

# 자기제어(Magnetically Controlled) 성장형 금속봉을 이용한 조기 발현형 측만증 치료 결과

최승진·김학선<sup>✉</sup>·석경수·이환모·문성환·양재호·이용준·하중원\*·전 혁

연세대학교 의과대학 정형외과학교실, \*국민건강보험 일산병원 정형외과

## Results of Magnetically Controlled Growing Rods for Early Onset Scoliosis

Seungjin Choi, M.D., Hak-Sun Kim, M.D.<sup>✉</sup>, Kyung-Soo Suk, M.D., Hwan-Mo Lee, M.D., Seong-Hwan Moon, M.D., Jae-Ho Yang, M.D., Yongjun Lee, M.D., Joong-Won Ha, M.D.\*, and Quen He

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul,

\*Department of Orthopedic Surgery, National Health Insurance Service Ilsan Hospital, Goyang, Korea

**Purpose:** To evaluate the first results of surgical treatment using newly developed magnetically controlled growing rods (MCGR) for early onset scoliosis (EOS).

**Materials and Methods:** From January 2013 to January 2017, 5 patients, who underwent surgical treatment with MCGR for EOS and were followed for more than one year, were analyzed retrospectively. The demographic and radiology data, including age at surgery, diagnosis, number of lengthening, Cobb angle, T1–S1 length, T1–T12 length, and complications, were analyzed.

**Results:** The mean age of the patients was 6.0±2.7 years old. The subjects were 3 males and 2 females: 2 with neuromuscular scoliosis, 1 with syndromic scoliosis, 1 with idiopathic scoliosis, and 1 with congenital scoliosis. The mean number of lengthening was 9.8±2.9 times and the follow-up was 21.6±5.7 months. The Cobb angle improved from 82.0°±28.5° to 48.3°±28.8° at the last follow-up. The T1–S1 length increased from 283.1±72.7 mm to 342.6±86.3 mm at the last follow-up. The T1–T12 length increased from 163.1±50.5 mm to 202.3±65.5 mm at the last follow-up. One screw loosening complication was encountered and there were no neurological complications.

**Conclusion:** The treatment using MCGR for EOS is effective and useful.

**Key words:** scoliosis, growing rod, magnetically controlled growing rods

## 서론

조기 발현형 측만증이란 특발성, 신경학적, 이형성적, 선천성 기형 등의 어떤 원인에서든 만 10세 이하에서 발생한 측만증을 일컫는다.<sup>1)</sup> 측만증은 성장과 밀접한 관계를 가지는데, 특히 조기 발현형 측만증의 경우 흉곽의 성장과 밀접한 관계가 있어 치료하지

않는다면 심각한 건강상의 문제를 야기할 수 있다. 따라서 조기 발현형 측만증을 치료할 경우 척추 변형의 교정뿐만 아니라 흉곽의 성장을 보존하여 심폐기능을 유지하는 것이 중요하다.<sup>2)</sup>

조기 발현형 측만증의 치료는 여러 가지 방법이 알려져 있으나 아직까지도 해결하기 어려운 문제로 여겨지고 있다.<sup>3)</sup> 조기에 발견된 소아 척추 변형은 캐스트 또는 보조기 등의 보존적 치료가 우선이지만 보존적 치료에도 불구하고 변형이 지속적으로 진행하거나 심한 변형이 있을 경우 수술적 치료를 고려를 해야 한다.

이전부터 여러 연구에서 다양한 수술 방법을 제시하였고 이 중 척추의 성장을 가능하게 하는 안전하며 효율적인 방법 중의 하나로 성장형 금속봉이 사용되고 있고 국내에서도 성장형 금속봉을

Received August 2, 2017 Revised August 23, 2017 Accepted December 6, 2017

✉Correspondence to: Hak-Sun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Gangnam Severance Hospital, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 06273, Korea

TEL: +82-2-2019-3411 FAX: +82-2-573-5393 E-mail: haksunkim@yuhs.ac

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2401-0724>

이용한 수술 후 그 결과에 대해 보고한 바 있다.<sup>4)</sup> 하지만 일정 기간(일반적으로 6개월)마다 반복적인 수술을 통한 연장이 필요하기 때문에 이로 인한 합병증이 수술의 제한점으로 제시되어 왔다. 이런 합병증을 극복하고자 최근 자기제어 성장형 금속봉이 개발되었으며, 몇 년 사이에 이에 대한 결과 보고가 세계적으로 이루어지고 있으나 국내에서는 아직 보고가 없는 실정이다.

이에 본 논문은 조기 발현형 측만증 환자에서 자기제어 성장형 금속봉을 이용한 수술적 치료를 시행한 후 그 결과에 대해 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구에 참가한 모든 환자는 미성년자로 보호자의 동의를 얻어 수술 방법을 선택 후 연구에 참여하였다. 강남세브란스병원에서의 연구윤리심의 위원회의 승인(IRB No. 3-2017-0084)을 얻은 후, 2013년 1월부터 2017년 1월까지 조기 발현형 측만증으로 진단받고 자기제어 성장형 금속봉 수술을 시행받은 총 5명의 환자를 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 조기 발현형 측만증 진단은 척추 전장의 사진에서 측만각이 10° 이상이며 진단시점의 환자 연령이 10세 이하인 경우로 정의하였고 Cobb 각이 45° 이상으로 더 이상 정상적인 성장을 기대할 수 없는 경우 수술적 치료를 시행하였다.

### 2. 수술기기 및 수술방법

환자들에게 시행한 수술적 방법은 최근 새롭게 개발된 자기제어 성장형 금속봉(MAGEC Ellipse Technology, Irvine, CA, USA)을

이용하여 시행하였다. 금속봉은 titanium alloy 재질로 되어 있으며, 금속봉을 연장시키는 작동 장치 내부에 영구자석을 포함하여 외부 원격 제어 장치로 금속봉을 연장시킬 수 있게 되어 있다. 금속봉의 직경은 5.5 mm 크기를 사용하였으며 금속봉의 길이는 환자의 키에 맞추어 제작하였다.

최초 수술 시 수술 범위는 Harrington<sup>5)</sup> 원리를 기초로 하였으며 표준 성장형 금속봉 수술 방법과 동일하게 실시하였다.<sup>6)</sup> 근위부와 원위부 고정 부위에 척추경 나사를 기본으로 사용하였고, 만약 척추경의 크기가 척추경 나사를 삽입하기에 작을 경우 후궁 하 갈고리를 사용하여 고정하였다. 수술시 금속봉이 수동 연장 장치에 의해 연장이 되는지 먼저 확인한 후 근막하 근육 내에 위치하도록 삽입하였다.

### 3. 수술 후 처치 및 연장

수술 후 고정부가 유합될 때까지 효요천추 보조기를 시행하였으며 금속봉의 연장은 최초 수술 3개월 후부터 외래에서 시행하였다. 마취 또는 진통제 없이 시행하였으며 환자가 측와위 자세를 취한 후 금속봉 내부에 존재하는 자석 위치에 외부 원격 제어 장치를 정확하게 위치시킨 후 연장하였다.

연장 길이는 환자의 성장 속도에 따라 결정하였으며 이는 외래에서 측정된 신장에서 바로 이전 외래에서 측정된 신장과의 차이의 1/3을 연장하였다. 더 효과적으로 교정하기 위해서 예측되는 척추 성장률보다 더 빠르게 2달에 한번 간격으로 연장을 시행하였다(Fig. 1).

### 4. 평가방법

수술 전 및 수술 후, 마지막 추시 시점에서 척추 전장의 사진에서

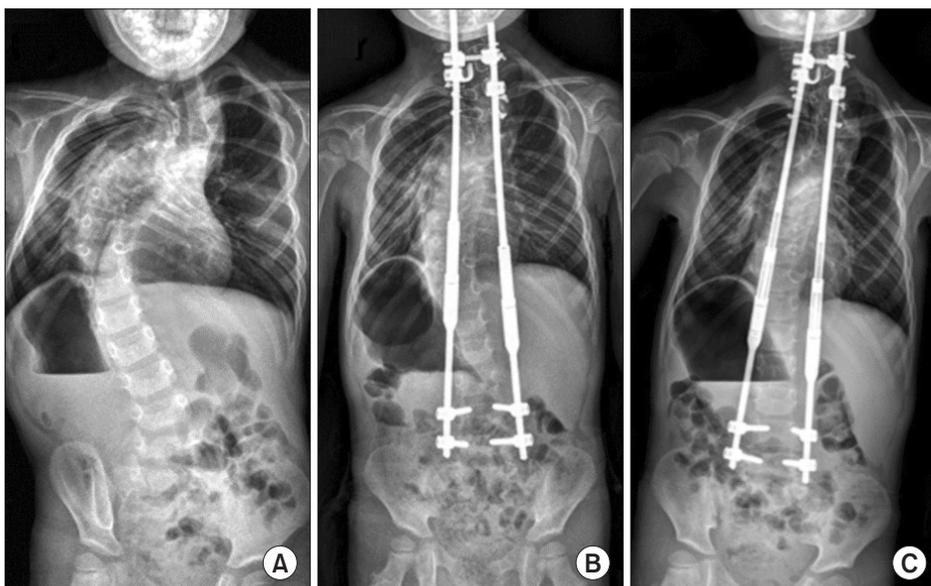


Figure 1. Serial radiographs of a 3-year and 9-month-old male patient with neurofibromatosis scoliosis who underwent corrective surgery using magnetically controlled growing rod lengthening. (A) Preoperative whole spine postero-anterior (PA) x-ray showing 108.2° Cobb angle. (B) Postoperative whole spine PA view, the curve was corrected to 60.4° Cobb angle. (C) Whole spine PA view at last follow-up 18 months after tenth lengthening procedure without anesthesia. The curve was corrected to 58.2° Cobb angle.

주만곡의 Cobb 각을 측정하여 관상면상의 척추 변형의 교정 정도를 평가하였다. 흉추 1번의 상부 종판부터 천추 1번 상부 종판까지의 길이, 흉추 1번의 상부 종판부터 흉추 12번 하부 종판까지의 길이를 측정하여 척추 성장 정도를 평가하였다. 흉추 후만각 및 요추 전만각을 측정하여 시상면상의 척추 변형의 교정 정도를 평가하였다.

## 결 과

최초 수술시 환자의 평균 나이는  $6.0 \pm 2.7$ 세였고 남자 환자가 3명, 여자 환자가 2명이었다. 진단명에 따라 신경근육성 측만증이 2예, 증후군성 측만증이 1예, 특발성 측만증이 1예, 선천성 측만증이 1예로 나타났다. 모두 이중 성장형 금속봉을 삽입하였으며, 평균 금속봉 연장 횟수는  $9.8 \pm 2.9$ 회였고 평균 추시기간은 평균  $21.6 \pm 5.7$ 개월이었다(Table 1).

수술 전 주만곡의 주만곡의 Cobb 각은 수술 전 평균  $82.0^\circ \pm 28.5^\circ$ 에서 수술 후 평균  $48.5^\circ \pm 24.7^\circ$ , 마지막 추시 시점에서 평균  $48.3^\circ \pm 28.8^\circ$ 로 수술 전 Cobb 각과 비교하여 평균  $44.6\% \pm 24.3\%$  교정력을 보였다(Table 2).

흉추 1번-천추 1번의 길이는 수술 전 평균  $283.1 \pm 72.7$  mm에서 수술 후 평균  $314.8 \pm 63.4$  mm, 마지막 추시 시점에서 평균  $342.6 \pm 86.3$  mm로 수술 전과 비교하여 평균  $21.8\% \pm 14.9\%$ 의 척추성장률을 보였다. 흉추 1번-흉추 12번의 길이는 수술 전 평균  $163.1 \pm 50.5$  mm에서 수술 후 평균  $182.5 \pm 45.6$  mm, 마지막 추시 시점

에서 평균  $202.3 \pm 65.5$  mm로 수술 전과 비교하여 평균  $12.0\% \pm 16.1\%$  흉추 성장이 관찰되었다.

흉추 후만각은 수술 전 평균  $49.5^\circ \pm 24.2^\circ$ 에서 수술 후 평균  $41.0^\circ \pm 15.5^\circ$ , 마지막 추시 시 평균  $47.5^\circ \pm 11.4^\circ$ 로 관찰되었으며 요추 전만각은 수술 전 평균  $41.9^\circ \pm 25.6^\circ$ 에서 수술 후 평균  $33.6^\circ \pm 10.9^\circ$ , 마지막 추시 시점에서 평균  $40.3^\circ \pm 10.3^\circ$ 로 병적인 변화는 관찰되지 않았다.

합병증은 수술 후 추시 기간 동안 총 1예에서 관찰되었다. 고정 장치 관련 합병증으로 갈고리 고정 실패가 1예가 있었으며 감염 합병증은 발생하지 않았다. 수술로 인한 신경학적 손상의 합병증은 전체 예에서 추시 기간 동안 발생하지 않았다.

## 고 찰

조기 발현형 측만증의 치료는 척추 변형의 교정뿐만 아니라 흉곽의 성장 및 폐의 발달까지 고려하여 접근해야만 이상적인 치료법이라 할 수 있다.<sup>7)</sup> 연장형 금속봉을 이용한 성장 보존형 수술 방법이 1962년 발표된 Harrington<sup>5)</sup> 원리를 기초로 Moe 등<sup>8)</sup>에 의해 최초로 소개되었으며, 조기 발현형 측만증 환자에서 척추 성장을 유지하면서 척추 변형을 교정하는 효과적인 치료법으로 많은 연구 보고가 이루어졌고 지금까지 사용되고 있다. 하지만 연장 수술은 환자에게 연장을 위해 반복적인 수술을 불가피하게 시행해야만 하며, 이로 인한 감염 위험, 전신 마취로 인한 합병증, 그리고 환자에게 정신적 기능 장애 유발을 증가시킨다는 것이 여러

Table 1. Characteristics of 5 Patients Treated with Magnetically Controlled Growing Rods: Demographics, Surgical Data and Complications

Patient No.	Sex	Age (yr)	No. of lengthening	Follow-up (mo)	Diagnosis	Instrumented level	Complication
1	Male	4.8	12	27	Neurofibromatosis	T2-L5	-
2	Male	2.8	12	24	Muscular dystrophy	T1-ilium	Hook pull out
3	Female	9.6	11	23	Idiopathic	T1-L2	-
4	Female	4.8	9	22	Congenital	T1-ilium	-
5	Male	7.8	5	12	Muscular dystrophy	T2-ilium	-

Table 2. Spinal Curvature and Length Before and After Implantation of Magnetically Controlled Growing Rod

Variable	Preoperative	Postoperative	Change (%) of preoperative to postoperative	Last follow-up	Change (%) of preoperative to last follow-up
Cobb angle (°)	$82.0 \pm 28.5$	$48.5 \pm 24.7$	$42.5 \pm 19.4$	$48.3 \pm 28.8$	$44.6 \pm 24.3$
Thoracic kyphosis (°)	$49.5 \pm 24.2$	$41.0 \pm 15.5$	$27.1 \pm 16.1$	$47.5 \pm 11.4$	$34.7 \pm 23.3$
Lumbar lordosis (°)	$41.9 \pm 25.6$	$33.6 \pm 10.9$	$30.5 \pm 18.1$	$40.3 \pm 10.3$	$28.7 \pm 77.0$
T1-S1 length (mm)	$283.1 \pm 72.7$	$314.8 \pm 63.4$	$12.9 \pm 11.9$	$342.6 \pm 86.3$	$21.8 \pm 14.9$
T1-T12 length (mm)	$163.1 \pm 50.5$	$182.5 \pm 45.6$	$14.5 \pm 13.7$	$202.3 \pm 65.5$	$12.0 \pm 16.1$

Values are presented as mean  $\pm$  standard deviation.

연구에서 한계점으로 제시되어 왔다.<sup>9-11)</sup> 따라서 반복적인 수술을 최소화하기 위한 연구 및 재료의 개발이 이루어진 것은 필연적이라 할 수 있으며 그 결과 최근 자기제어 성장형 금속봉이 개발되었다.

Lebon 등<sup>12)</sup>은 자기제어 성장형 금속봉 수술 후 평균 39%의 교정력을 보였으며 수술 후부터 추시 시점까지는 변형은 평균 -10%의 교정력이 관찰되었다. 본 연구에서는 수술 후 평균 40.8%의 교정력을 보였으며, 수술 후부터 마지막 추시 시점까지 변형 교정은 평균 -0.4%로 조금 더 효과적인 결과를 나타내었다. 본 연구에서는 모든 환자에서 이중 금속봉으로 교정하였기 때문에 안정성이 더 좋고 이로 인해 보다 좋은 교정 효과가 나타났을 것으로 판단된다.<sup>6)</sup>

본 연구에서 척추 성장은 연간 평균 21.3 mm 성장하였으며 흉추 1번에서 흉추 12번까지의 길이는 연간 평균 16.9 mm 성장하였다. Hickey 등<sup>13)</sup>의 연구에서는 연간 평균 6 mm 성장을 보고하였으며, Dannawi 등<sup>14)</sup>은 연간 평균 10 mm 성장을 보고하였다. 본 연구에서는 더 좋은 측만 교정을 위해서 두 달에 한 번씩 빠르게 연장을 시행한 결과 척추 성장률이 상대적으로 높았다고 추측된다. Cheung 등<sup>15)</sup>의 이전 연구에서도 두 달에 한 번씩 1.5-2.0 mm씩 연장을 시행한 결과 연간 평균 15 mm 성장을 보고한 바 있다.

본 연구에서 흉추 후만각 및 요추 전만각은 마지막 추시 시점에서 정상 범위로 병적인 변화는 관찰되지 않았다. 이전 연구 결과에서도 Thompson 등<sup>16)</sup>은 수술 전 평균 49.3°에서 마지막 추시 시점에서는 50.1°로 증가하였으며, Akbarnia 등<sup>17)</sup>은 수술 전 평균 39°에서 마지막 추시 시점에는 평균 48°로 증가하였으나 모두 통계적으로 유의미한 차이는 없었다.

성장형 금속봉을 이용한 수술에서 가장 자주 발생하는 합병증은 금속봉 파손, 고정 실패, 그리고 고정 장치 돌출과 같은 기기 관련 합병증이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 금속봉 파손은 관찰되지 않았고 1예에서 고정 실패가 관찰되었으며 이는 근위부에서 발생하였다.

고정 실패의 원인은 환자 나이가 어리고 척추 크기가 작아 상대적으로 금속봉의 작동 장치와 근위부 끝이 가깝기 때문에 환자 흉추 후만 정렬에 맞춰 적절한 금속봉을 구부리는 데 제한이 있었고, 이로 인해 피로가 근위 고정 장치에 과도하게 작용되어 나타났을 것으로 판단된다.

기존의 성장형 금속봉은 수술 후 감염의 위험성이 높다고 알려져 있다. Bess 등<sup>9)</sup>은 성장형 금속봉으로 수술 후 한 번 연장 수술을 시행할 때마다 감염의 위험성이 24% 증가한다고 보고하였다. Ridderbusch 등<sup>2)</sup>의 연구에서는 24명의 환자를 자기제어 성장형 금속봉으로 치료 후 최소 1년 이상 추시한 결과 감염은 발생하지 않았으며, Dannawi 등<sup>14)</sup>은 34명의 환자를 최소 1년 이상 추시한 결과 1예에서 상측 감염이 발생하였고 보고하였다.

본 연구에서는 5명의 환자에서 감염이 발생한 사례는 관찰되

지 않았다. 이는 자기제어 성장형 금속봉이 반복적인 수술 횟수를 줄이고 결과적으로 감염률을 줄일 수 있다는 기대와 일치하는 결과를 보였다.

성장형 금속봉을 이용한 연장 후 최종 유합술을 시행하는 시기는 환자 개개인마다 다를 수 있으며 1) 척추 잔여 성장이 적을 것으로 판단되는 경우; 2) 기기 고정 실패 혹은 감염으로 인해 더 이상의 연장이 불가능할 경우; 3) 연장술을 시행하여도 연장이 충분히 이뤄지지 않는 경우; 4) 환자 또는 보호자가 더 이상의 수술을 원하지 않는 경우 최종 유합술을 고려하게 된다.

환자마다 다를 수 있으나 기존 성장형 금속봉 치료 환자에서 최종 유합술을 시행하는 평균 연령은 11-13세로 알려져 있다.<sup>18)</sup> 자기제어 성장형 금속봉을 이용한 치료의 경우 전 세계적으로 치료 결과에 대한 연구 보고가 지속적으로 이루어지고 있으나 장기 추시 결과 및 최종 유합술 후 결과에 대한 연구는 아직 보고된 바 없다. 그러나 반복적인 수술적 치료를 줄임으로써 기존의 감염 합병증 발생을 줄일 수 있고 한번에 많은 연장을 하는 기존 방법과는 달리 수술적 치료 없이도 짧은 길이를 자주 연장함으로써 척추체 성장을 자극시키고 자발적 유합을 방지할 수 있다는 점에서 기존 성장형 금속봉보다 자기제어 성장형 금속봉에서 더 많은 연장이 가능할 것이라 기대해 볼 수 있다.<sup>19)</sup>

Cheung 등<sup>15)</sup>은 비용적인 면에서 자기제어 성장형 금속봉 수술이 기존의 성장형 금속봉 수술보다 기구 자체의 가격은 높으나 반복적인 수술로 인한 부수적인 추가 비용(입원, 전신 마취, 척추 신경 유발 검사)이 없어 결과적으로는 기존의 성장형 금속봉의 치료가 비용이 높다고 보고하였다. 하지만 국내에서는 보험 실정을 고려하였을 때 자기제어 성장형 금속봉의 경우 환자 부담이 기존 성장형 금속봉 치료보다 10배 이상으로 훨씬 더 높다. 또한 금속봉을 최대 55 mm 연장 후에는 새 것으로 교체해야 하므로 추가적인 비용이 필요한 점이 국내 환자들 치료에 제한점으로 생각된다. 따라서 국내 실정에 적합한 기구 개발, 비용 조정 등의 논의가 더 필요할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 연구 대상 환자군이 적다는 것과 장기 추시 결과가 없는 점이다. 따라서 추후 원인 질환, 연령, 고정 마디에 따른 결과 차이 및 최종 유합술 시기를 비교 연구하는 것이 도움이 될 것으로 판단된다. 하지만 본 연구는 국내 최초로 자기제어 성장형 금속봉을 이용하여 수술적 치료를 시행한 조기 발현형 측만증 환자들에 대한 국내 최초 결과 보고로서 그 의의가 있다고 생각된다.

## 결론

본 연구에서 새로이 개발된 자기제어 성장형 금속봉을 이용한 조기 발현형 측만증의 수술은 이전 발표된 연구와 비교해 볼 때 유사한 척추 교정률과 높은 수준의 척추 성장 결과를 확인할 수 있

었다. 감염 합병증 발생 역시 기존 방식의 성장형 금속봉 치료보다 낮은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 새로이 개발된 자기제어 성장형 금속봉을 이용한 조기 발현형 측만증의 수술은 비교적 안전하고 기존 전통적 방법의 수술의 합병증을 줄일 수 있는 유용한 수술 방법이라 생각된다.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

## REFERENCES

1. El-Hawary R, Akbarnia BA. Early onset scoliosis - time for consensus. *Spine Deform.* 2015;3:105-6.
2. Ridderbusch K, Rupprecht M, Kunkel P, Hagemann C, Stücker R. Preliminary results of magnetically controlled growing rods for early onset scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2017;37:e575-80.
3. Vitale MG, Gomez JA, Matsumoto H, Roye DP Jr; Chest Wall and Spine Deformity Study Group. Variability of expert opinion in treatment of early-onset scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469:1317-22.
4. Kim HB, Chong HS, Moon ES, et al. Results of dual growing rods treatment for progressive pediatric spinal deformity. *J Korean Soc Spine Surg.* 2013;20:8-15.
5. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44:591-610.
6. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, Thompson AG, Asher MA. Dual growing rod technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:S46-57.
7. Vitale MG, Matsumoto H, Bye MR, et al. A retrospective cohort study of pulmonary function, radiographic measures, and quality of life in children with congenital scoliosis: an evaluation of patient outcomes after early spinal fusion. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008;33:1242-9.
8. Moe JH, Kharrat K, Winter RB, Cummine JL. Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. *Clin Orthop Relat Res.* 1984;185:35-45.
9. Bess S, Akbarnia BA, Thompson GH, et al. Complications of growing-rod treatment for early-onset scoliosis: analysis of one hundred and forty patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:2533-43.
10. Sankar WN, Acevedo DC, Skaggs DL. Comparison of complications among growing spinal implants. *Spine (Phila Pa 1976).* 2010;35:2091-6.
11. Flynn JM, Matsumoto H, Torres F, Ramirez N, Vitale MG. Psychological dysfunction in children who require repetitive surgery for early onset scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2012;32:594-9.
12. Lebon J, Batailler C, Wargny M, et al. Magnetically controlled growing rod in early onset scoliosis: a 30-case multicenter study. *Eur Spine J.* 2017;26:1567-76.
13. Hickey BA, Towriss C, Baxter G, et al. Early experience of MAGEC magnetic growing rods in the treatment of early onset scoliosis. *Eur Spine J.* 2014;23 Suppl 1:S61-5.
14. Dannawi Z, Altaf F, Harshavardhana NS, El Sebaie H, Noordeen H. Early results of a remotely-operated magnetic growth rod in early-onset scoliosis. *Bone Joint J.* 2013;95:75-80.
15. Cheung KM, Cheung JP, Samartzis D, et al. Magnetically controlled growing rods for severe spinal curvature in young children: a prospective case series. *Lancet.* 2012;379:1967-74.
16. Thompson W, Thakar C, Rolton DJ, Wilson-MacDonald J, Nnadi C. The use of magnetically-controlled growing rods to treat children with early-onset scoliosis: early radiological results in 19 children. *Bone Joint J.* 2016;98:1240-7.
17. Akbarnia BA, Cheung K, Noordeen H, et al. Next generation of growth-sparing techniques: preliminary clinical results of a magnetically controlled growing rod in 14 patients with early-onset scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38:665-70.
18. Flynn JM, Tomlinson LA, Pawelek J, et al. Growing-rod graduates: lessons learned from ninety-nine patients who completed lengthening. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:1745-50.
19. Heydar AM, Sirazi S, Bezer M. Magnetic controlled growing rods as a treatment of early onset scoliosis: early results with two patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2016;41:E1336-42.

# 자기제어(Magnetically Controlled) 성장형 금속봉을 이용한 조기 발현형 측만증 치료 결과

최승진·김학선<sup>✉</sup>·석경수·이환모·문성환·양재호·이용준·하중원\*·전 혁

연세대학교 의과대학 정형외과학교실, \*국민건강보험 일산병원 정형외과

**목적:** 조기 발현형 측만증에 대한 치료법으로 최근 개발된 자기제어 성장형 금속봉을 이용하여 시행한 수술 치료 결과를 국내에서 최초로 보고하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2013년 1월부터 2017년 1월까지 조기 발현형 측만증에 대하여 자기제어 성장형 금속봉을 이용하여 수술적 치료를 받은 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 5명의 환자에 대해서 후향적 분석을 하였다. 환자의 최초 수술 시의 나이, 척추 기형의 종류, 최초 수술 후 금속봉의 연장 횟수, 주만곡의 Cobb 각 변화, 흉추 1번-천추 1번의 길이 변화, 흉추 1번-흉추 12번의 길이 변화, 흉추 후만각 변화, 요추 전만각 변화, 추시기간, 합병증에 대해 평가하였다.

**결과:** 남자가 3명, 여자가 2명이었으며, 최초 수술 시 평균 연령은  $6.0 \pm 2.7$ 세였고, 신경근육성 측만증이 2예, 증후군성 측만증이 1예, 특발성 측만증이 1예, 선천성 측만증이 1예였다. 평균 금속봉 연장 횟수는  $9.8 \pm 2.9$ 회였고, 평균 추시 기간은 평균  $21.6 \pm 5.7$ 개월이었다. 주만곡의 Cobb 각의 평균은 최초 수술 전  $82.0^\circ \pm 28.5^\circ$ 에서 최종 추시 시  $48.3^\circ \pm 28.8^\circ$ 로 호전되었고, 흉추 1번부터 천추 1번까지의 길이는 최초 수술 전  $283.1 \pm 72.7$  mm에서 최종 추시 시  $342.6 \pm 86.3$  mm로 평균  $21.8\% \pm 14.9\%$ 의 척추 성장이 관찰되었다. 흉추 1번부터 흉추 12번까지의 길이는 최초 수술 전  $163.1 \pm 50.5$  mm에서 최종 추시 시  $202.3 \pm 65.5$  mm로 평균  $12.0\% \pm 16.1\%$ 의 척추 성장이 관찰되었다. 수술 후 합병증으로는 갈고리 고정 실패가 1예가 있었으며, 신경학적 합병증은 없었다.

**결론:** 자기제어 성장형 금속봉은 조기 발현형 측만증에서 사용할 수 있는 효과적이고 유용한 치료법으로 판단된다.

**색인단어:** 측만증, 성장형 금속봉, 자기제어 성장형 금속봉

접수일 2017년 8월 2일 수정일 2017년 8월 23일 게재확정일 2017년 12월 6일

<sup>✉</sup>책임저자 김학선

06273, 서울시 강남구 언주로 211, 강남세브란스병원 정형외과

TEL 02-2019-3411, FAX 02-573-5393, E-mail haksunkim@yuhs.ac ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2401-0724>