

## مقایسه لامینکتومی تنها و لامینکتومی با فیوژن در بیماران با تنگی کانال کمری

امیرعباس قاسمی (MD)\*<sup>۱</sup>

۱- گروه جراحی اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

دریافت: ۹۲/۷/۲۰، اصلاح: ۹۲/۸/۱۵، پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۵

### خلاصه

**سابقه و هدف:** تنگی کانال کمری در اثر فرآیند دژنراتیو باعث کمردرد، لنگش عصبی، نقص عصبی قابل توجه و ناتوانی می گردد. هرچند کارایی لامینکتومی و لامینکتومی با فیوژن در درمان بیماران با تنگی کانال کمری ثابت شده ولی اینکه کدام روش در درمان این بیماران در دوتراز یا بیشتر موثرتر است معلوم نمی باشد. این مطالعه به منظور مقایسه نتایج جراحی به روش لامینکتومی تنها و لامینکتومی با فیوژن در بیماران با تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر انجام شد.

**مواد و روشها:** این مطالعه مقطعی بر روی ۷۰ بیمار با تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر که طی سالهای ۹۰-۱۳۸۸ تحت عمل جراحی قرار گرفتند، انجام شد. بر اساس روش جراحی بیماران به دو گروه لامینکتومی و لامینکتومی با فیوژن تقسیم شدند. جراحی توسط دو جراح انجام شد. پیش آگهی بالینی بر اساس مقیاس آنالوگ دیداری (Visual Analogue Scale) سنجیده شد. زاویه لوردوز کمری قبل و بعد از عمل جراحی، عوارض جراحی شامل خونریزی حین عمل، عفونت زخم، لیک مایع مغزی نخاعی، پنومونی و عفونت ادراری در دو گروه در دوره پیگیری ۱۴ ماه (۸ تا ۲۷ ماه) با هم مقایسه شد.

**یافته ها:** ۷۰ بیمار (۴۱ مرد و ۲۹ زن) با میانگین  $۵۴ \pm ۱۲/۳$  سال تحت عمل جراحی قرار گرفتند. ۳۹ بیمار در گروه لامینکتومی و ۳۱ بیمار در گروه لامینکتومی با فیوژن قرار گرفتند. مقیاس آنالوگ دیداری در گروه لامینکتومی قبل از عمل جراحی  $۶ \pm ۱/۵$  و در گروه لامینکتومی با فیوژن  $۷ \pm ۱/۲$  بوده که بعد از عمل جراحی به ترتیب به  $۲ \pm ۰/۸$  و  $۲/۲ \pm ۰/۹$  رسید. (لامینکتومی  $\leftarrow p=۰/۰۴۳$  و فیوژن  $\leftarrow p=۰/۰۳۶$ ). زاویه لوردوز کمری در گروه لامینکتومی با فیوژن قبل از عمل جراحی  $۳۲ \pm ۱۴$  بوده و بعد از عمل جراحی به  $۳۸ \pm ۱۰$  رسیده که به طرز معنی داری بهبود یافته است ( $p=۰/۰۱۴$ ). در گروه لامینکتومی تنها عوارضی نظیر: خونریزی حین جراحی  $۱۳۰ \pm ۴۰$  سی سی بوده ( $p=۰/۰۰۳$ )، عفونت زخم ۲ مورد ( $p=۰/۰۱۱$ )، لیک مایع مغزی نخاعی ۱ مورد ( $P=۰/۰۳۱$ )، پنومونی ۱ مورد ( $P=۰/۰۲۶$ ) و عفونت ادراری ۱ مورد ( $P=۰/۰۳۳$ ) بوده که بصورت معنی داری کمتر بوده است.

**نتیجه گیری:** نتایج مطالعه نشان داد که لامینکتومی تنها و لامینکتومی با فیوژن دارای تاثیر یکسانی از نظر پیش آگهی بالینی بر روی بیماران با تنگی کانال کمری در ۲ تراز یا بیشتر، می باشند اما لامینکتومی با فیوژن در اصلاح زاویه لوردوز کمری موثرتر می باشد.  
**واژه های کلیدی:** تنگی کانال کمری، لامینکتومی، لامینکتومی با فیوژن، جراحی.

### مقدمه

تنگی کانال کمری به واسطه فرآیند دژنراتیو می تواند باعث فشار بر روی ریشه های عصبی در ناحیه کمر شده و علائمی نظیر کمردرد، لنگش عصبی، نقص عصبی قابل توجه و ناتوانی را ایجاد نماید (۱). اگرچه درمان ابتدایی در این موارد غیر جراحی است ولی زمانیکه درمان نگهدارنده نتواند باعث بهبود علائم در بیماران با تنگی کانال کمری شود گزینه جراحی انتخاب می گردد و عمل جراحی لامینکتومی با یا بدون فیوژن یک روش درمانی استاندارد برای بیماران با تنگی کانال کمری است (۲و۳). از زمان Barr و Mixter در سال ۱۹۳۴ که لامینکتومی ابداع شد این روش بصورت گسترده ای در درمان تنگی کانال کمری استفاده میشود. زمانیکه لامینکتومی برای برطرف کردن تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر انجام میشود استفاده از فیوژن میتواند باعث استحکام بیشتر در ستون فقرات گردد ولی انجام فیوژن می تواند عوارضی از قبیل نارسایی سخت افزاری و

دژنراسانس بخش های مجاور را به همراه داشته باشد (۴). برای آنکه بتوانیم جلوی این عوارض را بگیریم می توان به انجام لامینکتومی به تنهایی برای تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر اقدام نمود (۵). ولی متأسفانه انجام لامینکتومی به تنهایی میتواند باعث پیدایش بی ثباتی شده و علائم بیماران را بعد از جراحی تشدید نماید. گزارشات در مورد لامینکتومی به تنهایی برای بیماران با تنگی کانال کمری در یک تراز وجود دارد (۶و۷)، ولی مطالعه مقایسه ای بخصوص برای تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر بین لامینکتومی به تنهایی با لامینکتومی و فیوژن بر اساس اطلاعات ما وجود ندارد. لذا در این مطالعه یافته های بالینی - رادیولوژیک و عوارض جراحی در بیماران با تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر که تحت عمل جراحی لامینکتومی به تنهایی و لامینکتومی با فیوژن قرار گرفتند، مورد مقایسه قرار گرفت.

\* مسئول مقاله: دکتر امیرعباس قاسمی

## مواد و روشها

در این مطالعه مقطعی و گذشته نگر ۷۰ بیمار که به دلیل تنگی کانال کمری در دو تراز و بیشتر، از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ در بخش جراحی اعصاب بیمارستان امام ارومیه بستری و تحت عمل جراحی قرار گرفتند، بررسی شدند. جراحی توسط دو جراح و در مواردی انجام شد که بیمار دچار درد تیرکشنده به پاها و یا لنگش عصبی همراه با درد کمر یا بدون درد کمر بوده است و به درمان نگهدارنده شامل استراحت - داروهای ضد التهاب - فیزیوتراپی و کمربند طبی پاسخ نپسندیده است و در تصویر برداری ام آر آی تنگی کانال کمری وی تایید شده است. انتخاب روش جراحی (لامینکتومی تنها و یا لامینکتومی با فیوژن) بر اساس انتخاب جراح بوده است. مواردی که فقط لامینکتومی انجام شد. شامل مواردی بود که ارجحیت درد بیمار بیشتر در پاها بود، تا ناحیه کمر - آنهايي که به واسطه پوکی استخوان امکان فیوژن موفق برای آنها وجود نداشت و آنهايي که به واسطه شرایط عمومی و بیماری زمینه ای تحمل عمل جراحی طولانی نظیر فیوژن را نداشتند. مواردی که برای فیوژن در نظر گرفته شد شامل موارد درد کمر شدید که احتمال درد از نوع مکانیکی مطرح بوده است در اثر فرایند دژنراتیو بدون آنکه بی ثباتی سگمنتال واضح وجود داشته باشد و نیز آنهايي که پوکی استخوان شدید نداشتند و احتمال فیوژن موفق در آنها بیشتر بوده است و نیز آنهايي که شرایط عمومی آنها اجازه عمل جراحی طولانی نظیر فیوژن را می داد، بود. براساس نظریه White & Panjabi (۸) مواردی که هیچ چاره ای غیر از انجام فیوژن نبوده است مثل بی ثباتی واضح سگمنتال، اسپوندیلولیسیتزیس شدید (درجه ۲ و بالاتر) از مطالعه خارج شدند. همچنین در موارد ابتلا به بیماری عفونی - ضایعه تروماتیک کمر - ناهنجاری های مادرزادی ستون فقرات کمری - بیماری های متابولیک استخوان و تومورها نیز از مطالعه خارج شدند. پیش آگهی بالینی بر اساس مقیاس آنالوگ دیداری انجام شد و براساس این مقیاس شدت درد بیماران از شماره ۰ تا ۱۰ متغیر می باشد. شدت درد براساس این مقیاس قبل از جراحی با شدت درد بعد از جراحی و در دوره پیگیری با هم مقایسه شد. راددیوگرافی ساده کمری قبل از عمل جراحی با راددیوگرافی کمری در دوره پیگیری مقایسه شد و زاویه لوردوز کمری براساس روش Cobb's محاسبه و با هم مقایسه شدند (۹). عوارض جراحی شامل خونریزی حین جراحی، عفونت زخم، لیک مایع مغزی نخاعی، پنومونی، عفونت ادراری در دو گروه جراحی با هم طی دوره پیگیری ۱۴ ماه (۸) تا ۲۷ ماه مقایسه شد.

همه اعمال جراحی در وضعیت پرون انجام شد. بعد از برش پوست در خط وسط و برش عضلات در خط وسط، جداکردن عضلات از استخوان به روش ساب پریوستیال تا سطح لامینا و مفاصل فاست انجام شد، سپس رتراکتور قرار داده شد و زواید شوکی با روتور برداشته شد و بعد با کریسون لامینکتومی انجام گرفت و بعد با برداشتن فلاووم ادامه یافت تا دورا نمایان شده و سپس با کمک کریسون لبه مدیال فاست در هر طرف برداشته شد تا ریشه نخاعی در هر طرف کاملاً آزاد شود و این کار تا بن بست طرفی و سوراخ عصبی ادامه یافت تا تمام رباط زرد هیپرتروفیه و مفصل فاست هیپرتروفیه که روی ریشه فشار می آورد برداشته شود. سپس فضای دیسک بررسی شد و در صورت لزوم دیسکتومی انجام شد و در پایان لایه ها ترمیم شد. در موارد نیاز به فیوژن، بعد از کامل شدن لامینکتومی پیچ پدیکولار با کمک فلوروسکوپ در سگمان های مورد نظر قرار داده شد و پس از قرار دادن میله و اتصال عرضی استخوان های برداشته شده در حین

لامینکتومی به عنوان فیوژن اتوگرافت در نواحی لترال فاست و زواید عرضی سگمان های دیگر قرار داده شد و بعد ترمیم آناتومیکی لایه ها انجام گرفت. دادهها با استفاده از آزمون کای دو و آزمون T-Test تجزیه و تحلیل و  $p < 0.05$  معنی دار در نظر گرفته شد.

## یافته ها

مجموعاً ۷۰ بیمار (۴۱ مرد و ۲۹ زن) با میانگین سنی  $54 \pm 12/3$  سال تحت عمل جراحی قرار گرفتند. ۳۹ بیمار در گروه لامینکتومی و ۳۱ بیمار در گروه لامینکتومی با فیوژن قرار گرفتند. میزان درد براساس مقیاس آنالوگ دیداری در گروه لامینکتومی قبل از عمل جراحی  $6 \pm 1/5$  و در گروه لامینکتومی با فیوژن  $7 \pm 1/2$  بود که بعد از عمل جراحی به ترتیب به  $2 \pm 0/8$  ( $p = 0/043$ ) و  $2/2 \pm 0/9$  ( $p = 0/036$ ) رسید. این تغییر در هر دو گروه معنی دار بود و نشان داد که هر دو روش در بهبود علائم بالینی موثر بوده اند. زاویه لوردوز کمری در گروه لامینکتومی قبل از عمل جراحی  $35 \pm 12$  بود و بعد از عمل جراحی به  $34 \pm 13$  رسید و تفاوت معنی داری نداشت. در گروه لامینکتومی با فیوژن این زاویه  $32 \pm 14$  بوده و بعد از عمل جراحی به  $38 \pm 10$  رسیده است که به طرز معنی داری ( $p = 0/014$ ) بهبود یافته و این بهبود را حفظ کرد. هیچ موردی از مرگ و نقص عصبی در بیماران مشاهده نشد.

خونریزی حین عمل جراحی در گروه لامینکتومی  $130 \pm 40$  سی سی و در گروه لامینکتومی با فیوژن  $500 \pm 250$  سی سی بوده که به طور معنی دار در گروه فیوژن بیشتر بوده است ( $p = 0/003$ ). عفونت زخم در گروه لامینکتومی در ۲ مورد و در گروه لامینکتومی با فیوژن در ۶ مورد مشاهده شد و به لحاظ آماری این اختلاف معنی دار بود ( $p = 0/011$ ). لیک مایع مغزی نخاعی در گروه لامینکتومی در ۱ مورد و در گروه دوم ۴ مورد بود که این اختلاف هم معنی دار بود ( $p = 0/031$ ). پنومونی و عفونت ادراری در گروه لامینکتومی هر کدام یک مورد و در گروه فیوژن به ترتیب ۳ و ۵ مورد بود که هر دو به طور معنی داری ( $p = 0/026$  و  $p = 0/033$ ) در گروه فیوژن بیشتر بوده است.

## بحث و نتیجه گیری

براساس نتایج این مطالعه جراحی تنگی کانال کمری به روش لامینکتومی تنها و لامینکتومی با فیوژن دارای تاثیر یکسانی از نظر پیش آگهی بالینی می باشند. اگرچه لامینکتومی با فیوژن در اصلاح زاویه لوردوز کمری موثرتر است ولی با در نظر گرفتن عوارض جراحی روش لامینکتومی تنها یک روش کمتر تهاجمی با عوارض کمتر می باشد. اگرچه مواردی از تنگی کانال کمری که برای جراحی در نظر گرفته میشود شامل درد تیرکشنده به پاها و لنگش عصبی متناوب است که به درمان نگهدارنده پاسخ نمی دهند، ولی روش جراحی مناسب برای تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر مورد اختلاف نظر است (لامینکتومی تنها یا لامینکتومی با فیوژن) به این دلیل که هر کدام از این روش های جراحی دارای فواید و مضرات مخصوص به خود می باشند (۱۰ و ۱۱). عمل جراحی فیوژن در بیماران با تنگی کانال کمری همراه با بی ثباتی کاربرد دارد ولی با مشکلاتی نظیر نارسایی سخت افزار - عدم برقراری فیوژن مناسب - درد در محل فیوژن - زمان

بی ثباتی آشکار انجام فیوژن الزامی است ولی در مواردی که بی ثباتی خفیف تر است و یا اینکه به وضوح معلوم نمی باشد انتخاب بین لامینکتومی تنها و یا لامینکتومی با فیوژن اغلب دشوار است که مطالعه ما در این گروه از بیماران انجام شده است و بقیه موارد از مطالعه خارج شده اند. به عنوان مثال در فردی که مسن است و شرایط جسمی مناسبی ندارد چنانچه در شرایط عمل جراحی طولانی قرار گیرد و خونریزی حین عمل زیاد باشد و همراه با آسیب فراوان نسج نرم، ممکن است عوارض بعد از عمل جراحی شامل مشکلات قلبی ربوی - عفونت زخم و حتی مرگ در وی اتفاق بیافتد. به علاوه در افرادی که پوکی استخوان دارند قرار دادن پیچ پدیکولار می تواند باعث پیدایش عوارض مرتبط با سخت افزار شامل شل شدن پیچ ها در محل استخوان، شکستن پیچها و عدم انجام پیوند استخوانی مناسب گردد و در این موارد (پوکی استخوان)، شرایط نامناسب عمومی بدن، عدم وجود بی ثباتی آشکار در رادیوگرافی می توان فقط لامینکتومی انجام داد بدون آنکه نگران بدتر شدن علایم بالینی و یا بدتر شدن علایم رادیولوژیک در بیماران باشیم.

محدودیت های مطالعه ماهیت گذشته نگر دارد و اندیکاسیون های جراحی در هر دو گروه یکسان نمی باشد. به علاوه بیمارانی که در گروه فیوژن قرار گرفتند علایم شدیدتری قبل از عمل جراحی داشته اند و وضعیت عمومی جسمی بهتری داشته اند. به علاوه دو جراح اقدام به جراحی کرده اند که ممکن است بر پیش آگهی موثر باشد. دوره پیگیری ممکن است کوتاه باشد و زمان بیشتری برای پیگیری ممکن است نیاز باشد تا عوارض جراحی خود را نشان دهد.

نتایج مطالعه بیانگر آن است که لامینکتومی تنها و لامینکتومی با فیوژن در بیماران با تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر دارای تاثیر یکسانی در بهبود علایم بالینی در بیماران می باشد. اما لامینکتومی با فیوژن در اصلاح زاویه لوردوز کمری موثرتر است هرچند این زاویه تاثیر در علایم بالینی بعد از عمل جراحی نداشته است. با در نظر گرفتن عوارض جراحی، روش لامینکتومی تنها، یک روش کمتر تهاجمی بوده و عوارض کمتری دارد.

### تقدیر و تشکر

بدینوسیله از پرسنل پرستاری بخش جراحی اعصاب بیمارستان امام ارومیه و دستیاران جراحی اعصاب که در جمع آوری اطلاعات بیماران همکاری نمودند، تشکر و قدردانی میگردد.

طولانی عمل جراحی - تهاجمی بودن روش جراحی همراه است (۱۲). به علاوه فیوژن باعث محدودیت حرکت در سگمانهای گرفتار می گردد و این خود به صورت ثانویه استرس بیومکانیک را در بخش های مجاور اضافه کرده و دژنراسانس زودرس این بخشها را به همراه دارد (۱۳). به همین دلیل برای جلوگیری از این مشکلات که همراه فیوژن است برخی از جراحان فقط لامینکتومی را برای تنگی کانال کمری انجام می دهند چرا که این روش میتواند صدمات بافتی را کاهش دهد، زمان عمل جراحی را کم کند و عوارض مرتبط با پروتزها را نداشته باشد و برخی جراحان گزارش کرده اند که لامینکتومی تنها برای یک تراز تنگی کانال کمری با نتایج رضایت بخشی همراه بوده است (۱۴و۱۵). به رغم این یافته ها، کارایی و بی خطر بودن، توانایی برای ایجاد ثبات با لامینکتومی به تنهایی مورد اختلاف نظر است. عمل جراحی لامینکتومی به تنهایی و بدون فیوژن احتمال پیدایش بی ثباتی در فقرات کمری را افزایش می دهد. در یک مطالعه مولفین متوجه شدند که بیمارانی که فقط لامینکتومی شدند ۶۹٪ از نظر بالینی بهبود یافتند ولی آنهايي که فیوژن شدند ۹۰٪ بهبود یافتند (۱۶). محققین متعددی گزارش کرده اند که اصلاح لوردوز کمری ارتباطی با پیش آگهی بالینی در بیماران ندارد (۱۹-۱۷).

در مطالعه Daubs و همکاران نشان داده شد که بیمارانی که برای تنگی کانال کمری و دیسک کمری تحت عمل جراحی قرار می گیرند چنانچه فیوژن برای آنها صورت گیرد علایم آنها بهبود بیشتری می یابد و بهتر حفظ می گردد (۲۰). در مطالعه ای که توسط Seong و همکاران انجام شد، نشان داده شد که عمل جراحی تنگی کانال چنانچه با فیوژن همراه باشد دارای تاثیر بهتری بر بیماران از نظر بهبود بالینی می باشد (۲۱). عوارض جراحی با مقایسه دو گروه نشان میدهد که خونریزی حین جراحی، عفونت زخم، لیک مایع مغزی نخاعی، پنومونی و عفونت ادراری بصورت معنی داری در گروه لامینکتومی با فیوژن بیشتر بوده است که این می تواند به دلیل بیهوشی طولانی، احتمال تزریق خون بیشتر و نیز تجویز مایع بیشتر و دستکاری فراوانتر فیلد عمل جراحی در بیماران گروه لامینکتومی با فیوژن باشد. با توجه به این یافته ها اینکه بیماران دچار تنگی کانال کمری را برای لامینکتومی تنها و یا لامینکتومی با فیوژن کاندید نماییم دشوار است و به عوامل متعددی مثل: علایم بیماران، وضعیت عمومی، وجود پوکی استخوان، تعداد سگمان های گرفتار، وجود بی ثباتی در ناحیه کمر و انتخاب جراح وابسته است. مهم ترین عامل در فرآیند انتخاب بیماران با تنگی کانال کمری در دو تراز یا بیشتر وجود بی ثباتی آشکار در رادیوگرافی است چرا که در موارد

## Comparison of Laminectomy Alone and Laminectomy with Fusion in Patients with Lumbar Canal Stenosis

A.A. Ghasemi (MD) \*

1. Department of Neurosurgery, Urmia University of Medical Sciences, Urmia, Iran

---

J Babol Univ Med Sci; 16(5); May 2014; pp: 20-24

Received: Oct 12<sup>th</sup> 2013, Revised: Nov 6<sup>th</sup> 2013, Accepted: Jan 5<sup>th</sup> 2014.

### ABSTRACT

**BACKGROUND AND OBJECTIVE:** Lumbar canal stenosis due to degenerative process can cause low back pain, neurogenic claudication, significant neurologic deficit and disability. Although efficacy of laminectomy and laminectomy with fusion has been established in management of patients with lumbar canal stenosis, but which method is more efficacious in patients with 2 or more levels lumbar canal stenosis has not been clearly defined. The aim of this study was to compare surgical results of laminectomy and laminectomy with fusion in patients with 2 levels or more lumbar canal stenosis.

**METHODS:** This cross sectional study evaluated 70 patients who underwent surgery for lumbar canal stenosis at two or more levels during 2009-2011. Based on surgical modality patients were divided into two groups: laminectomy group and laminectomy with fusion. Surgery was performed by two surgeons. Clinical outcome of patients was assessed by visual analogue scale. Lumbar lordotic angle was compared before and after surgery. Surgical complications such as intraoperative bleeding, wound infection, CSF leak, pneumonia, urinary tract infection were compared between two groups as well. Follow up period was 14 months (8-27 months).

**FINDINGS:** Seventy patients (41 males and 29 females) with the mean age of  $54 \pm 12.3$  years underwent surgery. Thirty nine patients were allocated to laminectomy group and 31 patients allocated to laminectomy with fusion. Visual Analogue scale (VAS) was  $6 \pm 1.5$  in laminectomy group and in laminectomy with fusion group was  $7 \pm 1.2$  that respectively reached to  $2 \pm 0.8$  and  $2.2 \pm 0.9$  after surgery (laminectomy  $\rightarrow p=0.043$ , fusion  $\rightarrow p=0.036$ ). Lumbar lordotic angle in laminectomy with fusion group was  $32 \pm 14$  and reached to  $38 \pm 10$  that was improved meaningfully ( $p=0.014$ ). Surgical complications such as intraoperative bleeding  $130 \pm 40$  ml ( $p=0.03$ ), wound infection in 2 cases ( $p=0.011$ ), CSF leak in 1 case ( $p=0.031$ ), pneumonia in 1 case ( $p=0.026$ ), urinary tract infection in 1 case ( $p=0.033$ ) were meaningfully lower in laminectomy alone group.

**CONCLUSION:** The results of this study revealed that laminectomy alone and laminectomy with fusion were equally effective on clinical outcome of patients with lumbar canal stenosis at 2 or more levels, but laminectomy with fusion was more effective in correction of lumbar lordotic angle.

**KEY WORDS:** Lumbar canal stenosis, Laminectomy, Laminectomy with fusion, Surgery.

---

### Please cite this article as follows:

Ghasemi AA. Comparison of laminectomy alone and laminectomy with fusion in patients with lumbar canal stenosis. J Babol Univ Med Sci 2014;16(5):20-24.

\* Corresponding Author; A.A. Ghasemi (MD)

Address: Department of Neurosurgery, Imam Khomeini Hospital, Ershad Boulevard, Urmia, Iran

Tel: + 98 441 3457286-9

E-mail: dr.amirghasemi@gmail.com

## References

1. Arnoldi CC, Brodsky Ae, Cauchoix J, et al. Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification. *Clin Orthop* 1976;115:4-5.
2. Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, Magnaes B, Abdelnoor M, Lilleas F. Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study. *Spine* 2000;25(11):1424-35.
3. Gunzburg R, Szpalski M. The conservative surgical treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly. *Eur Spine J* 2003;12 (Suppl 2):S176-80.
4. Palmer S, Turner R, Palmer R. Bilateral decompressive surgery in lumbar spinal stenosis associated with spondylolisthesis: unilateral approach and use of a microscope and tubular retractor system. *Neurosurg Focus* 2002;13(1):E4.
5. Rosen DS, O'Toole JE, Eichholz KM, et al. Minimally invasive lumbar spinal decompression in the elderly: outcomes of 50 patients aged 75 years and older. *Neurosurgery* 2007;60(3):503-9.
6. Kim SW, Lee SM, Shin H. Surgical outcomes after simple ligamentectomy without fusion for lumbar spinal stenosis. *Korean J Spine* 2005;2(4):350-7.
7. Paik JY, Yoon SM, Yoo CJ. A comparison of clinical outcomes between decompressive laminectomy alone and with arthrodesis in lumbar single level spinal stenosis. *Korean J Spine* 2010;7(1):17-23.
8. White AA III, Panjabi MM. Physical properties and functional mechanics of the spine. In: White AA III, Panjabi MM (eds): *Clinical biomechanics of the spine*. Philadelphia: JB Lippincott 1978; pp: 1-60.
9. Morrissy RT, Goldsmith GS, Hall EC. Measurement of the Cobb angle on radiographs of patients who have scoliosis. Evaluation of intrinsic error. *J Bone Joint Surg Am* 1990;72(3): 320-7.
10. Bastian L, Lange U, Knop C, Tusch G, Blauth M. Evaluation of the mobility of adjacent segments after posterior thoracolumbar fixation: a biomechanical study. *Eur Spine J* 2001;10(4):295-300.
11. Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, et al. Adjacent-segment morbidity after Graf ligamentoplasty compared with posterolateral lumbar fusion. *J Neurosurg* 2001;95(1):5-10.
12. Lehmann TR, Spratt KF, Tozzi JE, et al. Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients. *Spine* 1987;12(2): 7-104.
13. Schlegel JD, Smith JA, Schleusener RL. Lumbar motion segment pathology adjacent to thoracolumbar, lumbar, and lumbosacral fusions. *Spine* 1996;21(8):970-81.
14. Fredman B, Arinzon Z, Zohar E, et al. Observations on the safety and efficacy of surgical decompression for lumbar spinal stenosis in geriatric patients. *Eur Spine J* 2002;11(6):571-4.
15. Son BG, Choi ES, Jung ES, Shin JH, Kim MJ, Chi YC. Clinical comparison between decompression and lumbar interbody fusion with instrumentation for lumbar lateral zone stenosis. *Korean J Spine* 2004;1(1):88-93.
16. Aiki H, Ohwada O, Kobayashi H, et al. Adjacent segment stenosis after lumbar fusion requiring second operation. *J Orthop Sci* 2005;10(5):490-5.
17. Ragab AA, Fye MA, Bohlman HH. Surgery of the lumbar spine for spinal stenosis in 118 patients 70 years of age or older. *Spine* 2003;28(4):348-53.
18. Mariconda M, Zanforlino G, Celestino GA, Brancaleone S, Fava R, Milano C. Factors influencing the outcome of degenerative lumbar spinal stenosis. *J Spinal Disord* 2000;13(2):131-7.
19. Weiner BK, Walker M, Brower RS, McCulloch JA. Microdecompression for lumbar spinal canal stenosis. *Spine* 1999; 24(21):2268-72.
20. Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, Cheh G, Kim YJ. Decompression alone versus decompression with limited fusion for treatment of degenerative lumbar scoliosis in the elderly patient. *Evid Based Spine Care J* 2012;3(4):27-32.
21. Seong YJ, Lee JS, Suh KT, Kim JI, Lim JM, Goh TS. Posterior decompression and fusion in patients with multilevel lumbar foraminal stenosis: a comparison of segmental decompression and wide decompression. *Asian Spine J* 2011;5(2):100-6.