

흉강경을 이용한 측만증 교정술 후 척추 체 축상회전의 변화

오성균* · 정성수 · 강창석 · 김연상 · 박봉준 · 이종서

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실, 원광대학교 의과대학 산본병원 정형외과학교실*

Changes in Vertebral Axial Rotation after Thoracoscopic Scoliosis Correction

Sung Kyun Oh, M.D.*, Sung Soo Chung, M.D., Chang Suk Kang, M.D.,
Yeon Sang Kim, M.D., Bong Jun Kwag, M.D., and Chong Suh Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul,
Department of Orthopedic Surgery, Sanbon Hospital of Wonkwang University*, Gunpo, Korea

Purpose: In this study, we investigated whether thoracoscopic anterior correction can effectively derotates the scoliotic spine and we also evaluated the patterns of derotational changes inside the instrumented area and at the junction between the instrumented and uninstrumented area.

Materials and Methods: Preoperative and postoperative MR images with single axial cuts through each vertebral level were obtained in 20 patients who underwent thoracoscopic anterior instrumentation. Each vertebral rotation was measured by the use of Aaro's method. Vertebral axial derotation of the apical zone (AZ), upper instrumented zone (UIZ), lower instrumented zone (LIZ) and junctional segment were compared. The amount of segmental rotation and segmental derotation in each zone was calculated. Statistical analysis was performed by the use of by 2-way ANOVA and the Wilcoxon signed ranks test.

Results: The average axial rotations at AZ were 10.1° preoperatively and 5.3° postoperatively with an average correction rate of 48%. Derotation of the AZ was greater than the UIZ and LIZ. For the LIZ derotation was not significant ($p=0.023$) while for the UIZ there was a significant derotation ($p<0.001$). Postoperatively, the first uninstrumented vertebra rotated significantly in the direction of rotation of the instrumented end vertebra. Preoperative and postoperative segmental rotation was higher in the UIZ and LIZ than in the AZ. However, segmental derotation occurred uniformly in the instrumented area. At the junctional segment, preoperative segmental rotation was same as that of the UIZ and LIZ and segmental derotation was not significant.

Conclusion: Thoracoscopic scoliosis correction can achieve effective axial correction by causing derotation of each of the vertebral bodies and segmental derotation.

Key Words: Idiopathic scoliosis, Thoracoscopy, Anterior correction, Axial rotation deformity

서 론

척추 측만증의 치료에 있어 고정기기의 발달과 함께 만곡을 교정하는 방법에도 많은 변화가 있어왔다. Harrington 기기기술에서 이용된 신연 압박술, Luque 추궁하 교정술에서의 전이술, C-D 기기 술 때 소개된 강봉 감염

술 등 교정 방법의 진화가 계속되어 왔다. 최근에는 회전 교정을 위한 추체 회전술이 소개되기도 하였다⁴⁾. 전방 교정술시 축상 회전의 교정율은 과거 Zielke 기기나 TSRH 기기를 사용한 경우 46-49%의 교정율을 보고하고 있고 견고한 기기를 사용한 Kaneda 등은 86%의 회전 변형의

통신저자 : 이 종 서
서울특별시 강남구 일원동 50번지
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과
TEL: 02-3410-3503 · FAX: 02-3410-0061
E-mail: csl@smc.samsung.co.kr

Address reprint requests to
Chong Suh Lee, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine, 50, Ilwon-dong,
Kangnam-ku, Seoul 135-710, Korea
Tel: +82-2-3410-3503, Fax: +82-2-3410-0061
E-mail: csl@smc.samsung.co.kr

*본 논문의 요지는 2005년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

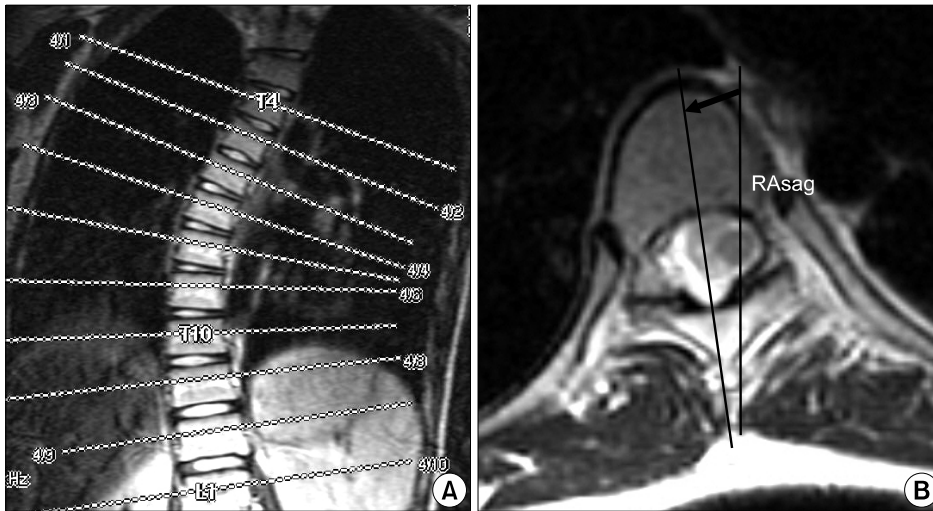


Fig. 1. MRI scans of axial slices through each vertebral level (A). Vertebral rotation (RA sag) measures the angle between the long axis of the vertebra subtended at the posterior central aspect of the spinal canal, and the sagittal plane (B).

교정율을 보고한바 있다^{3,8)}. 그러나 횡단면상에서의 회전 변형의 교정에 대한 논란은 아직도 계속되고 있으며 흉강경을 이용한 전방 교정술의 경우는 측상 회전의 교정율이 보고된 예는 적고 반회전 및 그 양상에 대해서도 보고되어 있지 않고 있다. 이에 본 교실에서는 흉강경을 이용한 전방교정술을 시행한 특발성 측만증 환자 20례에서 효과적인 측만증의 반회전이 일어나는 지와 기기 술이 이루어진 분절 내와 그 이행부위에서의 반회전의 양상을 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

본 연구의 대상은 2002년 1월부터 2005년 2월까지 흉강경을 이용한 전방교정술을 시행 받은 20례의 특발성 흉추 측만증 환자들을 대상으로 하였다. 이들의 수술 시 평균 연령은 15.8세였으며 남녀의 성비는 1 : 4였고, King 분류상 제 2형이 11례 3형이 9례였다. 대상 환자들은 전례에서 술 전 척추 전장에 걸친 자기공명검사를 시행하였고 술 후 2주에 다시 척추 전장에 걸친 연구용자기 공명검사(research MRI)를 시행하고 술 전과 동일하게 각 척추 체의 상부 종판과 평행한 단층면상을 얻었다(Fig. 1A). 이 단층면상에서 Aaro-Dahlborn¹⁾법으로 시상면에 대한 각 추체의 종축상의 회전(vertebral rotation)을 영상 저장 전달 시스템(PACS)을 이용하여 술 전 과 술 후에 측정하였으며 관찰자 오차를 줄이기 위해 2인이 2회 측정하여 측정치의 평균을 이용하였다(Fig. 1B). 척추체의 방향과 동일한 방향으로 추체가 회전한 경우 양의

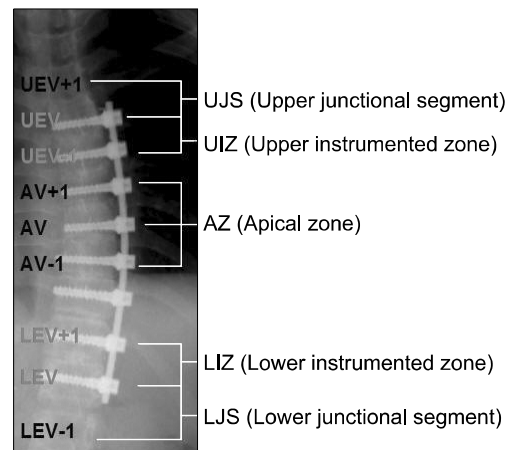


Fig. 2. Definitions of zone and segment. The apical zone was defined as the apical vertebra and the vertebra above and below it. The upper instrumented zone consisted of the two most cranial vertebra within the instrumentation and the lower instrumented zone consisted of the two most caudal vertebrae within the instrumentation. The segment just outside of instrumentation was defined as the upper and lower junctional segment, UEV, upper end vertebra; AV, apical vertebra; LEV, lower end vertebra.

값으로 그 반대 방향으로 회전한 경우 음의 값으로 하였다. 술 후의 반회전값은 침착체와 그 근위와 원위의 척추, 기기 술이 이루어진 양끝척추와 그 근위와 원위의 척추에서 계산하였으며 호전된 경우 양의 값으로 표시하였다.

분절간 회전(segmental rotation)의 정의는 두 인접 척추 체의 회전의 차이로 분절간 반회전(segmental derotation)은 술 후에 변화된 분절 회전각으로 정의될 수 있으며 기기 술이 행해진 부위에 따라 침착부위, 기기

술 근위부와 원위부, 기기 술 이행부위로 나누어 각각의 분절간 회전과 반회전 값을 계산하였다^{6,7)}. 각각의 분절 및 측정된 척추 체의 부위는 그림과 같다(Fig. 2). 분절간 회전(segmental rotation)의 경우 원위부 추체에 대한 근위부 추체의 회전 정도를 측정하였고 분절간 반회전(segmental derotation)은 술 전 분절간 회전 값에서 술 후의 값을 뺀 값으로 술 전보다 호전된 경우 양의 값으로 악화된 경우 음의 값으로 표기하였다.

이들의 각각의 평균값의 비교는 2원 배치 분산분석(2-way ANOVA)을 이용하여 $p < 0.001$ 인 경우 통계적 의미를 두었고, 술 전과 술 후의 평균값의 비교는 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 기기술내의 추체 회전의 변화(Table 1)

술 전의 침추체 부위(Apical zone)의 회전은 평균 10.1도였으나 술 후 평균 5.3도로 평균 48%의 축상 회전 교

정율을 보였고 반회전 값은 평균 4.8도였다. 기기 술이 행해진 근위척추체의 경우 반회전 값은 평균 1.5도였고 원위 척추 체의 반회전 값은 평균 3.5도로 침추체 부위에서의 반회전 값에 비해 작은 값을 보였다. 기기 술이 행해진 근위와 원위 척추체부위 반회전값은 근위부(UEV; upper end vertebra)의 경우 2.3도로 의미 있는 값이었지만($p < 0.001$) 원위부(LEV; lower end vertebra)의 경우 의미 있는 값은 아니었다($p = 0.023$).

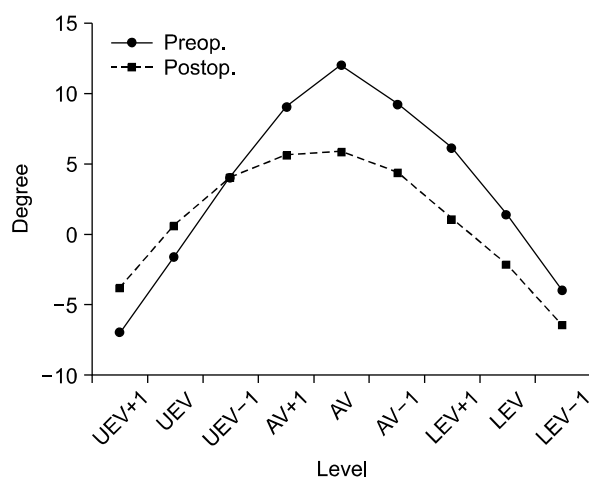
2. 기기술내와 이행부위의 분절간 회전 및 반회전(Table 2)

수술 전과 후의 분절간 회전값은 침추체 부위에서 평균 2.7도와 1.8도로 가장 작은 값을 보이고 양 끝 척추로 갈수록 큰 값을 보였다. 그러나 분절간 반회전값은 근위부, 침추체 부위, 원위부가 평균 2.1도, 2.0도, 1.9도로 기기 술이 행해진 분절 내에서는 비교적 균등한 값을 보였다. 또한 술 후 기기 술이 이루어지 않은 근위부와 원위

Table 1. Changes of Vertebral Rotation (Degree of RA Sag)

	UEVZ			AZ			LEVZ		
Preop rotation	1.1			10.1			3.8		
Postop rotation	2.2			5.3			-0.6		
Derotation	1.5			4.8			3.5		

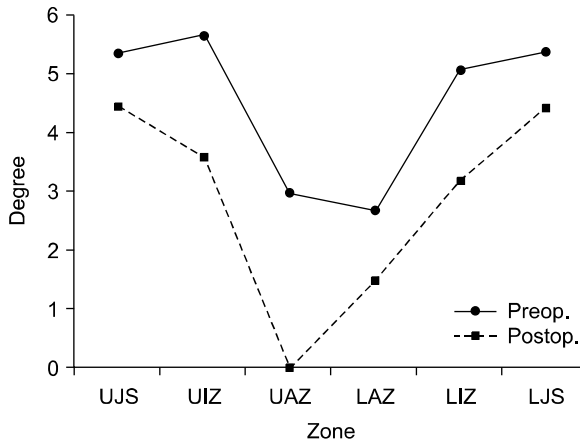
	UEV+1	UEV	UEV-1	AV+1	AV	AV-1	LEV+1	LEV	LEV-1
Preop.	-7	-1.7	3.9	9	11.9	9.4	6.3	1.3	-4
Postop.	-4	0.4	3.9	5.7	5.8	4.4	1	-2.2	-6.5
Derotation	3	2.3	0.7	3.3	6.2	5	5.1	1.8	-1



UEVZ, upper endvertebral zone; AZ, apical zone; LEVZ, lower end vertebral zone; UEVZ, UEV (upper end vertebra), UEV±1; AZ, AV (apical vertebra), AV±1; LEVZ, LEV (lower end vertebra), LEV±1.

Table 2. Changes of Segmental Rotation (Degree)

	UJZ	UEZ	AZ	LEZ	LJZ
Preop sagittal rotation	5.3	5.6	2.7	5.0	5.3
Postop sagittal rotation	4.5	3.5	1.8	3.2	4.3
Sagittal derotation	0.9	2.1	2.0	1.9	1.0



UJZ, upper junctional zone; UEZ, upper end vertebral zone; AZ, apical zone; LEZ, lower end vertebral zone; LJZ, lower junctional zone; UJS, upper junctional segment; UIZ, upper-instrumented zone; UAZ, upper apical zone; LAZ, lower apical zone; LIZ, lower instrumented zone; LJS, lower junctional segment.

부의 첫 척추체는 술 후 기기 술 끝 척추의 방향과 동일한 방향으로 의의 있게 회전하였다. 기기 술이 이루어 지지 않은 분절 이행부위(UJZ, LJZ)에서는 수술 전 분절간 회전(Preop sagittal rotation)값이 각각 5.3도로 기기 술이 행해진 근위부(UEZ)나 원위부(LEZ)의 값인 5.6도 5.0도와 비슷한 값을 보였지만, 분절간 반회전(Sagittal derotation)은 0.9도와 1.0도로 기기 술 내의 값에 비해 경미하였다.

고 찰

특발성 척추 측만증은 관상면, 시상면 및 횡단면상의 3차원상의 염전변형으로 침부의 국소 전만이 기본적인 변형으로 여겨지고 있다. 후방 교정술의 경우 관상면상 및 시상면상의 교정은 강봉감염술을 통해 어느 정도 교정을 얻을 수 있다고 알려져 왔다. 그러나 회전변형의 교정에 있어서는 회의적인 보고들이 많다. 최근 보고된 추체 회전술의 경우에도 강봉감염술에 비해 회전 교정률은 우수하나 여전히 50% 이상의 회전변형이 남아 있게 되고, 척추내(intervertebral)회전 변형은 수술로 교정되지 못하

고 각 분절에서의 회전 교정은 주위의 강력한 인대 및 추간판으로 인하여 적은양만 교정된다 하였다⁴⁾.

전방교정술의 경우 Harms 등은 흉추부 만곡의 철측을 반회전(derotation)없이 단축시킴으로써 대상실조를 막고, 흉추의 저후만곡을 교정할 수 있고 측면상의 회전변형의 교정도 우수하다고 하였다. 일반적으로 전방 교정술이 후방 기기 술 및 교정술보다 측면상의 회전변형 교정에 더 효과적인 것으로 여겨지고 있으며 최근 보고된 흉강경을 이용한 흉추만곡의 전방 교정술의 경우 관혈적 전방수술과 대등하거나 오히려 우수한 정도의 교정율도 보고하고 있다^{2,5)}. 척추 측만증에서의 측상 회전 변형은 각 척추의 회전 변형뿐 아니라 척추체간에도 회전 변형이 있어 염전(torsion)의 형태를 띠고 있다. 따라서 회전변형의 교정은 각 척추 체의 회전변형의 교정뿐 아니라 각 척추 체 사이의 염전도 줄여야 한다.

본 연구의 결과는 척추체와 그 원위 및 근위의 척추체를 포함한 부위에 대한 회전변형의 교정과 기기 술이 행해진 척추체와 그 근위 및 원위 척추체와의 이행부위에서의 변화 양상을 보여 주고 있고, 분절간 회전변형값과 수술 후 분절간 반회전값을 부위에 따라 측정하여 척추내의 변형의 교정 및 각 척추체간의 회전변형의 교정에 대해서도 분석하고 있어 지구의 공전과 자전회전처럼 두 개의 회전 변형 교정에 대한 분석에 의의가 있다 할 수 있다.

본 연구의 결과 척추 체의 회전 변형의 교정은 침추와 기기 술 원위부에서 주로 이루어지고 있었으며($p < 0.05$) 침추체의 회전변형 교정율은 평균 52%였고 침추체의 근위와 원위부 척추를 포함한 침추부위의 교정율은 48%였다. 분절간 회전 변형의 경우 술 전 분절간 회전은 침추에서 가장 작은 값을 보이고 양 끝척추로 갈수록 큰 값을 보이다가 전방교정술 후 기기 술이 행해진 분절 내에서는 비교적 균등한 평균 2도 정도의 분절간 반회전을 보였다. 이는 양 끝척추에 집중된 분절간 회전의 염전력이 비교적 균등하게 분포되었음을 의미한다고 할 수 있다. 부위에 따른 분절간 반회전값을 술 전의 분절간 회전값으로 나누어 분절간 회전의 교정율을 보면 근위 이행부의 경우 평균 16.9%, 근위 기기 술 부위의 경우 평균 37.5%, 침추체 부위의 경우 74%, 원위 기기 술 부위가 38%, 원위 이행부가 18.8%였다. 이를 통해 전방 교정술의 경우 각 척추 체의 반회전뿐만 아니라 분절간의 반회전을 통해 회전변형의 교정이 이루어지는 것으로 추정할 수 있다.

결론

흉강경을 이용한 측만증의 전방 교정술은 각 척추 체의 반회전과 분절간 반회전을 통해 효과적인 회전변형에 대한 교정이 이루어지는 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Aaro S, Dahlborn M, Svensson L: Estimation of vertebral rotation in structural scoliosis by computer tomography. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*, 19: 990-992, 1978.
2. Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd, et al: Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. *Spine*, 24: 225-239, 1999.
3. Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K: Anterior correction of thoracic scoliosis with Kaneda anterior spinal system. A preliminary report. *Spine*, 22: 1358-1368, 1997.
4. Lee SM, Suk SI, Chung ER: Direct vertebral rotation: a

new technique of three-dimensional deformity correction with segmental pedicle screw fixation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 29: 343-349, 2004.

5. Picetti GD 3rd, Ertl JP, Bueff HU: Endoscopic instrumentation, correction, and fusion of idiopathic scoliosis. *Spine J*, 1: 190-197, 2001.
6. Wood KB, Olsewski JM, Schendel MJ, Boachie-Adjei O, Gupta M: Rotational changes of the vertebral pelvic axis after sublamina instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 22: 51-57, 1997.
7. Wood KB, Transfeldt EE, Ogilvie JW, Schendel MJ, Bradford DS: Rotational changes of the vertebral-pelvic axis following Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine*, 16(Suppl 8): S404-S408, 1991.
8. Zielke K: Ventral derotation spondylodesis. Results of treatment of cases of idiopathic lumbar scoliosis (author's (author's transl)). *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 120: 320-329, 1982.

= 국문초록 =

목적: 흉강경을 이용한 측만증의 전방 교정술시 효과적인 측만증의 반회전이 일어나는 지와 기기 술이 이루어진 분절 내와 그 원위 및 근위 부에서의 회전의 양상을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 특발성 측만증환자 20명에서 술 전과 술 후에 척추 전장에 걸친 자기공명 검사를 시행하였고 이들에게서 각각의 척추 체에서의 횡단면상을 얻어 Aaro씨 방법을 이용하여 수술 전 후의 척추 체의 축상 회전각을 측정하였다. 척추체 부위, 기기 술 근위부위 및 원위부위, 그리고 기기 술이 이루어지지 않은 척추 체로의 분절 이행부위에서의 척추 체 반회전각을 비교하였다. 또한 각각의 부위에서의 분절간 회전과 분절간 반회전 정도를 계산하였다. 통계적 분석은 2원 배치 분산분석(2-way ANOVA) 및 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 분석하였다.

결과: 척추체 부위에서의 평균 축상 회전각은 술 전 10.1도였으며 술 후 5.3도로 평균 48%의 축상 회전 교정율을 얻을 수 있었다. 척추체 부위에서의 반회전은 기기 술 근위부 및 원위부에 비해 큰 값을 보였으며 원위부에서는 유의한 반회전은 일어나지 않았으나($p=0.023$) 근위부의 경우는 유의 있는 반회전을 보였다($p<0.001$). 술 후 기기 술이 이루어지지 않은 근위 및 원위부의 첫 척추체는 기기 술 끝 척추의 방향과 동일한 방향으로 유의 있게 회전하였다. 분절간 회전은 기기 술 근위부 및 원위부에서 술 전과 술 후에 모두 척추체부위 보다 더 큰 값을 보였지만 분절간 반회전은 기기 술이 행해진 근위부 및 원위부 그리고 척추체 부위 모두에서 균일하게 일어났다. 기기 술이 이루어 지지 않은 분절 이행 부위에서는 술 전 분절간 회전은 기기 술이 행해진 근위부나 원위부와 동등한 값을 보였지만 수술 후 분절간 반회전은 경미하였다.

결론: 흉강경을 이용한 측만증의 전방 교정술은 각 척추 체의 반회전과 분절간 반회전을 통해 효과적인 회전변형에 대한 교정이 이루어지는 것으로 생각된다.

색인 단어: 특발성 척추측만증, 흉강경, 전방 교정술, 회전변형