

## 흉강경을 이용한 척추측만증 수술에서의 굵은 강봉-다중축 나사못과 가는 강봉-단중축 나사못 비교

김학선 · 김주영 · 박진오 · 문성환 · 이환모 · 하중원<sup>#</sup> · 위 환 · 김호중 · 이수건 · 문은수

연세대학교 의과대학 정형외과, 국민건강보험공단 일산병원 정형외과<sup>#</sup>

### Polyaxial Screws with Thick Rod versus Monoaxial Screws with Thin Rod in Video-Assisted Thoracoscopic Scoliosis Surgery (VATS)

Hak Sun Kim, M.D., Ju Young Kim, M.D., Jin Oh Park, M.D., Seong Hwan Moon, M.D., Hwan Mo Lee, M.D.,  
Jung Won Ha, M.D.<sup>#</sup>, Ho Joong Kim, M.D., Huan Wei, M.D., Su Keon Lee, M.D., Eun Su Moon, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine,  
Department of Orthopaedic Surgery, National Health Insurance Corporation Ilsan Hospital<sup>#</sup>*

– Abstract –

**Study Design:** Prospective controlled cohort study

**Objective:** To analyze the clinical outcome of video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) between two different types of implants.

**Summary of Literature Review:** The problem of correction loss has been reported with VATS, and different screws and rods have been developed to overcome this problem. Different implants will have varying effects in correctional outcome after VATS.

**Materials and Methods:** A total of 39 cases of idiopathic adolescent scoliosis treated with VATS between June 2001 and January 2005 were included in the study (mono-axial screws and a 4.5 mm rod: thin rod group=19 cases; poly-axial reduction screws and a 5.5 mm diameter rod: thick rod group=20 cases). All patients were followed for over 2 years postoperatively. For the comparison of surgical outcomes between the two groups, radiographic measurements were performed in the coronal and sagittal planes.

**Results:** Preoperative scoliosis angle (thin rod group 49.8°, thick rod group 47.1°), age, BMI, Risser stage, union time, operative time, and blood loss showed no statistical difference between the two groups. Postoperative average correction rate of scoliosis angle was 69% (15.8°) in the thin rod group and 70% (14.1°) in the thick rod group. However, correction rate after 2 years was 51% (24.5°) in the thin rod group and 60% (18.7°) in the thick rod group, showing statistically significant difference. There was a tendency toward correction loss in the thin rod group (8.7° vs. 4.6° p=0.0057).

**Conclusion:** Postoperative correction rate was satisfactory in both groups. However, the thin rod group showed substantial correction loss. Therefore, poly-axial screws and thick rods are more suitable in VATS correction of scoliosis.

**Key Words:** Scoliosis, VATS, Pedicle screw, Rod

Address reprint requests to

**Eun-Su Moon, M.D.**

Department of Orthopaedic Surgery, Yongdong Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine,  
612 Eonju-ro (146-92 Dogok-dong), Gangnam-gu, Seoul, Korea, 135-720  
Tel: 82-2-2019-3418, Fax: 82-2-573-5393, E-mail: mes1007@yuhs.ac

## 서 론

Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS)는 흉추부의 전방 디스크절제술 및 유합술에 대한 미세침술 수술의 하나로 널리 이용되고 있으며, 개흉술에 비하여 폐기능 저하의 감소, 총 수술시간의 감소, 총 출혈량의 감소, 수술 후 통증의 감소 및 우수한 미용적 효과 등 그 유용성도 입증 되었다<sup>1,2,3,4,5,6</sup>. 또한 흉추부 측만증에서 척추기기를 삽입하여 전방에서 기형 교정하는데 까지 발전하여 후방 수술과 견줄만한 좋은 결과들이 보고 되고 있다<sup>5,7,8,9,10,11,12</sup>.

내시경 수술은 일반적으로 사용한 수술 기구(device)나 삽입물(implant)에 따라 그 결과가 달라지는 경우가 많다. 흉강경을 이용한 척추 수술도 내시경 수술의 일종으로서 미세침술 수술의 결과의 발전에는 수술에 이용되는 기구의 발전이 필연적이었다. Crawford 등<sup>13</sup>은 내시경적 기형 교정의 결과는 교정에 필요한 새로운 기기 및 기구의 발달에 의존하게 될 것이라고 지적한 바 있다. 실제로 하모닉 스카펠(Harmonic Scapel)을 포함한 다양한 새로운 내시경 기구의 개발 및 발전은 흉강경을 이용한 척추측만증 수술이 용이하도록 해주었고, 이는 수술 결과의 향상으로 이어졌다<sup>14</sup>. 흉강경을 이용한 측만증 수술에서의 결과 향상을 위해서는 현재 사용하는 기구의 문제점을 발견하고 이를 지속적으로 개선 발전시키는 것이 필요할 것이다.

특발성 척추측만증에서 전방 유합술 및 기기 삽입술(instrumented anterior spinal fusion)은 전통적으로 흉요추부 및 요추부 측만증에서 후방 고정술에 비하여 많은 교정과 움직임은 분절을 최대한 살릴 수 있다는 장점에 많이 이용되기 시작하여 흉추부 측만증에까지 이용되었으며, 흉추부의 경우 후방고정술에 비하여 출혈량도 작고 후만각의 회복에 더 용이하다고 알려져 있다<sup>15,16</sup>. 그러나 초기 측만증에서의 전방 유합술은 후방 기기 고정술에 비하여 고정력이 떨어지기 때문에 교정의 소실과 불유합 및 후만변형 등과 같은 고정 기기 실패 관련 단점들이 제기되었고 이러한 문제를 해결하기 위해 강봉의 굵기가 굵어지거나 이중 강봉을 연결하는 등의 방향으로 고정기구의 지속적인 발전이 있었다<sup>17,18,19</sup>.

이처럼 삽입물의 수술 결과에 미치는 영향의 중요성에도 불구하고 수술적 삽입물의 유형에 따른 흉강경을 이용한 척추측만증 수술(VATS)의 임상적 결과에 대한 보고는 아직까지 없는 실정이다.

본 연구의 목적은 흉강경을 이용한 척추측만증 수술에 있어서 사용한 삽입물의 유형에 따른 임상적 결과의 차이를 분석하고자 한다.

## 연구 대상 및 방법

2001년 6월부터 2005년 1월까지 청소년기 특발성 척추측만증에 대하여 흉강경을 이용한 교정술 및 척추 기기 삽입술을 시행 받은 환자를 대상으로 한 전향적 조절 코호트 연구(prospective controlled cohorts study)이다. 처음 10례에 대하여 다중축 정복 나사못과 5.5 mm 직경의 강봉을 이용하였으며(굵은 강봉군), 그 후 9례에 대하여 단중축 나사못과 4.5 mm 직경의 강봉을 이용하였다(가는 강봉군). 처음 19례를 시행한 후부터는 5례 마다 위 두 삽입물을 교대로 사용하였다. 총 39명의 특발성 측만증에 대하여 흉강경을 이용하여 수술을 시행하였다(19례의 가는 강봉군과 20례의 굵은 강봉군). 모든 증례에서 유합을 위해 자가 장골이식술을 시행하였다. 모든 환자는 술 후 2년 이상 추시가 가능하였으며, 전향적으로 결과 평가하였다.

두 군에 대하여 나이, 성별, 몸무게, 키 등을 조사하였다. 측만증의 유형은 Lenke의 분류를 이용하였다<sup>20</sup>. 수술과 관련하여 전방 척추 유합술 부위 및 유합 분절수와 수술 시간, 및 출혈량을 조사하였다. 방사선 사진 측정으로 흉추부 주만곡의 측만각, 흉추 후만각(T5-12), 요추 전만각(L1-5) 및 Risser 등급을 조사하였다. 이런 흉추 주만곡의 측만각 측정은 수술 전, 수술 후 2주, 6개월 및 2년 이상 최종 추시 시의 기립상 사진과 수술 직후 앙와위(supine position)에서 촬영한 사진을 측정하여 수술을 통한 교정율과 교정 후 최종 추시까지의 교정 소실 정도를 평가하였다. 흉추 후만각과 요추 전만각은 수술 전과 최종 추시 시 측정하여 시상면상의 변화를 관찰하였다. 모든 방사선 계측은 2명의 정형외과 의사(ES Moon, SK Lee)에 의해서 2회 반복 측정하여 그 평균값을 이용하였다.

## 수술 술기

모든 환자는 한 명의 척추 전문의(HS Kim)가 시행하였으며, 유합 범위는 콕스 측정법에 의한 끝 척추에서 끝 척추까지 시행하였다. 환자는 측만증의 흉추 만곡이 볼록한 쪽을 위쪽으로 하는 측와위(lateral decubitus position)를 취하고 이중관 기도 삽관을 통해 척추가 볼록한 쪽 폐를 붕괴시켰다(collapse). 나사못 삽입 시 척추관로의 침입을 예방할 목적으로 환자의 체위는 정측와위를 유지하였다. 환자의 표면 소독(preparation)과 소독포(draping)를 씌우기 전에 영상 증폭기를 이용하여 수술을 시행할 척추의 위치를 표시하였다. 척추체의 만곡을 고려한 정확한 위치 확인을 위해 척추체의 관상면상의

방향을 먼저 표시하였으며 이후 영상증폭기를 관상면에 맞추어 기울인 후 그 연장선상에서 척추체의 정확한 전방 및 후방 경계와 근위 및 원위 척추의 위치를 확인 표시하였다. 이처럼 표시한 척추체의 위치를 고려하여 투관침(trocar) 삽입을 위한 문(port)을 만들었다. 나사못의 정확한 삽입을 위해서는 문(port)의 정확한 위치가 중요하며, 그 중 맨 근위부 문(port)은 늑골 사이가 좁아서 움직임의 범위가 제한되기 때문에 정확한 위치는 더욱 중요하다. 이를 위해 앞에 기술한 바와 같이 관상면상의 척추의 방향을 술 전에 미리 표시함으로써 그 연장선상에 나사못 삽입을 위한 문(port)을 만들어 나사못 삽입 방향이 잘못되지 않도록 노력하였다. 문(port)은 일반적으로 척추체의 후방 1/2 위치인 후방 거드랑 선을 따라서 늑골 상연을 따라 3개를 만들고 전방 거드랑 선을 따라서 2개 추가적 문(port)을 만들었다. 환자의 키가 크거나 유합 분절 수가 많은 경우는 전방과 후방에 각각 1개씩의 문(port)을 추가하기도 하였다. 척추체를 덮고 있는 흉막을 척추체의 중간 부위에서부터 하모닉 스카펠(Harmonic scalpel)을 이용하여 디스크 방향에 수직으로 자른 후, 척추체 중간을 가로지르는 분절 혈관은 절단하고, 흉막을 후방으로는 늑골두 상부까지 전방으로는 전중인대를 지나 반대편 섬유륜이 보이는 위치까지 노출하였다. 흉막 분리가 끝난 다음에는 방사선으로 확인 가능한 거즈를 반대편 척추체와 흉막 사이에 삽입함으로써 디스크 절제나 나사못 삽입 시 반대편에 보이지 않은 곳에 위치한 혈관의 예상치 못한 손상을 방지하였다. 이와 같이 준비된 상태에서 디스크 절제 및 디스크상, 하부 종판을 제거하고 비교적 많은 교정을 위해 전중 인대를 절제하였다.

나사못은 2가지를 이용하였다. 굵은 강봉군 척추 후방 고정에 사용하는 5.5 mm 타이타늄 합금 강봉 시스템(MOSS-Miami, DePuy Spine, Raynham, MA)의 다중축 정복 나사못(poly axial reduction screw)을 끝을 무디게 절단하면서 나사못 길이를 1~2 mm 간격으로 다양하게 만들어 사용하였다. 가는 강봉군은 나사못이 단중축인 4.5 mm 타이타늄 합금 강봉 시스템(Eclips, Medtronic Sofamore-Danek, Memphis, TN)을 이용하였다. 가이드 핀을 척추에 삽입한 후 전후 및 측면 사진을 통해 위치를 확인하였고, 방사선 증폭기로 척추 전 후면을 확인하면서 나사못을 척추의 중간에 척추 종판에 평행하게 삽입하였다. 나사못의 깊이는 원위부 피질골을 나사산 하나 정도 통과하도록 삽입하였다. 모든 나사의 머리가 근위부 피질골에 충분히 안착되도록 하여 나사못의 안정성을 높였다. 적절한 강봉 길이를 측정 후 나사못에 부착 고정하였다. 강봉의 연결은 나사못의 길이가 가장 작아 골 지지력(bone holding power)이 가장 작은 근위 나

사못의 밀려나옴(pull out)을 방지할 목적으로 근위부에서 원위부 방향으로 캔틸레버(cantilever) 방법으로 시행하였다. 굵은 강봉군은 적절한 길이의 강봉을 전장의 나사못에 걸쳐서 삽입하고 내측 나사못(inner screw)으로 강봉을 진입시킨 후 근위부부터 원위부로 외측 암나사(out nut)를 추가로 삽입 고정하였다. 가는 강봉군에서는 압박 기구를 이용하여 추가적 측만각의 교정을 얻었다. 굵은 강봉군의 경우는 굵은 강봉의 안착과정을 통해서 압박 효과를 얻었으며 추가적인 나사못 사이 압박은 시행하지 않았다. 굵은 강봉군에서는 압박과정은 없었으나 정복 나사못의 날개를 절단하는 단계를 거쳐야 했다. 요추까지 유합범위가 연장된 환자는 2명이었으며, 이들은 후복막강으로 작은 추가 절개를 통해 디스크 절개술 및 나사못 삽입을 시행하였으며, 추체간 유합시 케이지를 이용하여 후만 변형을 예방하였다. 강봉은 내시경하에서 횡격막에 구멍을 만들어 그곳을 통과하여 연결하였다. 모든 골 이식은 자가 장골 해면골을 이용하였다. 이후 이식골의 소실 방지와 흉곽내 유착 방지 등의 목적으로 흉막 봉합을 시행하였다. 흉곽 세척 후 모든 증례에서 흉관 삽입 후 수술을 마쳤다. 모든 환자에서 수술 후 3개월간 보조기 착용을 실시하였다.

통계 분석은 SPSS 12.0V (SPSS Inc, Chicago, IL)를 이용 Wilcoxon two sample test를 시행하였고, P 값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 의미 있다고 평가하였다. 방사선학적 계측의 측정자내 및 측정자간 재현성은 Coefficient of variation (CV)를 사용하였으며 측정자내 및 측정자간 재현성은 각 측정치의 5% 이하였다.

## 결 과

가는 강봉군은 평균 연령  $18.2 \pm 5.3$ 세 (범위, 12~31세)로, 남자 2명, 여자 17명의 총 19명이었다. 평균 몸무게는  $49.1 \pm 7.7$  kg (범위, 40~74 kg), 평균 키는  $161 \pm 5.0$  cm (범위, 153~170 cm), 평균 체질량 지수는  $18.8 \pm 2.3$  (범위, 16~26 kg/m<sup>2</sup>) kg/m<sup>2</sup>이었다(Table 1). 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상의 과체중은 1명이었다. 측만증의 만곡 형태를 Lenke의 분류에 따라 분류하면 1A 4명, 1B 8명, 1C 5명, 2A 1명, 2B 1명 이었다. 굵은 강봉군은 평균  $16.6 \pm 2.6$ 세 (범위, 13~24세)로, 남자 1명, 여자 19명의 총 20명이었다. 평균 몸무게는  $49.2 \pm 7.5$  kg (범위 36~63 kg), 평균 키는  $158 \pm 6.2$  cm (범위, 151~176 cm), 평균 체질량 지수는  $19.5 \pm 2.3$  (범위, 16~25 kg/m<sup>2</sup>) kg/m<sup>2</sup>였다(Table 1). 체질량지수 상 과 체중은 1명 이었다. 만곡의 형태는 1A 8명, 1B 7명, 1C 5명이었다. 두 군의 모든 증례에서 2년 이상 추시가 가능하였으며 평균 추시 기간은  $33 \pm 6.6$ 개

월 (범위, 2~4년)이었다.

수술과 관련한 결과는 다음과 같다. 가는 강봉군에서는 평균 유합 분절 수는  $7.3 \pm 0.8$  (범위, 6~9)이었다. 가장 많은 근위부는 T5 (범위, T4-T6)이었으며, 가장 많은 원위부는 T11 (범위, T10-T12)이었다. 굵은 강봉군에서는 유합 분절 수는  $6.9 \pm 0.9$  (범위, 6~9)이었다. 가장 많은 근위부는 T5 (범위, T5-T6)이었으며, 가장 많은 원위부는 T11 (범위, T10-L2)이었다. 가는 강봉군에서 수술 시간은  $453 \pm 73$ 분 (범위, 320~610분)이었으며, 총 출혈량은  $824 \pm 443$  mL (범위, 200~2200 mL)이었다. 굵은 강봉군에서 수술 시간은  $491 \pm 83$ 분 (범위, 345~650분)이었으며, 총 출혈량은  $844 \pm 448$  mL (범위, 200~2000 mL)이었다.

방사선학적 분석에서 모든 환자는 흉추부 구조적 만곡을 갖고 있었다. Risser 징후는 가는 강봉군에서 평균  $4.1 \pm 1.5$ 등급 (범위, 0~5등급), 굵은 강봉군은 평균  $4.0 \pm 1.2$ 등급 (범위, 2~5등급)이었으며 각각 5등급이 12명, 10명으로 대부분을 차지하였다. 수술 전 흉추 주만곡의 측만각은 가는 강봉군은 평균  $49.8 \pm 9.6$ 도 (범위, 41~80도), 굵은 강봉군은  $47.1 \pm 6.7$ 도 (범위, 40~61도)였다. 술 전 측만각, 나이, 체질량지수, Risser 등급, 유합 길이, 수술 시간, 출혈량은 두 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다(Table 1). 수술 직후 측만각의 평균 교정율은 가는 강봉군에서 69% ( $15.8 \pm 7.5$ 도)였으며 굵은 강봉군에서는 70% ( $14.1 \pm 5.8$ 도)였다. 그러나 최종 추시 시 평균 교정율은 가는 강봉군에서 51% ( $24.5 \pm 7.8$ 도), 굵은 강봉군에서 60% ( $18.7 \pm 6.2$ 도)였으며, 이 결과

는 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다(Table 2). 수술 직후 에서 최종 추시 사이의 교정 소실 정도는 가는 강봉군에서 통계학적으로 의미 있는 증가를 보였다( $8.7 \pm 3.2$ 도 vs.  $4.6 \pm 2.5$ 도,  $p=0.0057$ )(Table 2).

시상면상의 균형 평가로 T5-T12의 흉추 후만각과 L1-L5의 요추 전만각을 조사하였다. 흉추 후만각은 가는 강봉군에서 수술 전  $18.8 \pm 7.5$ 도 (범위, 5~28도)에서 최종 추시 시  $17.8 \pm 6.5$ 도(범위, 5~30도)였으며, 굵은 강봉군에서는 수술 전  $17.7 \pm 7.2$ 도 (범위, 7~33도)에서 최종 추시 시  $20.1 \pm 6.6$ 도 (범위, 8~30도)였다. 요추 전만각은 가는 강봉군에서 수술 전  $40.8 \pm 13.6$ 도 (범위, 13~70도)에서 최종 추시 시  $42.7 \pm 9.3$ 도 (범위, 27~60도)였으며, 굵은 강봉군에서는 수술 전  $40.1 \pm 12.7$ 도 (범위, 17~65도)에서 최종 추시 시  $42.3 \pm 12.4$ 도 (범위, 16~68도)였다 (Table 3).

합병증으로 굵은 강봉군에서는 초기 3례에서 수술 중 나사못 날개 제거 과정에서 하부 나사머리 부위가 부러졌으며, 이로 인해 고정을 할 수 없었다. 이러한 합병증은 나사못 날개 절단기의 수정과 날개 전달 전 마지막 강봉의 안착을 위한 내측 나사못과 외측 압나사를 조이는 일을 추가함으로 예방할 수 있었다. 1례에서 근위 나사못 주위 공동 소견을 관찰할 수 있었으나, 불유합을 의심할 만한 교정율의 소실이나 임상적 통증 및 고정기기의 파손 등의 합병증은 발생하지 않았다. 1례에서 유미흉 소견을 보였으나, 2달간의 식이 조절로 잘 치료되었다.

가는 강봉군에서는 1례에서 골 공여부 감염증과 더불어

**Table 1.** Demographic & Operative Data

	Thin rod group	Thick rod group	p value
Case	19	20	
Age (yr)	$18.2 \pm 5.3$	$16.6 \pm 2.6$	0.7747
Sex (M:F)	2:17	1:19	0.5139
BMI (Kg/cm <sup>2</sup> )	$18.8 \pm 2.3$	$19.5 \pm 2.3$	0.2177
Risser grade	$4.1 \pm 1.5$	$3.9 \pm 1.2$	0.4119
Fusion No.	$7.3 \pm 0.8$	$6.9 \pm 0.9$	0.1632
Op time (min)	$453 \pm 73$	$491 \pm 83$	0.1723
Blood loss (mL)	$824 \pm 443$	$844 \pm 448$	0.6750

**Table 2.** Coronal Radiographic Measurement

	Perop	Postop	1st Standing	Pod 6 m	Pod > 2yrs	CLA*
Thin rod group	$49.8 \pm 9.6$	$15.8 \pm 7.5$	$21.2 \pm 7.0$	$24.2 \pm 8.3$	$24.5 \pm 7.8$	$8.7 \pm 3.2$
Thick rod group	$47.1 \pm 6.7$	$14.1 \pm 5.8$	$18.4 \pm 5.7$	$19.5 \pm 6.2$	$18.7 \pm 6.2$	$4.6 \pm 2.5$
p value	0.4884	0.4315	0.184	0.051	0.0111	0.0057

\* : correction loss angle between immediate postop and pod>2yrs

**Table 3.** Sagittal Radiographic Measurement

	Thoracic Kyphosis		Lumbar Lordosis	
	Preop	Last F/U	Preop	Last F/U
Thin rod group	18.8±7.5	17.8±6.5	40.8±13.6	42.7± 9.3
Thick rod group	17.7±7.2	20.1±6.6	40.1±12.7	42.3±12.4

어 원위 나사못 부위에 감염이 있었다. 다른 1례에서는 원위부 나사못의 set screw가 빠지는 일이 발생하였다. 이는 초기 수술 시 불완전한 연결 때문이었으며, 수술 후 4주째 재수술을 통해 set screw를 다시 안착시켰다.

## 고 찰

기형 교정에서의 척추 기기는 기형교정을 위한 힘을 제공하고, 교정 상태를 유지하며 또한 적절한 유합율을 유지하기 위한 필수적인 강도를 제공해야 한다. 척추 고정 기기는 골유합 시기까지 내부 부목(internal splint) 역할을 하며, 수술 후 초기에는 대부분의 부하를 척추 기기에서 받게 되지만, 유합이 진행되면서 그 부하는 줄어들어 유합이 이루어진 후에는 척추 기기에는 최소한의 부하만을 받게 된다. 즉 척추 고정 기기의 강도는 수술 일차 교정력과 교정의 유지에 밀접한 연관이 있다.

흉추부에 비하여 부하가 많이 가는 흉요추부 및 요추부에 대하여 주로 사용되었던 전방 기기의 발전 과정을 보면 초기 Dwyer에서는 약 40%까지의 교정율 소실과 33%까지의 불유합을 보고하였고, 3.2 mm threaded 강봉을 이용한 Zielke의 경우 약 25%까지의 교정율 소실과 저자에 따라서는 0~30%까지의 불유합율을 보고하였다<sup>18)</sup>. 이후 더 강한 단일 강봉에서부터 두 개의 강봉을 사용하는 등의 지속적으로 발전하여 교정율뿐만 아니라 불유합율 및 교정 소실율의 많은 감소를 얻었다<sup>16,21,22,23)</sup>. Smith 등<sup>16)</sup>은 흉요추부 및 요추부 특발성 측만증의 교정으로 강한 단일 강봉(TSRH system)을 이용한 보고에서 100%의 유합율을 보였으며 강봉 골절이나 과도한 후만증의 합병증은 발생하지 않았다고 보고하였다. 흉추부 측만증의 경우 초기 3.2 mm 유연한 강봉을 이용한 결과에서 5%의 불유합과 31%의 고정기기 실패를 보고하였으며<sup>24)</sup>, Betz 등<sup>17)</sup>은 흉추부 특발성 측만증에서 전방 수술과 후방 수술의 비교 다기관 연구에서 관상면상의 교정 정도는 비슷하지만, 전방 수술에서 10도 이상의 교정소실이 23%에서 발생하였고, 술 전 20도 이상의 후만각 환자의 40%에서 과도한 후만각(hyperkyphosis)를 보였으며, 31%의 환자에서 강봉 골절을 보였다고 보고하였다. 이와 같은 합병증이 전방에서 많이 나타난 것은 3.2 mm 유

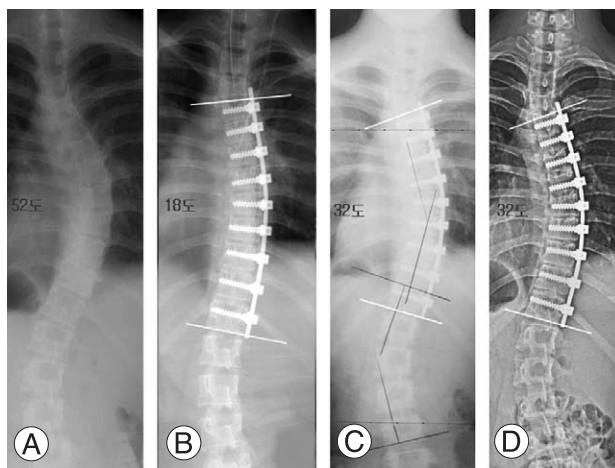
연한 강봉을 사용하였기 때문이며, 이를 예방하기 위해서는 더 강한 강봉을 사용해야 한다고 저자는 주장하고 있다. Sweet 등<sup>19)</sup>은 청소년기 특발성 측만증에서 4 mm에서 5.5 mm의 강한 단일 강봉을 이용한 전방 유합술을 통한 결과 보고에서 약 5.5%의 가관절증과 4%의 강봉 골절을 보고하였다. 고정 기기의 지속적인 발달로 흉추부 측만증에 대하여 개흉술에 의한 전방 교정술의 경우 전방 이중 강봉 고정술로 좋은 결과를 보고하고 있다<sup>25,26,27)</sup>.

흉강경을 이용한 전방 교정 수술에서 여러 좋은 결과를 보고하고 있지만 합병증으로 4 mm 스테인레스 강봉을 이용한 경우에서 강봉의 파괴로 인한 재수술이 보고되고 있다<sup>28)</sup>. 현재 흉강경을 이용한 측만증 수술에는 4.5 mm나 4.75 mm의 비교적 유연한 단일 강봉이 주로 사용되고 있다. 그러나 아직까지 개흉술에서처럼 더 굵은 강봉이 사용되지 않은 데는 작은 문(port)을 통해 기구를 삽입하고 조작을 해야 하기 때문에 강봉이 강한 경우는 나사못에 안착시키는데 어려움이 있기 때문이었다. 그리고 만곡의 교정 방법도 조작 공간의 한계로 켈틸레버 방법에 이은 압박에 의한 교정은 가능하나 개흉술에서 이용되는 강봉 회전을 통한 만곡 교정이 힘들기 때문에 강한 강봉 사용이 어려운 게 현실이었다. 그러나 나사못을 다중축 정복 나사못을 이용하는 경우는 강한 강봉을 나사못에 안착시키는 방법이 켈틸레버 방법과는 달리 내측 나사못(inner screw)을 조임으로 전체적으로 강봉을 안착시킬 수 있어 비교적 굵은 강봉도 나사못에 안착시키는 것이 가능하였다. 그러므로 본 연구에서 저자들은 단중축 나사못에 4.5 mm 강봉을 이용한 가는 강봉군과 다중축 정복 나사못과 5.5 mm 강봉을 이용한 굵은 강봉군의 흉강경을 이용한 측만증 수술 결과를 비교 분석하였다.

수술 전 두군 간의 나이, 성별, 체질량 지수, Risser 징후 및 수술 관련 수술 전 측만각, 유합범위, 수술 시간, 출혈량의 차이는 없었다(Table 1). 측만각의 평균 교정율은 가는 강봉군은 51%, 굵은 강봉군은 60%였으며 이러한 결과는 다른 여러 연구 결과의 55~62%와 비슷하거나 약간 낮은 수준을 나타내었다<sup>3,10,12,28)</sup>.

Wong 등<sup>12)</sup>은 흉강경을 이용한 측만증 교정에서 술 후 1주일에서 6개월 사이에 약 4도의 작은 교정 소실을 보

고하였다. Loner 등<sup>9)</sup>은 수술 후 에서 최종 추시 사이에 약 5.4도의 교정 소실을 보고하였고 Newton 등<sup>28)</sup>은 약 4도의 교정 소실을 보고하였다. 그러나 저자들은 수술 직후 앙와위에서 찍은 사진에 비하여 술 후 2주째 기립 사진 사이에 많은 교정 각도 소실을 발견하였다(Fig. 1A, B, C, D). 이러한 이유로 본 연구에서 저자들은 강봉의 굵기가 교정을 및 교정율의 소실에 미치는 영향을 알아보기 위해 기존의 연구와는 달리 수술 직후 앙와위(supine position)에서 촬영한 사진에 대한 측정을 추가 평가하였다. 수술 직후 앙와위와 술 후 2주째 기립 상태에서 시행한 사진간의 교정 소실은 가는 강봉군과 굵은 강봉군 각각 5.4±3.0도, 4.3±3.2도로 두군 모두에서 기립 후 수술 장에서 교정 정도보다 교정율이 떨어짐을 알 수 있었다. 그러나 두 군간의 교정 소실 정도의 차이는 없었다(p=0.2810). 수술 후 기립(standing) 사진에서부터 술 후 6개월까지 에서 교정 소실을 비교해 보면 가는 강봉군에서는 3.0±3.5도, 굵은 강봉군에서는 1.1±2.7도의 작은 교정 소실을 보여주고 있고, 소실 정도는 가는 강봉군에서 약간 더 컸으나 통계학적 의미 있는 차이는 아니었다(p=0.061)(Table 2). 그러나 그림 2의 그래프를 통해 알 수 있듯이 수술 직후부터 교정 소실의 대부분은 6개월까지였다(Fig. 2). 두군 간의 수술 직후 앙와위 상태에서 술 후 6개월까지 교정소실 정도를 비교해보면 가는 강봉군에서 8.4±3.4도, 굵은 강봉군에서는 5.4±4.2도의 교정 소실간 큰 차이를 보이고 있으며 통계학적으로도 의미 있는 차이를 보여주었다(p=0.019). 또한 최종 추시 시까지의 두군 간의 교정각 소실 차에서도 통계



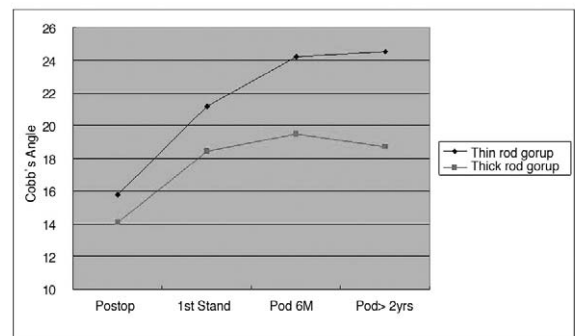
**Fig. 1.** (A) 14+7 year old female with type IBN curve pattern. Preoperative operative AP view shows 52 degree scoliosis angle. (B) Immediate postoperative x-ray shows 18 degree. (C) 2 weeks later, whole spine standing AP view shows reduction loss about 14 degree. (D) 2 years later whole spine standing AP view

학적으로 의미 있는 차이를 보였다(p=0.0057)(Table 2). 이런 결과는 척추 기기를 삽입한 후 골유합 시까지 각각의 척추 기기가 지탱해 주는 강도를 대변해준다고 할 수 있다.

이처럼 강봉의 중요성은 교정 소실뿐만 아니라 고정 기기의 실패와도 연관이 있다. Lonner 등<sup>9)</sup>은 흉강경을 이용한 측만증 교정군에서 2명의 4.5 mm 타이타늄 강봉 골절을 보고하였고 이는 강봉에 가해지는 부하(stress)에 의한 피로(fatigue)와 만곡의 교정을 위한 캔틸레버 방법 과정에서 발생한 강봉의 흠집(notching)에 의하여 발생하였을 것으로 추정하였다. 이러한 이유로 저자는 강봉 골절이 적을 것으로 생각되는 4.5 mm 스테인레스강을 사용한다고 하였다<sup>29)</sup>. Newton 등<sup>28)</sup>은 초기 4.0 mm 스테인레스 강봉 사용 시 3례의 고정기기의 실패를 경험하였으며 4.75 mm 타이타늄 합금으로 바꾼 이후에는 고정기기 실패는 없었다고 보고하였다. 본 연구에서는 추시과정에서 1례의 초기 set screw가 빠져 다시 고정한 1례 이외의 고정기기의 실패는 없었다.

본 연구의 두군 모두에서 불유합 소견은 관찰되지 않았다. 반면에 Picetti 등<sup>4)</sup>은 흉강경을 이용한 유합술 환자 15명중 20%에서 불유합을 보고하였는데, 이들 10명중 9명에서 탈회골기질(demineralized bone matrix)을 이용하였다. 저자는 모든 례에서 자가 장골 이식을 이용하였으며 100%의 유합율을 보였다. Loner 등<sup>9)</sup>은 3.6%의 불유합율을 보고하였고, Wong 등<sup>12)</sup>은 불유합 경우가 없었다고 하였다.

측만증은 수술에서 시상면상의 균형은 관상면상의 교정 못지 않게 중요시된다. 본 연구에서는 두군 모두에서 시상면상의 흉추 후만각 및 요추 전만각이 잘 유지되는 것을 알 수 있었다(Table 3). Kim 등<sup>8)</sup>은 청소년기 특발성 측만증 환자에서 흉강경을 이용한 교정 후 시상면 측정치의 변화에 대한 연구에서 수술 전 18.2도에 비하여 수술 후에 22.4도로 후만각이 4.2도 의미 있게 증가소견은 보였지만 모든 례에서 40도 이상의 과도한 후만증을 보



**Fig. 2.** The Change of Correction Angle

이는 경우는 없이 적절한 시상면상의 균형을 유지하였다고 보고하였다.

## 결 론

두군 모두에서 수술 장에서의 측만증 교정은 비슷하게 만족스러운 결과를 얻었다. 그러나 기립 후부터 수술 후 6개월 사이에 가는 강봉군에서 굽은 강봉군에 비하여 상당한 교정 소실을 보였다. 이는 삽입된 기구에 의한 차이로 판단된다. 그러므로 흉강경을 이용한 측만증 수술(VATS)에서는 보다 단단한 삽입물(i.e. 굽은 강봉-다중축 나사못)이 더 적합할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) **Arlet V:** Anterior thoracoscopic spine release in deformity surgery: a metaanalysis and review. *Eur Spine J* 2000; 9: 17-23.
- 2) **Lenke LG:** Anterior endoscopic discectomy and fusion for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28: 36-43.
- 3) **Lenke LG, Newton PO, Marks MC, et al:** Prospective pulmonary function comparison of open versus endoscopic anterior fusion combined with posterior fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2004; 29: 2055-2060.
- 4) **Picetti GD 3rd, Ertl JP, Bueff HU:** Endoscopic instrumentation, correction, and fusion of idiopathic scoliosis. *Spine J* 2001; 1: 190-197.
- 5) **Son-Hing JP, Blakemore LC, Poe-Kochert C, Thopson GH:** Video-assisted thoracoscopic surgery in idiopathic scoliosis: evaluation of the learning curve. *Spine* 2007; 32: 703-707.
- 6) **Sucato DJ:** Thoracoscopic anterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11: 221-227.
- 7) **Karami M, Ilharreborde B, Morel E, Fitoussi F, Pennecot GF, Mazda K:** Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) for the treatment of scoliotic rib hump deformity. *Eur Spine J* 2007; 16: 1373-1377.
- 8) **Kim HS, Lee CS, Jeon BH, Park JO:** Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis after VATS (video-assisted thoracoscopic surgery) anterior instrumentations. *Yonsei Med J* 2007; 48: 90-96.
- 9) **Lonner BS, Kondrachov D, Siddiqi F, Hayes V, Scharf C:** Thoracoscopic spinal fusion compared with posterior spinal fusion for the treatment of thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am* 2007; 89: 142-156.
- 10) **Newton PO, Marks M, Faro F et al:** Use of video-assisted thoracoscopic surgery to reduce perioperative morbidity in scoliosis surgery. *Spine* 2003; 28: 249-254.
- 11) **Potter BK, Kuklo TR, Lenke LG:** Radiographic outcomes of anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion with thoracic pedicle screws for treatment of lenke type I adolescent idiopathic scoliosis curves. *Spine* 2005; 30: 1859-1866.
- 12) **Wong HK, Hee HT, Yu Z, Wong D:** Results of thoracoscopic instrumented fusion versus conventional posterior instrumented fusion in adolescent idiopathic scoliosis undergoing selective thoracic fusion. *Spine* 2004; 29: 2031-2038.
- 13) **Crawford AH, Wall EJ, Wolf R:** Video-assisted thoracoscopy. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 367-385.
- 14) **Ohtsuka T, Ohnishi I, Nakamura K, Takamoto S:** New instrumentation for video-assisted anterior spine release. *Surg Endosc* 2000; 14: 682-684.
- 15) **Brodner W, Mun Yue W, Moller HB, Hendricks KJ, Burd TA, Gaines RW:** Short segment bone-on-bone instrumentation for single curve idiopathic scoliosis. *Spine* 2003; 28: 224-233.
- 16) **Smith JA, Deviren V, Berven S, Bradford DS:** Does instrumented anterior scoliosis surgery lead to kyphosis, pseudoarthrosis, or inadequate correction in adults? *Spine* 2002; 27: 529-534.
- 17) **Betz RR, Harms J, Clements DH, et al:** Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24: 225-239.
- 18) **Spiegel DA, Flynn JM, Drummond DS:** Anterior instrumentation in the treatment of scoliosis. *UPOJ* 1998; 11: 19-26.
- 19) **Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K:** Prospective radiographic and clinical outcomes and complications of single rod instrumented anterior spinal fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 2001; 26: 1956-1965.
- 20) **Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al:** Adolescent idiopathic scoliosisL a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 1169-1181.
- 21) **Bitall FD, Neuwirth MG, Kufflik PL, Casden A, Bloom N, Siddiqui S:** The use of short and rigid anterior instru-

- mentation in the treatment of idiopathic thoracolumbar scoliosis. *Spine* 2002; 27: 1553-1557.
- 22) **Bullmann V, Halm HF, Niemeyer T, Hackenberg L, Liljenqvist U:** Dural-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. *Spine* 2003; 28: 1306-1313.
- 23) **Lowe TG, Alongi PR, Smith DA, O'Brien MF, Mitchell SL, Pinteric RJ:** Anterior single rod instrumentation for thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis with and without the use of structural interbody support. *Spine* 2003; 28: 2232-2242.
- 24) **Bernhardt M, Bridwell K:** Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spine and the thoracolumbar junction. *Spine* 1989; 14: 717-721.
- 25) **Bullmann V, Fallenberg EM, Meier N, et al:** Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis.: a computed tomography analysis of screw placement relative to the aorta and the spinal canal. *Spine* 2005; 30: 2078-2083.
- 26) **Liljenqvist UR, Bullmann V, Schulte TL, Hackenberg L, Halm HF:** Anterior dual rod instrumentation in idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J* 2006; 15: 1118-1127.
- 27) **Muschik MT, Kimmich H, Demmel T:** Comparison of anterior and posterior double-rod instrumentation for thoracic idiopathic scoliosis: results of 141 patients. *Eur Spine J*; 2006: 1128-1138.
- 28) **Newton PO, Parent S, Marks M, Pawelek J:** Prospective evaluation of 50 consecutive scoliosis patients surgically treated with thoracoscopic anterior instrumentation. *Spine* 2005; 30: 100-109.
- 29) **Dick JC, Bourgeault CA:** Notch sensitivity of titanium alloy, commercially pure titanium, and stainless steel spinal implants. *Spine* 2001; 26: 1668-1672.



**국문 초록**

**연구계획:** 전향적 조절 코호트 연구

**연구목적:** 본 연구의 목적은 흉강경을 이용한 척추측만증 수술에 있어서 사용한 삽입물의 유형에 따른 임상적 결과의 차이를 분석하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2001년 6월부터 2005년 1월까지 청소년기 특발성 척추측만증에 대하여 흉강경을 이용한 교정술 및 척추 기기 삽입술을 시행 받은 환자 39명을 대상으로 하였다(19례의 가는 강봉군과 20례의 굽은 강봉군). 모든 환자는 술 후 2년 이상 추시가 가능하였다. 두 군간의 삽입물에 의한 수술적 치료 결과 비교를 위해 관상면 및 시상면의 방사선학적 계측을 시행하였다.

**결과:** 술 전 측만각(가는 강봉군 49.8도, 굽은 강봉군 47.1도), 나이, 체질량지수(BMI), Risser 등급, 유합 길이, 수술 시간, 출혈량은 두 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 수술 직후 측만각의 평균 교정율은 가는 강봉군에서 69%(15.8도)였으며 굽은 강봉군에서는 70%(14.1도)였다. 그러나 수술 후 2년째 평균 교정율은 가는 강봉군에서 51%(24.5도), 굽은 강봉군에서 60%(18.7도)였으며, 이 결과는 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다. 가는 강봉군에서 교정율의 소실이 증가하는 경향을 보였다(8.7도 vs. 4.6도,  $p=0.0057$ ).

**결론:** 수술 직후 교정율은 두군 모두에서 양호하였다. 그러나 가는 강봉군에서는 상당한 교정율 소실이 나타났다. 그러므로 흉강경을 이용한 측만증 수술(VATS)에서는 보다 단단한 삽입물이 더 적합할 것으로 사료된다.

**색인단어:** 척추 측만증, 흉강경, 척추경 나사못, 강봉

※ 통신저자 : 문 은 수

서울특별시 강남구 언주로 612 (도곡동 146-92)

영등세브란스병원 정형외과학교실

Tel: 82-2-2019-3418 Fax: 82-2-573-5393 E-mail: mes1007@yuhs.ac