	49-53
Right S1 neural foramen	49.19±9.21	50.5±11.21	49.4±5.84	0.3147	27	75	48-52
Left S1 neural foramen	49.78±8.51	48.9±11.35	49.6±5.54	0.3158	27	74	48-51
Averaged right and left S1 neural foramen	49.38±8.14	50.7±11.24	49.7±5.69		27	74	48-52

Min., minimum; Max., maximum.

3. 성별의 영향

측정된 입구각 및 출구각 값들의 남녀 통계적 차이는 없었다 (Table 2, 3).

고 찰

역사적으로 입구각은 천골갑과 제1 천추체와 겹쳐지거나 골반상협부에 직각이 되는 각으로 여겨졌다.^{1,6)} 40도에서 60도 사이로 추천되었고 흔히 45도로 정의되었다.^{1-4,6)} 출구각은 치골결합이 제2 천추체와 겹치는 각으로 여겨졌으며 30도에서 45도로 추천되었고 흔히 45도로 정의되었다.^{1-4,6)} 이 각들은 경험적인 것^{2,5)}이거나 evidence level-V^{28,9)}의 근거를 바탕으로 하고 있다. Ricci 등⁷⁾은 이에 대하여 전산화단층촬영을 이용하여 골반 입구상 및 출구상 사진의 경사각에 대한 검증을 실시하였고 결과적으로 25도 입구상과 60도 출구상 사진의 새로운 각도를 제시한 바 있다. 그러나 이러한 자료를 우리나라 환자들에게 그대로 적용하기에는 무리가 있고 실제로 다수의 연구들에서 동양인과 서양인 간의 골반 지표들의 차이를 볼 수 있다. 한 예로 Kim 등¹⁰⁾은 젊은 한국 여성의 시상면상 골반 형태에 대한 방사선학적 계측을 시행한 결과 우리나라 환자들에서 유의하게 더 높은 pelvic lordosis angle을 볼 수 있었다고 보고하였다.

한국인을 대상으로 한 본 연구의 결과는 골반환의 최적의 선별 검사로 현재의 45도 입구상 출구상 사진이 지양되어야 하고 27도 입구상과 53도 출구상 사진이 지양되어야 하는 명확한 근거를 제시하고 있다. 하지만 임상에서 사용하는 방사선 기기들의 각도가 대부분 5도의 눈금단위로 이루어진 것을 고려한다면 한국인에서 25도 입구상과 55도 출구상 사진이 적절하다고 생각된다. 이는 선별 검사로 이루어지는 단순방사선 사진의 각도 외에도 골반 수술 중 사용되는 투시조영술에도 적용될 수 있는 자료이다. 만약 술전 환자의 골반 전산화단층촬영이 시행되었다면 위 연구와 같은 방법으로 환자 개인에 맞는 최적의 각도를 찾을 수도 있을 것이다.

본 연구는 골반 해부구조를 평가하는 데 서로 수직이 되는 사진이 필요치 않음을 보여주고 있다. 본 연구에서 추천하는 25도의 입구상 사진은 제1, 2 천추체를 가장 잘 나타내고 만약 다른 골반 구조를 평가하고 싶다면 여기 제시된 다른 각을 적용시켜야 한다. 예를 들어 치골지와 같은 전방 구조물을 평가하고 싶다면 32도의 미방경사각이 필요하다. 또한 55도의 출구상 사진은 제1, 2 천추체에 수직이 되는 각이다. 본 연구에서 제시된 각들은 오래 전부터 생각된 서로 수직인 골반 사진이어야 한다는 것에 대해 모순이 되며 현재 사용되는 골반 사진에 대한 수정이 필요하다.

성별에 따라 결과 값이 차이가 날 것으로 생각되었지만¹¹⁾ 본 연구에서는 성별에 따른 통계적 차이는 없었으며 남녀 평균 값은 거의 일치하였다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 종전의 45도의 입구상, 출구상 사진과 본 연구에서 제안하는 25도의 입구상, 55도의 출구상 사진의 전향적 비교를 하지 않았다는 것이다. 그러나 연구 특성상 전산화단층촬영에 기초한 영상의 올바른 각도에 대한 연구이기에 후향적 연구를 함에 있어 결과값의 차이를 야기하지 않는다. 또한 같은 환자에서 4번의 단순 촬영을 반복한다는 것은 의료 윤리상 문제가 될 것이다. 둘째, 환자의 연령 분포(30-60세)가 제한됨에 따라 결과 값을 소아, 고령 환자 또는 타 인종 환자에 적용하기 어려울 것이다. 이에 대하여 앞으로 다양한 환자 연령대 및 인종에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다. 셋째, 환자의 자세가 전산화단층촬영 시와 단순 방사선 사진 촬영 시 정확히 일치하지 않을 것이다. 하지만 양와위 자세로 촬영하기 때문에 이 차이는 매우 작을 것으로 생각한다.

결 론

골반의 입구상 및 출구상 방사선 사진을 촬영하는 데 있어 종전의 45도가 아닌 각각 25도, 55도가 추천되며 이로써 정확한 골반 구조를 평가할 수 있다.

참고문헌

1. Chapman MW. Chapman's orthopaedic surgery. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. 531-5.
2. Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM. Rockwood and Green's fracture in adults. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006. 1602-3.
3. Pennal GF, Tile M, Waddell JP, Garside H. Pelvic disruption: assessment and classification. Clin Orthop Relat Res. 1980;(151):12-21.
4. Mostafavi HR, Tornetta P 3rd. Radiologic evaluation of the pelvis. Clin Orthop Relat Res. 1996;(329):6-14.
5. Mears DC, Durbhakula SM. Fractures and dislocations of the pelvic ring. In: Chapman MW, ed. Chapman's orthopaedic surgery. vol. 1. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. 531-85.
6. Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG. Skeletal trauma: fractures, dislocations, ligamentous injuries. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1998. 1561-5.
7. Ricci WM, Mamczak C, Tynan M, Streubel P, Gardner M. Pelvic inlet and outlet radiographs redefined. J Bone Joint Surg Am. 2010;92:1947-53.
8. Tile M, Rubenstein J. Defining the injury: assessment of pelvic fractures. In: Tile M, Helfet DL, Kellam JF, ed. Fractures of the

- pelvis and acetabulum. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2003. 101-15.
9. Pennal GF, Sutherland GO. Fractures of the pelvis (motion picture). Park Ridge, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons Film Library; 1961.
10. Kim WJ, Lee SH, Min SH, Choi BK, Lee ES, Shin SW. Radiologic measurement of pelvic sagittal incidence and lordosis in young Korean women. *J Korean Orthop Assoc.* 2005;40:14-8.
11. Handa VL, Lockhart ME, Fielding JR, et al; Pelvic Floor Disorders Network. Racial differences in pelvic anatomy by magnetic resonance imaging. *Obstet Gynecol.* 2008;111:914-20.

Optimal Pelvic Inlet and Outlet Radiograph Angles in Korean Patients

Do Young Park, M.D., Jin-Ho Kim, M.D., Surej Gopinathan Nair, M.D., and Ye-Yeon Won, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ajou University Hospital, Ajou University School of Medicine, Suwon, Korea

Purpose: Until now, pelvic injuries have been evaluated with 45° inlet and 45° outlet radiographs. Following these customary guidelines may not produce the best plane to evaluate pelvic injury due to variability of pelvic anatomy. Recent data based on the American population suggested 25° and 60° as the optimal angle for each inlet and outlet views, respectively. We hypothesized that inlet and outlet radiographic views to examine the clinically relevant landmarks vary from routine 45° inlet and outlet views and aimed to find optimal angles for Korean patients.

Materials and Methods: One hundred consecutive patients, aged between 30 to 60 years (50 male and 50 female patients), without pelvic ring disruption or fractures who had undergone routine axial pelvic computed tomography scans were retrospectively identified. The optimal inlet and outlet angles required to profile the clinically relevant pelvic anatomy were quantified for each patient.

Results: The optimal inlet angle to profile the anterior body of S1 and S2 required an average caudal tilt of 24.2° and 27.9°, respectively. The average outlet angle perpendicular to the body of S1 was 54.8° and perpendicular to S2 was 52.3°. The optimal angles were the same for male and female patients and were independent of patient age.

Conclusion: Screening inlet and screening outlet radiographs made at 25° and 55°, respectively, are recommended for viewing clinically relevant osseous pelvic anatomy in Koreans.

Key words: pelvis, pelvic inlet view, pelvic outlet view

Received January 11, 2011 **Revised** July 4, 2011 **Accepted** November 8, 2011

Correspondence to: Ye-Yeon Won, M.D.

Division of Arthroplasty, Department of Orthopedic Surgery, Ajou University Hospital, Ajou University School of Medicine, San 5, Woncheon-dong, Yeongtong-gu, Suwon 443-721, Korea

TEL: +82-31-219-5223 or 4562 **FAX:** +82-31-219-5229 **E-mail:** thrtkr@ajou.ac.kr