

## آیا پرتونگاری‌های خمیده به طرفین قبل از جراحی در اسکولیوز ایدیوپاتیک می‌توانند میزان اصلاح بعد از عمل را به درستی پیش‌بینی کنند؟

\*دکترابراهیم عامری، \*دکتر حسین وحید طاری، \*دکتر حسن قندهاری، \*دکتر حمید بهتاش، \*دکتر بهرام مبینی،  
\*دکتر محمد صالح گنجویان، \*\*دکتر افشین احمدزاده حشمتی، \*\*\*دکتر آرش متقی  
«دانشگاه علوم پزشکی تهران»

### خلاصه

**پیش‌زمینه:** به منظور بررسی‌های قبل از عمل جراحی در بیماران اسکولیوز، پرتونگاری ایستاده و خمیده به طرفین انجام می‌شود که به وسیله آن می‌توان اندازه و میزان انعطاف‌پذیری اسکولیوز تعیین و روش درمانی مناسب برای هر بیمار را مشخص نمود. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین زاویه اسکولیوز در پرتونگاری خمیده به طرفین و اندازه نهایی اسکولیوز باقی‌مانده پس از جراحی و پاسخ به این سوال است که آیا می‌توان استفاده از پرتونگاری‌های خمیده به طرفین میزان اصلاح بعد از عمل جراحی را پیش‌بینی نمود؟

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه که به صورت مقطعی انجام شد، ۸۳ بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک بررسی و براساس طبقه‌بندی «لنکه» گروه‌بندی شدند. زاویه اسکولیوز در پرتونگاری‌های ایستاده و خمیده به طرفین در هر گروه توسط دو جراح ستون فقرات به صورت جداگانه اندازه‌گیری و با پرتونگاری‌های بعد از عمل جراحی مقایسه شدند.

**یافته‌ها:** در تمام گروه‌ها بین اندازه زاویه اسکولیوز در پرتونگاری خمیده به طرفین قبل از عمل جراحی و زاویه اسکولیوز بعد از عمل جراحی اختلاف معنی‌دار وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** با استفاده از پرتونگاری‌های خمیده به طرفین نمی‌توان میزان نهایی اصلاح اسکولیوز به وسیله عمل جراحی را به طور دقیق پیش‌بینی نمود.

**واژه‌های کلیدی:** اسکولیوز، پرتونگاری، قابلیت خمیدگی

دریافت مقاله: ۱۱ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۲ بار؛ پذیرش مقاله: ۱ ماه قبل از چاپ

## Is There a Good Correlation between Pre-Operative Spine Bending Films and Post-Operative Values in Curve Magnitude in Idiopathic Scoliosis?

\*Ebrahim Ameri, MD; \*Hossein Vahidvari, MD; \*Hassan Ghandhari, MD; \*Hamid Behtash, MD; \*Bahram Mobini, MD;  
\*Mohammad Saleh Ganjavian, MD; \*\*Afshin Ahmadzadeh Heshmati, MD; \*\*\*Arash Motaghi, MD

### Abstract

**Background:** Standing and bending radiographies are pre-operative studies performed in patients with scoliosis to determine flexibility and appropriate treatment planning. The purpose of this study is to find correlation between pre-operative supine bending radiography and final scoliosis correction after surgery to find out if pre-operative bending radiographies could predict post operative final scoliosis correction.

**Methods:** In a cross-sectional study, 83 patients with idiopathic scoliosis were studied and grouped based on Lenke classification of idiopathic scoliosis. Scoliosis curve was measured in standing and bending radiographs by 2 spine surgeons separately and the measurements were compared with post-operative curves.

**Results:** The post-operative measurements were always different from pre-operative bending film values.

**Conclusion:** We cannot predict final scoliosis precisely from pre-operative supine bending radiographs in patients with idiopathic scoliosis.

**Keywords:** Scoliosis; Radiography; Pliability

Received: 11 months before printing ; Accepted: 1 month before printing

\*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, IRAN.

\*\*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, IRAN.

\*\*\*Orthopaedic Surgeon, Orthopaedic Department, Hamedan University of Medical Sciences, Hamedan, IRAN.

**Corresponding author:** Afshin Ahmadzadeh Heshmati, MD

Kerman University of Medical Science, Shahid Bahonar Hospital, Gharanie St, Kerman, Iran

E-mail: aahorthoped@gmail.com

## مقدمه

چرخش و انحراف ستون فقرات از خط وسط به طرفین بیش از ۱۰ درجه را اسکولیوز می‌گویند<sup>(۱)</sup> و ممکن است علت پیدایش آن مشخص یا نامشخص باشد که مورد اخیر را اسکولیوز ایدیوپاتیک می‌نامند. تشخیص این بیماری به‌وسیله معاینات بالینی و انجام پرتونگاری ستون فقرات انجام می‌شود. درمان آن به عوامل مختلف نظیر سن، اندازه زاویه اسکولیوز و انعطاف‌پذیری انحناهای اسکولیوز بستگی دارد و ممکن است اقدامات مختلفی نظیر مشاهده و تحت نظر گرفتن بیمار، گچ‌گیری، استفاده از بریس و اعمال جراحی صورت گیرد<sup>(۲-۵)</sup>. هدف از عمل جراحی اسکولیوز به‌دست آوردن یک ستون فقرات متقارن و با ثبات بر روی لگن می‌باشد. بدین منظور جراحان از روش‌های مختلف پرتونگاری استفاده می‌کنند تا بتوانند انعطاف‌پذیری ستون فقرات و در نتیجه تقسیم‌بندی انحناهای اسکولیوز، محل و اندازه فیوژن، محل گذاشتن پیچ‌ها یا قلاب‌ها و نوع جراحی لازم را مشخص نمایند. مشخص شدن انعطاف‌پذیری انحناهای اسکولیوز و ارتباط پرتونگاری‌های مختلف با میزان اصلاح اسکولیوز با عمل جراحی برای بیماران نیز اهمیت دارد چرا که آنان تمایل دارند بدانند ستون فقرات‌شان بعد از عمل جراحی به چه شکلی درمی‌آید.

در همه بیماران اسکولیوز، برای تعیین اندازه و محل انحنا، پرتونگاری‌های ایستاده از تمام ستون فقرات گرفته می‌شود. در بیمارانی که کاندید عمل جراحی می‌شوند علاوه بر محل و اندازه انحناها، انعطاف‌پذیری انحناها نیز باید مشخص گردد زیرا سخت‌بودن یا انعطاف‌پذیر بودن انحنا در تعیین روش جراحی موثر است. چنانچه انعطاف‌پذیری انحنا از حد مشخصی کمتر باشد لازم است عمل جراحی در دو مرحله از جلو و از پشت انجام شود<sup>(۶)</sup> و در صورتی که فقط جراحی از پشت مدنظر باشد باید از روش‌هایی که اصلاح بیشتری بدست می‌دهند استفاده شود مثل انواع استئوتومی‌های ستون فقرات<sup>(۶،۷)</sup>. انعطاف‌پذیری به‌وسیله روش‌های مختلف پرتونگاری قابل بررسی است. یکی از این روش‌ها پرتونگاری خمیده به طرفین<sup>۱</sup> در حالت خوابیده

آیا پرتونگاری‌های خمیده به طرفین قبل از جراحی در ...

به پشت است که به‌طور روتین در کشور ما استفاده می‌شود و در بسیاری از منابع آن را روش استاندارد طلایی می‌نامند<sup>(۸،۹،۱۰)</sup>. برای انجام این پرتونگاری ابتدا بیمار بر روی تخت رادیولوژی به پشت می‌خوابد، بدن خود را کاملاً به یک طرف خم می‌کند و پرتونگاری انجام می‌شود. سپس خود را به‌طرف مقابل خم می‌کند و مجدداً پرتونگاری صورت می‌گیرد. هدف از انجام این مطالعه پی‌بردن به این نکته است که این پرتونگاری‌ها تا چه میزان در پیش‌بینی اصلاح اسکولیوز با عمل جراحی قابل اعتماد می‌باشند.

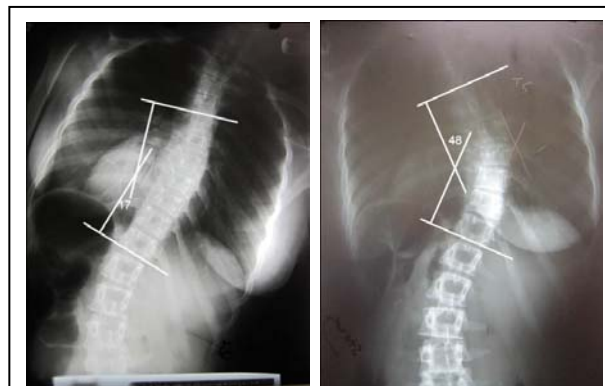
## مواد و روش‌ها

در یک بررسی مقطعی از فروردین ۱۳۸۶ تا فروردین ۱۳۸۸ بیماران دچار اسکولیوز در یک مرکز درمانی مورد بررسی قرار گرفتند. بیمارانی که اسکولیوز آنها از نوع غیرایدیوپاتیک بود از مطالعه حذف شدند. در بیماران ایدیوپاتیک آن دسته از بیمارانی که تحت درمان‌های غیرجراحی بودند و همچنین بیمارانی که جراحی شده ولی با روش‌های غیرجراحی فیوژن پشتی درمان شده بودند نیز از مطالعه خارج شدند. همچنین بیمارانی که برای جراحی فیوژن پشتی از سیستم‌هایی غیر از قلاب استفاده شده بود (نظیر سیستم‌های هارینگتون، پیچ پدیکولار و وایر ساب لامینار) نیز از مطالعه خارج شدند. بدین ترتیب ۸۳ بیمار اسکولیوز ایدیوپاتیک (۷۵ دختر، ۸ پسر) با میانگین سنی ۱۵/۲ سال (۱۲-۲۵ سال) وارد مطالعه شدند که همگی تحت عمل جراحی فیوژن پشتی ستون فقرات به‌وسیله سیستم‌های هوک‌گذاری متعدد قرار گرفته بودند. پرتونگاری تمام بیماران در یک مرکز انجام شده بود و تمامی بیماران در یک مرکز و توسط یک جراح تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند. به منظور ارزیابی، آخرین پرتونگاری بیمار قبل از عمل با اولین پرتونگاری بعد از عمل با هم مقایسه شدند و تمام زوایا توسط دو جراح ستون فقرات به‌طور مجزا اندازه‌گیری و ثبت گردید.

برای تحلیل داده‌ها از آزمون پارامتری t برای گروه‌های هم‌متا<sup>۲</sup> استفاده گردید. محاسبات آماری با نرم‌افزار SPSS انجام و سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

## یافته‌ها

برای تعیین اندازه انحنا اسکولیوز از روش اندازه‌گیری کاب استفاده شد (شکل ۱). میانگین اندازه اسکولیوز در پرتونگاری ایستاده ۵۳/۷ درجه، در پرتونگاری‌های خمیده به طرفین ۲۳/۴ درجه (شکل ۲)، و بعد از عمل جراحی ۱۱/۴ درجه بود (شکل ۳).



شکل ۱. روش کاب برای اندازه‌گیری میزان انحنا اسکولیوز



شکل ۲. زاویه اسکولیوز بعد از عمل جراحی به وسیله سیستم هوک‌های متعدد

در این مطالعه هیچ‌یک از بیماران در گروه ۴ تقسیم‌بندی «لنکه» قرار نگرفتند. همچنین در مورد گروه‌هایی که بیش از یک انحنا داشتند ملاک مقایسه انحنا اصلی بود.

جدول ۱. مشخصات پرتونگاری بیماران در گروه‌های مختلف «لنکه»

گروه «لنکه»	تعداد	میانگین اندازه اسکولیوز در پرتونگاری	
		ایستاده	خمیده به طرفین
۱	۵۳	۱۵/۴ (۲۵-۹)	۲۲/۷ (۶۰-۰)
۲	۲	۱۵/۵ (۱۷-۱۴)	۲۷/۵ (۳۵-۲۰)
۳	۸	۱۴/۸ (۲۴-۱۲)	۳۴/۱ (۵۸-۲۵)
۵	۱۵	۱۵ (۲۲-۱۳)	۱۸/۲ (۳۰-۱۰)
۶	۵	۱۴/۶ (۱۹-۱۲)	۲۸/۲ (۳۵-۲۰)

نتایج پرتونگاری بیماران در جدول ۲ نمایش داده شده است. به‌جز گروه دوم، در تمام گروه‌ها بین اندازه اسکولیوز در پرتونگاری خمیده به طرفین و اندازه اسکولیوز بعد از عمل جراحی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. این اختلاف در گروه دوم معنی‌دار نبود و فقط دو بیمار در این گروه قرار داشتند.

جدول ۲. مقایسه اندازه‌های اسکولیوز در گروه‌های مختلف «لنکه»

p-value	میانگین اندازه اسکولیوز در پرتونگاری	
	خمیده به طرفین	بعد از عمل
۰/۰۰۰	۲۲/۷±۱۰/۷ (۶۰-۰)	۱۰/۵±۷/۲ (۳۰-۰)
۰/۵	۲۷/۵±۱۰/۶ (۳۵-۲۰)	۲۵±۱۴/۱ (۳۵-۱۵)
۰/۰۰۰	۳۴/۱±۱۰/۲ (۵۸-۲۵)	۱۲/۶±۱۱/۴ (۳۲-۰)
۰/۰۰۰	۱۸/۲±۵/۸ (۳۰-۱۰)	۱۰±۴/۸ (۲۰-۵)
۰/۰۳۹	۲۸/۲±۵/۵ (۳۵-۲۰)	۱۸/۴±۴/۳ (۲۵-۱۴)

بیماران براساس تقسیم‌بندی «لنکه» گروه‌بندی شدند و مشخصات آنها در جدول ۱ نمایش داده شده است. براساس این تقسیم‌بندی، بیماران اسکولیوز ایدیوپاتیک به ۶ گروه تقسیم می‌شوند: (۱) انحنا اصلی (اصلی<sup>۱</sup>، ۲) دو انحنا سینه‌ای<sup>۲</sup>، (۳) دو انحنا اصلی سینه‌ای و کمری<sup>۳</sup>، (۴) سه انحنا اصلی<sup>۴</sup>، (۵) انحنا اصلی کمری<sup>۵</sup>، (۶) دو انحنا اصلی کمری و سینه‌ای<sup>۶</sup>.

1. Main thoracic
2. Double thoracic
3. Double major
4. Triple major
5. Thoracolumbar-lumbar

## بحث

برای تعیین انعطاف‌پذیری انحناى اسکولیوز، به‌جز معاینه بالینی از روش‌های مختلف پرتونگاری نظیر پرتونگاری خمیده به طرفین در حالت خوابیده<sup>(۸،۹،۱۱،۱۳،۱۴،۱۵)</sup>، پرتونگاری با فشار به ستون فقرات در حالت خوابیده<sup>۱(۸،۱۲،۱۵)</sup>، پرتونگاری در حالت کشش<sup>۲(۹،۱۱)</sup> و پرتونگاری خوابیده به پهلو روی یک تکیه‌گاه<sup>۳</sup> استفاده می‌شود<sup>(۱۴-۱۷)</sup>.

«کلینمن»<sup>۴</sup> و همکاران<sup>(۱۲)</sup> برای به‌دست آوردن دقت بیشتر، پرتونگاری خوابیده با فشار به پهلوها را معرفی کردند با این ایده که وارد آوردن فشار اضافی از طرفین به ستون فقرات می‌تواند انعطاف‌پذیری بیشتری را در ستون فقرات آشکار نماید. آنان ۵۸ بیمار را بررسی نمودند و دریافتند که بین پرتونگاری‌های قبل از عمل و اصلاح انحراف توسط جراحی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. در مطالعه «کلینمن» و همکاران اولاً بیماران همگن نبودند بدین معنی که علاوه بر بیماران اسکولیوز ایدیوپاتیک، بیماران مبتلا به اسکولیوزهای نوروماسکولار و نوروفیبروماتوز و اسکولیوزهای مادرزادی هم در مطالعه وارد شده بودند و ثانیاً روش درمانی برای تمام بیماران یکسان نبود. «ودانتام»<sup>۵</sup> و همکاران در یک مطالعه مشابه<sup>(۸)</sup> در ۴۰ بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک، پرتونگاری خمیده به طرفین و پرتونگاری با فشار به پهلوها در حالت خوابیده را بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که هیچ یک از پرتونگاری‌ها نمی‌توانند میزان نهایی اصلاح اسکولیوز بعد از عمل را پیش‌بینی کنند.

«واتاناب»<sup>۶</sup> و همکاران<sup>(۱۱)</sup> در مطالعه دیگر بر روی ۲۲۹ بیمار با مقایسه پرتونگاری خمیده به طرفین و پرتونگاری تحت کشش پی بردند که انعطاف‌پذیری نه فقط به اندازه انحنا، بلکه به سن و محل انحنا نیز بستگی دارد. در این بررسی در انحناهای بیشتر از ۶۰ درجه در ناحیه فقرات سینه‌ای در بیماران کمتر از ۱۵ سال، پرتونگاری تحت کشش در نشان دادن انعطاف‌پذیری

آیا پرتونگاری‌های خمیده به طرفین قبل از جراحی در ...

مؤثرتر از پرتونگاری خمیده به طرفین بود اما در انحناهای ناحیه سینه‌ای-کمری با انحناهای کمتر از ۶۰ درجه، پرتونگاری خمیده انعطاف‌پذیری را بهتر نشان داد. اما در این مطالعه بیماران براساس هیچ تقسیم‌بندی رایجی گروه‌بندی نشده بودند و انحناهای اصلی اسکولیوز و انحناهای جبرانی ثانویه همگی با هم سنجیده شده بودند. همچنین در این مطالعه انعطاف‌پذیری فقط بین این دو گروه قبل از جراحی مقایسه شده بود و بین انعطاف‌پذیری قبل از عمل و اصلاح بعد از عمل هیچ مقایسه‌ای صورت نگرفته بود.

«چنگ»<sup>۷</sup> و همکاران<sup>(۱۶)</sup> برای اولین بار پرتونگاری خوابیده به پهلو روی تکیه‌گاه و پرتونگاری خمیده به طرفین را معرفی نمودند و این روش را قبل و بعد از جراحی در ۳۰ بیمار اسکولیوز ایدیوپاتیک مورد بررسی قرار دادند. آنان دریافتند که بین پرتونگاری خمیده به طرفین قبل از جراحی و بعد از جراحی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. به‌عبارت دیگر این پرتونگاری‌ها نمی‌توانند میزان اصلاح انحناهای اسکولیوز را پیش‌بینی کنند اما در مورد پرتونگاری خوابیده به پهلو روی تکیه‌گاه، بین اندازه قبل و بعد از عمل جراحی اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. دو اشکال در این مطالعه وجود داشت: یکی تعداد کم بیماران بود و دیگر اینکه بیماران از نظر اسکولیوز تقسیم‌بندی نشده بودند و انحناها در قسمت‌های مختلف ستون فقرات با هم ارزیابی شدند. از طرف دیگر برای انجام این پرتونگاری پیدا کردن دقیق محل تکیه‌گاه اهمیت بسیار زیادی دارد که همواره با آنچه در بالین مشاهده می‌شود منطبق نیست لذا این روش امروزه به‌عنوان یک روش استاندارد در تمام بیماران استفاده نمی‌شود<sup>(۹)</sup>.

«لامار»<sup>۸</sup> و همکاران<sup>(۹)</sup> در ۱۸ بیمار دو روش پرتونگاری آویزان و خمیده به طرفین در حالت ایستاده را بررسی نمودند و نتیجه گرفتند که در انحناهای کوچک‌تر، پرتونگاری خمیده به طرفین در حالت ایستاده بیشتر می‌تواند انعطاف‌پذیری را نشان دهد اما در انحناهای بزرگ‌تر، پرتونگاری در وضعیت آویزان

1. Push-Prone
2. Traction radiography
3. Fulcrum bending
4. Kleinman
5. Vedantam
6. Watanabe

7. Cheung  
8. Lamarre

مجموع به نظر می‌رسد پرتونگاری‌هایی که تحت بیهوشی عمومی از بیمار گرفته می‌شوند دقت بیشتری در پیش‌بینی اصلاح اسکولیوز دارند<sup>(۱۰،۱۴)</sup> چرا که بدن در این حالت کاملاً شل است و عضلات هیچ ممانعت و محدودیتی ایجاد نمی‌کنند. ولی این موارد با افزایش مدت بیهوشی و افزایش خطرات بیهوشی برای بیمار و محدودیت وقت جراح برای بررسی و ارزیابی کلیشه‌های به‌دست آمده همراه است در حالی که در روش‌هایی که بیهوشی عمومی استفاده نمی‌شود فرصت کافی برای مطالعه پرتونگاری‌ها وجود دارد.

در مطالعه حاضر علاوه بر تعداد قابل قبول نمونه‌ها، بیماران کاملاً همگن انتخاب شدند به طوری که همگی دارای اسکولیوز ایدیوپاتیک بودند و همگی با یک روش جراحی یعنی فقط با جراحی از پشت و فقط با سیستم‌های قلاب‌های متعدد درمان شده بودند. همچنین بیماران براساس تقسیم‌بندی «لنکه» در گروه‌های متفاوت قرار گرفتند و هر گروه جداگانه بررسی شد تا نقایص موجود در برخی مطالعات حذف گردد.

باتوجه به نتایج مطالعه حاضر و مطالعات مشابه چنین به نظر می‌رسد که برای بررسی‌های قبل از عمل جراحی اسکولیوز، استاندارد دیگری باید جایگزین پرتونگاری‌های خمیده به طرفین شود تا جبران نقایص آن را بنماید.

### نتیجه‌گیری

این بررسی نشان داد که از روی پرتونگاری‌های خمیده به طرفین قبل از عمل نمی‌توان به‌طور دقیق پیش‌بینی کرد که بیمار بعد از جراحی چه اندازه اصلاح به‌دست خواهد آورد.

1. Liu

مؤثرتر است. در اینجا نیز انعطاف‌پذیری با میزان اصلاح بعد از عمل مقایسه نشد.

«لیو»<sup>۱</sup> و همکاران<sup>(۱۴)</sup> در یک مطالعه بر روی ۵۸ بیمار به پرتونگاری‌های خمیده به طرفین در حالت خوابیده، خوابیده با فشار به پهلوها و پرتونگاری در حالت کشش تحت بیهوشی عمومی را مقایسه کردند و دریافتند که در انحناهای فقرات سینه‌ای، انعطاف‌پذیری پرتونگاری خمیده به طرفین و پرتونگاری در حالت کشش تحت بیهوشی عمومی به یک اندازه بود اما بین مقادیر آنها با اصلاح بعد از عمل جراحی اختلاف معنی‌دار وجود داشت در حالی که در انحناهای فقرات سینه‌ای-کمتری این مقادیر با اصلاح بعد از عمل اختلاف معنی‌دار نداشتند. در مورد پرتونگاری‌های خوابیده با فشار به پهلوها، هم در فقرات سینه‌ای و هم در فقرات سینه‌ای-کمتری زوایای قبل و بعد از عمل اختلاف معنی‌دار داشتند اما یک یافته متناقض این مطالعه با تحقیق «واتاناب» این بود که در این مطالعه انحناهای بیشتر از ۶۰ درجه انعطاف‌پذیری بیشتری با پرتونگاری‌های خمیده به طرفین و در حالت کشش تحت بیهوشی عمومی داشتند.

«چنگ» و همکاران<sup>(۱۷)</sup> نیز با بررسی ۳۵ بیمار مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک از گروه ۱ تقسیم‌بندی «لنکه» به این نتیجه رسیدند که در این بیماران بین پرتونگاری‌های خوابیده با فشار به پهلوها قبل از عمل جراحی و اصلاح انحنا بعد از جراحی اختلاف معنی‌دار وجود داشت بدین معنا که جراحی نتیجه بهتری نسبت به اندازه پرتونگاری‌های قبل از عمل به‌دست داد و هرچه انحنا انعطاف‌پذیری کمتر بود این اختلاف بیشتر شد.

مطالعات مختلفی به‌منظور تعیین بهترین روش برای پیش‌بینی اصلاح صورت گرفته که با نتایج مختلفی همراه بوده‌اند اما در

### References

1. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-A(8):1169-81.
2. Shaughnessy WJ. Advances in scoliosis brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(4):469-75.
3. D'Astous JL, Sanders JO. Casting and traction treatment methods for scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(4):477-84.

4. Guille JT, D'Andrea LP, Betz RR. Fusionless treatment of scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(4):541-5.
5. Rose PS, Lenke LG. Classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: treatment guidelines. *Orthop Clin North Am.* 2007;38(4):521-9.
6. Lenke LG, Sides BA, Koester LA, Hensley M, Blanke KM. Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(3):687-99.
7. Wang Y, Zhang Y, Zhang X, Huang P, Xiao S, Wang Z, Liu Z, Liu B, Lu N, Mao K. A single posterior approach

for multilevel modified vertebral column resection in adults with severe rigid congenital kyphoscoliosis: a retrospective study of 13 cases. *Eur Spine J.* 2008;17(3):361-72.

**8. Vedantam R, Lenke LG, Bridwell KH, Linville DL.** Comparison of push-prone and lateral-bending radiographs for predicting postoperative coronal alignment in thoracolumbar and lumbar scoliotic curves. *Spine.* 2000;25(1):76-81.

**9. Lamarre ME, Parent S, Labelle H, Aubin CE, Joncas J, Cabral A, Petit Y.** Assessment of spinal flexibility in adolescent idiopathic scoliosis: suspension versus side-bending radiography. *Spine.* 2009;34(6):591-7.

**10. Davis BJ, Gadgil A, Trivedi J, Ahmed el-NB.** Traction radiography performed under general anesthetic: a new technique for assessing idiopathic scoliosis curves. *Spine.* 2004;29(21):2466-70.

**11. Watanabe K, Kawakami N, Nishiwaki Y, Goto M, Tsuji T, Obara T, Imagama S, Matsumoto M.** Traction versus supine side-bending radiographs in determining flexibility: what factors influence these techniques? *Spine.* 2007;32(23):2604-9.

**12. Kleinman RG, Csongradi JJ, Rinsky LA, Bleck EE.** The radiographic assessment of spinal flexibility in

scoliosis: a study of the efficacy of the prone push film. *Clin Orthop Relat Res.* 1982;(162):47-53.

**13. Cheh G, Lenke LG, Lehman RA Jr, Kim YJ, Nunley R, Bridwell KH.** The reliability of preoperative supine radiographs to predict the amount of curve flexibility in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2007;32(24):2668-72.

**14. Liu RW, Teng AL, Armstrong DG, Poe-Kochert C, Son-Hing JP, Thompson GH.** Comparison of supine bending, push-prone, and traction under general anesthesia radiographs in predicting curve flexibility and postoperative correction in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2010;35(4):416-22.

**15. Klepps SJ, Lenke LG, Bridwell KH, Bassett GS, Whorton J.** Prospective comparison of flexibility radiographs in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(5):E74-9.

**16. Cheung KM, Luk KD.** Prediction of correction of scoliosis with use of the fulcrum bending radiograph. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(8):1144-50.

**17. Cheung WY, Lenke LG, Luk KD.** Prediction of scoliosis correction with thoracic segmental pedicle screw constructs using fulcrum bending radiographs. *Spine.* 2010;35(5):557-61.