

## Changes of Spinopelvic Parameter using Iliac Screw In Surgical Correction of Sagittal Imbalance Patients

Whoan Jeang Kim, M.D., Yong Joo Chi, M.D., Dae Geon Song, M.D., Kyung Hoon Park, M.D., Kun Young Park, M.D.,  
Hwan Il Sung, M.D., Je Yun Koo, M.D., Won Cho Kwon, M.D., Won Sik Choy, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2014 Jun;21(2):63-69.

Originally published online June 30, 2014;

<http://dx.doi.org/10.4184/jkss.2014.21.2.63>

**Korean Society of Spine Surgery**

Department of Orthopedic Surgery, Inha University School of Medicine

#7-206, 3rd ST. Sinheung-Dong, Jung-Gu, Incheon, 400-711, Korea Tel: 82-32-890-3044 Fax: 82-32-890-3467

©Copyright 2014 Korean Society of Spine Surgery

pISSN 2093-4378 eISSN 2093-4386

The online version of this article, along with updated information and services, is  
located on the World Wide Web at:

<http://www.krspine.org/DOIx.php?id=10.4184/jkss.2014.21.2.63>

---

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

# Changes of Spinopelvic Parameter using Iliac Screw In Surgical Correction of Sagittal Imbalance Patients

Whoan Jeang Kim, M.D., Yong Joo Chi, M.D., Dae Geon Song, M.D., Kyung Hoon Park, M.D., Kun Young Park, M.D., Hwan Il Sung, M.D., Je Yun Koo, M.D., Won Cho Kwon, M.D., Won Sik Choy, M.D.  
*Department of Orthopedic Surgery, Eulji University School of Medicine, Daejeon, Korea*

**Study Design:** A retrospective-based study.

**Objectives:** To evaluate the usefulness of iliac screws in the surgical correction of sagittal imbalance by changes of spinopelvic parameters.

**Summary of Literature Review:** Although reports exist regarding the fusion rates on lumbosacral fusion by iliac screws, no previous studies address the issue of changes of spinopelvic parameters on surgical correction of sagittal imbalance by iliac screws.

**Materials and Methods:** We analyzed a total of 23 patients who were operated on by pedicle subtraction osteotomy and posterior fusion on sagittal imbalance. Patients were divided into two groups: 1) non-iliac screw fixation and; 2) iliac screw fixation. The two groups were compared during the preoperative and postoperative stages, and the last follow-up spinopelvic parameters of two groups.

**Results:** Spinopelvic parameters, except for pelvic incidence, were corrected after surgery; some corrected values of spinopelvic parameters were lost during follow-up. There was a statistically significant difference in the last follow-up period between lumbar lordosis and pelvic tilt. Values of postoperative lumbar lordosis and pelvic tilt was similar to each other; however, during the follow-up period corrected values of spinopelvic parameters of non-iliac screw fixation group were more lost. There were no statistically significant changes in postoperative and last follow-up sacral slope and pelvic incidence.

**Conclusions:** Sagittal imbalance could be corrected by pedicle subtraction osteotomy, and corrected values of lumbar lordosis and pelvic tilt of iliac screw fixation group could be maintained well compared to non-iliac screw fixation. Iliac screw fixation could be useful for maintenance of corrected values of spinopelvic parameters in surgical correction of sagittal imbalance.

**Key Words:** Sagittal imbalance, spinopelvic parameter, Surgical correction, Iliac screw

## 서론

정상 및 다양한 척추질환에서의 척추 시상면 균형의 중요성에 대한 관심은 나날이 증가하고 있다.<sup>1)</sup> 경추의 전만, 흉추의 후만, 요추의 전만으로 이어지는 척추 시상면 만곡은 척추의 효과적인 하중과 충격 흡수 및 척추 근육의 효과적인 작용을 가능하게 하며 특히 요추부 전만은 기립자세를 효과적으로 유지하는 데 있어서 매우 중요하다.<sup>1)</sup>

척추의 시상면 불균형이 발생하게 되면 초기에는 일차적으로 골반의 기울기가 변화함에 따라 불균형이 완화되고 이차적으로 슬관절 굴곡 등의 다른 보상기전에 의해 보상받게 된다.<sup>2-5)</sup> 그러나 피로가 누적되고 보상 범위를 벗어나게 되면 척추 주위 근육의 생리적 변성으로 척추의 안정 기능이 소실되어 상체가 앞으로 굽어지거나 고관절에 굴곡변형이 오는 등 변형 및 장애가 남게 되고 요통, 보행장애를 야기시키게 된다.<sup>6)</sup>

시상면 불균형 환자를 치료할 때 척추 시상면 균형에 대한 평

가가 매우 중요하다. 척추 시상면 균형을 평가하기 위한 방사선적 검사 중에 기립 상태의 시상면 균형에 대한 평가가 가장 중요하다<sup>1)</sup>, 시상면 균형의 평가를 위한 지표는 척추지표와 골반

**Received:** November 7, 2013

**Revised:** November 26, 2013

**Accepted:** May 7, 2014

**Published Online:** June 30, 2014

**Corresponding author:** Whoan Jeang Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eulji University College of Medicine, 1306, Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon 302-799, Korea

**TEL:** +82-42-611-3279, **FAX:** +82-42-611-3283

**E-mail:** [hjkim@eulji.ac.kr](mailto:hjkim@eulji.ac.kr)

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

지표로 나누어 볼 수 있고, 척추지표는 흉추부 후만각(thoracic kyphosis), 요추부 전만각(lumbar lordosis), 시상면 중심축(sagittal vertical axis) 등이 있고, 골반지표로는 골반지수(pelvic incidence), 골반경사(pelvic tilt), 천추경사(sacral slope)가 있다. 이중 골반지수는 개개인마다 고정된 지표로써 천추경사와 골반경사의 합과 일치하며, 요추부 전만각에 영향을 미친다고 알려져 있어 골반지표와 척추지표는 매우 밀접한 관계가 있다.<sup>7,8)</sup>

시상면 불균형 환자의 수술적 교정에 있어서 골반과 척추의 시상면 정렬은 매우 중요하지만 척추와 골반부 고정술은 척추수술 중에서도 어려운 영역으로 알려져 있어 해결해야 할 과제들이 많이 남아 있다.<sup>9)</sup> 복잡한 해부학적 구조, 고정력과 관련된 생역학적 특징, 천골의 미약한 골질 등은 요천추부 유합술의 실패를 야기시키는 이유로 생각되며<sup>9,10)</sup> 이를 해결하기 위해 여러가지 방법들이 시도되었다. 요천추부 버팀금속판의 사용, 천골 척추경 나사못의 사용, 장골나사못의 추가적인 사용, 또는 2차적으로 전방 요추부 유합술의 시행 등이 그 예이다.<sup>11-14)</sup> 이 중에서 천골 척추경 나사못과 장골나사못을 같이 사용하는 방법은 유합율이 비교적 높게 보고되고 있고<sup>15)</sup> 보행을 할 수 없는 신경근육성 측만증 환자들에 있어서 성공적인 수술 방법으로 알려져<sup>16,17)</sup> 그 사용이 증가하고 있다. 또한 보행이 가능한 성인에서의 연구에서도 87.5%, 94.6%의 유합율을 보이고 있어<sup>12,14)</sup> 척추골반부 고정술의 만족스러운 수술법 중 하나로 생각된다. 그러나 이전까지의 연구에서 장골나사못을 이용한 요천추부 유합술시 유합율에 대하여 보고하고 있지만, 장골나사못의 이용이 시상면 불균형 교정 수술 후 척추 및 골반지표의 유지 및 변화에 미치는 영향에 대한 연구는 미비하다.

이에 시상면 불균형으로 수술 받은 환자 중 장골나사못을 사용한 군(B군)과 장골나사못을 사용하지 않은 군(A군)에서 방사선

학적 척추골반지표의 수술 전후 및 최종 추시 변화를 비교 및 분석하여 장골나사못의 유용성에 대하여 분석해 보고자 한다.

## 대상 및 방법

2003년 3월부터 2010년 5월까지 본원에서 시상면 불균형으로 진단받고 척추경 절골술(pedicle subtraction osteotomy) 및 후방유합술을 시행한 환자 29예에서 강봉파단이나 나사못 이완(screw pullout), 가관절증(pseudarthrosis), 천장관절염 등의 합병증이 있는 경우 6예를 제외한 총 23예의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행 하였으며, 제외된 6예는 A군에서 4예, B군에서 2예가 있었다. 환자는 전예 여성이었으며 연령분포는 평균 65.5세(56~74세), 유합분절수는 평균 7.04분절(6~8분절), 추시기간은 평균 27.4개월(18~54개월)이었다(Table 1).

수술은 한 명의 술자에 의해 시행되었고, 전례의 환자에서 제 3 요추에서 척추경을 통한 췌기형 절골술을 시행하였다. 퇴행성 시상면 불균형 환자에서 영상학적 방법으로 보행시 앞으로 구부러지는 현상(stooping)의 정도를 모두 평가할 수 없기 때문에<sup>18)</sup> 충분한 교정각을 얻기 위해 척추경을 통한 췌기형 절골술을 시행하였다. 유합술은 모두 천추까지 시행하였으며, 근위 유합 부위는 흉요추 후만 정도에 따라 결정하였다. 흉요추 후만각이 10도 이상인 경우 제 10흉추까지, 흉요추부 후만각이 10도 미만인 경우 제 11흉추 혹은 제 12흉추까지 유합술을 시행하였다. 두 군 모두 술전 방사선 사진상 불안정성이 있는 경우 요추 제 4-5번, 요추 제 5번-천추1번에 케이지(cage)를 이용한 후방 추체간 유합술을 시행하였으며 후방 감압술 및 후방 유합술은 자가골 및 동종골 이식술을 이용하여 동일하게 시행하였다. 장골나사못이 국내에 소개되기 시작한 2008년도 이후에는 모두 장골나사못

**Table 1.** Demographics of the patients.

Variables	Group A	Group B	p-value
Patients (n)	12	11	
Age (year)	63.8	67.6	0.059
Gender (M/F)	0/12	0/11	
Distribution classified by diseases (n)			0.608
Lumbar degenerative kyphosis	6	5	
Flat back syndrome	3	2	
Degenerative lumbar scoliosis with sagittal imbalance	3	3	
Distribution of fusion-segments (n)			0.288
T10-S1	4	5	
T11-S1	2	4	
T12-S1	6	2	
Mean follow-up duration (years)	28.1	26.6	0.928

A: non-iliac screw group; B: iliac screw group.

사용하여 수술하였다.

수술 전후의 방사선학적 평가는 모든 환자에 대하여 36인치 필름을 사용하였고 상지는 주관절을 굴곡하고 수부를 쇄골 위에 위치시키는 자세 또는 양팔을 끌어안은 자세를 취하고 고관절과 슬관절을 최대한 신전시킨 기립상태에서 경추와 고관절을 포함한 기립 전 척추 측면방사선 촬영(standing whole spine lateral x-ray)을 술 전, 술 후 및 최종 추시시에 시행하였다.<sup>19)</sup> 방사선 계측은 m-view™ (Infinit HealthCare Co.) on the Hospital's Picture Archiving and Communication System (PACS)을 이용하여 시행하였고, 시상중심축, 흉추부 후만각, 흉요추부 후만각, 요추부 전만각, 골반지수, 골반경사, 천추경사를 측정하였다.

전만 및 후만각은 Cobb의 방법<sup>20)</sup>을 사용하였으며, 시상 중심축은 제 7경추체 중심에서 내린 수선(C7 plumb line)에서 제 1천추 후상연까지의 거리(cm)로 측정하였다. 제 7 경추체 중심에서 내린 수선이 제 1천추 후상연의 전방을 통과할 경우에는 양성 시상면 불균형으로, 후상연의 후방을 지날 경우에는 음성 시상면 불균형으로 나타내었다. 흉추부 후만각은 제 4흉추 혹은 제

5흉추에서 제 12흉추까지, 흉요추부 후만각은 제 10흉추에서 제 2요추까지, 요추부 전만각은 제 1요추에서 제 1천추 사이로 하였다. 천추 경사는 제 1천추의 상연과 수평선과의 각을 측정하였고, 골반 경사는 제 1천추 상연의 중심에서 고관절 축을 잇는 선과 고관절 중심을 지나는 수직선과의 각으로 측정하였으며, 골반지수는 제 1천추 상연의 수직 이등분선과 제 1천추 상연의 중심에서 고관절 축을 잇는 선과의 각으로 측정하였다. 측정오차를 줄이기 위하여 측정은 각 저자 별로 두차례 씩 시행하였고 그 평균값으로 계산되었다. 신뢰도는 그룹 내 일치 계수에 따라 근소(0~0.24), 저(0.25~0.49), 중(0.50~0.69), 우수(0.70~0.89), 최우수(0.90~1.0)로 분류되었다. 본 연구의 관찰자간 신뢰도는 0.92로 평가되었다.

두 군에 대하여 모두 수술 전후, 최종 추시 시 각각의 척추 및 골반지표를 측정하였으며, SPSSv18.0(SPSS Inc., Chicago, Illinois, U.S.A.)를 이용하여 통계학적인 분석을 하였다. Mann-Whitney U test 를 이용하여 두 군의 수술 전후 척추 및 골반 지표 변화가 통계적으로 유의한 지 확인하였고, 그 유의수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

**Table 2.** The initial Spinopelvic parameters.

Parameter	Group A	Group B	P-value
SVA	12.8←5.3	13.5←7.1	0.880
TK	13.1←9.1	12.8←8.1	0.880
LL	21.8←12.0	21.3←6.8	0.976
SS	23.3←4.8	20.7←6.4	0.379
PT	36.6←6.5	37.3←7.0	0.928
PI	59.0←7.4	58.9←3.6	0.316

A: non-iliac screw group, B: iliac screw group, SVA: sagittal vertical axis, TK: Thoracic kyphosis, LL: Lumbar lordosis; SS: Sacral slope, PT: Pelvic tilt, PI: Pelvic incidence.

## 결과

수술 전 양 군간에 척추 및 골반지표의 유의한 차이는 없었다 (Table 2). 척추지표의 변화는 A군에서 시상 중심축이 술 전 12.8 cm에서 술 후 4.6 cm로 감소하였고, 최종 추시시 5.1 cm로 다시 증가하였다. 흉추부 후만각이 술 전 13.1°에서 술 후 24.2도로 증가하였고, 최종 추시시 21.6도로 감소하였다. 요추부 전만각이 술 전 21.8도에서 술 후 51.5도로 증가하였으나, 최종 추시시 38.8도로 감소하였다. B군에서는 시상 중심축이 술 전 13.5 cm에서 술 후 3.8 cm로 감소하였고, 최종 추시시 5.0 cm로 다시 증가하였다. 흉추부 후만각이 술 전 12.8도에서 술 후 26.4도로

**Table 3.** The postoperative changes of Spinopelvic parameters.

Parameter	Post-op			Follow-up		
	Group A	Group B	p-value	Group A	Group B	p-value
SVA	4.6←2.0	3.8←4.3	0.566	5.1←3.8	5.0←3.5	0.833
TK	24.2←6.0	26.4←5.5	0.449	21.6←7.0	24.3←6.7	0.608
LL	51.5←10.4	52.3←7.0	0.833	38.8←6.5	45.4←6.2	0.027
SS	37.2←29.2	38.1←2.6	0.786	29.2←5.7	33.1←4.2	0.118
PT	23.3←5.9	19.8←4.3	0.134	31.7←4.3	26.3←5.6	0.019
PI	59.8←6.9	57.7←3.3	0.118	60.4←7.9	59.3←3.1	0.260

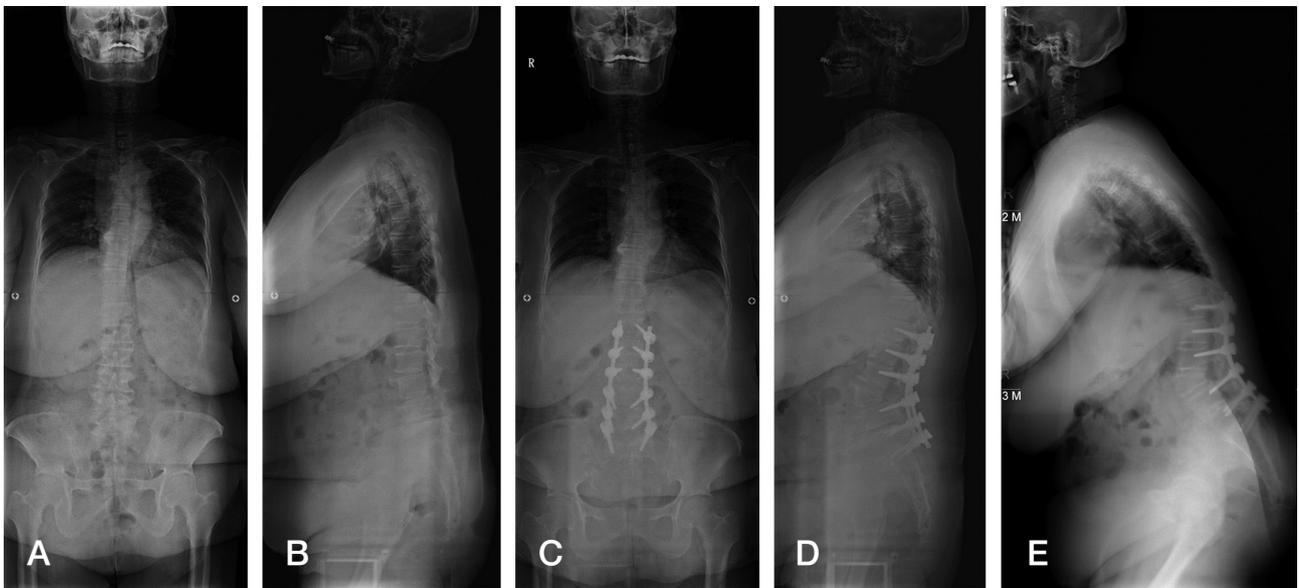
A: non-iliac screw group; B: iliac screw group; SVA : sagittal vertical axis; TK : Thoracic kyphosis; LL : Lumbar lordosis; SS: Sacral slope; PT: Pelvic tilt; PI: Pelvic incidence.

증가하였고, 최종 추시시 24.3도로 감소하였다. 요추부 전만각은 술 전 21.3도에서 술 후 52.3도로 증가하였으나, 최종 추시시 45.4도로 감소하였다(Fig. 1).

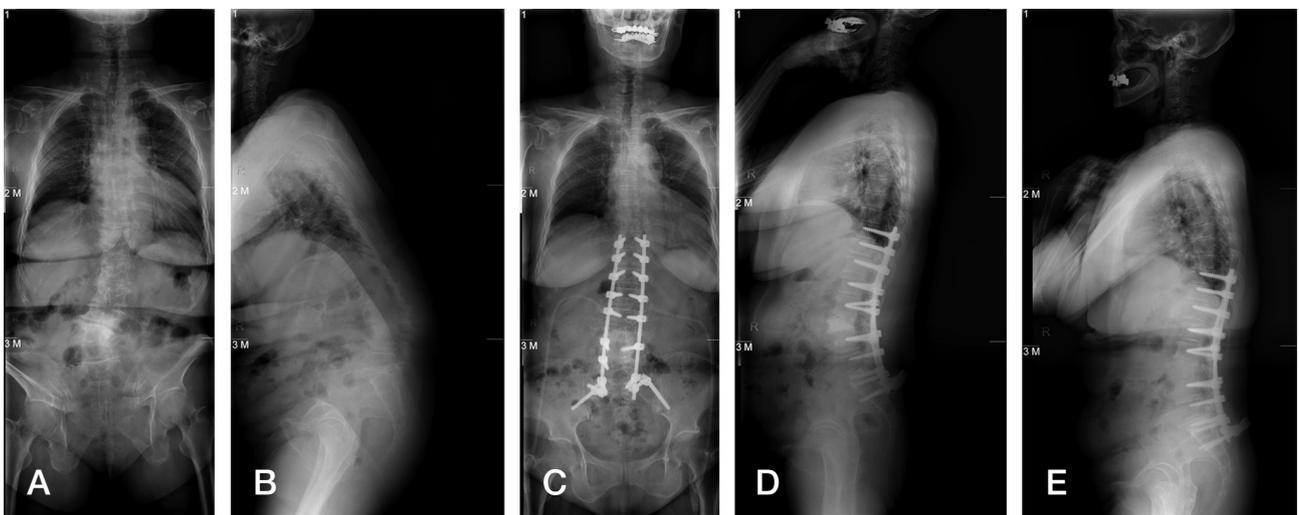
골반지표의 변화는 A군에서 천추경사가 술 전 23.3도에서 술 후 37.2도로 증가하였으나 최종 추시시 29.2도로 감소하였다. 골반경사가 술 전 36.6도에서 술 후 23.3도로 감소하였으나 최종 추시시 31.7도로 증가하였다. 골반지수는 술 전 59.0도, 술 후 59.8도, 최종 추시시 60.4도로 수술 전후 및 최종 추시까지 큰

변화는 없었다. B군에서는 천추경사가 술 전 20.7도에서 술 후 38.1도로 증가하였으나 최종 추시시 33.1도로 감소하였다. 골반경사가 술 전 37.3도 술 후 19.8도로 감소하였으나 최종 추시시 26.3도로 증가하였다. 골반지수는 술 전 58.9도, 술 후 57.7도, 최종 추시시 59.3도로 수술 전후 및 최종 추시에서 큰 변화는 없었다(Fig. 2).

척추골반지표는 골반지수를 제외하고 수술 전에 비하여 수술 후에 교정되었다가 추시 과정에서 교정값이 소실되는 양상



**Fig. 1.** Serial five whole spine x-ray shows initial, postoperative & last follow-up changes of spinopelvic parameters on non-iliac screw group. (A) Initial whole spine AP x-ray, (B) initial whole spine lateral x-ray, (C) postoperative whole spine AP x-ray, (D) postoperative whole spine lateral x-ray, (E) last follow-up whole spine lateral x-ray.



**Fig. 2.** Serial five whole spine x-ray shows initial, postoperative & last follow-up changes of spinopelvic parameters on iliac screw group. (A) Initial whole spine AP x-ray, (B) initial whole spine lateral x-ray, (C) postoperative whole spine AP x-ray, (D) postoperative whole spine lateral x-ray, (E) last follow-up whole spine lateral x-ray.

을 보였다(Table 3). 두 군간에 통계적으로 유의있게 변화된 척추골반지표는 최종 추시시의 요추부 전만각과 골반경사로, 요추부 전만각은 A군이 평균  $38.8 \pm 6.5$ 도, B군이 평균  $45.4 \pm 6.2$ 도로, 골반경사는 A군이 평균  $31.7 \pm 4.3$ 도, B군이 평균  $26.3 \pm 5.6$ 도로 추시과정상 A군에서 더욱 악화되는 양상을 보였다(각각  $p=0.027$ ,  $p=0.019$ ). 최종 추시시의 천추경사( $p=0.118$ )와 골반지수( $p=0.260$ )는 통계적으로 유의있게 변화하지 않았다.

## 고찰

고령화 시대로 변화함에 따라 퇴행성 척추질환의 유병률이 높아지고 있다. 삶의 질이 향상되면서 고령인구의 삶의 질 향상을 위해 척추질환에 대한 수술적 치료 또한 증가하고 있으며, 수술 기구와 술기의 발달로 척추질환 수술에 대한 많은 연구 결과가 보고되고 있다.<sup>12-15</sup> 최근 척추질환의 평가에 있어서 척추 시상면 균형은 척추의 하중과 충격 흡수 및 척추 근육의 효과적인 작용을 가능하게 하며, 그 중 요추부 전만은 기립자세를 효과적으로 유지하는 데에 있어서 중요하다고 알려져 있다.<sup>1</sup>

척추 시상면 불균형 교정 수술시 척추골반지표를 이용한 수술 전 방사선학적 평가는 매우 중요하며,<sup>21-23</sup> 척추골반지표의 교정을 위해 척추경을 통한 뼈기 절골술이 유용하게 이용될 수 있다. 최근에는 수술전 척추골반지표를 기준으로 만족스러운 수술 결과를 얻기 위한 척추골반지표 교정값을 구하고자 하는 노력이 시도되었고,<sup>24</sup> 흉추부 후만각 및 요추부 전만각 등 수술적으로 교정이 가능한 척추골반지표의 수술적 목표를 제안하는 연구들도 보고되고 있다.<sup>25</sup> 특히 절골술 및 유합술을 이용한 요추부 전만각의 교정은 수술후 상태를 예측하는데 도움이 된다고 연구되고 있어 그 중요성이 커지고 있다.<sup>26</sup>

요천추부 유합술시 원위부 유합을 제 5요추까지만 시행하였을 경우, 제 5요추와 제 1천추 사이에 퇴행성 변화를 초래할 수 있으며 요통, 신경근병증, 요천추 전만의 상실, 전체적인 균형의 전방 이동이 일어날 수 있다고 하였으며,<sup>27</sup> 김 등<sup>28</sup>은 요추부 변성 후만증 환자에서 술 후 추시 과정에서 기기 고정 범위내의 하부 분절에 전방 굴곡력이 집중되어 교정각 소실이 발생한다고 하여 제 1천추까지 유합하여야 한다고 하였다. 그리고 김 등<sup>29</sup>은 절골술 하부의 고정 범위에서 가동 분절이 있는 추간판에 대하여 전방 추체간 유합술을 시행하고 제 1천추 척추경 나사못의 양면 피질 고정을 시행했지만 원위부 나사못의 이완으로 인한 고정력의 실패로 시상면 교정 소실이 일어나는 경우가 발생할 수 있어 제 1천추 부위에 대한 새로운 기기 고정술의 연구가 필요하다고 하였다. 제 1천추까지 유합할 경우, 제 5요추-제 1천추에서의 제 1천추 척추경 나사못만을 사용한 후에 가관절증의 발생률이 다양하게 보고되고 있어,<sup>11-15</sup> 제 1천추 척추경

나사못의 실패로 인한 합병증을 줄이기 위해 다양한 방법이 시도되었다.

김 등<sup>30</sup>은 제 5요추-제 1천추간 전방 추체간 유합술을 시행하지 않거나 양측의 장골고정을 시행하지 못한 경우에 가관절증이 일어날 확률이 34%에 이르지만, 양측의 장골 나사못, 양면 피질 제 1천추 척추경 나사못 사용 및 제 4-5요추간, 제 5요추-제 1천추간에 전방 추체간 유합술을 시행한 경우에 가관절증이 발생할 확률이 17%로 감소하였다고 보고하였고, Tsuchiya 등<sup>15</sup>은 양측 천추 척추경 나사못과 장골나사못을 이용하여 더 좋은 임상결과를 얻었다고 발표하였다.

장골나사못을 이용한 요천추부 유합술시 유합율이 높아진다고 보고되고 있지만,<sup>12,14</sup> 장골나사못을 이용한 요천추부 고정술이 시상면 불균형의 교정 및 유지에 대한 효과와 관련된 연구는 없었다.

척추 지표로서 자세와 관련된 방사선 측정지표인 시상 중심축은 두 군간에 술 전후 및 최종 추시때 통계학적으로 유의한 변화는 관찰되지 않았다. 최종 추시 때의 요추부 전만각 및 골반경사가 변화를 보였음에도 시상 중심축이 큰 변화를 보이지 않는 것은 정해진 방법에 따라서 측정했음에도 불구하고 자세의 영향을 받을 수 있고, 일정한 범위 내에서는 골반 및 척추 외 보상작용에 의해 보상이 되기 때문인 것으로 생각된다. 요추부 전만각 및 흉추부 후만각에서도 수술 후에 두 군간의 통계적인 유의한 차이는 없었다. 골반지수는 두 군에서 모두 술 전, 술 후 및 최종 추시시에 비교적 일정한 값을 보여 변화하지 않는 값이라는 것을 다시 확인할 수 있었다.

최종 추시시의 요추부 전만각과 골반경사는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보여( $p=0.027$ ,  $p=0.019$ ) 장골나사못을 사용하였을 때, 수술 후 척추골반지수의 교정값 소실이 적은 것으로 관찰되었다. 이는 두 군 모두 척추경을 통한 뼈기형 절골술을 동일하게 시행하여 수술후 척추골반지표가 비슷한 정도로 교정되었으므로 장골나사못이 수술 직후 척추골반지표에는 영향을 미치지 못하지만, 장골나사못의 사용으로 척추골반 고정력이 강화됨으로써 수술 후 교정된 척추골반지표의 유지에 도움을 주는 것으로 생각된다.

본 연구는 표본집단의 수가 적어 모집단 전체의 성격을 대표하기에는 한계가 있었으며, 후향적 연구로 환자의 생활습관 및 직업 등에 관한 정보 부족으로 더욱 다양한 측면에서 결과값에 영향을 미치는 요소를 알아보는 데 부족함이 있었다. 또한 단순 방사선학적으로만 계측 및 평가되어 실제 기능 및 만족도, 추후 발생할 수 있는 합병증에 대한 평가가 결여되어 있다는 한계가 있지만, 추시과정 중 누락이 한명도 없었고 정해진 방사선학적인 계측 자료로 평가를 하였기 때문에 보다 객관적인 자료를 얻을 수 있었을 것으로 생각된다.

## 결론

척추의 시상면 균형은 척추의 하중과 충격 흡수 및 척추 근육의 효과적인 작용을 가능하게 하여 체내 에너지 효율을 높일 수 있다는 점에서 매우 중요하다. 척추경을 통한 췌기 절골술을 이용한 요추부 전만각 교정술로 충분한 교정을 얻을 수 있으며 장골나사못 사용을 한 군에서 최종 추시시의 요추부 전만각 및 골반경사 교정값 소실이 적음을 확인하였다. 따라서 장골나사못을 이용한 시상면 불균형 교정수술은 수술 이후 교정각의 유지에 도움이 될 것으로 생각되며, 더 많은 환자를 대상으로 하는 추가적인 전향적 연구 및 자료의 수집이 필요할 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:260-7.
- Jackson RP, Peter MD, McManus AC, Hales C. Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998;23:1750-67.
- Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J.* 1998;7:99-103.
- Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J.* 2002;11:80-7.
- Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34:1828-33.
- Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P. A barycentric study of the sagittal shape of spine and pelvis : the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng.* 1992;20:451-62.
- Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *Eur Spine J.* 2002;11:80-7.
- Mangione P, Gomez D, Senegas J. Study of the course of the incidence angle during growth. *Eur Spine J.* 1997;6:163-7.
- Hyun SJ, Rhim SC, Kim YJ, Kim YB. A mid-term follow-up result of spinopelvic fixation using iliac screws for lumbar-sacral fusion. *J Korean Neurosurg Soc.* 2010;48:347-53.
- Moshirfar A, Rand FF, Sponseller PD, et al. Pelvic fixation in spine surgery. Historical overview, indications, biomechanical relevance, and current techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:89-106.
- Jackson RP, McManus AC. The iliac buttress. A computed tomographic study of sacral anatomy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1993;18:1318-28.
- Emami A, Deviren V, Berven S, Smith JA, Hu SS, Bradford DS. Outcome and complications of long fusion to the sacrum in adult spine deformity: luque-galvestone, combined iliac and sacral screw, and sacral fixation. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27:776-86.
- Kasten MD, Rao LA, Priest B. Long-term results of iliac wing fixation below extensive fusions in ambulatory adult patients with spinal disorders. *J Spinal Disord Tech.* 2010;23:E37-42.
- Kuklo TR, Bridewell KH, Lewis SJ, et al. Minimum 2-year analysis of L5-S1 fusion using S1 and iliac screws. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26:1976-83.
- Tsuchiya K, Bridewell KH, Kuklo TR, Lenke LG, Baldus C. Minimum 5-year analysis of L5-S1 fusion using sacropelvic fixation (bilateral S1 and iliac screws) for spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31:303-8.
- Philips JH, Gutheil JP, Knapp DR. Iliac screw fixation in neuromuscular scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007;32:1566-70.
- Zahi R, Vialle R, Abelin K, Mary P, Khouri N, Damsin J. Spinopelvic fixation with iliosacral screws in neuromuscular spinal deformities: results in a prospective cohort of 62 patients. *Childs Nerv Syst.* 2010;26:81-6.
- Kim WJ, Kang JW, Kim HY et al. Change of Pelvic Tilt before and after Gait in Patients with Lumbar Degenerative Kyphosis. *J Korean Soc Spine Surg.* 2009;16:95-103.
- Kim WJ. Optimal Standing Radiographic Positioning in Patients with Sagittal Imbalance. *J Korean Soc Spine Surg.* 2010;17:198-204.
- Jackson RP, McManus AC. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. A prospective controlled clinical study. *Spine (Phila Pa*

- 1976). 1994;19:1611-8.
21. Barrey C, Jund J, Nosedo O, Roussouly P. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J*. 2007;16:1459-67.
  22. Gottfried ON, Daubs MD, Patel AA, Dailey AT, Brodke DS. Spinopelvic parameters in postfusion flatback deformity patients. *Spine J*. 2009;9:639-47.
  23. Tanguay F, Mac-Thiong JM, de Guise JA, Labelle H. Relation between the sagittal pelvic and lumbar spine geometries following surgical correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2007;16:531-6.
  24. Schwab F, Patel A, Ungar B, Farcy JP, Lafage V. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35:2224-31.
  25. Rose PS, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Role of pelvic incidence, thoracic kyphosis, and patient factors on sagittal plane correction following pedicle subtraction osteotomy. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009;34:785-91.
  26. Lafage V, Schwab F, Vira S, Patel A, Ungar B, Farcy JP. Spino-pelvic parameters after surgery can be predicted: a preliminary formula and validation of standing alignment. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36:1037-45.
  27. Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, Rinella AS, Berra A, Lenke LG. Long adult deformity fusions to L5 and the Sacrum. A matched cohort analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29:1996-2005.
  28. Kim WJ, Kang JW, Yang DS, et al. Radiologic Analysis of Postoperative Sagittal Plane Correction in Lumbar Degenerative Kyphosis (LDK). *J Korean Soc Spine Surg*. 2009;16:177-85.
  29. Kim WJ, Kang JW, Kim KH, et al. Analysis of Correction Loss after Pedicle Subtraction Osteotomy in Patients with Sagittal Imbalance: Radiologic Aspects. *J Korean Orthop Assoc*. 2004;39:629-35.
  30. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G. Pseudoarthrosis in Long Adult Spinal Deformity Instrumentation and Fusion to the sacrum: Prevalence and Risk Factor Analysis of 144 Cases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31:2329-36.

### 시상면 불균형 환자의 수술적 교정시장골나사 사용유무에 따른 척추골반지표의 변화

김환정 · 지용주 · 송대건 · 박경훈 · 박건영 · 성환일 · 구제윤 · 권원조 · 최원식

을지대학교 의과대학 정형외과학교실

#### 연구 계획: 후향적 연구

**목적:** 척추 골반 지표의 변화를 통해 시상면 불균형의 수술적 교정에서 장골나사못의 유용성에 대하여 분석해 보고자 하였다.

**선행문헌의 요약:** 이전까지의 연구에서 장골나사못을 이용한 요추부 유합술시 유합율에 대하여 보고하고 있지만, 장골나사못의 이용이 시상면 불균형 교정 수술 후 척추 및 골반지표의 유지 및 변화에 미치는 영향에 대한 연구는 미비하다.

**대상 및 방법:** 시상면 불균형으로 척추경 절골술(pedicle subtraction osteotomy) 및 후방유합술을 시행한 환자 23예를 대상으로 하였다. 교정 수술에 장골나사못을 사용하지 않은 군과 사용한 군, 두 군을 대상으로 수술 전후 및 최종 추시시의 척추골반지표를 측정하여 비교 분석하였다.

**결과:** 척추골반지표는 골반지수를 제외하고 수술 전에 비하여 수술 후에 교정되었다가 추시 과정에서 교정값이 소실되는 양상을 보였다. 두 군간에 통계적으로 유의하게 변화된 척추골반지표는 최종 추시 시의 요추부 전만각과 골반경사로, 수술후 요추부 전만각과 골반경사는 두 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 추시 과정 중 장골 나사못을 사용하지 않은 군에서 교정값이 더욱 소실되는 양상을 보였다. 최종 추시 시의 천추경사와 골반지수는 통계적으로 유의하게 변화하지 않았다.

**결론:** 시상면 불균형은 척추경을 통한 뼈 절골술을 이용한 요추부 전만각 교정술로 충분한 교정을 얻을 수 있으며, 장골나사못 사용을 한 군에서 최종 추시시의 요추부 전만각 및 골반경사 교정값 소실이 적음을 확인하였다. 따라서 장골나사못을 이용한 시상면 불균형 교정수술은 수술 이후 교정각의 유지에 도움이 될 것으로 생각된다.

**색인 단어:** 시상면 불균형, 척추골반지표, 수술적 교정, 장골나사못

**약칭 제목:** 장골나사못의 시상면 불균형 환자에 대한 수술적 교정에서의 유용성