

تغییر در تعداد استخوان‌های مهره در بیماران ایرانی مبتلا به اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان

چکیده

مقدمه: عمل جراحی در سطح صحیح، یکی از مهمترین نگرانی‌ها در درمان بیماران اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) است. تغییر در تعداد مهره‌ها می‌تواند به طور بالقوه منجر به انجام جراحی اشتباه شود. این امکان وجود دارد که بروز و نوع این تغییرات تحت تأثیر عوامل مختلف و از جمله نژاد باشد. در مطالعه گذشته‌نگر حاضر، شیوع این تغییرات در بیماران ایرانی مبتلا به AIS بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷، جراحی فیوژن ستون فقرات برای درمان AIS در ۱۲۵ بیمار انجام شد. مهره‌های پشتی و کمری تحت رادیوگرافی خلفی بعد از عمل قرار گرفتند. اولین مهره پشتی، مهره متصل به اولین جفت‌دنده در نظر گرفته شد. شمارش از بالا به پایین انجام شد. مهره‌های ناحیه کمری دقیقاً از زیر آخرین مهره که یک جفت‌دنده به آن متصل بود شروع می‌شد. **یافته‌ها:** در ۱۸ بیمار (۱۴/۴٪) شمارش غیرطبیعی مهره مشاهده شد. شیوع تعداد غیرطبیعی مهره‌های کمری نسبت به مهره‌های پشتی بیشتر بود (۱۰/۴٪ در مقابل ۴٪). در ۵ بیمار (۴٪)، تعداد ۱۱ مهره پشتی مشاهده شد. در ۱۱ بیمار (۸/۸٪)، ۴ مهره کمری مشاهده شد. ۲ بیمار، ۶ مهره کمری (۱/۶٪) داشتند. هیچ بیماری با تعداد غیرطبیعی مهره‌های پشتی و کمری همزمان وجود نداشت.

نتیجه‌گیری: مطالعه حاضر نشان داد که در بیماران مبتلا به AIS در ایران تعداد غیرطبیعی مهره‌های پشتی و کمری نسبتاً بالا است. لازم است که قبل از عمل مهره‌ها را بر اساس یک پروتکل سازمان یافته شمارش کرد تا از جراحی اشتباه در بیماران AIS جلوگیری شود.

واژگان کلیدی: اسکولیوز، مهره، نوجوان، فیوژن ستون فقرات

دریافت مقاله: ۴ ماه قبل از چاپ؛ مراحل اصلاح و بازنگری: ۱ بار؛ پذیرش مقاله: ۳ ماه قبل از چاپ

*دکتر حسن قندهاری، **دکتر مرضیه رشیدی، *دکتر سعید صباغان، ***دکتر سید مانی مهدوی،
****دکتر الهام میرزامحمدی، *دکتر ابوذر عزیزی، *****فرشاد صفدری

مقدمه

اسکولیوز ایدیوپاتیک نوجوانان (AIS) یکی از شایع‌ترین ناهنجاری‌های ستون فقرات با علت ناشناخته است^(۱). در بعضی از بیماران، بزرگی قابل توجه منحنی با پیشرفت ناهنجاری، جراحی فیوژن مهره را ضروری می‌کند^(۲). هدف از جراحی، اصلاح ناهنجاری و تثبیت ستون فقرات است. به همین منظور انجام جراحی در محل صحیح از اهمیت بسزایی برخوردار است.

عمل جراحی در ناحیه اشتباه یکی از پنج مورد اشتباهی است که «هرگز نباید رخ دهد» و شیوع آن در جراحی‌های ستون فقرات، ۹ برابر بیشتر از جراحی‌های دست است^(۳). گزارش شده که عمل جراحی مهره در محل اشتباه، شایع‌ترین شکل تشخیص اشتباه محل عمل جراحی است^(۵). در یک نظرسنجی که در سال ۲۰۰۸ انجام شد، نیمی از جراحان ستون فقرات اظهار داشتند که در طول فعالیت بالینی خود حداقل یک عمل جراحی مهره در محل اشتباه را تجربه کرده‌اند^(۴).

آناتومی غیرمعمول بیمار و عدم تأیید محل مناسب عمل بر روی تصاویر رادیوگرافی می‌تواند یکی از شایع‌ترین دلایل جراحی مهره‌ای در سطح اشتباه باشد^(۹،۱۰). اگرچه تعداد مهره‌های گردنی ۷ عدد است، اما احتمال تغییر در تعداد مهره‌های پشتی و کمری وجود دارد^(۱۰،۱۱).

علاوه بر این، نژاد نیز می‌تواند بر میزان بروز و نوع تغییرات در تعداد مهره‌ها تأثیر بگذارد که این موضوع در مطالعات محدودی در مورد بیماران مبتلا به AIS بررسی شده است^(۱۲).

*جراح ارتوپد ستون فقرات، مرکز تحقیقات ارتوپدی، بیمارستان شفا یحیانیان،
**متخصص عمومی،
***گروه جراحی ارتوپدی ستون فقرات، بیمارستان رسول اکرم، (دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران)
****متخصص طب کار، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
*****ارتوتیس و پروستیس، پژوهشگر ارتوپدی، گروه ارتوپدی و پروتز دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

دکتر سیدمانی مهدوی

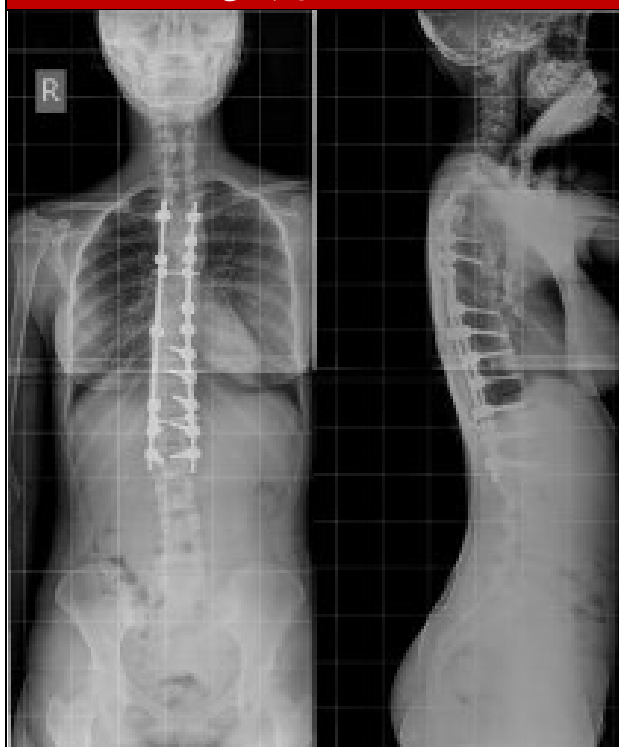
تلفن همراه: ۹۱۲۸۱۶۹۱۷۴ (+۹۸)

Email:
dr.mahdavi.spine@gmail.com

Table 1. The types of abnormal vertebral enumerations and other deficiencies in AIS patients.

| Patient ID | Lumbar vertebral count | Thoracic vertebral count | Other abnormalities |
|------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| ۱ | ۵ | ۱۱ | - |
| ۲ | ۵ | ۱۱ | Cervical rib |
| ۳ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۴ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۵ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۶ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۷ | ۵ | ۱۱ | Cervical rib |
| ۸ | ۴ | ۱۲ | Sacralized vertebra |
| ۹ | ۶ | ۱۲ | - |
| ۱۰ | ۴ | ۱۲ | Single-sided sacralized vertebra |
| ۱۱ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۱۲ | ۶ | ۱۲ | - |
| ۱۳ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۱۴ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۱۵ | ۵ | ۱۱ | The ribs of one side were absent. |
| ۱۶ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۱۷ | ۴ | ۱۲ | - |
| ۱۸ | ۵ | ۱۱ | - |

شکل ۱. رادیوگرافی های بعد از عمل در یک بیمار مبتلا به AIS با یازده مهره پشتی



در مطالعه حاضر، شیوع و نوع تغییرات تعداد مهره‌های پشتی و کمری در بیماران ایرانی مبتلا به AIS بررسی شده است. تا جایی که ما می‌دانیم، هیچ مطالعه مشابهی در ایران انجام نشده و این حاکی از اهمیت انجام مطالعه حاضر است.

موارد و روش‌ها

این مطالعه گذشته‌نگر شامل ۱۵۸ بیمار بود که از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۷، تحت درمان جراحی فیوژن ستون فقرات برای درمان AIS قرار گرفتند. قبل از شروع تحقیق، کمیته اخلاق، پروپوزال طرح را تصویب کردند. مشخصات بالینی و دموگرافیک بیماران از پرونده پزشکی به دست آمد. معیارهای ورود به مطالعه شامل تشخیص AIS، درمان با جراحی جوش ستون فقرات و در دسترس بودن رادیوگرافی قبل از عمل تمام طول ستون مهره‌ای در دو نمای خلفی قدامی (PA) و جانبی بود. بیماران مبتلا به سایر انواع اسکولیوز از مطالعه خارج شدند.

تصاویر رادیوگرافی توسط سه ناظر شامل دو جراح ستون فقرات و یک پزشک عمومی مورد بررسی قرار گرفت تا تعداد دنده‌ها و مهره‌های پشتی و کمری بر اساس دستورالعمل‌های ارائه شده توسط گروه مطالعه ناهنجاری ستون فقرات^۲ بررسی شود^(۱۵). در نمای PA، اولین مهره پشتی، مهره متصل به اولین جفت‌دنده بود. شمارش از بالا به پایین ادامه یافت. تمام مهره‌های متصل به دنده به عنوان مهره‌های پشتی در نظر گرفته شدند. مهره‌های ناحیه کمری دقیقاً از زیر آخرین مهره که یک جفت‌دنده به آن متصل بود شروع می‌شد. در صورت عدم اطمینان از وجود دنده‌های دوازدهم، اگر ۶ مهره در زیر T11 وجود داشت، مهره‌ای که دقیقاً زیر مهره T11 بود به عنوان T12 در نظر گرفته می‌شد. محل اتصال لومبوساکرال از نظر لومباریزاسیون یا ساکرالیزاسیون بررسی شد.

نتایج

این مطالعه بر روی ۱۲۵ بیمار انجام شد زیرا تصاویر رادیوگرافی بقیه بیماران در دسترس نبود و یا ناقص بود. از این بیماران، ۱۱۶ نفر (۹۲/۸٪)، زن و ۹ نفر (۷/۲٪)، مرد بودند. میانگین سنی این افراد برابر $2/81 \pm 15/68$ سال (دامنه: ۱۱ تا ۲۶ سال) بود. شمارش غیرطبیعی مهره در ۱۸ بیمار (۱۴/۴٪) مشاهده شد. (جدول ۱)

2. spinal deformity study group

بحث

متأسفانه علیرغم تمام دستورالعمل‌های ارائه شده، جراحی در محل اشتباه همچنان در جراحی‌های ارتوپدی اتفاق می‌افتد. جراحی در محل نادرست یکی از چالش برانگیزترین حوادث است که می‌تواند منجر به عوارض جدی برای بیماران و نیز شکایت از جراحان ستون فقرات شود.

از آنجا که بررسی‌های «خودارزیابی»، تنها ابزار کسب اطلاعات در مورد میزان بروز جراحی در محل اشتباه است، تعیین تعداد واقعی آن دشوار است^(۱۶و۹). با این حال، مطالعات قبلی نشان می‌دهد که ۱۲ تا ۶۸ درصد از جراحان ستون فقرات در طی فعالیت خود این تجربه را داشته‌اند^(۸و۴). به عنوان مثال، در مطالعه انجام شده توسط جواور و همکاران، میزان واقعی جراحی ستون فقرات کمری در محل اشتباه حدود ۴/۵ مورد در هر ۱۰،۰۰۰ عمل جراحی گزارش شده است^(۸).

جراحی در محل نادرست در مشکلات ستون فقرات از جمله AIS ممکن است منجر به عواقب قانونی، اجتماعی و روانی متعدد و عوارض پزشکی از قبیل اصلاح ناقص ناهنجاری، عدم تعادل پوسچرال و decompensation شود و با افزایش بار مالی بر روی بیمار و سیستم‌های بهداشتی همراه باشد^(۲۱تا۱۷).

برخی از نویسندگان عوامل متعددی را گزارش کرده‌اند که ممکن است خطر انجام جراحی در محل اشتباه در ستون فقرات را افزایش دهد. لاسکا و گودکین^۳، بعد از ارزیابی ۶۵ پرونده حقوقی در مورد جراحی ریسک در محل اشتباه، نتیجه گرفتند که احتمالاً عامل اصلی بروز این اشتباه، تفسیر نادرست تصاویر رادیوگرافی قبل از عمل بوده است^(۲۲). نشان داده شده است که عواملی از جمله جراحی‌های اورژانس، خستگی جراح، کمبود وقت، انجام چندین عمل در یک نوبت، وضعیت دهی نامناسب بیمار، آماده‌سازی نامناسب محل جراحی، عدم بهره‌مندی از نشانگرهای محل جراحی، آناتومی غیرمعمول بیمار، به عنوان مثال، چاقی شدید یا ناهنجاری‌های آناتومیک یا آنومالی‌ها به طور بالقوه خطر جراحی در محل اشتباه را افزایش می‌دهند. شمارش صحیح تعداد مهره‌ها برای تعیین محل جراحی مناسب و پیشگیری از خطاها بسیار مهم است، اما در صورت وجود تغییرات احتمالی، این موضوع می‌تواند به نوعی چالش برانگیز باشد^(۲۵و۱۴). در برخی از مطالعات قبلی اظهار شده است که تغییرات آناتومیکی ستون فقرات مانند وجود مهره‌های انتقالی (LSTV یا TLTV)، یا تغییر در تعداد کل مهره‌ها می‌تواند در

شکل ۲. رادیوگرافی قبل از عمل در بیمار مبتلا به AIS با یک مهره کمری کمتر.



شایع‌ترین ناهنجاری شمارشی در مطالعه حاضر، مواردی بود که بیمار دارای یک مهره کمری یا پستی کمتر بود (۱۶ بیمار). ۵ بیمار، یک مهره پستی کمتر (۴٪) داشتند (شکل ۱)، و ۱۱ نفر، یک مهره کمری کمتر (۸/۸٪) داشتند (شکل ۲). ۲ بیمار، یک مهره کمری بیشتر داشتند (۱/۶٪). در این مطالعه موردی، از وجود همزمان تعداد غیرمعمول مهره‌ها در ستون‌های پستی و کمری یافت نشد. هم دنده گردنی و هم L5 ساکralیزه در ۲ بیمار مشاهده شد (۱/۶٪). خوشبختانه در مطالعه حاضر هیچ موردی از جراحی در محل اشتباه رخ نداده بود.

شیوع تعداد غیرطبیعی مهره در ستون کمری نسبت به ستون پستی بیشتر بود (به ترتیب ۱۰/۴ درصد در مقابل ۴ درصد). همچنین شیوع کم بودن مهره و بیشتر بودن مهره به ترتیب ۱۲/۸ و ۱/۶ درصد بود.

همانطور که نشان داده شده است، بروز تغییرات در تعداد مهره‌های کمری و پشتی در مطالعه حاضر (جمعیت ایران) بیشتر از مطالعات قبلی بوده است^(۱۲ تا ۱۴).

چیزی که در مطالعه حاضر اهمیت دارد این است که فراوانی تعداد غیرطبیعی مهره‌های کمری نسبت به مهره‌های پشتی شایع‌تر بوده است (به ترتیب ۱۰/۴ درصد در مقابل ۴ درصد). با این حال، در دو مطالعه ابراهیم و همکاران (به ترتیب ۵/۸ درصد در مقابل ۶/۶ درصد) و هو و همکاران (۵/۵ درصد در مقابل ۷/۷ درصد)، میزان شمارش تعداد غیرطبیعی مهره‌های پشتی و کمری تفاوت معنی‌داری نداشت^(۱۲ و ۱۳).

در مطالعه حاضر، به طور کلی و به تفکیک نواحی پشتی و کمری، شیوع کم بودن تعداد مهره‌ها بیشتر از شیوع افزایش تعداد مهره‌ها بود. در مقابل، سایر نویسندگان دریافتند که کم بودن تعداد مهره‌ها در مهره‌های پشتی غالب است؛ در حالی که افزایش تعداد مهره‌ها، در مهره‌های کمری غالب است. به عنوان مثال، در مطالعه ابراهیم و همکاران، تعداد ۱۱ و ۱۳ مهره پشتی به ترتیب در ۳/۸ درصد و ۱/۹ درصد بیماران یافت شد. علاوه بر این، ۴ نفر (۱/۱٪) و ۲۰ نفر (۵/۵٪) از بیماران به ترتیب ۴ و ۶ مهره کمری داشتند^(۱۳). همچنین، هو و همکارانش شیوع ۱۱ و ۱۳ مهره پشتی را به ترتیب برابر ۵ درصد و ۰/۶ درصد گزارش دادند. آنها دریافتند که ۲/۱ درصد و ۵/۲ درصد از بیماران ۴ و ۶ مهره کمری داشتند^(۱۲).

خوشبختانه، مانند مطالعه اسپنسر و همکارانش و هو و همکارانش، هیچ موردی از جراحی در محل اشتباه در مطالعه حاضر وجود نداشت. این امر ممکن است مانند مطالعه هو و همکاران، به دلیل استفاده از رادیوگرافی کامل ستون فقرات قبل از عمل باشد^(۱۲). علاوه بر این، از آنجا که در طی جراحی AIS سطح فیوژن با ویژگی‌های منحنی مانند بزرگی، سفتی و نمای سائیتال دفورمیتی مشخص می‌شود، ممکن است تغییر در تعداد مهره‌ها، سطح فیوژن را تغییر ندهد^(۱۴). با این حال، آمرمن و همکارانش در دو مطالعه بر ضرورت رادیوگرافی حین عمل برای تعیین صحیح سطح فیوژن تأکید کردند^(۲۸ و ۲۹).

مانند مطالعات دیگر، محدودیت‌هایی در مطالعه حاضر وجود دارد. یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر حجم کوچک نمونه بود. بدیهی است که مطالعات بزرگ‌تر می‌تواند با نتایج قابل اطمینان‌تری همراه شود. علاوه بر این، تعداد کم بیماران مرد نسبت به بیماران زن، امکان مقایسه شیوع ناهنجاری‌های شمارشی مهره‌ها بین دو جنس را برای نویسندگان غیرممکن ساخته است. در مطالعه حاضر، شیوع تغییرات شمارشی در

شمارش صحیح اختلال ایجاد کند و در نتیجه خطر جراحی در محل اشتباه را افزایش دهد^(۴ و ۵ تا ۱۰). در جراحی ستون فقرات، اولین یا آخرین مهره‌های متصل به دنده به عنوان نشانه‌ای برای شمارش مهره‌ها در نظر گرفته می‌شود، بنابراین اختلال در تقسیم صحیح مهره‌ها در زمان جنینی^۴ می‌تواند منجر به شمارش نادرست شود^(۷).

پیش از این، نشان داده شده است که شیوع تغییر در تعداد مهره‌ها در نژادها و مناطق مختلف جغرافیایی متغیر است^(۱۲). از این رو، به نظر می‌رسد تعیین شیوع این تغییرات در مناطق جمعیت‌های مختلف ضروری است. تا جایی که اطلاع داریم، مطالعه مشابهی در این مورد در ایران وجود ندارد. در مطالعه حاضر، شیوع تغییر در تعداد مهره‌ها، در مهره‌های کمری و پشتی در بیماران مبتلا به AIS که تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند، مورد بررسی قرار گرفت. چنین داده‌هایی می‌تواند نقش مهمی در افزایش آگاهی جراحان در مورد جراحی در محل اشتباه در نتیجه تغییر در تعداد مهره‌ها داشته باشد.

در این مطالعه مشخص شد که در ۱۴/۴٪ از بیماران ایرانی مبتلا به AIS که تحت عمل جراحی برای اصلاح ناهنجاری قرار گرفته بودند، تعداد غیرمعمول مهره‌های پشتی و کمری وجود دارد. در ایالات متحده آمریکا، ابراهیم و همکارانش رادیوگرافی‌های نمای قدامی خلفی و جانبی تمام طول ستون فقرات ۳۶۴ بیمار مبتلا به AIS را که تحت عمل جراحی قرار گرفته بودند از نظر تعداد مهره‌های پشتی و کمری بررسی کردند. آنها دریافتند که در ۱۰ درصد بیماران مبتلا به AIS (۳۸ بیمار)، تعداد غیرمعمول مهره‌های پشتی و یا کمری غیرمعمول مشاهده می‌شود. یافته مهم این بود که در ۷ بیمار (۱/۶٪) ناهنجاری شمارشی در چند سطح دیده شد^(۱۳). در یک مطالعه دیگر در ایالات متحده آمریکا، اسپنسر و همکارانش مشاهده کردند که تعداد غیرطبیعی دنده یا تعداد غیرطبیعی مهره‌های کمری در ۱/۱۸٪ بیماران مبتلا به AIS وجود دارد^(۱۴). همان طور که نشان داده شده است، در مطالعه دوم، میزان شمارش غیرطبیعی مهره در جمعیت بیماران آمریکایی مبتلا به AIS به طور قابل توجهی بالاتر از تعداد گزارش شده توسط ابراهیم و همکاران بود^(۱۳). هو و همکارانش در چین، تغییرات تعداد مهره‌ها را در ۶۵۷ بیمار مبتلا به AIS بررسی و نتایج را با ۲۴۸ نوجوان عادی مقایسه کردند. در این مطالعه شیوع تغییرات شمارشی در ۱۰/۶ درصد از بیماران مبتلا به AIS در مقایسه با ۱۰/۹ درصد از افراد عادی مشاهده شد^(۱۲).

تغییر در تعداد استخوان‌های مهره در بیماران مبتلا به اسکولیوز... حاضر بر اهمیت شمارش مهره‌ها به منظور انجام عمل جراحی در محل صحیح، در بیماران مبتلا به AIS و اتخاذ روشی سیستمیک برای شمارش مهره‌های پشتی و کمری به عنوان بخشی از برنامه‌ریزی قبل از عمل تأکید می‌کند.

جمعیت عادی بررسی نشده است. بنابراین، مقایسه شیوع ناهنجاری‌ها بین بیماران اسکولیوتیک و جمعیت عادی امکان‌پذیر نبود. بیماران مورد مطالعه فقط از یک بیمارستان انتخاب شدند، در حالی که لازم است چنین مطالعاتی در کل جمعیت ایران انجام شود.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد تعداد غیرطبیعی مهره‌ها در گروهی از بیماران ایرانی مبتلا به AIS در مقایسه با برخی مناطق دیگر تا حدودی بیشتر است. علاوه بر این، در مطالعه حاضر، میزان کم بودن تعداد مهره‌ها بیشتر از میزان زیادتر بودن تعداد مهره‌ها در کل، و در مهره‌های پشتی و کمری بود. همچنین، تعداد غیرطبیعی مهره‌های پشتی در مقایسه با مهره‌های کمری بیشتر بود. مطالعه

منابع

- H Ghandhari: Study concept and design, Acquisition of data, Study supervision
- M Rashidi: Acquisition of data, Drafting of the manuscript, Administrative, technical, and material support,
- S Sabbaghan: Acquisition of data, Interpretation of data, Administrative technical and material support
- SM Mahdavi: Study concept and design, Acquisition of data, Drafting of the manuscript,
- E Mirzamohammadi: Critical revision of the manuscript for important intellectual content, Statistical analysis, Administrative, technical, and material support
- A Azizi: Critical revision of the manuscript for important intellectual content, Statistical analysis, Study supervision
- F Safdari: Interpretation of data, Drafting of the manuscript, Interpretation of data
- References
- Fadzan M, Bettany-Saltikov J. (2017) Etiological Theories of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Past and Present. *Open Orthop J* 11:1466-1489.
- Trobisch PD, Ducoffe AR, Lonner BS, Errico TJ (2013) Choosing fusion levels in adolescent idiopathic scoliosis. *J Am Acad Orthop Surg* 21(9):519-28.
- Michaels RK, Makary MA, Dahab Y, Frassica FJ, Heitmiller E, Rowen LC, et al (2007) Achieving the National Quality Forum's "Never Events": prevention of wrong site, wrong procedure, and wrong patient operations. *Ann Surg* 245:526-532.
- Mody MG, Nourbakhsh A, Stahl DL, Gibbs M, Alfawareh M, Garges KJ (2008) The prevalence of wrong level surgery among spine surgeons. *Spine* 33:194-198.
- James MA, Seiler JG 3rd, Harrast JJ, Emery SE, Hurwitz S (2012) The occurrence of wrong-site surgery self-reported by candidates for certification by the American Board of Orthopaedic Surgery. *J Bone Joint Surg Am* 94(1):e2(1-12).
- Groff MW, Heller JE, Potts EA, Mummaneni PV, Shaffrey CI, Smith JS (2013) A survey-based study of wrong-level lumbar spine surgery: the scope of the problem and current practices in place to help avoid these errors. *World Neurosurg* 79(3-4):585-592.
- Lindley EM, Botolin S, Burger EL, Patel VV (2011) Unusual spine anatomy contributing to wrong level spine surgery: a case report and recommendations for decreasing the risk of preventable 'never events'. *Patient Saf Surg* 5:33.
- Jhawar BS, Mitsis D, Duggal N (2007) Wrong-sided and wrong-level neurosurgery: a national survey. *J Neurosurg Spine* 7:467-472.
- Mayer JE, Dang RP, Duarte Prieto GF, Cho SK, Qureshi SA, Hecht AC (2014) Analysis of the techniques for thoracic- and lumbar-level localization during posterior spine surgery and the occurrence of wrong-level surgery: results from a national survey. *Spine J* 14(5):741-8.
- Hanson EH, Mishra RK, Chang DS, Perkins TG, Bonifield DR, Tandy RD, et al (2010) Sagittal whole-spine magnetic resonance imaging in 750 consecutive outpatients: accurate determination of the number of lumbar vertebral bodies. *J Neurosurg Spine* 12:47-55.
- Thawait GK, Chhabra A, Carrino JA (2012) Spine segmentation and enumeration and normal variants. *Radiol Clin North Am* 50:587-598.

20. Hu Z, Zhang Z, Zhao Z, Zhu Z, Liu Z, Qiu Y (2016) A neglected point in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis: Variations in the number of vertebrae. *Medicine (Baltimore)*95(34):e4682.
21. Ibrahim DA, Myung KS, Skaggs DL (2013) Ten percent of patients with adolescent idiopathic scoliosis have variations in the number of thoracic or lumbar vertebrae. *J Bone Joint Surg Am* 95(9):828-33.
22. Spencer HT, Gold ME, Hresko MT (2014) Cbnormal rib count in scoliosis surgery: impact on the reporting of spinal fusion levels. *J Child Orthop* 8(6):497-503.
23. O'Brien MF, Kuklo TR, Blanke KM, Lenke LG, Spinal Deformity Study Group (2008) Radiographic Measurement Manual. Medtronic Sofamor Danek, USA.
24. Javid M, Shahcheraghi G, Lahiji F, Ahmadi A. Remember your Last "Wrong- Site Surgery"? Are You Prepared to Share Your Wrong Doing? *Iranian Journal of Orthopaedic Surgery* 2014;12(1):1-5.
25. Palumbo MA, Bianco AJ, Esmende S, Daniels AH (2013) Wrong-site Spine Surgery. *J Am Acad Orthop Surg* 21(5):312-20.
26. Potter BK, Rosner MK, Lehman Jr. RA Polly Jr. DW, Schroeder TM, Kuklo TR (2005) Reliability of end, neutral, and stable vertebrae identification in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*30(14):1658-1663.
27. Margulies JY, Floman Y, Robin GC, Neuwirth MG, Kuflik P, Weidenbaum M (1998) An algorithm for selection of instrumentation levels in scoliosis. *Eur Spine* 7:88-94.
28. Takahashi J, Newton PO, Ugrinow VL, Bastrom TP (2011) Selective Thoracic Fusion in Adolescent Idiopathic Scoliosis Factors Influencing the Selection of the Optimal Lowest Instrumented Vertebra. *Spine*36(14):1131-1141.
29. Levy D (1998) No defense for wrong-site surgery. *AAOS Bull*46:18.
30. Goodkin R, Laska LL (2004) Wrong disc space level surgery: medicolegal implications. *Surg Neurol*61(4):323-42.
31. Devine J, Chutkan N, Norvell DC, Dettori JR (2010) Avoiding wrong site surgery: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976)*35:28-36.
32. JCAHO (2003) Universal protocol for preventing wrong site, wrong procedure, wrong person surgery. Available via:<http://www.jointcommission.org/PatientSafety/UniversalProtocol/>.
33. Yun S, Park S, Park JG, Huh JD, Shin YG, Yun JH (2018) Spinal Enumeration by Morphologic Analysis of Spinal Variants: Comparison to Counting in a Cranial-To-Caudal Manner. *Korean J Radiol*19(6):1140-1146
34. Longo UG, Loppini M, Romeo G, Maffulli N, Denaro V (2012) Errors of level in spinal surgery: an evidence-based systematic review. *J Bone Joint Surg Br*94-B:1546-50.
35. Hsu W, Kretzer RM, Dorsi MJ, Gokaslan ZL (2011) Strategies to avoid wrong-site surgery during spinal procedures. *Neurosurg Focus*31(4):E5.
36. Ammerman JM, Ammerman MD (2008) Wrong-sided surgery. *J Neurosurg Spine*9:105-106.
37. Ammerman JM, Ammerman MD, Dambrosia J, Ammerman BJ (2006) A prospective evaluation of the role for intraoperative x-ray in lumbar discectomy. Predictors of incorrect level exposure. *Surg Neurol*66:470-474.