Medical Journal of Tabriz University of Medical Sciences and Health Services
Vol. 38, No. 6, Feb. – Mar. 2017, Pages: 6-11

Original Article

Presence and Measurement of Axial Rotation of Lumbar Vertebra in Patients Undergoing Spinal Surgery (Laminectomy) and Its Comparison before and after Operation

Masoud Poureisa[1], Saeid Soltani[1*], Daniel Fadaei Fouladi[2]

[1]Department of Radiology, School of Medicine, University of Medical Sciences, Tabriz, Iran
[2]Drug Applied Research Center, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Received: 20 Apr, 2014 **Accepted: 24 Jul, 2014**

Abstract

Background & Objectives: Based on a new finding an axially rotated lumbar vertebra may be occasionally spotted on lumbar MR images obtained in non-weight-bearing position. This study was performed to evaluate the possibility of a relationship between this new finding and segmental instability after laminectomy.

Methods & Materials: A total of 96 lumbar MR images of patients with previous laminectomy with and without discectomy were reviewed. An axially rotated lumbar vertebra was reported when the posterior borders of two successive vertebral bodies were not aligned at the extreme parasagittal sections. The frequency of this imaging finding was compared before and after laminectomy.

Results: An axially rotated lumbar vertebra was present in 3 patients (6.3%) before operation and in 6 patients (12.5%) after it. Only 3 new cases (6.3%) with axial vertebral rotation were identified after laminectomy. While the etiology of recurrent back pain was unknown in 3 cases, other underlying causes were disc reherniation in 22 patients, spondylolisthesis/ retrospondylolisthesis in 9 patients, presence of scar tissue in 8 patients, ligamentum flavum hypertrophy in 2 patients, infected operation site and diastematomyelia each one in 1 patient.

Conclusion: Laminectomy-induced segmental instability is not a probable cause of evident axial rotation of lumbar vertebra on MR images of patients with post- laminectomy syndrome.

Keywords: Rotation, Lumbar Vertebra, Joint Instability, Laminectomy

***Corresponding author:**
E-mail: soltanysaeid@yahoo.com

Citation: Poureisa M, Soltani S, Fadaei Fouladi D. Presence and Measurement of Axial Rotation of Lumbar Vertebra in Patients Undergoing Spinal Surgery (Laminectomy) and Its Comparison before and after Operation. Med J Tabriz Uni Med Sciences Health Services. 2017;38(6):6-11.

مقاله پژوهشی

چرخش آگزیال مهره های کمری در بیماران جراحی شده ستون فقرات کمری (لامینکتومی) و مقایسه آن در قبل و بعد از عمل

مسعود پورعیسی[۱]، سعید سلطانی[۱*]، دانیال فدایی فولادی[۲]

[۱]گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران
[۲]مرکز تحقیقات کاربردی دارویی، دانشگاه علوم پزشکی تبریز، تبریز، ایران

دریافت: ۹۳/۱/۳۱ پذیرش: ۹۳/۵/۲

چکیده

زمینه و اهداف: بر اساس یک یافته جدید یک مهره کمری با چرخش آگزیال ممکن است گهگاه در تصاویر تشدید مغناطیسی بدست آمده در وضعیت بدون اعمال نیروی خارجی دیده شود. این مطالعه جهت بررسی احتمال ارتباط بین این یافته جدید و ناپایداری سگمانی پس از لامینکتومی انجام گردید.

مواد و روش‌ها: در مجموع ۹۶ تصویر تشدید مغناطیسی ناحیه کمر بیماران با لامینکتومی پیشین با یا بدون دیسککتومی بررسی گردید. چرخش آگزیال مهره کمری وقتی گزارش گردید که در نمای حداکثری پاراساژیتال حواشی خلفی تنه دو مهره مجاور همراستا نبودند. فراوانی این یافته تصویربرداری قبل و بعد از لامینکتومی مقایسه گردید.

یافته‌ها: مهره کمری با چرخش آگزیال در ۳ بیمار (۶/۳٪) پیش از عمل و در ۶ بیمار (۱۲/۵٪) پس از عمل مشاهده شد. تنها ۳ مورد جدید (۶/۳٪) با چرخش آگزیال مهره‌ای پس از لامینکتومی تشخیص داده شد. در حالی که علت زمینه‌ای عود درد کمر در ۳ مورد نامشخص بود، سایر علل زمینه ای شامل هرنی مجدد دیسک در ۲۲ بیمار، اسپوندیلولیستزیس/ رتروااسپوندیلولیستزیس در ۹ بیمار، وجود بافت اسکار در ۸ بیمار، هیپرتروفی لیگامان زرد در ۲ بیمار و عفونت محل عمل و دیاستماتومیلیا هریک در ۱ بیمار بود.

نتیجه‌گیری: ناپایداری سگمانی ناشی از لامینکتومی احتمالا علت احتمالی چرخش آگزیال آشکار مهره های کمری در تصاویر تشدید مغناطیسی بیماران مبتلا به سندرم پس از لامینکتومی نمی‌باشد.

کلید واژه‌ها: چرخش، مهره کمری، ناپایداری مفصلی، لامینکتومی

*ایمیل نویسنده رابط: : soltanysaeid@yahoo.com

مقدمه

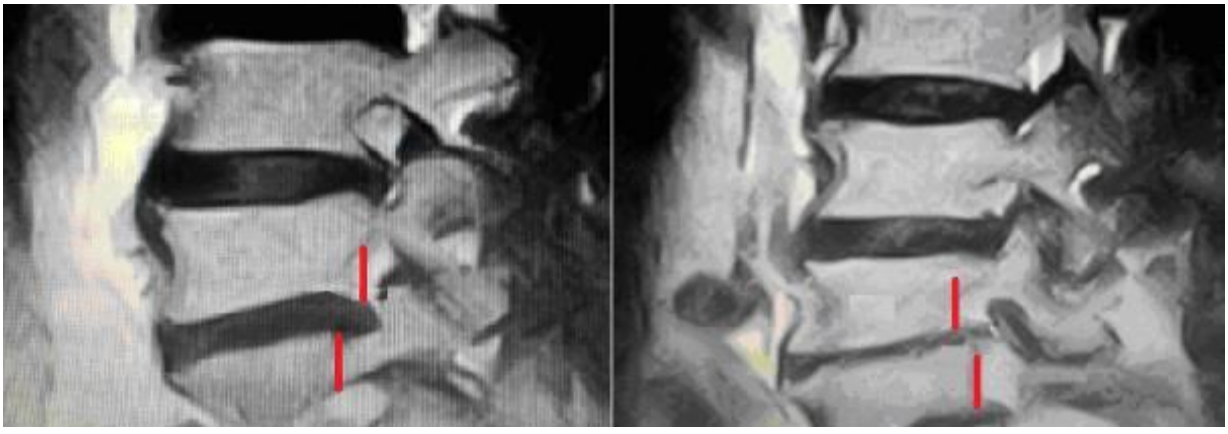
ستون فقرات بخش اصلی استخوان‌بندی انسان را تشکیل میدهد. نقش ستون مهره‌ها حمایت از کل بدن، توانایی در خم شدن و چرخیدن در تمام مسیرها و نیز حمایت از ساختمان های حیاتی بدن مانند اعصاب و نخاعی است که در داخل آن قرار دارد (۱). ستون مهره‌ای محور مرکزی بدن را تشکیل داده و در عقب ناحیه تنه، در خط وسط قرار داشته و از قاعده جمجمه شروع شده و در تمامی طول تنه ادامه می‌یابد. دامنه حرکات طبیعی ستون فقرات شامل خم شدن به جلو، خم شدن به عقب و خم شدن به طرفین است (۲). جهت درمان تنگی ستون فقرات کمری، لامینکتومی (laminectomy)، لامینوتومی (laminotomy)، فاستکتومی (facetectomy) و دیسککتومی (discectomy) روش-های جراحی استاندارد به شمار می‌روند که به هدف کاستن فشار از روی طناب نخاعی یا ریشه‌های عصبی انجام می‌گیرند. هرچند این روش‌ها جهت نیل به هدف کاهش فشار بسیار موفق عمل می‌کنند، ولی عوارضی نیز ممکن است وجود داشته باشند که در ادامه حیات فرد اختلال ایجاد می‌کنند. از جمله مهمترین این

عوارض ایجاد ناپایداری سگمانی در موضع دستکاری شده است. شدت این ناپایداری با میزان رزکسیون بافت ارتباط مستقیم دارد (۳). یکی از عوارض ناپایداری سگمان‌های مهره‌ای افزایش دامنه حرکتی مهره و دیسک به طور غیرطبیعی فراتر از محدوده طبیعی است. نتیجه این امر بروز یا تشدید تغییرات دژنراتیو در مهره و دیسک بین مهره‌ای می‌باشد (۴). اخیرا در تصاویر تشدید مغناطیسی (Magnetic resonance imaging, MRI) برخی بیماران چرخش های آگزیال غیرطبیعی مهره‌ها مورد توجه قرار گرفته‌اند که برخلاف اطلاعات موجود در منابع در پی اعمال نیرو یا فشار خارجی پدید نمی‌آیند (۵). این چرخش‌های غیرطبیعی ممکن است توجیه‌کننده علایم و تغییرات دژنراتیو حداقل در بخشی از بیماران باشند. هرچند علت زمینه‌ای بروز این چرخش های آگزیال مهره‌ای نامشخص است، شاید ناپایداری سگمانی در ایجاد آنها نقش داشته باشند. بر این اساس، مطالعه فعلی برای اولین بار فراوانی این یافته را در MRI بیماران قبل و پس از لامینکتومی با یا بدون دیسککتومی مورد مقایسه قرار داده است. با توجه به ناپایداری سگمانی ناشی از این دسته از اعمال جراحی، افزایش معنی‌دار فراوانی این دسته از چرخش ها پس از لامینکتومی می‌تواند مطرح‌کننده نقش ناپایداری سگمانی در فیزیوپاتولوژی آنها بوده و می‌توان بر این اساس، بر تثبیت یا فیوژن پس از عمل تاکید نمود.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه مقطعی و توصیفی، ۵۰ بیمار که با شکایت عود کمردرد پس از جراحی لامینکتومی با یا بدون دیسککتومی جهت بررسی تحت MRI فقرات کمری قرار گرفته بودند، ارزیابی شدند. فراوانی چرخش آگزیال مهره ای (بدون اعمال نیروی خارجی) قبل و پس از عمل در این بیماران مقایسه گردید. مکان انجام پژوهش، بخش MRI مرکز آموزشی–درمانی مدنی تبریز بود. لازم به توضیح است عمل جراحی قبلی در بیماران بررسی شده در مراکز مختلف صورت پذیرفته بود. مدت زمان انجام مطالعه ۱۲ ماه بوده است که از اول فروردین ۱۳۹۱ لغایت اول فروردین ۱۳۹۲ جمع‌آوری اطلاعات اولیه و تجزیه و تحلیل داده‌ها صورت پذیرفته است. معیارهای خروج از مطالعه شامل اسپوندیلیت عفونی، تومورهای نخاعی، اسپوندیلولیستزیس دوطرفه (پیش از عمل) و تنگی کانال نخاعی بودند. لازم به ذکر است ۲ بیمار به دلیل غیرقابل دسترس بودن MRI پیش از عمل جراحی از مطالعه خارج شدند و مطالعه بر روی ۴۸ بیمار به پایان رسید. این مطالعه به تصویب کمیته اخلاقی دانشگاه علوم پزشکی تبریز رسیده است و پیش از انجام مطالعه از بیماران رضایت‌نامه آگاهانه کتبی اخذ گردید. چرخش آگزیال مهره‌ای وقتی وجود داشت که حاشیه خلفی دو مهره کمری مجاور (در ناحیه نورافورامن) در برش‌های ساژیتال همراستا قرار نداشتند (شکل ۱).

در صورتی که حاشیه خلفی مهره فوقانی جلوتر از حاشیه خلفی مهره پایینی قرار داشت، چرخش ساعت گرد و در صورتی که حاشیه خلفی مهره فوقانی عقب‌تر از حاشیه خلفی مهره تحتانی قرار داشت، چرخش پادساعت گرد نامگذاری گردید. این یافته در MRI بیماران پیش از عمل جراحی نیز مورد تجسس قرار گرفته و در صورت وجود ثبت گردید. در صورتی که حاشیه خلفی مهره‌ها در هر دو سمت به جلو یا عقب جابجا شده بود، تشخیص به ترتیب اسپوندیلولیستزیس و رتروااسپوندیلولیستزیس در نظر گرفته شد. موارد بررسی شده شامل جنس، سن، وجود و میزان چرخش آگزیال مهره‌ای قبل و پس از عمل جراحی، وجود تنگی نورافورامن، وضعیت صفحه انتهایی فوقانی و تحتانی قبل و پس از عمل جراحی در دو دسته طبیعی و غیرطبیعی (کاهش سیگنال در T1 و افزایش سیگنال در T2، افزایش سیگنال در T1 و T2، کاهش سیگنال در T1 و T2)، وضعیت دیسک بین مهره‌ای (طبیعی، بالجینگ، پروتروژن، اکستروژن، سکستراسیون)، تشکیل استئوفیت، وضعیت هیدراسیون دیسک (طبیعی، دهیدراته)، تشخیص نهایی علت عود کمر درد بعد از عمل جراحی، سطح درگیر کمری، ارتفاع دیسک بین مهره‌ای سگمان عمل شده، فاصله زمانی بروز کمردرد و عمل پیشین بودند. اطلاعات به دست آمده به صورت میانگین ±انحراف معیار و نیز فراوانی و درصد بیان شده است. برنامه آماری بکار رفته SPSS™ نسخه ۱۶ است.



شکل ۱: چرخش آگزیال ساعت گرد مهره چهارم کمری (راست) و پادساعت گرد مهره پنجم کمری (چپ). خطوط بیانگر وضعیت قرارگیری حاشیه خلفی تنه مهره ها نسبت به یکدیگر است.

یافته‌ها

۴۸ مورد لامینکتومی-دیسککتومی مورد بررسی قرار گرفتند. ۲۷ بیمار (۵۶/۳٪) مذکر و ۲۱ بیمار (۴۳/۸٪) مونث بودند. متوسط سنی بیماران بررسی شده ۱۴/۲۰±۵۱/۴۶ سال بود. کمترین سن ۲۰ و بیشترین سن ۸۳ سال بود. چرخش آگزیال مهره‌ای قبل از عمل در ۳ بیمار (۶/۳٪) و چرخش آگزیال مهره‌ای بعد از عمل در ۶ بیمار (۹۳/۷٪) وجود داشت. این ۳ بیمار شامل ۱ مرد و ۲ زن با سن ۴۶، ۵۶ و ۴۷ سال بودند. تنگی نورافورامن تنها در ۱ بیمار وجود داشت. وضعیت صفحه انتهایی فوقانی قبل از عمل و صفحه انتهایی تحتانی قبل و بعد از عمل در هر ۳ بیمار طبیعی بود. وضعیت صفحه انتهایی فوقانی بعد از عمل تنها در بیمار مذکر غیرطبیعی بود. سطح درگیری در هر ۳ بیمار L4-L5 بود. دیسک بین مهره‌ای در هر ۳ بیمار دهیدراته و دچار اکستروژن بود. استئوفیت تنها در یکی از بیماران مونث مشاهده گردید. ارتفاع دیسک در بیمار مذکر طبیعی بود. فاصله از عمل در بیمار مذکر ۱ سال و در دو بیمار مونث ۷ سال بود. در مجموع بیماران تنگی نورافورامن در ۷ مورد (۱۴/۶٪) وجود داشت. پیش از عمل صفحه انتهایی فوقانی طبیعی در ۲۹ مورد (۶۰/۴٪) و غیرطبیعی در ۱۹ مورد (۳۹/۶٪) وجود داشت. پس از عمل صفحه انتهایی فوقانی طبیعی در ۱۹ مورد (۳۹/۶٪) و غیرطبیعی در ۲۹ مورد (۶۰/۴٪) وجود داشت. پیش از عمل صفحه انتهایی تحتانی طبیعی در ۴۷ مورد (۹۷/۹٪) و غیرطبیعی در ۱ مورد (۲/۱٪) وجود داشت. پس از عمل صفحه انتهایی تحتانی طبیعی در ۴۶ مورد (۹۵/۸٪) و غیرطبیعی در ۲ (۴/۲٪) مورد وجود داشت. دیسک بین مهره‌ای طبیعی در ۲ مورد (۴/۲٪) وجود داشت. موارد غیرطبیعی شامل بالجینگ در ۷ مورد، پروتروژن در ۱۳ مورد و اکستروژن در ۲۲ مورد وجود داشت. استئوفیت در ۱۴ مورد (۲۹/۲٪) وجود داشت. دیسک دهیدراته در ۳۷ مورد (۷۷/۱٪) وجود داشت. علت عود کمردرد پس از عمل در ۳ مورد (۶/۲٪) نامشخص بود. سایر علل شامل چرخش آگزیال مهره‌ای در ۳ مورد (۶/۲٪)، هرنیاسیون مجدد در ۲۲ مورد (۴۵/۸٪)، وجود بافت اسکار در ۸ مورد (۱۶/۷٪)، عفونت محل عمل در ۱ مورد (۲/۱٪)، اسپوندیلولیستزیس/ترواسپوندیلولیستزیس در ۹ مورد (۱۸/۸٪)، دیاستماتومیلیا (diastematomyelia) در ۱ مورد (۲/۱٪) و هیپرتروفی لیگامان زرد در ۱ مورد (۲/۱٪) بود. سطح L1-L2 در ۲ مورد (۴/۲٪)، L3-L4 در ۳ مورد (۶/۳٪)، L4-L5 در ۳۳ مورد (۶۸/۸٪) و L5-S1 در ۱۰ مورد (۲۰/۸٪) درگیر بود. ارتفاع دیسک مهره‌ای در ۲۹ مورد (۶۰/۴٪) کاهش یافته بود. متوسط فاصله زمانی بروز کمردرد از عمل قبلی بیماران بررسی شده ۲/۵۱±۳/۵۷ سال بود. کمترین فاصله زمانی ۱ و بیشترین فاصله زمانی ۱۰ سال بود.

بحث

ناپایداری سگمانی مهره‌های کمری به عنوان یکی از علل زمینه‌ای کمردرد و تغییرات دژنراتیو دیسک بین مهره‌ای همواره مطرح بوده است (۶). این ناپایداری سگمانی بر اساس تعریف زمانی آشکار می‌گردد که یک نیروی خارجی همراستا با جهت ناپایداری بر ناحیه درگیر اعمال گردد. نتیجه این اعمال نیرو، جابجایی و حرکت سگمان دچار ناپایداری فراتر از مرزهای معمول می‌باشد (۷). با این وجود، در مطالعه فعلی یافته‌ای نوین در MRI فقرات کمری بیماران دچار کمردرد معرفی گردید که در آن چرخش مهره‌ای بدون اعمال نیروی خارجی مشاهده می‌گردد. هرچند علت بروز این وضعیت کاملا مشخص نیست، ولی یکی از فرضیه‌های موجود وجود ناپایداری سگمانی زمینه‌ای می‌باشد. بر اساس این فرضیه، فراوانی و میزان بروز چرخش آگزیال مهره‌ای بایستی در وضعیت‌هایی که ناپایداری سگمانی را ایجاد یا تشدید می‌کنند، افزایش یابد. Wiltse و همکاران (۸) و Johnsson و همکاران (۹) دانشمندان پیشگام در زمینه بررسی پیامدهای مکانیکی لامینکتومی فقرات بودند. بر اساس نتایج مطالعات صورت گرفته توسط این افراد نشان داده شد که لامینکتومی (یک یا دوطرفه) ناپایداری سگمانی در ناحیه دستکاری شده را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. Haughton و همکاران (۱۰) در مطالعه خود میزان چرخش آگزیال را در پی ایجاد نیروی خارجی بر مهره های کمری که تحت لامینکتومی قرار گرفته بودند، اندازه-گیری کردند. در مقایسه با گروه شاهد، میزان چرخش آگزیال در بیمارانی که تحت لامینکتومی قرار گرفته بودند، بطور معنی‌داری بیشتر بود. Lee و همکاران (۱۱) در مطالعه خود نتیجه‌گیری کردند که جراحی لامینکتومی یک طرفه همراه با فاستکتومی می‌تواند منجر به ناپایداری سگمانی ستون فقرات شده و درنتیجه میزان حرکت پذیری مهره‌ها را در اکثر جهات بطور قابل توجهی افزایش دهد. بر این اساس، پایدارسازی مهره‌ها پس از این نوع عمل جراحی پیشنهاد گردید. Zander و همکاران (۱۲) در مطالعه‌ای بر روی بیمارانی که تحت لامینکتومی و فاستکتومی ستون مهره‌ای قرار گرفته بودند، نشان دادند که لامینکتومی یک طرفه می‌تواند باعث افزایش دامنه چرخش آگزیال در سگمان درگیر شود. بر اساس نتایج این مطالعه پیشنهاد شده است که چنین بیمارانی حتی الامقدور از انجام حرکات چرخشی ستون فقرات ممانعت نمایند. میزان افزایش دامنه چرخش آگزیال در ناحیه فقرات گردنی پس از لامینکتومی در مقایسه با گروه شاهد ۱۵٪ گزارش شده است (۱۳). از سوی دیگر، نشان داده شده که افزایش ناپایداری سگمانی دیر یا زود منجر به تغییرات دژنراتیو یا تشدید آن در سگمان عمل شده شده و یکی از علل عمده کمردرد می‌باشد (۱۴). در مطالعه فعلی فراوانی تغییرات دژنراتیو صفحه انتهایی پس از لامینکتومی با یا بدون دیسککتومی بطور معنی‌داری افزایش یافته بود. از سوی دیگر تغییرات دژنراتیو دیسک بین مهره‌ای در بیماران بررسی شده پس از لامینکتومی قابل ملاحظه بوده است. تمامی این یافته‌ها تایید کننده افزایش شدت تغییرات دژنراتیو در سگمان تحت لامینکتومی پس از عمل جراحی می‌باشد که خود بطور غیرمستقیم بر افزایش ناپایداری سگمانی دلالت دارد. با این وجود، فراوانی چرخش آگزیال مهره ای آشکار در MRI پس از لامینکتومی نسبت به پیش از آن افزایش قابل ملاحظه ای نداشت (۶/۳٪ پیش از لامینکتومی، ۱۲/۵٪ پس از لامینکتومی). این یافته می‌تواند ناپایداری سگمانی را به عنوان یکی از علل احتمالی بروز چرخش آگزیال مهره‌ای آشکار

در MRI در وضعیت معمول قرارگیری بیمار (بدون اعمال نیروی خارجی) کمرنگ نماید. از سوی دیگر، عدم افزایش معنی‌دار فراوانی چرخش آگزیال مهره‌ای علی رغم تشدید تغییرات دژنراتیو مهره و دیسک مهره‌ای احتمال ارتباط این دو وضعیت را نیز کمتر می‌کند. متوسط فاصله زمانی بروز کمردرد و بررسی وجود چرخش آگزیال مهره ای در MRI از عمل جراحی اولیه در این مطالعه ۲/۵۱±۳/۵۷ سال (دامنه ۱ تا ۱۰) بوده است. با توجه به این دامنه گسترده و با توجه به اینکه درصورت ارتباط تغییرات دژنراتیو زمینه‌ای با بروز چرخش آگزیال مهره‌ای این امر در موارد پیشرفته و پس از طی مدت طولانی محتمل است (۱۵)، بر اساس یافته‌های مطالعه فعلی این احتمال نیز ناچیز می‌باشد. این مطالعه ممکن است از برخی جهات دارای محدودیت تلقی گردد. یکی از این موارد، عدم طبقه‌بندی بیماران و بررسی جداگانه بر اساس نوع عمل جراحی است. لی و تئو (۱۴) در یک مدل محدود (finite model) فقرات کمری به بررسی آثار کینماتیک لامینکتومی با یا بدون فاستکتومی تحت اعمال فشار برشی از جهات مختلف پرداختند. در این مطالعه لامینکتومی توتال به همراه فاستکتومی بیشترین میزان ناپایداری سگمانی را در تمامی جهات (بجز خم شدن جانبی) به همراه داشت، در حالی که در موارد تحت لامینکتومی یک طرفه این ناپایداری کمترین میزان ممکن بود. Mariconda و همکاران (۱۶) تاثیر مکانیکی لامینکتومی یک طرفه را در ۴۴ بیمار مورد ارزیابی قرار دادند. طی مدت ۴ سال پیگیری بیماران، این مطالعه نشان داد که در مقایسه با لامینکتومی کامل کمتر منجر به پاسخ‌های خطی یا زاویه ای تحت فشارهای خارجی مختلف در سگمان دستکاری شده می‌گردد. بر این اساس، در مقایسه با توتال لامینکتومی، عمل جراحی یک طرفه منجر به ناپایداری سگمانی خفیف تر می‌گردد. Rao و همکاران (۱۷) نیز در مطالعه مشابه نتیجه‌گیری کردند که لامینکتومی یک طرفه در مقایسه با تغییرات وسیع تر منجر به ناپایداری کمتری در سگمان عمل شده می‌گردد. با توجه به اینکه دسترسی کامل به پرونده اعمال جراحی تمامی بیماران بررسی شده در این مطالعه وجود نداشت، امکان تعیین دقیق یک یا دو طرفه بودن لامینکتومی در بسیاری از موارد وجود نداشت. با این حال، هیچ یک از بیماران بررسی شده تحت فاستکتومی قرار نگرفته بودند. هرچند بر اساس نتایج مطالعات اشاره شده محدود کردن مطالعه به موارد لامینکتومی توتال با توجه به شدیدتر بودن ناپایداری سگمانی در این دسته، جهت رسیدن به هدف پیش فرض این بررسی مناسب تر به نظر می‌رسد، ولی بایستی متذکر شد هر سه مورد دچار چرخش آگزیال پس از عمل جراحی تحت لامینکتومی یک طرفه قرار گرفته بودند. بنابراین همراستا با سایر یافته‌های این مطالعه به نظر نمی‌رسد ناپایداری سگمانی حداقل نقشی عمده در بروز این وضعیت غیرطبیعی ایفاء نماید. از سوی دیگر، نشان داده شده است که ساختارهای خلفی از جمله مفاصل فاست نقش عمده‌ای در محدودسازی چرخش‌های آگزیال مهره‌ای و جلوگیری از آثار تخریبی نیروهای چرخشی بر مهره و دیسک بین مهره ای ایفاء می‌کنند (۱۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این مطالعه به نظر نمی‌رسد ناپایداری سگمانی ناشی از لامینکتومی یک یا دو طرفه با یا بدون دیسککتومی نقشی در بروز چرخش آگزیال مهره ای آشکار در وضعیت بدون اعمال فشار داشته باشد. با این وجود انجام مطالعات دیگر بر روی موارد تحت لامینکتومی توتال و بویژه در موارد تحت فاستکتومی پیشنهاد می‌گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود فراوانی چرخش آگزیال مهره‌ای در این دسته از بیماران با افراد سالم بدون علامت نیز مقایسه گردد.

References

1. Yang J, Zheng G, Zhou Z, Guo W. Application of MPR in sacral nerve injury during sacral fracture. *J Trauma* 2011; **70**(6): 1489-1494.
2. Banczerowski P, Veres R, Vajda J. Modified minimally invasive surgical approach to cervical neuromas with intraforaminal components: hemi-semi-laminectomy and supraforaminal burr hole (modified foraminotomy) technique. *Minim Invasive Neurosurgery* 2009; **52**(1): 56-58.
3. Quint U, Wilke HJ, Löer F, Claes L. Laminectomy and functional impairment of the lumbar spine: the importance of muscle forces in flexible and rigid instrumented stabilization--a biomechanical study in vitro. *Eur Spine J* 1998; **7**(3): 229-238.
4. Kirkaldy-Willis WH, Farfan HF. Instability of the lumbar spine. *Clin Orthop Relat Res* 1982; **165**: 110-123.
5. Haughton VM, Rogers B, Meyerand ME, Resnick DK. Measuring the axial rotation of lumbar vertebrae in vivo with MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiology* 2002; **23**(7): 1110-1116.
6. Nowicki BH, Haughton VM, Schmidt TA, Lim TH, An HS, Riley LH 3rd, Yu L, Hong JW. Occult lumbar lateral spinal stenosis in neural foramina subjected to physiologic loading. *AJNR Am J Neuroradiology* 1996; **17**(9): 1605-1614.
7. Haughton VM, Lim TH, An H. Intervertebral disk appearance correlated with stiffness of lumbar spinal motion segments. *AJNR Am J Neuroradiology* 1999; **20**(6): 1161-1165.
8. Wiltse LL, Kirkaldy-Willis WH, McIvor GW. The treatment of spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res* 1976; **115**: 83-91.
9. Johnsson KE, Willner S, Johnsson K. Postoperative instability after decompression for lumbar spinal stenosis. *Spine (PhilaPa 1976)* 1986; **11**(2): 107-110.
10. Haughton VM, Rogers B, Meyerand ME, Resnick DK. Measuring the axial rotation of lumbar vertebrae in vivo with MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiology* 2002; **23**(7): 1110-1116.

11. Lee KK, Teo EC. Effects of laminectomy and facetectomy on the stability of the lumbar motion segment. *Med Eng Phys* 2004; **26**(3): 183-192.
12. Zander T, Rohlmann A, Klöckner C, Bergmann G. Influence of graded facetectomy and laminectomy on spinal biomechanics. *Eur Spine J* 2003; **12**(4): 427-434.
13. Kode S, Gandhi AA, Fredericks DC, GroslandNM, Smucker JD. Effect of multilevel open-door laminoplasty and laminectomy on flexibility of the cervical spine: an experimental investigation. *Spine (PhilaPa 1976)* 2012; **37**(19): E1165-E1170.
14. Lee KK, Teo EC. Effects of laminectomy and facetectomy on the stability of the lumbar motion segment. *Med Eng Phys* 2004; **26**(3): 183-192.
15. Lee CK. Lumbar spinal instability (olisthesis) after extensive posterior spinal decompression. *Spine (PhilaPa 1976)* 1983; **8**(4): 429-433.
16. Mariconda M, Fava R, Gatto A, Longo C, Milano C. Unilateral laminectomy for bilateral decompression of lumbar spinal stenosis: a prospective comparative study with conservatively treated patients. *J Spinal Disord Tech* 2002; **15**(1): 39-46.
17. Rao RD, Wang M, Singhal P, McGrady LM, Rao S. Intradiscal pressure and kinematic behavior of lumbar spine after bilateral laminectomy and laminectomy. *Spine J* 2002; **2**(5): 320-326.
18. Ahmed AM, Duncan NA, Burke DL. The effect of facet geometry on the axial torque-rotation response of lumbar motion segments. *Spine (PhilaPa 1976)* 1990; **15**(5): 391-401.