

Results of Dual Growing Rods Treatment for Progressive Pediatric Spinal Deformity

Hyoung Bok Kim, M.D., Hyon-Su Chong, M.D., Eun Su Moon, M.D., Hwan Mo Lee, M.D.
Seong Hwan Moon, M.D., Jin Oh Park, M.D., Jea Ho Yang, M.D., Hak-Sun Kim, M.D.

J Korean Soc Spine Surg 2013 Mar;20(1):8-15.

Originally published online March 31, 2013;

<http://dx.doi.org/10.4184/jkss.2013.20.1.8>

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 2013 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.2013.20.1.8>

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.

Results of Dual Growing Rods Treatment for Progressive Pediatric Spinal Deformity

Hyoung Bok Kim, M.D., Hyon-Su Chong, M.D., Eun Su Moon, M.D., Hwan Mo Lee, M.D.

Seong Hwan Moon, M.D., Jin Oh Park, M.D., Jea Ho Yang, M.D., Hak-Sun Kim, M.D.

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

Study Design: A prospective study.

Objectives: To report the results of new designed dual growing rods system for progressive pediatric spinal deformity.

Summary of Literature Review: The current expandable spinal implant system appears effective in controlling progressive pediatric spinal deformity, allowing for spinal growth. However, there was no report concerning the growing rod in Korea.

Materials and Methods: Between 2010 and 2011, seven pediatric patients, who had a minimum of 1 year follow-up, had undergone surgery for spinal deformity correction with a dual growing rods technique. We analyzed the demographic and radiologic data, including height, weight, age at surgery, diagnosis, number of lengthening, Cobb's angle of the major curve, thoracic kyphosis angle, lumbar lordosis angle, T1-S1 length, instrumented segment length, and complications, from the preoperative period to the last follow up period.

Results: Four male and three female patients with 5 neuromuscular scoliosis, 1 idiopathic juvenile osteoporosis and 1 spondyloepiphyseal dysplasia had underwent corrective surgery with dual growing rods. The mean age at the initial surgery was 11.6 years (7-13.8). The mean follow-up duration was 19.3 months (12-24), and the mean lengthening procedure time was 2.8 (2-4) for every patient. Cobb's angle of scoliosis curve was corrected from preoperative 80.2°(55-136) to 37.6° (15-81) on the last follow-up. Thoracic kyphosis angle and lumbar lordosis angle were changed from preoperative 48.7°(12-101) and 38.3°(9-72) to 44.5°(12-75) and 18.8°(1-46) on the last follow-up, respectively. Growth length during the follow-up period was measured as instrumented segment is 46 mm (33-59) and T1-S1 segment is 82 mm (66-98). Complications, such as breakage of rod in 3 cases and soft tissue infection in 1 case, occurred during the follow-up period.

Conclusions: New designed dual growing rods system for pediatric patients with progressive spinal deformity is an effective and relatively safe method because of adequate correction and acceptable rate of complications.

Key Words: Spinal deformity, Scoliosis, Growing rods

서론

진행형 소아 척추 기형은 치료하지 않는다면 심각한 건강상의 문제를 야기할 수 있으며, 특히 폐 기능에 심각한 이상을 초래할 수 있다. 장기적 삶의 질 향상을 위해서 진행형 소아 척추 기형의 치료는 척추 변형의 교정뿐만 아니라, 흉부의 성장을 호전시켜 심폐 기능을 유지하는 것이 중요하다.¹⁾

진행형 소아 척추 기형의 치료는 여러 가지 방법이 알려져 있으나, 아직까지도 해결하기 어려운 문제로 여겨지고 있다.²⁾ 척추의 성장이 지속되는 초기에 발생한 소아 척추 변형은 캐스트 또는 보조기 등의 보존적 치료가 우선이 된다.³⁾ 하지만 이러한 치료에도 불구하고 변형이 진행하게 되면 수술적 치료가 필요하게 되고 초기에 척추 유합술을 시행하는 것이 추천되었다.⁴⁾ 하지만, 골격 성장이 완료되기 전에 유합술을 시행하면, 전체 척추 길이가 짧아지게 되고, 흉곽의 공간 감소에 의한 폐 기능의 저하와

외형적 변형 등의 문제점이 보고되어, 유합술은 선택 가능한 가장 마지막 방법으로 여겨지고 있다.⁵⁻⁷⁾

이에 따라 척추의 성장을 유지 하는 다양한 수술 방법이 소개

Received: March 27, 2012

Revised: May 21, 2012

Accepted: Sep 11, 2012

Published Online: March 31, 2013

Corresponding author: Hak-Sun Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Gangnam Severance Hospital, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 135-720, Korea

TEL: 82-2-2019-3411, **FAX:** 82-2-573-5393

E-mail: haksunkim@yuhs.ac

"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."

Table 1. Demographics and Surgical Data for All Patients

No.	Sex	Age at surgery (yr)	No. of lengthenings	Average lengthening interval (mo)	No. of total surgeries	Diagnosis	Instrumented levels
1	M	12.9	4	5.7	6	NM*	T1-L2
2	F	10.8	2	4	3	IJO [†]	T4-ilium
3	M	10.7	4	5.7	7	SED [‡]	T4-ilium
4	M	13.6	2	5.5	3	NM	T1-L2
5	M	7	4	5.3	5	NM	T2-ilium
6	F	12.3	2	6.5	3	NM	T1-ilium
7	F	13.8	2	6	4	NM	T1-L5

*NM = neuromuscular; [†]SED = spondyloepiphyseal dysplasia; [‡]IJO = idiopathic juvenile osteoporosis

되고 있으며, 이중 척추의 성장을 가능하게 하는 가장 안전하며 효율적인 방법 중의 하나로 외국에서는 성장형 금속봉이 사용되고 있으나, 국내에는 여러 가지 이유로 이의 보급이 활발하지 않는 상황이다.⁸⁻¹⁰⁾ 김진영 등¹⁰⁾은 역학적 연구를 통하여 기존의 일 반형 금속봉과 비교하여 유사한 역학적 강도를 지니며 국내에서 사용 가능한 성장형 금속봉을 개발하였다. 본 논문은 새로이 개발된 성장형 금속봉을 사용하여 교정 수술을 시행한 결과를 알아보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

연구에 참가한 모든 환자는 미성년자로 보호자의 동의를 얻어 수술 방법을 선택 후 연구에 참여하였다. 본 연구는 2010년부터 2011년까지 성장이 2년 이상 남았으며, 척추 기형으로 수술적 치료가 필요하여 시행한 환자(Cobb's 각이 45도 이상 이거나, 척추체 붕괴로 인해 더 이상 정상적인 성장을 기대할 수 없는 경우) 중 1년 이상 추시가 가능하였던 7명의 소아 환자를 대상으로 전향적 연구를 진행하였다. 최초 수술 시 환자들의 평균 나이는 11.6세(7-13.9)였고, 남자 환자가 4명, 여자 환자가 3명이었으며, 진단명에 따라 신경근육성 척추측만증이 5례, 특발성 연소기 골다공증 1례, 척추 골단 이형성증 1례로 나타났다(Table 1). 평균 추시 기간은 19.3개월(12-24)이었다.

2. 수술 기기 및 수술 방법 과 수술 후 처치

1) 수술 기기

환자들에게 시행한 수술적 방법은 새로이 개발된 이중 성장형 금속봉(GS growing rod system, GS medical, Korea)을 이용하여 최초 교정 수술을 시행하였다. 성장형 금속봉의 재질은 titanium alloy이며 직경은 6mm이고 구성은 크게 세 개의 부분으로 구성

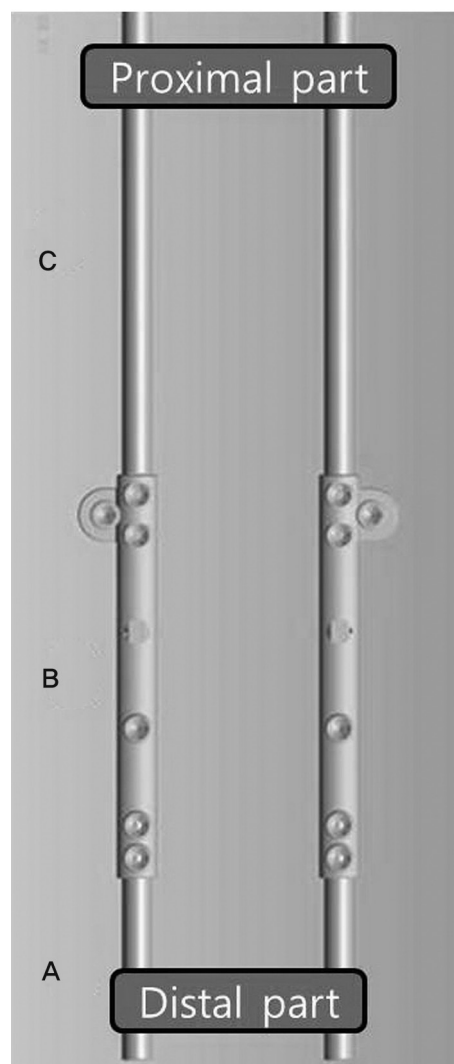


Fig. 1. This diagram shows three parts compositions of growing rods system. (A) conventional rod for lumbar contouring, (B) Growing tube, (C) Growing rod for thoraco-lumbar contouring.

되어 있다. 가장 원위부 부분은 일반적인 금속봉(conventional rod)으로써 요추부의 만곡에 따라 구부릴 수 있는 부분이며, 가장 근위부 부분은 성장형 금속봉(growing rod)으로써 흉요추부의 만곡에 따라 구부린 후 척추경 나사못에 부착하게 되며 이후 성장형 원통(growing tube) 안에서 톱니의 조작에 따라 길이 성장이 이루어지는 부분이고, 중간 부분은 성장형 원통으로써 원위부의 일반적인 금속봉과 근위부의 성장형 금속봉을 서로 연결하고 이후 내부의 톱니를 조작함으로써 근위부의 성장형 금속봉



Fig. 2. This clinical photo shows that there were two separated incisions for pedicle screw insertion and intramuscular rod placement.

이 점차 근위부로 이동을 가능하게 하여 길이 성장을 이루어지게 하는 부분이다(Fig. 1).

2) 수술 방법

최초 수술 시 수술범위는 Harrington 원리를 기초로 하였으며,¹¹⁾ 안정 범위(stable zone)에 위치하는 근위부와 원위부 고정 부위를 척추 전장 사진에서 결정 후 두 곳에 각기 다른 절개를 시행하였으며, 조기 유합을 예방하기 위해 고정 부위 이외에는 절개를 가하지 않아 골막이 노출되지 않게 하였다. 근위부와 원위부 고정 부위에 척추경 나사를 기본으로 사용 하였고, 만약 척추경의 크기가 척추경 나사를 삽입하기에 작을 경우 후궁하 강선을 사용하였다. 성장형 금속봉은 근막하 근육 내에 위치하도록 기존의 근위부와 원위부 절개 부위를 통하여 삽입하였다. 척추경 나사를 삽입한 고정 부위에 대해서는 골이식을 통한 후방 유합술을 기본적으로 근위부는 2마디, 원위부는 1마디씩 하였으나, 고정력이 약하다고 생각 될 경우에는 연장하여 유합술을 시행하였다. 최초 수술 시 성장형 원통의 나사를 이용하여 가능한 범위까지 1차적 변형 교정을 시행하였다(Fig. 2). 모든 환자에서 최초 수술 시에는 운동 유발 전위를 통한 신경학적 감시를 시행하였으며 이후 성장형 금속의 연장 수술 시에는 시행하지 않았다.

3) 수술 후 처치

술 후 처치는 고정부가 유합될 때까지 첫 3개월간은 체간 석고 고정을 시행하였으며, 이후 흉요추 보조기의 사용 기간은 진단명, 환자의 나이, 골의 성질과 활동량을 기준으로 시행하였다. 금속봉의 연장은 최초 수술 후 환자의 성장 속도에 따라 4~7개월 간의 간격(최고 성장 속도를 보이는 초경 직전의 여아는 4개월 마다, 성장이 늦은 7세 전후는 7개월마다)을 두고 전신 마취 하에 성장형 원통만을 노출 시켜 금속봉의 연장을 시행하였으며, 금속봉의 연장은 환자의 성장에 따라 1.5cm에서 2.5cm 연장 하였다. 더 이상 신연되지 않거나 합병증이 발생하였을 때는 연장을 멈추고 후방 유합술을 시행하였다(Fig. 3).

3. 평가 방법

수술 전 및 수술 후, 최종 추시의 환자의 신장, 체중을 측정하였고, 척추 전장의 사진에서 주만곡의 Cobb 각, 전만각과 후만각을 측정 하였으며, 흉추 1번의 상부 종판부터 천추 1번 상부 종판까지의 길이를 측정하여 척추 성장 정도를 측정하였다. 성장형 금속봉의 연장 길이를 측정하여 최초 수술 후 성장형 금속봉의 연장 정도를 측정하였다. 그리고 수술적 치료의 기간 동안 발생한 합병증에 대해서도 함께 조사를 하였으며 이는 계획되지

Table 2. Clinical and Radiologic Data for All patients

	Preop	Last f/u	Difference
Height (cm)	134.1±14.1	143.7±13.9	9.5±4.3
Weight (kg)	31.6±11.5	37.6±17.1	5.3±5.1
T1-S1 length (cm)	33.0±4.5	41.2±5.2	8.2±1.6
Metal lengthening (cm)	0.7±0.4*	5.3±1.6	4.6±1.3
Cobb's angle (°)	80.2±24.7	37.6±21.8	42.6±8.6
Thoracic kyphosis (°)	38.3±19.3	18.8±15.0	19.5±15.1
Lumbar lordosis (°)	48.7±26.9	44.5±23.6	4.2±19.8

* After 1st operation

않은 시술을 하게 된 경우와 다음 번의 연장 시술을 통해 해결된 것으로 구분하였다.

결 과

근위부 고정부위는 4레에서 2마디 유합술을 시행하였으며, 3레에서 3마디 유합술을 시행하였다. 원위부 고정부위는 모두 1마디만 유합술을 시행하였다. 금속봉 연장을 위한 수술은 평균 2.8회(2-4)였고, 환자의 성장 속도에 따라 간격(평균 5.6 ± 0.7

개월)을 두고 전신 마취하에 시행하였다. 척추 측만증의 환자의 경우 주만곡의 Cobb 각 변화는 최초 수술 전 평균 $80.2^\circ(55-136)$ 에서, 마지막 경과 관찰 시 평균 $37.6^\circ(15-81)$ 로 호전되어, 평균 $42.6^\circ(26-47)$ 의 교정을 보였다. 전만각과 후만각의 변화는 각각 최초 수술전 평균 $48.7^\circ(12-101)$, $38.3^\circ(9-72)$ 에서, 마지막 경과 관찰 시 평균 $44.5^\circ(12-75)$, $18.8^\circ(1-46)$ 로 관찰되었다. 척추 골단 이형성 환자는 전방 전위가 45%에서 20%로 호전되었으며 요추의 후만각도 또한 18° 에서 4° 로 호전되었다. 모든 환자에서 흉추 1번-천추 1번의 길이 변화는 최초 수술 전 330mm(286-414)에서 최초 수술 후 375mm(318-454)로 최초 수술 후 45mm(20-69)의 연장이 관찰되었으며, 마지막 경과관찰 시 412mm(355-488)로 최초 수술 후와 비교 하여 평균 37mm(20-71)의 척추 성장을 관찰되었고, 최초 수술전과 마지막 경과관찰 시 비교 하여 볼 때 평균 82mm(66-98) 연장 되었다. 같은 기간 동안 시행한 성장형 금속봉의 연장은 각각의 연장을 위한 수술 후 연장된 금속봉의 길이를 통하여 측정 하였으며 평균 46mm(66-98)의 연장을 확인 하였다(Table 2). 총 수술은 31회 시행하였으며, 계획된 수술은 27회, 합병증에 의해 계획되지 않았던 수술을 시행한 경우는 4회였다. 계획된 수술에 대한 계획되지 않았던 수술비는 0.12였다. 연장술이 완료된 후 최종

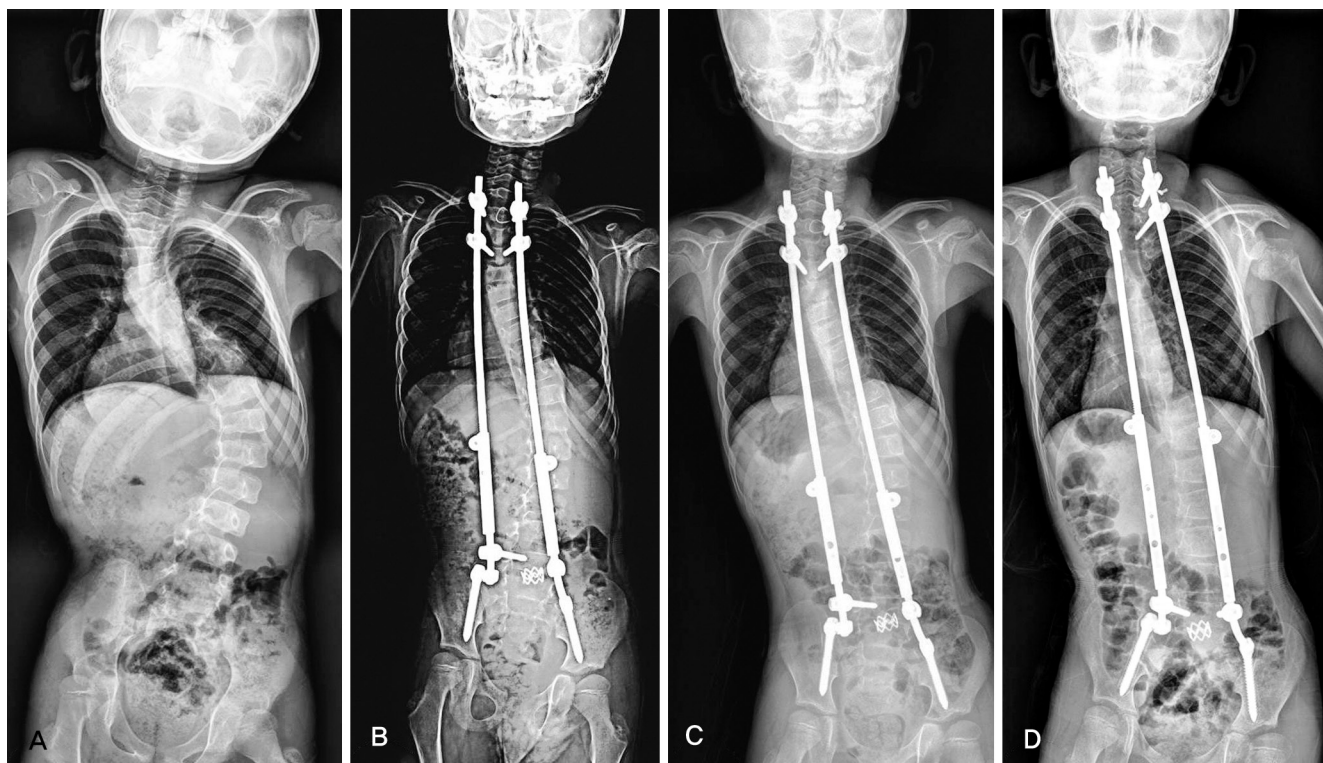


Fig. 3. Serial radiographs of 7 years male patients with neuromuscular scoliosis due to lipomeningocele. (A) Preoperative whole spine PA view. (B) Whole spine PA view after primary surgery. (C) Whole spine PA view after first lengthening procedure for growing rods. (D) Whole spine PA view shows last follow up after fourth lengthening procedure.

유합술을 시행한 경우는 1례 있었다.

합병증은 추시 기간 동안 4례에서 관찰되었으며, 강봉의 파손이 3례 관찰되었고, 연부 조직 감염이 1례 관찰되었다. 1례라도 합병증이 발생한 환자는 7명중 3명으로 43%(3/7)였으며, 총 수술 시행 횟수에 대한 합병증의 발생률은 13%(4/31)였다. 합병증에 대해서는 계획되지 않은 수술이 필요하였으며, 강봉의 파손의 경우 강봉을 교체 하였고, 연부 조직의 감염의 경우 변연절제술 시행 후 상처 부위가 회복되어 계획 되었던 연장을 이어 갈 수 있었다. 전례에서 추시 기간 동안 수술로 인한 신경학적 손상의 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

소아에서 발생한 척추 기형의 치료에 있어 최종 목표는 척추와 흉곽 그리고 폐의 성장을 유지하여 결과적으로 폐 기능을 호전시키고 척추의 변형을 개선하며 나아가 삶의 질을 향상시키는 것이다. 따라서 기형의 초기에는 캐스트나 보조기와 같은 보존적 방법이 우선이 되며, 이후에도 기형의 정도가 진행하고 악화되는 경우에 한해서 수술적 치료가 필요하게 된다. 수술적 치료에는 고전적으로 척추 유합술이 시행되어 왔으나 척추의 성장이 완료되기 전의 조기 유합술 시행은 결과적으로 체간의 저성

장으로 인한 외형적 기형뿐만이 아니라 폐포의 발달 저하로 인한 폐의 저성장으로 인해 궁극적으로 호흡기계 합병증까지 유발한다고 보고되었다.^{12,13)} 그리고 다른 보고에서는 유합을 시행하지 않은 인접 척추에 변형이 추가로 발생하는 추체 추가 현상(adding on phenomenon)과 유합을 시행한 척추에 크랭크 샤프트 현상(crank shaft phenomenon)이 발생할 수 있다고 보고되었다.^{14,15)} 이후 이러한 합병증을 해결하기 위한 대안으로 초기에 유합을 시행하지 않는 수술 방법들이 개발되었으며, 그 방법은 크게 성장 안내형과 견인형의 두가지 방법으로 구분된다.¹⁾ 성장 안내형 수술 방법 중 Luque trolley 방법은 수술 후 자연 골 유합이 대부분의 경우 발생하여, 수술 후 척추체의 성장을 얻지 못하는 경우가 많은 것으로 보고되어 현재 거의 사용되어지지 않고 있으며,¹⁶⁾ 이후에 개발된 Shilla 방법은 Luque trolley 방법 보다는 나은 결과를 보고하고 있으나 장기 추시 결과에 대해서는 아직 보고되지 않았다.¹⁷⁾ 견인형 수술 방법은 견인 부위에 따라 척추를 견인하는 성장형 금속봉과 늑골을 견인하는 vertical expandable prosthetic titanium rib (VEPTR)가 개발되었으며,^{18,19)} 수술 후 결과에 대한 여러 보고들에서는 높은 합병증 발생을 지적하고 있지만, 최근 수술 방법의 보완과 개선이 이루어진 후 시행된 연구에서는 성장형 금속봉의 경우 합병증이 줄어들어 안정성과 효율성이 높은 것으로 보고되고 있다.⁹⁾

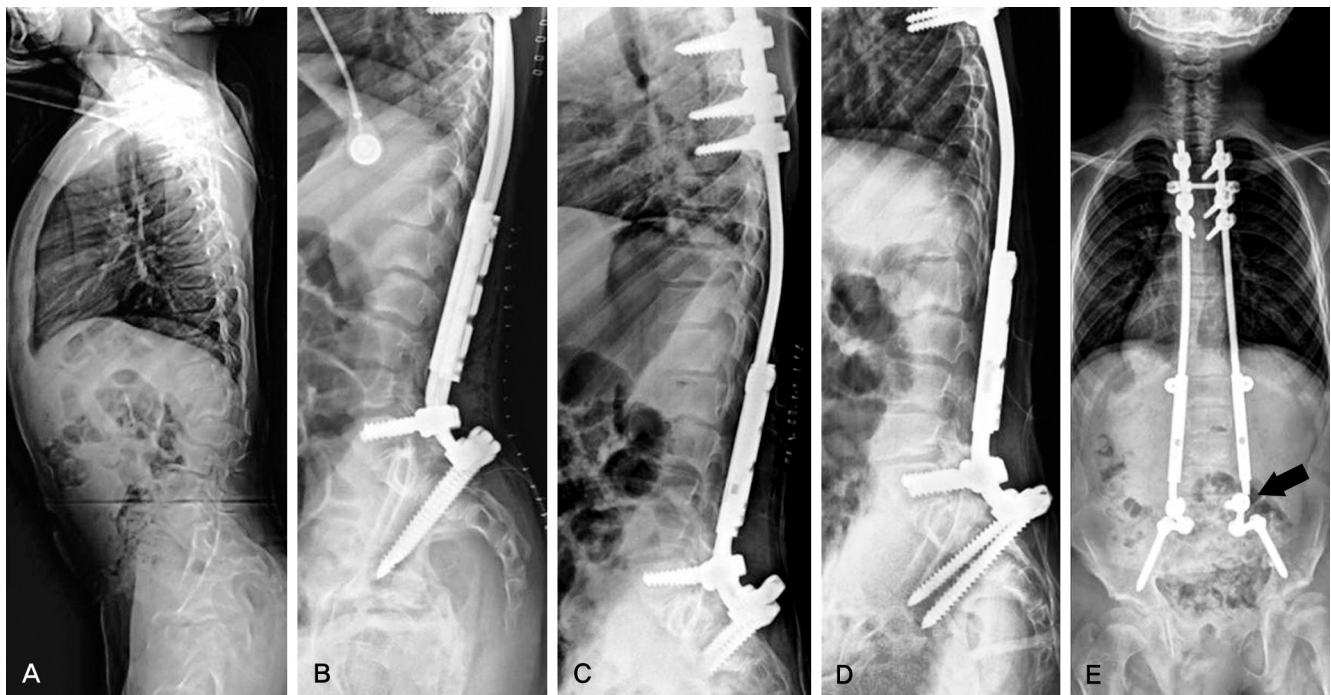


Fig. 4. Serial radiographs of 10 years 9 month male patients with spondyloepiphyseal dysplasia. (A) Preoperative whole spine Lateral view. (B) Whole spine lateral view after primary surgery. (C) Whole spine lateral view after first lengthening procedure for growing rods. (D) Whole spine lateral view after second lengthening procedure for growing rods. (E) Whole spine PA view shows rod breakage of left distal lumbar rod (arrow) during follow up after second lengthening procedure for growing rods.

성장형 금속봉의 개념은 1962년 발표된 Harrington의 원리를 기초로¹¹⁾ 하고 있으며 이후 금속봉의 위치, 근위부와 원위부의 고정방법, 단일 또는 양측 금속봉의 삽입 등에 대해 여러 연구가 보고되었고, 현재는 척추경 나사를 이용하여 근위부와 원위부를 고정 후 양측에 금속봉을 근육 내에 삽입하는 것이 가장 좋은 결과를 나타내는 것으로 평가되고 있다.^{20,21)} 또한, 연장술시 고정 부에 안정성을 주기 위하여 근위부와 원위부의 고정 부위에는 골이식을 통한 후방 유합술을 선택적으로 시행하는 것을 권유하고 있다.²¹⁾

본 연구에서 저자들은 성장형 금속봉은 두 절개부위의 척추 주위 근육을 통하여 삽입하여 척추경 나사에 연결하였으며, 다른 연구²¹⁾에서와 같이 강봉을 근육내에 위치하여 피하 조직에 위치하는 것보다 연부 조직 피복을 좋게 한 결과 연부 조직 감염은 평균 19.3개월의 추시 기간 동안 1례 관찰되었다. 평균 19.3개월의 추시 기간 동안 금속봉의 파손이 3례가 있었으며, 원위부 파손의 1례는 골반에 연결하기 위하여 가장 원위부를 거의 90도 가깝게 금속봉을 휘어서 연결한 연결 부위에 파손이 관찰되어, 휘어진 부위에 지속적인 부하가 가해져 피로 골절이 발생한 것을 원인으로 추측하였고, 이후 금속봉 교체를 시행하여 지속적으로 성장형 금속봉의 연장을 시행할 수 있었다(Fig. 4). 이러한 금속봉 파손을 막기 위해서는 금속봉의 재질에 대하여 개선이 필요 할 것으로 생각되며, 또한 금속봉 연결 시 부하가 한 곳에 집중되지 않도록 금속봉을 과도하게 휘는 것은 가능한 피해야 할 것으로 생각하였다. 근위부 파손 2례에서는 경직된 만곡에 대해 과도한 연장을 하여 경과 관찰 하던 중 강봉의 파손이 관찰되었고, 1례의 경우 3차례 연장술을 시행하였던 환자로 파손된 강봉을 제거한 후에 최종 유합술을 시행하였고, 다른 1례에서는 2차례 연장술 시행 후 양측의 강봉이 모두 파손되어 금속봉 교체를 시행하였다. 이는 성장형 금속봉의 제한점으로 척추의 만곡이 경직되었다고 판단되었을 때에는 무리한 연장보다는 기존의 유합술이 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. Bess 등²¹⁾은 성장형 금속봉을 이용한 환자의 연구에 있어서 중례 대비 58%의 합병증 발생률, 수술 수에 대한 합병증의 발생률은 20%로 발표 하다. 본 연구에서는 1례라도 합병증이 발생한 환자는 3명으로 전체의 43%였으며, 시행한 수술 수에 대한 합병증의 발생률은 13%로 Bess 등²¹⁾의 연구와 비교해 볼 때 비교적 낮은 수준으로 관찰되었다. 또한 합병증의 치료를 위해 시행한 수술이 계획된 수술에 대한 계획되지 않았던 수술비는 0.12로 Bess 등²¹⁾이 보고한 0.09와 비슷한 수준으로 관찰되었다.

Akbarnia 등²²⁾은 이중 성장형 금속봉을 이용한 수술을 시행한 환자에서 54%의 측만증 교정율과 1년간 평균 12mm 척추의 성장을 보고하였다. 본 연구에서 측만증 환자는 평균 42.6°(26-

47)의 교정력을 보였으며, 평균 53%의 교정율을 보였고, 흉추 1번-천추 1번의 길이는 평균 82mm(66-98) 연장되었으며, 최초 수술 후 연장술에 의한 성장은 평균 37mm(20-71)로 1년간 평균 21mm의 성장이 관찰되어 Akbarnia 등²²⁾의 연구와 비슷한 교정율과 성장율을 보여, 기형 호전과 척추의 성장이 됨을 관찰할 수 있었다.

성장형 금속봉을 사용하는데 있어 전제가 되어야 하는 것은 척추의 성장이 최초 수술 이후에도 남아 있어야 한다는 것이며 이는 이후 여러 차례의 금속봉 연장을 위한 수술의 타당성을 위한 것이기도 하다.²¹⁾ 성장형 금속봉의 제한점으로는 과도한 비만 환자와 척추의 만곡이 경직된 경우에는 강봉 파손등의 합병증의 발생률이 높아 이때는 나은 수술적 결과를 위해 기존의 유합 수술을 권할 수 있겠다. 또한, 본 연구에서 마지막 경과 관찰 시 흉추 전만각이 평균 19.5° 감소하는 결과가 나타나 추후 편평 척추를 만들 가능성이 높아 이에 대해서는 보완과 연구가 좀 더 필요 할 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로는 연구의 대상 환자군이 적다는 것과 2년 이상의 장기 추시 결과가 없는 점이다. 하지만 본 연구는 국내에서 새로이 개발된 성장형 금속봉을 이용하여 수술적 치료를 시행한 환자들에 대한 결과 보고로서 그 의의가 있다고 생각된다.

결론

본 연구에서 새로이 개발된 이중 성장형 금속봉을 이용한 교정 수술은 이전에 발표된 연구와 비교 해 볼 때 비교적 낮은 합병증 발생률을 확인할 수 있었으며, 모든 환자에서 기형의 호전과 척추의 성장이 확인되었다. 이에 새로이 개발된 이중 성장형 금속봉을 이용한 소아의 척추 기형 교정 수술은 비교적 안전하며 유용한 수술방법이라 생각된다.

REFERENCES

1. Akbarnia BA, Emans JB. Complications of growth-sparing surgery in early onset scoliosis. Spine (Phila Pa 1976). 2010;35:2193-204.
2. Vitale MG, Gomez JA, Matsumoto H, Roye DP Jr. Variability of expert opinion in treatment of early-onset scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 2011;469:1317-22.
3. Mehta M, Morel G. The non-operative treatment of infantile idiopathic scoliosis. (in Zorab PA, Siezler D eds. Scoliosis 1sted. London, Academic Press:1980.71-84.)

4. Winter RB, Moe JH. The results of spinal arthrodesis for congenital spinal deformity in patients younger than five years old. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64:419–32.
5. Davies G, Reid L. Effect of scoliosis on growth of alveoli and pulmonary arteries and on right ventricle. *Arch Dis Child.* 1971;46:623–32.
6. Dunnill M. Postnatal growth of the lung. *Thorax.* 1962;17:329–33.
7. Emery JL, Mithal A. The number of alveoli in the terminal respiratory unit of man during late intrauterine life and childhood. *Arch Dis Child.* 1960;35:544–7.
8. Thompson GH, Akbarnia BA, Kostial P, et al. Comparison of single and dual growing rod techniques followed through definitive surgery: a preliminary study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30:2039–44.
9. Elsebai HB, Yazici M, Thompson GH, et al. Safety and efficacy of growing rod technique for pediatric congenital spinal deformities. *J Pediatr Orthop.* 2011;31:1–5.
10. Kim JY, Moon ES, Chong HS, Lee SJ, Kim HS. Comparison of mechanical property of conventional rods versus growing rods for pediatric early onset scoliosis. *J Korean Soc Spine Surg.* 2010;17:177–83.
11. Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44:591–610.
12. Goldberg CJ, Moore DP, Fogarty EE, Dowling FE. Long-term results from in situ fusion for congenital vertebral deformity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27:619–28.
13. Karol LA, Johnston C, Mladenov K, Schochet P, Walters P, Browne RH. Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1272–81.
14. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. *J Pediatr Orthop.* 1989;9:541–50.
15. Shufflebarger HL, Clark CE. Prevention of the crankshaft phenomenon. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(8 Suppl):S409–11.
16. Mardjetko SM, Hammerberg KW, Lubicky JP, Fister JS. The Luque trolley revisited: review of nine cases requiring revision. *Spine (Phila Pa 1976).* 1992;17:582–9.
17. McCarthy RE, Sucato D, Turner JL, Zhang H, Henson MA, McCarthy K. Shilla growing rods in a caprine animal model: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:705–10.
18. Thompson GH, Akbarnia BA, Campbell RM Jr. Growing rod techniques in early-onset scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2007;27:354–61.
19. Campbell RM, Smith MD, Hell-Vocke AK. Expansion thoracoplasty: the surgical technique of opening-wedge thoracostomy. *Surgical technique. J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(Suppl 1):S51–64.
20. Mineiro J, Weinstein S. Subcutaneous rodding for progressive spinal curvatures: early results. *J Pediatr Orthop.* 2002;22:290–5.
21. 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.
22. 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(17 Suppl):S46–57

진행형 소아 척추 기형에 사용한 이중 성장형 금속봉의 결과

김형복 • 정현수 • 문은수 • 이환모 • 문성환 • 박진오 • 양재호 • 김학선
연세대학교 의과대학 정형외과학교실

연구 계획: 전향적 연구

목적: 새로이 개발된 이중 성장형 금속봉을 이용한 진행형 소아 척추 기형 환자의 교정에 대해 수술적 치료의 임상적, 방사선학적 결과를 통하여 그 유용성에 대해서 알아보고자 하였다.

선행문헌의 요약: 성장형 금속봉은 비교적 어린 나이에 발생하여 급격히 진행되는 소아 척추 기형에 대한 치료법으로 최근 사용되고 있으며 이에 대한 유용성과 합병증이 세계적으로 널리 보고 되고 있으나 아직 국내에는 보고가 없다.

연구 대상 및 방법: 2010년부터 2011년까지 소아 척추 기형에 대하여 성장형 금속봉을 이용한 수술적 치료를 받은 환자 중에서 1년 이상 추시 가능하였던 7명의 환자를 대상으로 하였다. 환자의 신장, 체중, 최초 수술 시의 나이, 진단, 금속봉의 연장 횟수, 흉추 1번 - 천추 1번의 길이 변화, 고정된 부위의 성장형 금속봉 연장 길이, 측만증 환자의 경우 주만곡의 Cobb 각 변화, 전만각과 후만각의 변화, 합병증 등에 대해 평가 하였다.

결과: 남자가 4명, 여자가 3명이었으며, 최초 수술 시 평균 연령은 11.6세(7-13.9)였고, 신경근육병성 측만증이 5례, 특발성 연소기 골다공증 1례, 척추 골단 이형성 1례가 있었다. 평균 금속봉 연장 횟수는 2.8회(2-4)였으며, 평균 추시 기간은 평균 19.3개월(12-24)이었고, 최초 수술 전 주만곡의 Cobb 각의 평균은 80.2° (55-136)였으며 최종 추시 주만곡의 Cobb 각은 37.6° (15-81)였다. 최초 수술 전의 전만각과 후만각의 평균은 각각 48.7° (12-101), 38.3° (9-72)였으며 최종 추시시 평균은 각각 44.5° (12-75), 18.8° (1-46)였다. 연장 기간 동안의 성장형 금속봉은 평균 46mm(33-59) 연장되었으며, 흉추 1번-천추1번의 길이는 평균 82mm(66-98) 연장 되었다. 수술 후 합병증으로는 금속봉의 파손 3례와 연부 조직 감염 1례가 있었다.

결론: 새로이 개발된 이중 성장형 금속봉을 사용한 모든 환자에서 기형의 호전, 척추의 성장이 확인되었으며, 다른 연구 보고와 비슷한 합병증을 보였다. 따라서 이중 성장형 금속봉은 진행성 소아 척추 기형에서 사용할 수 있는 유용한 치료법이라 생각된다.

색인 단어: 척추 기형, 측만증, 성장형 금속봉

약칭 제목: 이중 성장형 금속봉 치료의 결과