

3차원 컴퓨터단층촬영을 이용한 한국인에서 치골결합 부위의 해부학적 연구

김지완* · 박정민 · 장재석

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정형외과학교실, 인제대학교 의과대학 해운대백병원 정형외과학교실*

목 적: 3차원 컴퓨터단층촬영을 통해 정상 골반골의 해부학적 구조를 분석하여 치골결합 금속판 고정 시 나사못 삽입을 위한 안전한 해부학적 기준점을 제시하고자 한다.

대상 및 방법: 정상 골반골을 가진 52명을 대상으로 하여 컴퓨터단층촬영을 시행하고 3차원 영상분석 프로그램을 사용하여 치골결합 양측에서 내측과 외측 삽입 지점을 정한 후 두 지점에서의 삽입 나사의 길이, 빗경사각 및 시상경사각을 구하였다.

결 과: 내측 지점에서의 나사못 삽입 시상 각도는 평균 49.1°, 삽입 길이는 평균 49.4 mm였다. 외측 지점에서의 나사못 삽입 시상 각도는 평균 45.7°, 빗경사각도는 23.2°였으며, 평균 삽입 길이는 49.1 mm였다. 내측과 외측 나사못 삽입 지점에서의 나사못의 평균 길이는 남녀에 따라 각각 4.6 mm, 7.3 mm의 차이를 보였으며 남자에서 더 길었다.

결 론: 치골결합에 금속판 내고정 시 내측 삽입 지점의 경우 방향은 49° 후방 경사로 최소 37 mm의 나사못 삽입이 가능하고, 외측 삽입 지점에서는 방향은 46° 후방 경사, 23° 내측 경사였으며, 최소 34 mm의 나사못을 삽입할 수 있다.

색인 단어: 골반, 골반환 손상, 치골결합 분리, 나사못 고정

Anatomical Study of Symphysis Pubis Using 3 Dimensional Computed Tomography in Koreans

Ji Wan Kim, M.D., Ph.D.*, Jung Min Park, M.D., Jae Suk Chang, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul,
Inje University Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine*, Busan, Korea

Purpose: To acquire anatomical data for the normal pelvic bone structure using three-dimensional computed tomography (3D CT) and to propose the most appropriate angle and screw length for safe screw insertion during symphysis pubis plating.

Materials and Methods: We performed 3D CT analysis in 52 patients who required plating and selected a medial and lateral insertion point between the symphysis pubis and the pubic tubercle. Using a three-dimensional medical image analysis program, we evaluated the appropriate screw length, sagittal angle, and oblique angle at each point in this cohort.

Results: At the medial point, the sagittal angle was determined to be 49.1° with an average screw length of 49.4 mm. At the lateral point, we calculated an average screw length of 49.1 mm, oblique angle of 23.2°, and sagittal angle of 45.7°. The screw length was longer in men than in women (4.6 mm and 7.3 mm, respectively) at the medial and lateral point.

Conclusion: At the symphysis pubis diastasis, we can insert the screw caudally at 49° with a minimal length of 37 mm at the medial point. We can insert the screw caudally at 46°, medially at 23°, with a minimal 34 mm length at the lateral point.

Key Words: Pelvis, Pelvic ring injury, Pubic symphysis diastasis, Screw fixation

통신저자 : 장 재 석

서울시 송파구 올림픽로 43길 88, 서울아산병원 정형외과
Tel : 02-3010-3530 • Fax : 02-488-7877

E-mail : jschang@amc.seoul.kr

접수: 2012. 7. 16

심사(수정): 2012. 8. 27

게재확정: 2012. 10. 2

Address reprint requests to : Jae Suk Chang, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Asan Medical Center, 88,
Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel : 82-2-3010-3530 • Fax : 82-2-488-7877

E-mail : jschang@amc.seoul.kr

서 론

골반의 전후방 압박 손상 및 수직 전단 손상에서 골반환의 치골결합 부위의 손상이 나타날 수 있다¹⁾. 치골결합 분리에서 다양한 고정 방법이 제시되어 왔고, 전방 내고정 방법은 후방 골반 불안정성이 있을 때에 후방 고정과 함께 이용되어 골반 안정성을 도모할 수 있는 방법이다^{2,3,5,7,14)}. 불안정한 치골결합 분리에서 치골결합의 관혈적 정복술 및 내고정술은 외고정술에 비해 골반환의 안정성을 더 부여해 줄 수 있다¹⁴⁾.

전방 내고정술은 금속판을 이용한 고정술, 철사를 이용한 원형 결찰술, 비흡수성 실을 이용한 봉합술 등이 이용되며 이 중 금속판을 이용한 고정술이 가장 많이 사용되고 있으나¹⁶⁾, 삽입 나사의 개수, 나사의 방향 및 종류 등에 대한 명확한 기준은 없는 실정이다. 일반적으로 한 개의 금속판으로 고정하는 경우에는 양측에 한 개씩의 나사못으로 고정하는 것보다는 두 개 이상의 나사못을 양측에 고정하는 것이 고정의 실패 및 불유합과 같은 합병증을 줄일 수 있는 것으로 알려져 있으며¹¹⁾, 골다공증이 있는 환자에서는 하나의 금속판보다 두 개의 금속판으로 고정하는 것이 더 견고하다고 알려져 있으나 아직 명확한 증거는 없는 상태이다¹¹⁾.

최근에는 Stoppa 접근법을 이용하여 골반환 손상 및 비구 골절의 수술을 시행하고 있으며^{8,15)}, 이러한 경우에도 치골 부위에 나사못 고정이 필요하다. 긴 나사못으로 고정할수록 더욱 견고한 고정을 얻을 수 있으나, 치골결합 부위의 골격 형태는 단순하지 않고 주위 장기 및 혈관, 신경에 대한 손상의 가능성으로 인해 긴 나사못을 삽입하기가 쉽지 않다(Fig. 1). 그러므로 본 연구를 통해 저자들은 골반골 전산화단층촬영으로 나사 삽입의 방향 및 길이에 대한 해부학적 정보를 얻어 안전한 방향의 최대로 긴 길이의 나사못에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2008년 8월 1일부터 2008년 12월 31일까지 3차원 골반골 전산화단층촬영을 시행한 환자 중 골반골에 골절 및 변형이 없었던 성인 환자 52명을 대상으로 하였다. 응급실 및 외래에서 고관절의 이상 소견이 의심되어 3차원 골반골 전산화단층촬영을 시행한 환자를 대상으로 하였다. 정상 골반이거나 대퇴 경부 골절, 대퇴 전자간 골절과 같이 정상 해부학의 골반을 가진 환자를 대상으로 하였으며, 골반환 손상 혹은 비구 골절, 고관절 이형성증이 있는 환자는 제외하였다. 남자 32명, 여자 20명이었으며 평균 나이는 53.7세(24-83세)였다. 3차원 골반골 전산화단층촬영은 Ultra 16 (GE, Madison, WI, USA) 촬영기를 이용하여 원본데이터를 획득한 뒤 3차원 의료 영상 분석 프로그램인 Vworks™ 5.0 (Cybermed, Seoul, Korea)을 이용하여 재구성하였다.

저자들은 치골결합 분리에서 한 개의 금속판을 좌우 각각 2개의 나사로 고정하는 내고정술을 산정하고 이를 기준으로 해부학적 정보를 취득하고자 하였다. 치골결합 좌 우 치골가지에서 각각 내, 외 나사못 삽입 지점을 가상으로 설정하였으며, 외측 나사못 삽입 지점을 치골결절(pubic tubercle)의 바로 외측으로 정하고, 내측 나사못 삽입 지점은 치골결절과 치골결합 중간 지점으로 정하였다(Fig. 2). 내측 나사못 삽입 지점에서 치골을 가장 길게 통과하는 수직평면에 대한 시상각과 최대 길이를 측정하였으며 시상각은 앙와위(supine position)에서 바닥과 평행한 면을 기준으로 치골이 이루는 각을 측정하였다(Fig. 3). 외측 나사못 삽입 지점에서 수직평면에 대한 시상각, 빗경사각 및 최적 경사각에서의 최대 길이를 측정하였으며 시상각은 내측에서와 동일한 방법으로 빗경사각은 치골결합의 정중앙선과 평행한 면과 나사못이 최대길이가 될 때 이루는 각을 측정하였다(Fig. 4). 나사못의 최대길이는 3차원 골반골 전산화단층촬영 영상을 Vworks™ 5.0 프로그램을 이용하여 영상을 나사못이 들어간 방향으로 위치시킨 후 치골 하단의 피질골(far cortex)의 끝

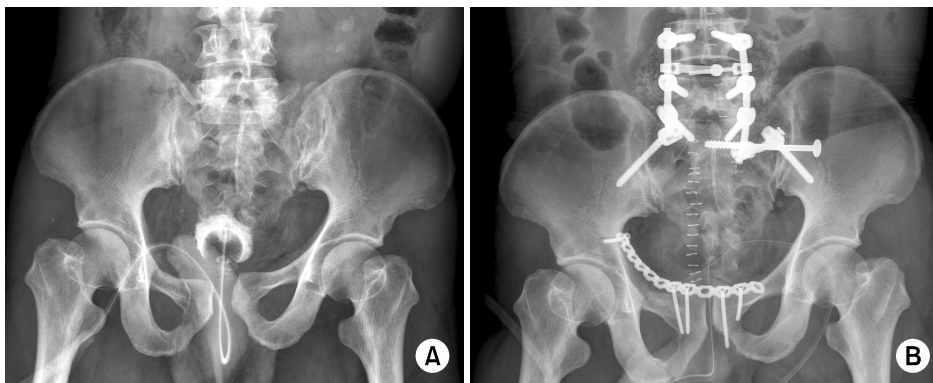


Fig. 1. (A) Initial pelvis antero-posterior image of a 47-year-old male showing pelvic ring injury with sacroiliac joint fracture and dislocation and symphysis pubis diastasis. (B) Postoperative radiograph demonstrating the protruded screw at left pubis.



Fig. 2. A schematic picture showing screw fixation of symphysis pubis. A mark (*) indicates pubic tubercle. Medial insertion point is the bisecting point between pubic tubercle and symphysis pubis; and lateral insertion point is just lateral to pubic tubercle.



Fig. 3. With 3-dimensional reconstruction image, measuring sagittal angle length at the medial insertion.

지점까지 측정하였다. 성별에 따라 골반의 해부학적 구조가 다르므로 남녀로 구분하여 해당 값을 비교하였다. 통계 프로그램은 SPSS (version 18.0; IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 Mann-Whitney test로 두 군을 비교하였으며, 통계학적으로 유의한 p-value는 0.05 이하로 삼았다. 본 연구는 서울아산병원 임상연구심의위원회의 승인을 받았다.

결 과

내측 나사못 삽입 지점, 즉 치골결합과 치골결절의 중간



Fig. 4. With 3-dimensional reconstruction image, measuring. (A) Sagittal angle and length. (B) Oblique angle at the lateral position.

부위에서의 나사못 삽입 시상 각도는 평균 49.1° , 삽입 길이는 평균 49.4 mm였다. 외측 나사못 삽입 지점, 즉 치골결절에서의 나사못 삽입 시상 각도는 평균 45.7° , 빗경사각도는 23.2° 였으며, 평균 삽입 길이는 49.1 mm였다(Table 1). 내측 나사못의 시상 각도는 80.7%에서 40° - 55° 를 보였고, 40° 미만을 보이는 경우는 5.8%에 불과하였다(Table 2). 외측 나사못 삽입 위치에서의 시상각은 40° 미만이 21.2%, 40° - 55° 67.3%, 55° 이상은 11.5%의 분포를 보였다. 외측 나사못 위치에서 빗경사각은 20° 미만이 13.5%, 20° - 25° 사이가 51.9%, 25° - 30° 사이가 30.8%, 30° 이상이 3.8%의 분포를 보여 대부분(82.7%)에서 20° - 30° 의 각도를 나타냈다.

남자 32명과 여자 20명을 비교한 결과, 외측 및 내측에서의 나사못 길이 및 외측 나사못 삽입 지점에서의 빗경사각에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(Table 1). 내측 삽입 지점에서의 나사 길이는 남자의 경우 평균 52.6 mm,

Table 1. The Measured Data at Medial and Lateral Point for Screw Insertion

Location	Parameter	Male (n=32)			Female (n=20)			Total (n=52)	p-value
		Min	Max	Ave	Min	Max	Ave	Ave	
Medial point	Sagital angle (°)	36.3	57.7	47.7	40.2	63.5	51.2	49.1	0.079
	Length (mm)	45.0	61.6	52.6	34.9	51.0	44.3	49.4	<0.001
Lateral point	Sagital angle (°)	33.7	62.9	44.5	32.5	63.8	47.5	45.7	0.201
	Coronal angle (°)	13.5	26.6	22.0	12.7	33.2	25.1	23.2	0.006
	Length (mm)	44.8	62.1	51.2	37.7	50.9	45.6	49.1	<0.001

Min: Minimum, Max: Maximum, Ave: Average.

Table 2. Distribution of Parameter

Parameter	Category (°)	Number (%)
Medial sagittal angle	≤40	3 (5.8)
	40-45	9 (17.3)
	45-50	18 (34.6)
	50-55	15 (28.8)
	>55	7 (13.5)
Lateral sagittalangle	≤35	2 (3.8)
	35-40	9 (17.3)
	40-45	17 (32.7)
	45-50	13 (25.0)
	50-55	5 (9.6)
Lateral coronalangle	>55	6 (11.5)
	≤15	2 (3.8)
	15-20	8 (15.4)
	20-25	24 (46.2)
	25-30	16 (30.8)
	>30	2 (3.8)

최소 45.0 mm 이상을 보여 여자의 경우 평균 51.2 mm, 최소 40.2 mm에 비해 남자에서 더 긴 나사못을 사용할 수 있음을 확인하였다($p<0.001$). 외측 나사못 삽입 지점에서 역시 나사 길이는 남자의 경우 평균 51.2 mm, 최소 44.8 mm 이상을 보여 여자의 평균 45.6 mm, 최소 37.7 mm에 비해 남자에서 더 긴 나사못을 사용할 수 있음을 확인하였다($p<0.001$). 외측 나사못 삽입 지점에서 빗경사각은 남자에서 22.0°, 여자에서 25.1°로 차이를 보였으며, 여자에서 수렴(convergence) 각도가 더 큰 것을 확인하였다($p=0.006$). 하지만 내측 및 외측 나사못 삽입 지점에서의 시상각도는 남녀간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

치골결합 분리 손상에서 관혈적 정복술 및 금속판 고정술은 철사를 이용한 원형 결찰술이나 외고정술에 비해 더 강한 고정력을 제공하여 환자를 조기 거동할 수 있게 하

며, 합병증이 적은 것으로 알려져 있다^{4,9)}. 또한 골반 불안정성 손상에서 골반환의 앞쪽을 고정함으로써 환측에서 정상적인 체중부하 과정을 최대한 보존할 수 있다고 하였다¹⁰⁾. 금속판 고정술을 하는 방법에 있어서 치골결합 양측에 각각 한 개씩 모두 두 개의 나사만을 이용한 고정과 그 이상의 나사못 고정이 필요하다는 의견이 있었다. 두 개의 나사 고정만으로 충분하다고 주장하는 측에서는 최소한의 절개와 수술 부위 확보만으로 금속판 고정을 할 수 있으며, 고정의 강도와 유지면에서 차이가 없다고 주장하였다¹⁷⁾. 두개의 나사 고정을 하는 경우 각각의 나사못 주위로 회전과 같은 약간의 움직임이 허용되는데 이러한 움직임으로 내고정물의 고정 실패를 낮출 수 있다고 한다^{12,13)}. 그러나 후속 연구에서 해부학적인 정복과 골반환 뒤쪽의 고정이 얻어지고, 치골결합 분리 손상에서 금속판을 골반골의 해부학적 구조에 맞게 변형하여 고정한다면 두 개의 나사못으로 고정하는 것보다 그 이상의 나사못으로 고정하는 것이 부정유합이나 내고정물의 실패와 같은 합병증이 더 적다고 하였다¹¹⁾.

하지만 실제 임상에서 나사못 삽입 시 골반골의 해부학적인 구조상 나사못을 삽입하는 것이 쉽지 않다. 이는 치골결합 부위의 3차원적인 골격 구조가 단순하지 않기 때문이다. 치골결합 부위의 나사못 고정 시 시상 경사각이 너무 클 경우 치골 뒤에 위치한 방광에 손상을 줄 수도 있고, 외측 나사못이 관상 경사각이 외측으로 치우칠 경우 폐쇄 신경 혹은 혈관(obturator nerve or vessel)에 손상을 가할 수도 있다. 국내 연구에서 골반환 손상에 대한 수술적 결과에 대한 보고가 많은 편은 아니나 해부학적 구조로 인해 수술 후 합병증에 대한 보고가 있다. Park 등⁶⁾은 골반골 불유합 수술 시 장서혜 도달법을 이용한 접근 후 고환 피사를 경험하였다고 하였다.

이번 연구에서는 한국인에서 정상 골반골의 해부학적 구조를 분석하여 나사못 삽입을 위한 기준점을 제시하고자 하였다. 이에 저자들은 치골결합의 양측에서 각각 2개씩, 총 4개의 나사못을 고정하는 방법을 본 연구에 이용하였다. 결과

에서 보듯이 내측 나사못의 삽입 길이는 최소 34.9 mm에서 최대 61.6 mm로 약 27 mm 차이의 넓은 범위를 보였으며, 외측 나사못의 시상 경사각은 최소 32.5°에서 최대 63.8°로 약 30°의 넓은 정상 범위를 보였다. 그리고 남녀별로 나사못 삽입 길이 및 각도가 차이가 있었는데 이는 남녀간에 골반 골의 크기 및 모양에 따라 나타나는 차이로 판단되며 이를 고려해서 나사못의 방향과 길이를 예상해야겠다.

이번 연구에서는 임상에서 사용되는 3.5 mm 재건 금속판은 골절 형태 및 고정 방법에 따라 위치가 조금씩 달라질 수 있으므로 나사못 삽입 지점을 치골부위의 해부학적 위치로 선정하여 분석하였다. 측정의 정밀성을 보장하는 측정자 내 및 다른 측정자 간의 일치도를 확인하지 못하였다는 제한점이 있고, 이번 연구의 결과만 가지고 일률적으로 나사못 삽입 시 방향과 길이를 정하기는 어렵지만, 해부학적 정보를 토대로 하나의 기준점을 제시한 점에서 의의가 있다. 따라서 임상적으로는 전방 골반환의 나사못 삽입 시 치골부의 후방면 피질골의 방향을 손가락으로 촉지하면서 상기 해부학적 자료를 참고로 하여 나사못 방향을 결정하고 투시기를 통한 나사못의 위치를 확인하는 것이 가장 정확하고 안전한 수술 술기가 될 것이다.

결 론

치골결합에 금속판 내고정 시 내측 삽입 지점의 경우 방향은 40° 후방 경사로 최소 37 mm의 나사못 삽입이 가능하고, 외측 삽입 지점에서는 방향은 46° 후방 경사, 23° 내측 경사였으며, 최소 34 mm의 나사못을 삽입할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) Bagchi K, Uhl RL: Fixation of pubic symphyseal disruptions: one or two plates? *Orthopedics*, **32**: 427, 2009.
- 2) Kim JJ, Kim JW, Chang JS: Clinical outcome of AO Type C pelvic ring injury. *J Korean Orthop Assoc*, **40**: 181-187, 2005.
- 3) MacAvoy MC, McClellan RT, Goodman SB, et al: Stability of open-book pelvic fractures using a new biomechanical model of single-limb stance. *J Orthop Trauma*, **11**: 590-593, 1997.
- 4) Matta JM, Saucedo T: Internal fixation of pelvic ring fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **(242)**: 83-97, 1989.
- 5) Meissner A, Fell M, Wilk R, Boenick U, Rahmanzadeh R: Comparison of internal fixation methods for the symphysis in multi-directional dynamic gait simulation. *Unfallchirurg*, **101**: 18-25, 1998.
- 6) Park SE, Kim YY, Ji JH, Han CW, Kim WY: Testicular necrosis after ilioinguinal approach for pelvic nonunion: a case report. *J Korean Fract Soc*, **19**: 490-493, 2006.
- 7) Ponson KJ, Hoek van Dijke GA, Joosse P, Snijders CJ, Agnew SG: Improvement of external fixator performance in type C pelvic ring injuries by plating of the pubic symphysis: an experimental study on 12 external fixators. *J Trauma*, **53**: 907-912, 2002.
- 8) Ponsen KJ, Joosse P, Schigt A, Goslings JC, Luitse JS: Internal fracture fixation using the Stoppa approach in pelvic ring and acetabular fractures: technical aspects and operative results. *J Trauma*, **61**: 662-667, 2006.
- 9) Rommens PM, Hessmann MH: Staged reconstruction of pelvic ring disruption: differences in morbidity, mortality, radiologic results, and functional outcomes between B1, B2/B3, and C-type lesions. *J Orthop Trauma*, **16**: 92-98, 2002.
- 10) Sagi HC, Ordway NR, DiPasquale T: Biomechanical analysis of fixation for vertically unstable sacroiliac dislocations with iliosacral screws and symphyseal plating. *J Orthop Trauma*, **18**: 138-143, 2004.
- 11) Sagi HC, Papp S: Comparative radiographic and clinical outcome of two-hole and multi-hole symphyseal plating. *J Orthop Trauma*, **22**: 373-378, 2008.
- 12) Simonian PT, Routt ML Jr, Harrington RM, Tencer AF: Box plate fixation of the symphysis pubis: biomechanical evaluation of a new technique. *J Orthop Trauma*, **8**: 483-489, 1994.
- 13) Simonian PT, Schwappach JR, Routt ML Jr, Agnew SG, Harrington RM, Tencer AF: Evaluation of new plate designs for symphysis pubis internal fixation. *J Trauma*, **41**: 498-502, 1996.
- 14) Stocks GW, Gabel GT, Noble PC, Hanson GW, Tullos HS: Anterior and posterior internal fixation of vertical shear fractures of the pelvis. *J Orthop Res*, **9**: 237-245, 1991.
- 15) Taller S, Srám J, Lukás R, Krivohlávek M: Surgical treatment of pelvic ring and acetabular fractures using the Stoppa approach. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, **77**: 93-98, 2010.
- 16) Varga E, Hearn T, Powell J, Tile M: Effects of method of internal fixation of symphyseal disruptions on stability of the pelvic ring. *Injury*, **26**: 75-80, 1995.
- 17) Webb LX, Gristina AG, Wilson JR, Rhyne AL, Meredith JH, Hansen ST Jr: Two-hole plate fixation for traumatic symphysis pubis diastasis. *J Trauma*, **28**: 813-817, 1988.