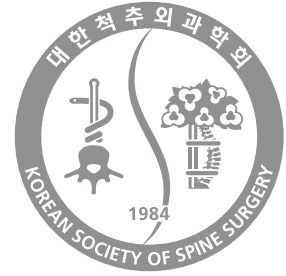


# Journal of Korean Society of Spine Surgery



## Current Treatment Options for Idiopathic Scoliosis

Hyunik Cho, M.D., Kun-Bo Park, M.D., Ph.D.

J Korean Soc Spine Surg 2022 Sep;29(3):62-68.

Originally published online September 30, 2022;

<https://doi.org/10.4184/jkss.2022.29.3.62>

**Korean Society of Spine Surgery**

Yonsei University College of Medicine 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: +82-2-831-3413 Fax: +82-2-831-3414

©Copyright 2017 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.2022.29.3.62>

---

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

# Current Treatment Options for Idiopathic Scoliosis

Hyunik Cho, M.D., Kun-Bo Park, M.D., Ph.D.

*Division of Pediatric Orthopaedic Surgery, Severance Children's Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

**Study Design:** Review article.

**Objectives:** This study aims to present the current treatment options for idiopathic scoliosis

**Summary of Literature Review:** The treatment options for idiopathic scoliosis are largely categorized into 3 groups (observation, a brace, and surgery), and the choice is made with consideration of the patient's maturity and the characteristics of the curvature.

**Materials and Methods:** A review of the previous literature was done and the current consensus on idiopathic scoliosis was summarized.

**Results:** The most frequently used surgical method is the posterior approach and fusion. Consideration of the postoperative shoulder and body balance is important with preserving mobile segments. The growth-sparing surgical technique using a growing rod can be applied in patients with early-onset scoliosis and remaining growth.

**Conclusions:** The treatment for idiopathic scoliosis should be based on the patient's age and the characteristics of the curvature.

**Key words:** Idiopathic scoliosis, Early-onset scoliosis, Brace, Operation

## 서론

척추측만증은 원인에 따라 선천성 측만증, 신경근육성 측만증, 증후군성(Syndromic) 측만증, 특발성 측만증으로 분류할 수 있다. 특발성 측만증은 아직 명백한 발생 원인이 밝혀지지 않은 상태이며, 척추측만증 중 가장 흔한 형태로 전체 측만증의 85%를 차지한다.<sup>1)</sup> 발현 시기에 따라 0~3세의 유아기(Infantile), 3~10세의 연소기(Juvenile), 10세 이상의 청소년기(Adolescent)로 분류한다. 최근에는 0~5세에 척추의 성장이 매우 크고 8세까지의 폐 성장이 크기 때문에 10세 이전에 발견된 척추측만증이 척추 성장 및 폐 성장에 미치는 영향이 큰 것을 고려하여 조기발현형 척추측만증(Early onset scoliosis)으로 지칭하고 있다.<sup>2)</sup>

특발성 측만증은 측만증을 유발할 수 있는 기저 원인들에 대한 배제가 이루어짐으로써 진단되며, 10도 이상의 만곡과 척추체의 회전이 동반된 구조적 척추측만증을 일컫는다. 측만증이라는 단어는 관상면 상에서의 2차원 변형을 의미하지만, 실제로는 추체의 회전 변형이 동반되어 시상면 상에서도 정상 만곡이 소실되기에 척추측만증은 3차원상에서의 변형이다. 특발성 측만증의 원인으로는 구조적 이상, 대사 과정의 이상, 호르몬 체계의 이상, 근신경계의 이상, 성장의 이상, 유전자의 이상 등이 제시된 바 있다. 현재는 특발성 측만증은 복합적인 요소가 영향을 미치는 질환이며 유전적 선행 요인을 가진다는 가설이

가장 보편적으로 받아들여진다.<sup>1)</sup>

### 1. 특발성 측만증의 자연경과

특발성 측만증의 경과와 환자의 성숙도(연령, 초경 여부, 골성숙의 정도)와 만곡의 크기, 만곡의 위치로 어느 정도 예측할 수 있다. 많은 연구에서 만곡의 침부가 흉추에 있을 때, 58~100%까지의 높은 만곡 진행률이 관찰되었다. 반면, 같은 흉추 만곡의 경우에도 환자가 미성숙 할수록, 만곡의 크기가 클수록 만곡이 진행이 많이 관찰되었다. 만곡의 크기와 가장 밀접하게 연관되는 예후 인자는 폐기능이다. 그러나 폐기능이 임상적 의의를 가질 만큼의 큰 저하를 일으키는 경우는 조기발현형

**Received:** July 7, 2022

**Revised:** July 8, 2022

**Accepted:** August 8, 2022

**Published Online:** September 30, 2022

**Corresponding author:** Kunbo Park, M.D., Ph.D.

**ORCID ID:** Hyunik Cho: <https://orcid.org/0000-0001-5054-9462>

Kun-Bo Park: <https://orcid.org/0000-0002-8839-4870>

Department of Orthopaedics, Yonsei University College of Medicine, 50-1

Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Korea

**TEL:** +82-2-2228-2180, **FAX:** +82-2-363-1139

**E-mail:** pedoskbp@yuhs.ac

척추측만증에서 주로 발생하며, 청소년기 특발성 측만증에서는 그 빈도가 높지 않다.<sup>2)</sup> 그러나, 통증과의 연관성이 보고되고 있고, 체간 불균형과 미용적 문제가 자존감에 영향을 끼칠 수 있는 것으로 보고되고 있다.<sup>1)</sup> 특발성 측만증에 대해 시행하는 비수술적 치료의 목표는 만곡의 진행을 막는 것이며, 수술적 치료의 목표는 만곡을 교정하고 유지하는 것이다.

## 2. 특발성 측만증의 보존적 치료

특발성 측만증의 치료 방침은 관찰(Observation), 보조기(Brace), 수술(Surgery)로 나눌 수 있다. 골성숙이 아직 다 이루어지지 않은 20~25도 미만의 만곡을 가진 환자들, 골성숙이 이루어진 후 40도 미만의 만곡을 가진 환자들에 대해서는 추적 관찰의 주기를 조절하며 만곡의 진행을 추시할 수 있다. 1년 이상 성장이 남아있는 환자에서 5도 이상의 만곡 진행을 보이는 25~40도의 만곡을 가진 환자군에 대해서는 보조기 치료로 만곡의 진행을 막는 치료를 시행해 볼 수 있다. 보조기는 만곡을 교정하지는 못하기에 성장이 끝난 환자에게는 부적합한 치료이다. 45도 이상의 만곡, 25도 이하이면서 진행하지 않는 만곡, 흉부 전만증(Thoracic lordosis)이 동반된 만곡, 보조기 착용이 어려운 환경에 놓인 환자들은 보조기 치료에 부적합하다. 다양한 종류의 보조기가 있으나, 첨부가 제 8흉추보다 근위부 일 때는 Milwaukee 보조기, 그 이하일 때는 TLSO 보조기를 적용하는 것이 보편적이다. 보조기 효과에 대해서는 여러 의견이 있었으나, 18시간 이상 TLSO 보조기를 착용한 전향적 연구에서 미착용군에서는 48%가, 착용군에서는 72%가 수술적 치료를 필요로 하지 않았기에 TLSO 보조기는 수술로의 진행을 막는 효과가 인정되고 있다.<sup>3)</sup> 보조기 착용 시간이 효과에 많은 영향을 끼치나, 13시간 이상 보조기 착용을 지속적으로 한 환자군에서는 90%의 성공률이 관찰되었고 12~16시간 착용과 16시간 이상 착용에서 각도의 진행에 차이가 없었기에 환자의 순응도를 보아 12시간 이상을 권유하는 것이 적절하다.<sup>4)</sup> 보조기 치료에도 불구하고 만곡이 진행할 확률은 10~15% 정도로 보고된다. 만곡의 진행 원인으로는 40도 이상의 큰 만곡, 유연성이 낮은 만곡, 어린 연령, 환자의 낮은 보조기 순응도, 흉추 전만이 심한 경우 등이 제시되고 있으며, 만곡 형태의 측면에서는 상부 흉추 만곡, 이중 흉추 만곡 등이 보조기 치료의 나쁜 예후 인자로 제시된다.<sup>4)</sup>

## 3. 특발성 측만증의 수술적 치료

### 1) 수술적 치료의 적응증과 원칙

특발성 측만증에 대한 수술적 치료의 보편적 적응증은 45도 이상의 만곡을 가진 골성숙이 이뤄지지 않은 환자들과 50도 이상의 만곡을 가진 골성숙한 환자들이다. 유합술의 원칙은 모든

주만곡에서 유합술을 시행할 것과 주만곡 내의 모든 추체에 대해서 유합술을 시행할 것, 만곡 상부의 중립위 추체로부터 하부의 중립위 추체까지 시행할 것, 유합의 가장 하단은 안정 추체여야 하고, 천골위에서 균형을 취한 상태이며, 안정대 내에 위치하여야 한다는 것과 흉추의 후만각과 요추의 전만각은 최대한 정상에 가깝게 하여야 한다는 것이다.

### 2) 전방 교정 및 유합술

전방 척추유합술은 전통적으로 독립된 흉요추 측만, 요추 측만에 대해 주로 사용되어왔으며 관상면과 시상면 상 관찰되는 교정, 환자의 몸통 균형, 유합 구간(level)에 대해서 만족스러운 결과를 보여준다. 다만, 고정물의 파손, 가관절증 등의 문제가 발생할 수 있다는 단점이 존재한다. 전방 척추유합술은 비디오와 흉강경을 이용한 최소 침습 수술로 발달해 왔고, Crankshaft phenomenon을 예방하는 등의 장점이 존재한다.<sup>5)</sup> 하지만, 폐기능에 부정적인 영향을 미칠 가능성을 배제할 수 없고 척추경 나사못 기술의 발달로 인해 현재는 후방 유합술이 보다 보편적으로 사용되고 있다.

### 3) 후방 교정 및 유합술

청소년기 특발성 척추측만증의 수술적 치료 방법은 Harrington의 첫 기기 교정술 후 Cotrel-Dubousset의 강봉 회전술을 통한 3차원 교정이 소개되며 많은 발전을 이루었다. 흉추 척추경 나사못의 도입은 보다 강력한 교정을 담보하게 되면서 전방 수술 없이 후방 교정술만으로도 효과적인 수술을 할 수 있게 되었다.<sup>6)</sup> 더불어 추체 회전술의 개념은 척추체의 회전 변형에 대한 교정도 가능하게 하였다.<sup>7)</sup> 척추경 나사못의 강력한 고정 효과를 이용한 추체 회전술은 흉추부에서는 추체에 연결된 늑골의 변형 교정을 도모할 수 있고, 하위 고정 추체에서의 추체 회전술은 고정 부위 하방의 운동성이 보전된 만곡의 호전 혹은 유지를 도모할 수 있다.<sup>8,9)</sup>

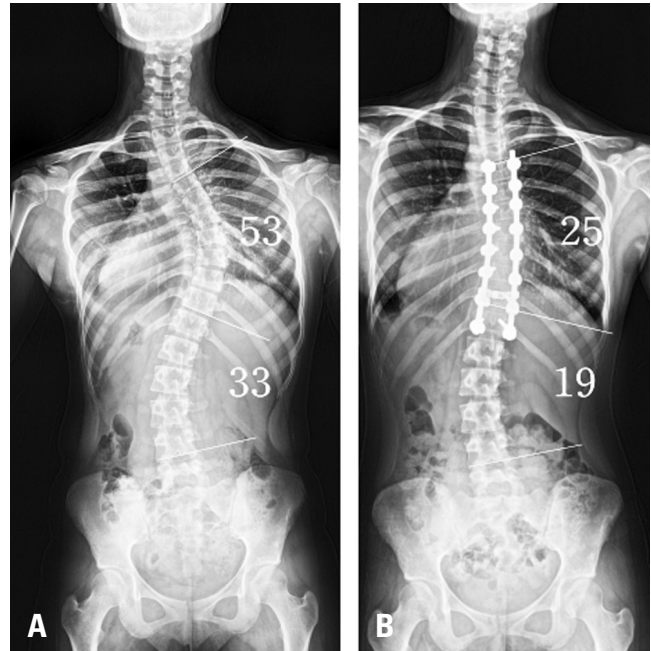
후방교정 및 유합술 시에 유합 범위의 결정을 위해 여러가지 분류법이 제시되었다. King 분류는 척추 전후면 방사선 사진상의 만곡을 흉추 만곡을 기준으로 분류한 방법으로 이해가 쉬우나 Harrington 시대의 방법이라 척추경 나사못수술에는 적용이 다르고 시상면 상에서의 변형은 고려하지 않았다는 문제가 있다.<sup>10)</sup> Lenke의 분류는 스트레스 방사선 사진 상에서의 유연성을 평가하여 반드시 유합해야 하는 구조적 만곡과 유연한 비구조적 만곡을 분류하며, 시상면 상에서의 변형도 고려하였다는 장점이 있으나 분류가 다양하여 이해가 다소 어렵다.<sup>11)</sup> Suk 분류는 중립 척추와 하위 고정 척추에 대한 고려가 추가된 가장 최근의 분류법으로 척추경 나사못을 이용한 교정에 근거한 분류로 추체 회전술을 시행할 시에 반드시 적용되어야 하는 분류

법이다.<sup>12)</sup> 특히 흉요추 구조적 만곡에 대한 수술 시 하위 고정 척추 결정이 어려운데, 추체 회전술을 이용하여 하위 고정 척추체의 회전을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다.

후방 유합술 시 최근의 고려 사항은 술 후 어깨 불균형의 방지 및 요추 운동 분절 보존과 적절한 교정을 위한 하위 고정 척추 결정이다. 술 후 어깨 불균형은 대개 Lenke 분류 상 구조적 근위 흉추 만곡 혹은 King 분류 상 제 1흉추의 경사를 고려하지 않은 수술에서 발생하나, 이외에도 여러가지 요인이 연관되어 있다.<sup>13)</sup> 근위 흉추 만곡이 어깨 불균형과 연관이 있다고 생각되나, 주 흉추 만곡의 교정 후 점진적인 교정도 보고되고 있으며, 근위 흉추 만곡이 남아 있더라도 어깨 균형은 유지된다는 보고도 있다. 그러나, 근위 흉추 만곡이 유연성이 적은 경우가 많아 Lenke 분류 상 구조적 근위 흉추 만곡에서는 술 후 어깨 불균형을 고려하여 유합에 포함해야 한다는 의견이 우세하다.<sup>14)</sup> 근위 흉추 만곡을 수술 범위에 포함할 때 척추경의 직경이 매우 작기 때문에 나사못 삽입이 어려운데 척추체의 회전에 맞추어 방사선 입사각을 조정 하면 나사못 삽입이 보다 용이하다.<sup>15)</sup> 근위 흉추 만곡이 주만곡에 비해 저교정 되는 것 또한 술 후 어깨 불균형의 관련인자로 생각되는데, 근위 흉추 만곡은 주 흉추만곡과 척추체의 회전이 반대이기 때문에 한 개의 강봉으로 회전 시에는 근위 흉추의 후만 감소와 함께, 관상면 상 교정에 영향을 줄 수 있어 강봉 회전에 의한 교정이 어렵다. 근위 흉추와 주 흉추 만곡을 따로 교정하는 방법으로 시상면의 적절한 교정과 함께 각각의 만곡을 높은 교정률로 교정할 수 있다.<sup>16)</sup> 다른 방법으로는 상대적으로 척추경의 직경이 넓은 만곡의 볼록 부위에 나사못을 삽입하여 교정하거나 일시적으로 근위 흉추 만곡을 신연하여 단일 만곡으로 전환하여 교정하는 방법도 있다.<sup>17,18)</sup>

구조적 흉요추/요추 만곡의 교정 시에는 하위 고정 추체의 결정이 어렵다. 제 4요추까지 고정할 경우 만곡의 교정률은 높아지지만 요추의 운동 분절이 하나 더 줄어든다는 문제가 있어 앞서 언급한 바와 같이 하위 고정 추체의 회전술로 교정 범위를 줄이면서 회전을 교정하는 방법이 적용된다.<sup>19)</sup> 특히 천추와 제 5요추에 변형이 있는 경우에는 몸통 균형 및 요추 가동 분절을 더욱 고려하여야 한다.<sup>20,21)</sup> 이러한 경우 수술 중 하위 고정 추체 하방의 척추체 경사 및 제 3요추 교정 후 장기 추시 시 하위 고정 추체 하방의 디스크 각도 유지를 고려하여 하위 고정 추체를 결정하는 것이 좋겠다.<sup>22,23)</sup> 반면, 일시적으로만 제 4요추까지 교정하고 추후 나사못을 제거하여 요추 가동 분절을 확보하는 수술법에서 교정이 유지됨이 보고된 바 있다.<sup>24)</sup>

지난 20년간 전방 수술은 Lenke type 1의 측만증에서는 81%에서 0%로 Lenke type 5의 형태에서는 78%에서 0%로 감소하였다. 또한 효과적인 교정과 함께 흉곽성형술(Thoracoplasty) 또한 76%에서 20%로 감소하였다. 반면, 유합 범위는 하위 고



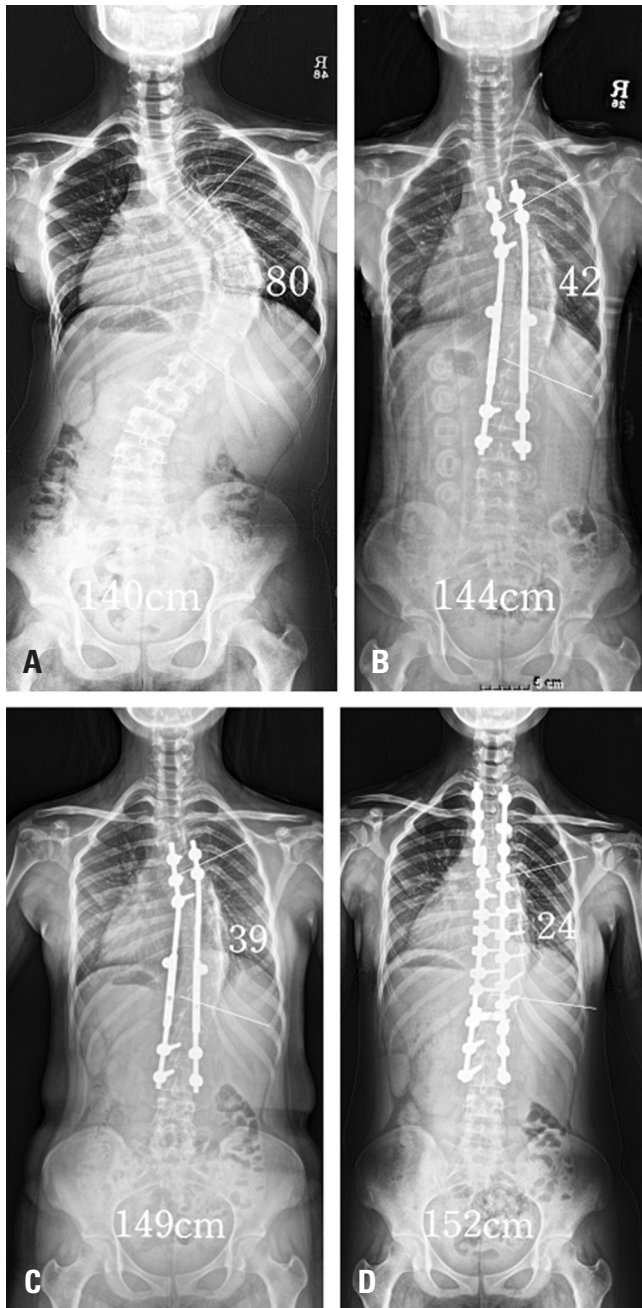
**Fig. 1. (A)** A 15-year-old girl had a structural curve at T5-T11 (53° in the standing view and 26° in the stress view) and a non-structural curve at T11-L4 (33° in the standing view and 4° in the stress view). Selective thoracic fusion was performed from T5 to T11. **(B)** At postoperative 6 months, the Cobb angles at T5-T11 and T11-L4 were 25° and 19°, respectively, in the standing view.

정 추체가 더 원위부로 이동하면서 증가하는 경향도 나타났다.<sup>25)</sup> 향후 척추측만증 수술의 발전은 최소 침습 수술 및 척추 운동 분절의 확보로 생각된다. 최근의 최소 침습 수술은 2~3개의 3~5 cm의 후방 절개 후 근육 사이 접근을 통해 경피적 나사못 고정을 시행하고 교정하는 방법이다.<sup>26)</sup> 유연한 만곡에서 기존의 후방 유합술과 비교하여 유사한 결과를 보였고, 합병증이 적다고 보고되고 있다. 선택적 유합술은 두 개의 만곡이 있을 때 주만곡만 유합하고 다른 만곡은 주만곡의 교정 정도에 따라 점진적인 자연 교정을 도모하는 수술이다. 최근의 10년 추시 연구에서 흉추부 만곡의 선택적 유합술 후 평균적으로 술 전 44도의 흉요추 만곡은 술 후 30도로 교정되고 점진적으로 26도까지 호전되었다고 하였다. 또한 흉요추 만곡의 선택적 유합술 후에도 흉추부 만곡은 술 전 25도에서 술 후 20도로 교정되었고 점진적으로 16도까지 교정되었다고 하였다(Fig. 1).<sup>27)</sup>

#### 4) 조기발현형 척추측만증의 치료

조기발현형 척추측만증의 치료에서 중요한 것은 교정뿐만 아니라 성장이 이루어져야 한다는 점이다. 흉부의 성장이 5세까지 빨리 이루어지고 폐포의 성장이 8세까지 이루어지므로 이 시기의 척추의 성장은 폐성장에도 밀접하게 연관되어 있다.<sup>2)</sup>





**Fig. 2.** (A) A 10-year-old girl was 140 cm, and the Cobb angle at T6-T12 was 80°. (B) After growing rod application, the Cobb angle at T6-T12 improved to 42° and the height was 144 cm. (C) After performing lengthening three times during one and half years, the height increased to 149 cm. (D) After final correction and fusion, the height was 152 cm and the Cobb angle at T6-T12 was 24°.

또한 조기의 교정과 후방 유합술은 Crankshaft 현상을 유발할 수 있기에 성장에 따른 조절이 필요하다. 전통적인 성장형 강봉 수술과 자석을 이용하여 수술 없이 연장을 하는 자성 성장형 강

봉(MAGEC)이 있다. 전통적인 성장형 강봉 수술의 경우 보통 6개월에 한번 전신마취하에 연장을 시행하며 자성 성장형 강봉의 경우 환자의 성장에 따라 2-3개월 마다 연장을 시행한다. 성장 종료 후에 고정물의 제거, 유지, 혹은 최종 유합술 사이에 여러 의견이 있으나 유합없는 고정물의 제거는 교정의 소실을 유발할 수 있다(Fig. 2).<sup>28)</sup>

최근에는 성장 억제제를 통해 점진적인 교정을 하며 유합을 하지 않아 운동 범위를 유지하는 수술이 소개된 바 있다. 전방 척추 분절 성장 억제 수술(anterior spinal growth tethering)은 흉강경을 이용한 최소 침습 수술이면서 성장 조절을 통하여 교정하는 수술로서 분절간 유합을 행하지 않기 때문에 척추의 운동 범위를 유지한다는 장점이 있다. 평균 11세의 환자를 대상으로 술 후 2년 추시를 보고한 최근 연구에서 51%의 교정을 보고한 바 있다. 반면, 후속 연구에서는 교정 범위가 다양하고 17명의 환자 중 7명에서 과교정 혹은 교정 완료로 내고정물을 제거하는 수술이 필요하였고 후방 유합술이 4명에서 시행되었다고 하였다.<sup>29)</sup> 그럼에도 59% (10/17)에서 성공적이라고 하였으니, 청소년기에 보조기 혹은 성장형 강봉의 적응이 어려운 경우 적용될 수 있다고 생각되며, 향후 적응증에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

#### 5) 수술적 치료의 합병증

수술 기구와 수술 중 신경 모니터링의 발전으로 그 발생율이 현저히 감소하였으나 술 후 신경 손상은 여전히 가장 두려운 합병증이며 0.3-1.4%로 보고되고 있다. 2006년 척추측만증 연구회(Scoliosis Research Society)의 보고에서는 0.5%의 발생율이 있었으나 완전 마비는 없고 61%는 완전 회복하였다고 하였다.<sup>30)</sup> 수술 후 지연성 마비도 보고된 바 있어, 술 후 48시간은 주의 깊은 관찰이 필요하다. 수술 후 방사선 사진의 추적 관찰 시에는 만곡의 선택적 유합술 후 남은 만곡에서 새로운 커브가 시작되는 현상(Adding-on)이나 근위 고정 추체 상방에서 10도 이상의 후만이 진행되는 현상(Proximal junctional kyphosis)에 대한 주의가 필요하다.

## 결론

특발성 측만증은 아직까지 원인이 불명확한 진단으로 성장 과정에 만곡이 진행한다는 자연 경과와 심한 만곡이 호흡 기능에 위험인자가 될 수 있고 통증이 발생할 수 있다는 사실에 근거하여 치료한다. 따라서 환자의 근골격계 성숙도와 잔여 성장을 고려하여 적절한 치료를 시행하여야 한다. 수술적 치료 시에는 만곡의 교정뿐만 아니라, 어깨 및 체간의 균형과 가능한 많은 척추 운동 분절의 보전을 목표로 하여야 한다.

## REFERENCES

- Weinstein SL, Dolan LA, Cheng JCY, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*. 2008;371(9623):1527–37. DOI: 10.1016/s0140-6736(08)60658-3.
- Karol LA. The Natural History of Early-onset Scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2019 Jul;39(Issue 6, Supplement 1 Suppl 1):S38–S43. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001351.
- Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, et al. Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *N Engl J Med*. 2013 Oct 17;369(16):1512–21. DOI: 10.1056/NEJMoa1307337.
- Karol LA, Virostek D, Felton K, et al. Effect of Compliance Counseling on Brace Use and Success in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2016 Jan 6;98(1):9–14. DOI: 10.2106/JBJS.O.00359.
- Kim HS, Lee CS, Jeon BH, et al. Sagittal Plane Analysis of Adolescent Idiopathic Scoliosis after VATS (Video-Assisted Thoracoscopic Surgery) Anterior Instrumentation. *Yonsei Medical Journal*. 2007;48(1):90–6.
- Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Segmental Pedicle Screw Fixation in the Treatment of Thoracic Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(12):1399–405.
- 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 (Phila Pa 1976)*. 2004;29(3):343–9.
- Kim SS, Kim JH, Suk SI. Effect of Direct Vertebral Rotation on the Uninstrumented Lumbar Curve in Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Asian Spine J*. 2017 Feb;11(1):127–37. DOI: 10.4184/asj.2017.11.1.127.
- Chang DG, Suk SI, Kim JH, et al. Long-term Outcome of Selective Thoracic Fusion Using Rod Derotation and Direct Vertebral Rotation in the Treatment of Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis More Than 10-Year Follow-up Data. *Clin Spine Surg*. 2020;33:E50–E7.
- King HA, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65(9):1302–13.
- Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent Idiopathic Scoliosis A NEW CLASSIFICATION TO DETERMINE EXTENT OF SPINAL ARTHRODESIS. *J Bone Joint Surg Am*. 2001;83(8):1169–81.
- Suk SI, Kim JH, Kim SS, et al. Pedicle screw instrumentation in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). *Eur Spine J*. 2012 Jan;21(1):13–22. DOI: 10.1007/s00586-011-1986-0.
- Suk SI, Kim WJ, Lee CS, et al. Indications of Proximal Thoracic Curve Fusion in Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis Recognition and Treatment of Double Thoracic Curve Pattern in Adolescent Idiopathic Scoliosis Treated With Segmental Instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(18):2342–9.
- Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, et al. Five major controversial issues about fusion level selection in corrective surgery for adolescent idiopathic scoliosis: a narrative review. *Spine J*. 2017 Jul;17(7):1033–44. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.03.020.
- Lee CS, Cho JH, Hwang CJ, et al. The Importance of the Pedicle Diameters at the Proximal Thoracic Vertebrae for the Correction of Proximal Thoracic Curve in Asian Patients With Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2019 Jun 1;44(11):E671–E8. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002926.
- Lee CS, Park S, Lee DH, et al. Is the Combination of Convex Compression for the Proximal Thoracic Curve and Concave Distraction for the Main Thoracic Curve Using Separate-rod Derotation Effective for Correcting Shoulder Balance and Thoracic Kyphosis? *Clin Orthop Relat Res*. 2021 Jun 1;479(6):1347–56. DOI: 10.1097/CORR.0000000000001643.
- Sudo H, Abe Y, Abumi K, et al. Surgical treatment of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis with a rigid proximal thoracic curve. *Eur Spine J*. 2016 Feb;25(2):569–77. DOI: 10.1007/s00586-015-4139-z.
- Tsirikos AI, Mataliotakis G, Bounakis N. Posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis using a convex pedicle screw technique: a novel concept of deformity correction. *Bone Joint J*. 2017 Aug;99-B(8):1080–7. DOI: 10.1302/0301-620X.99B8.BJJ-2016-1351.R1.
- Chang DG, Yang JH, Suk SI, et al. Importance of Distal Fusion Level in Major Thoracolumbar and Lumbar Adolescent Idiopathic Scoliosis Treated by Rod Derotation and Direct Vertebral Rotation Following Pedicle Screw Instrumentation. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 Aug 1;42(15):E890–E8. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001998.

20. Lee CS, Ha JK, Kim DG, et al. The clinical importance of sacral slanting in patients with adolescent idiopathic scoliosis undergoing surgery. *Spine J.* 2015 May 1;15(5):834-40. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.01.023.
21. Lee CS, Ha JK, Kim DG, et al. The clinical importance of lumbosacral transitional vertebra in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2015 Sep 1;40(17):E964-70. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000945.
22. Lee CS, Park KB, Hwang CJ, et al. Prediction of long-term postoperative results of disc wedge and vertebral tilt with intraoperative prone radiograph in posterior correction of thoracolumbar/lumbar curve in adolescent idiopathic scoliosis: a minimum 5-year follow-up. *Spine J.* 2022 Mar;22(3):463-71. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.09.002.
23. Cho JH, Lee CS, Lee DH, et al. Disc Wedge and Vertebral Body Tilt Angle Below Lower Instrumented Vertebra After Posterior Correction and Fusion in Patients With a Structural Thoracolumbar/Lumbar Curve: A Minimum 5-Year Follow-up. *Spine (Phila Pa 1976).* 2019 Dec 15;44(24):E1436-E42. DOI: 10.1097/BRS.00000000000003164.
24. Yang JH, Shin JW, Park SR, et al. Transient fixation of L4 vertebra preserves lumbar motion and function in Lenke Type 5C and 6C scoliosis. *Sci Rep.* 2021 May 13;11(1):10192. DOI: 10.1038/s41598-021-89674-7.
25. Hasler CC. A brief overview of 100 years of history of surgical treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *J Child Orthop.* 2013 Feb;7(1):57-62. DOI: 10.1007/s11832-012-0466-3.
26. Yang JH, Chang DG, Suh SW, et al. Safety and effectiveness of minimally invasive scoliosis surgery for adolescent idiopathic scoliosis: a retrospective case series of 84 patients. *Eur Spine J.* 2020 Apr;29(4):761-9. DOI: 10.1007/s00586-019-06172-1.
27. Louer C, Jr., Yaszay B, Cross M, et al. Ten-Year Outcomes of Selective Fusions for Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2019 May 1;101(9):761-70. DOI: 10.2106/JBJS.18.01013.
28. Kocyyigit IA, Olgun ZD, Demirkiran HG, et al. Graduation Protocol After Growing-Rod Treatment: Removal of Implants without New Instrumentation Is Not a Realistic Approach. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Sep 20;99(18):1554-64. DOI: 10.2106/JBJS.17.00031.
29. Newton PO, Kluck DG, Saito W, et al. Anterior Spinal Growth Tethering for Skeletally Immature Patients with Scoliosis: A Retrospective Look Two to Four Years Postoperatively. *J Bone Joint Surg Am.* 2018 Oct 3;100(19):1691-7. DOI: 10.2106/JBJS.18.00287.
30. Coe JD, Arlet V, Donaldson W, et al. Complications in spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis in the new millennium. A report of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee. *Spine (Phila Pa 1976).* 2006;31(3):345-9.

## 특발성 척추측만증 치료의 최신 지견

조현익 · 박건보

연세대학교 의과대학 세브란스 어린이병원 소아청소년 정형외과

**연구 계획:** 문헌고찰

**목적:** 특발성 척추측만증의 치료 방법에 대한 최신 지견을 소개한다.

**선행 연구문헌의 요약:** 특발성 척추측만증의 치료는 크게 경과 관찰, 보조기, 수술로 분류되며 환자의 근골격계 성숙과 만곡의 특징에 따라 치료 방침을 결정할 수 있다.

**대상 및 방법:** 기존 문헌들을 검토하며 현재까지 척추측만증에 대하여 연구 및 정립된 사항들에 대하여 고찰하였다.

**결과:** 후방교정 및 유합술이 현재 가장 보편적인 수술적 치료로 여겨진다. 단, 술 후 어깨 및 체간의 균형과 함께 척추 가동 분절의 보전을 고려하여야 한다. 성장이 많이 남은 환아에선 성장형 강봉을 통한 수술법을 고려할 수 있다.

**결론:** 척추측만증의 치료 시에는 환자의 나이와 만곡의 형태를 분석하여 최적의 치료를 결정하여야 한다.

**색인 단어:** 특발성 척추측만증, 조기발현형 척추측만증, 보조기, 수술

**약칭 제목:** 특발성 척추측만증

**접수일:** 2022년 7월 7일

**수정일:** 2022년 7월 8일

**게재확정일:** 2022년 8월 8일

**교신저자:** 박건보

서울시 서대문구 연세로 50-1 연세대학교 의과대학 정형외과학교실

**TEL:** 02-2228-2180

**FAX:** 02-363-1139

**E-mail:** pedoskbp@yuhs.ac