

اصلاح لوردوز لومبار در فیوژن خلفی - مقایسه گرفت استخوانی بین مهرهای از قدام با گذاشتن کیج از قدام

چکیده:

مقدمه: از دست دادن لوردوز عامل مهمی در ایجاد انحطاط ستون فقرات است. روش‌های درمانی متعددی در اصلاح لوردوز سگمنتال در مهره‌های لومبوساکرال وجود دارد. در این مطالعه به مقایسه میزان اصلاح لوردوز لومبار بیماران تحت جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن با استفاده از peek cage و ایمپکشن آلوگرافت پرداخته شد.

مواد و روش‌ها: در این کار آزمایشی بالینی اصلاح لوردوز لومبار بعد از جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن در بیماران یک مرکز دانشگاهی ۱۴۰۱ بررسی شد. تعداد ۲۱ بیمار به‌طور تصادفی در دو گروه درمان با ایمپکشن آلوگرافت (۱۰ بیمار) و درمان با استفاده از Peek cage (۱۱ بیمار) بررسی شدند. اصلاح لوردوز قبل و روز بعد از جراحی و همچنین شدت درد و عوارض جانبی بعد از گذشت ۲ هفته از جراحی در بیماران بررسی شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۵ تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث: بیمار با میانه سن بیماران ۵۶ سال و ۳۸/۱ درصد مرد و بقیه زن بررسی شدند. نتایج نشان داد در هر دو رویکرد درمانی ایمپکشن آلوگرافت ($P < 0/001$) و استفاده از Peek cage ($P < 0/0001$) لوردوز لومبار بعد از عمل جراحی در مقایسه با قبل از جراحی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. درصد تغییرات در زاویه لوردوز در روش ایمپکشن آلوگرافت به‌طور معنی‌داری بیشتر از استفاده از Peek cage بود ($P = 0/01$). تفاوت معنی‌داری در شدت درد پس از جراحی در دو روش وجود نداشت. هیچ عوارض جانبی جدی در هیچ کدام از بیماران دو گروه گزارش نشد. **نتیجه‌گیری:** ایمپکشن آلوگرافت اصلاح لوردوز لومبار بیشتری را در مقایسه با کاربرد Peek cage در بیماران تحت جراحی پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: آلوگرافت، مهره‌های کمر، لوردوز، فیوژن اسپینال، روش‌های جراحی

پذیرش مقاله: ۳۵ روز قبل از چاپ

دکتر محمدجواد بهرام بیگی،^۱ دکتر رضا ملاحسینی،^۱ دکتر نوید گلچین

مقدمه

جراحی دیسکتومی لومبار از شایع‌ترین اعمال جراحی در بخش جراحی مغز و اعصاب می‌باشد که در بسیاری از موارد به دلیل تعدد سطوح درگیر نیاز به لومبار فیوژن نیز احساس می‌شود.^(۱) روش‌های جراحی رایج، پوسترئور اسپینال فیوژن و ترانس فورامینال هستند.^(۲) ترمیم الایمنت ساژیتال اسپینال لومبار می‌تواند بر نتیجه بالینی پس از درمان جراحی بیماری‌های دژنراتیو ستون فقرات تأثیر بگذارد.^(۳)

بسیاری از مطالعات فرض می‌کنند که بازگرداندن زاویه ستون فقرات منجر به نتایج بالینی بهتری می‌شود و همچنین از توسعه بیماری به بخش مجاور پس از اسپینال فیوژن جلوگیری می‌کند.^(۴،۵) از سوی دیگر، ناهماهنگی ستون فقرات پس از جراحی، که به‌عنوان عدم تطابق بین pelvic incidence و لوردوز لومبار بیش از ۱۰ درجه شناخته می‌شود، منجر به نرخ بالاتر جراحی مجدد و کاهش کیفیت زندگی می‌شود.^(۶،۷) بنابراین، ترمیم الایمنت اسپینال لومبار به‌عنوان هدفی مهم جراحی فیوژن در نظر گرفته می‌شود. بازیابی تعادل بین pelvic incidence و لوردوز لومبار را می‌توان با افزایش لوردوز بخش تحت درمان با فیوژن به دست آورد.^(۸) اسپیسرهای اینتربادی با تنظیم ارتفاع دیسک، ثبات و تقویت فیوژن، تحول عظیمی را جراحی مهره‌های کمر ایجاد کرده‌اند.^(۹) استفاده از گرافت استخوانی کرسٹ ایلپاک (AIC) استاندارد طلایی محسوب می‌شود اما برداشتن گرافت از این ناحیه عوارضی را از جمله عفونت، هماتوم/سروما، شکستگی، آسیب‌های عصبی و عروقی، درد مزمن ناحیه اهداکننده، هرنی، اسکارهای ناخوشایند و نتیجه زیبایی ضعیف دارد.^(۱۰،۱۱) آلوگرافت و Peek cage ها جایگزین‌های محبوبی برای اتوگرافت استخوانی هستند^(۱۲) و گزارش شده این مواد در ۹۲ درصد از این جراحی‌ها به کار می‌روند.^(۱) پیشرفت‌های اخیر نشان داده است که پلی‌اتر اتر کتون^۱ (PEEK) به‌طور فزاینده‌ای در فیوژن مهره‌ها استفاده می‌شود.^(۹)

۱. گروه جراحی مغز و اعصاب، مرکز آموزشی درمانی فیروزگر، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران.

نویسنده مسئول:

دکتر رضا ملاحسینی

Email address:

rezamollahosseini49@gmail.com

بیمارستان، قبل و بعد از جراحی بدست آمد. بیماران به‌طور تصادفی ساده در دو گروه طبقه‌بندی شدند: بیماران گروه اول تحت پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن با استفاده از Peek cage (۱۱ بیمار) و گروه دوم تحت همین عمل جراحی با استفاده از ایمپکشن آلوگرافت (۱۰ بیمار) قرار گرفتند.

Peek cage مورد استفاده از نوع PLIF بود که از شرکت اسوه تهیه شد. Peek cage‌ها بدون لوردوتیک و زاویه صفر درجه و ۹ سایز بودند که بر حسب نظر جراح و تصویربرداری قبل جراحی تعیین شد. در بیماران گروه ایمپکشن آلوگرافت، matchstick cancellous بلاک که مشهور به چوب کبریتی می باشد از شرکت همانند ساز بافت کیش که حداقل ۵ عدد ایمپکت شده، به طوری که ۱/۲ و نترال اینتربادی فضای دیسک پر شود، استفاده گردید.

لول جراحی L4 و L5 و برای همه بیماران یکسان بود. تمامی جراحی‌ها در مرکز درمانی بیمارستان فیروزگر و توسط دو جراح انجام شد. تکنیک جراحی استاندارد و یکسان پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن (PLIF) همراه با پوستریور فیوژن^۶ (PSF) و با هدف ایجاد ماکزیمم لوردوز انجام گرفت و فیوژن اینتربادی در هر دو روش در نیمه قدامی جسم مهره با peek cage یا آلوگرافت انجام شد.

در بیماران در هر دو گروه، قبل از جراحی و روز بعد از جراحی میزان اصلاح لوردوز با استفاده از تصاویر رادیوگرافی ایستاده و محاسبه segmental Cobb's angle توسط یک رزیدنت جراحی اعصاب آموزش دیده تعیین گردید. اندازه گیری زوایا از اندپلیت فوقانی L4 تا اندپلیت فوقانی S1 بود. همچنین بیماران در دو گروه از نظر میزان بروز درد با استفاده از مقیاس آنالوگ بصری (VAS) و عوارض جراحی بعد از گذشت ۲ هفته بررسی شدند.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۵ تجزیه و تحلیل شدند. توصیف داده‌ها با میانگین±انحراف معیار، میانه (فاصله چارکی) و تعداد (درصد) صورت گرفت. تغییرات زاویه لوردوز با تعیین اختلاف زاویه لوردوز قبل و بعد از جراحی نسبت به قبل از جراحی به صورت درصد محاسبه شد. مقایسه بین اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال بیماران در دو روش جراحی با استفاده از آزمون Mann-Whitney U بررسی شد. در همه آزمون‌ها سطح معنی‌داری $P < 0.05$ بود.

نتایج

در این مطالعه تعداد ۲۱ بیمار مورد بررسی قرار گرفت. میانه سنی ۵۶ سال بود. ۳۸/۱ درصد بیماران مرد و مابقی زن بودند. میانه مدت زمان بستری در بیمارستان ۶ روز بود. بیماران دو گروه تحت درمان به روش

Peek cage‌ها دارای مزایای متعددی از جمله زیست سازگاری، شفافیت رادیولوژیکی^۱، الاستیسیته مطلوب و سهولت تهیه و نگهداری هستند^(۱۳) اما با این حال، کاربرد آن‌ها به دلیل ویژگی بیواینرت آن محدود شده است، که ممکن است استئواینترگراسیون را محدود کند و در نتیجه به طور بالقوه بر فیوژن تأثیر بگذارد^(۱۴). آلوگرافتهای ساختاری شامل آلوگرافت‌های کورتیکال، گرافت‌های کامپوزیت یا کورتیکوکانسلوس^۲، گرافت‌های متراکم کنسلوس^۴ جایگزین‌های مؤثری برای فیوژن استخوان هستند^(۱۷،۱۸)؛ اما باین حال معایب اصلی آن ایمنی‌زایی و انتقال بیماری است^(۱۹). الوگرافت استخوانی و peek cage‌ها هر یک دارای مزایا و معایب خاصی است که پزشکان را در انتخاب رویکرد درمانی راهنمایی می‌کند اما مشخص نیست که آیا یک ایمپلنت نتایج بالینی بهتری نسبت به دیگری نشان می‌دهد یا خیر. با توجه به نقصان شواهد در اثبات سودمندی استفاده از peek cage‌ها و همچنین این نکته که بیشتر مطالعات قبلی استفاده از Peek cage‌ها را در جراحی‌های دیسک‌کتومی گردن مورد بررسی قرار داده‌اند^(۲۰-۲۳). هدف مطالعه حاضر مقایسه میزان اصلاح لوردوز لومبار در جراحی پوستریور اسپاینال فیوژن به همراه پوستریور لومبار اینتربادی فیوژن با استفاده از peek cage و ایمپکشن آلوگرافت می باشد.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر از نوع کار آزمایشی بالینی تصادفی (Randomized Clinical Trial) است که در سال ۱۴۰۱ بر روی بیمارانی که کاندید عمل جراحی دیسک‌کتومی و پوستریور اسپاینال فیوژن در بیمارستان فیروزگر بخش جراحی اعصاب بودند، انجام شد. مطالعه با دریافت کد اخلاق IR.IUMS.FMD.REC.1401.354 تأیید گردید. این مطالعه بر طبق اصول بیانیه هلسینکی و کد نورنبرگ انجام شد. بیماران قبل از مطالعه فرم رضاتنامه آگاهانه را تکمیل کردند. بیماران با محدوده سنی ۸۰-۱۸ سال که کاندید جراحی پوستریور لومبار اینتر بادی فیوژن^۵ (PLIF) لومبوساکرال به دلیل بیماری دژنراتیو ستون فقرات بودند، انتخاب شدند. بیماران نیازمند جراحی پوستریور فیوژن به علل دیگر از جمله تومورها و بدخیمی، بیماران فعال اسپوندیلودیسکیت یا دفورمیتی، بیماران با سابقه جراحی قبلی ناحیه لومبوساکرال و بیماران دچار انگیلوز ثابت ستون فقرات و نیازمند استئوتومی ستون قدامی از مطالعه خارج شدند.

بیماری دژنراتیو ستون فقرات در بیماران از طریق تاریخچه پزشکی، معاینه بالینی و تصویربرداری (MRI یا CT اسکن) تشخیص داده شد و بیماران دارای علائمی مانند درد کمر، کاهش تحرک، بی‌حسی و ضعف در پاها بودند. اطلاعات بیماران به وسیله نرم افزار پکس (PACS)

2. Radiolucency
3. Corticocancellous
4. Dense cancellous
5. Posterior Lumbar Interbody Fusion
6. Posterior Spinal Fusion

لوردوز نشان داده شده است اما مطالعات محدودی به مقایسه اصلاح لوردوز سگمنتال در مهره‌های لومبوساکرال در این دو رویکرد درمانی پرداخته‌اند. در مطالعه‌ای که بررسی Peek cage به همراه مواد اتوگرافت ورتبرال هم‌زمان در عمل جراحی پوسترپور اسپینال فیوژن، پرداخت، بیان شد در همه بیماران میزان لوردوز لومبار به‌طور قابل توجهی افزایش یافت و هیچ عوارض قابل توجهی بعد از عمل جراحی در بیماران مشاهده نگردید^(۲۴). در مطالعه Martin و همکاران اصلاح لوردوز قبل از جراحی و ۶ هفته بعد بررسی شد. در این مطالعه میانگین اصلاح لوردوز ۲.۵ درجه بود و بیان شد بیمارانی که دیسک خلأ قبل از جراحی در سی‌تی‌اسکن با فضای دیسک کیفوتیک بیشتری قبل از جراحی دارند، احتمال بیشتری برای اصلاح لوردوز دارند^(۲۵).

برخلاف این مطالعه اصلاح لوردوز در مطالعه حاضر بیشتر بود یکی از علت‌های آن می‌تواند تفاوت در شماره مهره و شدت تغییرات ستون فقرات باشد که بر محدوده کلی تغییر لوردوز تأثیر دارد.

Cutler و همکاران در مقایسه تأثیر درمانی پوسترپور لومبار اینتر بادی فیوژن با استفاده از آلوگرافت کورتیکال فمورال یا Peek cageها برخلاف مطالعه حاضر تفاوت معناداری بین دو گروه از نظر میزان تغییر در زاویه لوردوز دیده نشد^(۲۶) که البته در مطالعه حاضر زاویه لوردوز بعد از جراحی در دو روش تفاوت معنی‌داری نداشت اما درصد تغییرات در بیماران گروه آلوگرافت بیشتر بود.

ایمپکشن آلوگرافت و Peek cage از نظر جنسیت ($P=0/080$)، سن ($P=0/426$) و مدت زمان بستری در بیمارستان ($P=0/705$) تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

نتایج نشان داد شدت درد بیماران بعد از جراحی در روش ایمپکشن آلوگرافت (میان ۴) و روش peek cage (میان ۴) تفاوت معنی‌داری ندارد ($P=0/973$). میان زاویه لوردوز قبل از جراحی ۳۲ درجه و بعد از جراحی ۴۳ درجه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در زاویه لوردوز قبل از جراحی ($P=0/197$) و بعد از جراحی ($P=0/654$) در دو گروه بیماران تحت درمان وجود نداشت. بررسی درصد تغییرات زاویه لوردوز قبل و بعد از درمان در دو گروه تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($P=0/010$). میان درصد تغییرات در بیماران تحت درمان به روش ایمپکشن آلوگرافت ۵۰/۰۸ درصد و در بیماران تحت درمان به روش peek cage، ۲۶/۴۲ درصد بود که نشان می‌دهد میزان تغییر در زاویه لوردوز در بیماران تحت درمان به روش ایمپکشن آلوگرافت به‌طور معنی‌داری بیشتر است (جدول ۲).

بحث

در این مطالعه مقایسه زاویه لوردوز قبل و بعد از جراحی نشان داد هر دو روش ایمپکشن آلوگرافت و peek cage زاویه لوردوز را بهبود می‌بخشند. اثربخشی معنی‌دار peek cage ها و آلوگرافت های استخوانی در اصلاح

جدول ۱: متغیرهای جمعیت‌شناختی

P value	روش Peek Cage n=۱۱	روش ایمپکشن آلوگرافت n=۱۰	کل بیماران n=۲۱	متغیر	
۰/۰۸۰	۲(۱۸/۲)	۶(۶۰)	۸(۳۸/۱)	مرد	جنسیت #
	۹(۸۱/۸)	۴(۴۰)	۱۳(۶۱/۹)	زن	
۰/۴۲۶	۵۹(۴۸-۶۴)	۵۱(۳۱/۵۰-۷۰/۷۵)	۵۶(۴۵-۶۹/۵)	سن (سال)*	
۰/۷۰۵	۶(۶-۷)	۶/۵(۴-۹)	۶(۵-۷/۵)	مدت زمان بستری (روز)*	
#: تعداد (درصد)، *: میان (فاصله چارکی)					

جدول ۲: توصیف و مقایسه شدت درد و زاویه لوردوز در دو گروه

P value	روش Peek Cage n=۱۱	روش ایمپکشن آلوگرافت n=۱۰	کل بیماران n=۲۱	متغیر	
۰/۹۷۳	۴(۳-۵)	۴(۳/۵-۵)	۳(۴-۵)	شدت درد بعد از جراحی*	
۰/۱۹۷	۳۲(۲۳/۱۰-۴۰/۲۰)	۲۵/۳۵(۹/۵۳-۳۳/۹۵)	۳۲(۱۵/۶۰-۳۵/۵۰)	قبل	زاویه لوردوز (درجه)*
	۴۱.۸۰(۲۴/۹۰-۴۸/۵۰)	۴۲/۷۰(۲۳/۸۰-۴۶/۷۰)	۴۳(۲۵/۶۵-۴۸/۲۰)	بعد	
۰/۰۱۰	۲۶/۴۲(۱۵/۸۹-۳۵/۹۹)	۵۰/۰۸(۳۲/۲۵-۱۳۰/۳۸)	۳۳/۰۴(۲۱/۹۹-۷۴/۱۳)	-	درصد تغییرات زاویه لوردوز*
#: میان (فاصله چارکی)					

مدت، نیاز به جراحی مجدد بیماران و غیره ارزیابی نشد که پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی بدان پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه ما نشان داد در استفاده از ایمپلشن آلوگرافت میزان اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال بیماران تحت جراحی پوسترئور اسپینال فیوژن به همراه پوسترئور لومبار اینتربادی فیوژن در مقایسه با روش peek cage بیشتر می‌باشد. نتایج این مطالعه برای متخصصان جراح مغز و اعصاب در مدیریت درمان بیماران و همچنین دستیابی به نتایج بالینی بهتر مفید خواهد بود.

منابع

- 1 Yson SC, Sembrano JN, Santos ER. Comparison of allograft and polyetheretherketone (PEEK) cage subsidence rates in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF). *Journal of Clinical Neuroscience*. 2017; 1(38):118-121. doi: 10.1016/j.jocn.2016.12.037.
- 2 de Kunder SL, van Kuijk SM, Rijkers K, Caelers IJ, van Hemert WL, de Bie RA, van Santbrink H. Transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) versus posterior lumbar interbody fusion (PLIF) in lumbar spondylolisthesis: a systematic review and meta-analysis. *The spine journal*. 2017 Nov 1;17(11):1712. doi: 10.1016/j.spinee.2017.06.018.
- 3 Oikonomidis S, Meyer C, Scheyerer MJ, Grevenstein D, Eysel P, Bredow J. Lumbar spinal fusion of low-grade degenerative spondylolisthesis (Meyering grade I and II): Do reduction and correction of the radiological sagittal parameters correlate with better clinical outcome? *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2020; 140:1155-1162. doi: 10.1007/s00402-019-03282-9.
- 4 Lazennec J, Ramaré S, Arafati N, Laudet C, Gorin M, Roger B, et al. Sagittal alignment in lumbosacral fusion: relations between radiological parameters and pain. *European Spine Journal*. 2000; 9:47-55. doi: 10.1007/s005860050008.
- 5 Kumar M, Baklanov A, Chopin D. Correlation between sagittal plane changes and adjacent segment degeneration following lumbar spine fusion. *European spine journal*. 2001;10(4):314-319. doi: 10.1007/s005860000239.
- 6 Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, Min K. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion. *European Spine Journal*. 2015; 24:1251-1258. doi: 10.1007/s00586-014-3454-0.
- 7 Makino T, Kaito T, Fujiwara H, Honda H, Sakai Y, Takenaka S, et al. Risk factors for poor patient-reported quality of life outcomes after posterior lumbar interbody fusion: an analysis of 2-year follow-up. *Spine*. 2017;42(19):1502-1510. doi: 10.1097/BRS.0000000000002137.
- 8 Galla F, Wähnert D, Liljenqvist U. Georg Schmorl Prize of the German Spine Society (DWG) 2017: correction of spino-pelvic alignment with relordosing mono-and bisegmental TLIF spondylodesis. *European Spine Journal*. 2018; 27:789-796. doi: 10.1007/s00586-018-5503-6.
- 9 Phan K, Hogan JA, Assem Y, Mobbs RJ. PEEK-Halo effect in interbody fusion. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2016; 24:138-140. doi: 10.1016/j.jocn.2015.07.017.

در مطالعه‌ای که اخیراً (۲۰۲۲) انجام شد در پیگیری ۲ ساله بیماران، در مقایسه روش الیوگرافت و peek cage گزارش شد که در پایان مطالعه، بهبود و حفظ لوردوز لومبار در ۴۳/۳٪ و ۴۹/۲٪ بیماران و تراز سگمنتال در ۳۸/۳٪ و ۳۶/۱٪ برای گروه بیماران آلوگرافت و peek cage به دست آمد^(۲۷).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد در بیمارانی که با استفاده از ایمپلشن آلوگرافت درمان شدند، میزان افزایش زاویه لوردوز در حدود دو برابر بیشتر از روش peek cage بود که علت آن می‌تواند انعطاف در شکل هندسی و ادغام بهتر آلوگرافت در مقایسه با peek cage در اصلاح لوردوز در مهره‌های لومبوساکرال باشد؛ زیرا یکی از اشکالات عمده peek cageها محدود کردن امکان ادغام می‌باشد^(۲۸). مطالعات متعددی به تأثیر هندسه ایمپلنت‌ها در جراحی ستون فقرات پرداخته‌اند. مطالعات بیومکانیکی انجام شده توسط Lund و همکاران^(۲۹) و Lund و Oxlund^(۳۰) نشان داد که stand-alone cages، در استفاده از رویکرد پوسترئور نمی‌توانند ثبات قابل توجهی در سازه‌های ستون فقرات، به ویژه در اکستنشن و روتیشن ایجاد کنند. Göttsche و همکاران گزارش کردند که استفاده از lordotic cages و non-lordotic cage تأثیر قابل توجهی بر پارامترهای ستون فقرات لگنی بعد از جراحی دارند. در گروه با lordotic cages در سگمنت‌های L3/4 و L4/5 از ۳° cage و در سگمنت L5/S1 از ۸° cage استفاده شد. درحالی‌که لوردوز بعد از جراحی بین دو گروه تفاوت معنی‌داری نداشت، لوردوز در گروه با lordotic cages در بخش‌های ادغام شده به‌طور قابل توجهی بهبود یافت. در گروه non-lordotic، لوردوز ۳ تا ۸ درجه کاهش یافت که به‌موجب آن نویسندگان علت این تفاوت را به هندسه cage نسبت دادند^(۳۱). به‌طور مشابه در مطالعه Sembrano و همکاران افزایش قابل توجهی را در لوردوز لومبار پس از لومبار اینتربادی فیوژن در استفاده از ۱۰° lordotic cages مشاهده کردند درحالی‌که non-lordotic cage تأثیر قابل توجهی بر هم‌ترازی ساژیتال بعد از جراحی نداشتند^(۳۲). در مطالعه Groth و همکاران سه رویکرد درمانی vertical cages، آلوگرافت و threaded cylindrical cages در ۴۹ بیمار مقایسه گردید. در فالوآپ ۱ ساله، لوردوز بعد از عمل در گروه vertical cages بهبود یافت، در حالی‌که در گروه آلوگرافت و گروه threaded cylindrical cages کاهش یافت. ارتفاع فضای دیسک در گروه vertical cages کاهش یافت، در حالی‌که برای هر دو گروه آلوگرافت و گروه threaded cylindrical cages افزایش یافت^(۳۳).

مطالعه حاضر با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. این مطالعه شامل یک گروه کوچک از بیماران در دو رویکرد درمانی بود و انجام مطالعه در بازه زمانی طولانی‌تر با حجم نمونه بزرگ‌تر پیشنهاد می‌شود. گرچه در این مطالعه دو رویکرد درمانی توسط دو جراح مجرب انجام شد اما ارزیابی نتایج در بیماران تحت درمان با یک جراح می‌تواند خطای نتایج را کاهش دهد. فالوآپ بیماران در این مطالعه محدود بود؛ بنابراین نتایج بلند مدت از جمله نرخ نشست، فیوژن، پایداری Peek cage و عوارض جانبی بلند

- 10 McCall TA, Brokaw DS, Jelen BA, Scheid DK, Scharfenberger AV, Maar DC, et al. Treatment of large segmental bone defects with reamer-irrigator-aspirator bone graft: technique and case series. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):63-73. doi: 10.1016/j.ocl.2009.08.002.
- 11 Stannard JP, Sathy AK, Moeinpour F, Stewart RL, Volgas DA. Quantitative analysis of growth factors from a second filter using the Reamer-Irrigator-Aspirator system: description of a novel technique. *Orthopedic Clinics*. 2010;41(1):95-98. doi: 10.1016/j.ocl.2009.07.002.
- 12 Kim SY, Park KS, Jung SS, Chung SY, Kim SM, Park MS, et al. An early comparative analysis of the use of autograft versus allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *Korean Journal of Spine*. 2012;9(3):142. doi: 10.14245/kjs.2012.9.3.142.
- 13 Lemcke J, Al-Zain F, Meier U, Suess O. Polyetheretherketone (PEEK) spacers for anterior cervical fusion: a retrospective comparative effectiveness clinical trial. *The open orthopaedics journal*. 2011; 5:348. doi: 10.2174/1874325001105010348.
- 14 Suess O, Schomaker M, Cabraja M, Danne M, Kombos T, Hanna M. Empty polyetheretherketone (PEEK) cages in anterior cervical discectomy and fusion (ACDF) show slow radiographic fusion that reduces clinical improvement: results from the prospective multicenter "PIERCE-PEEK" study. *Patient safety in surgery*. 2017; 11:1-12. doi: 10.1186/s13037-017-0128-y.
- 15 Panayotov IV, Orti V, Cuisinier F, Yachouh J. Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 2016;27:1-11. doi: 10.1007/s10856-016-5731-4.
- 16 Yao Y-C, Chou P-H, Lin H-H, Wang S-T, Chang M-C. Outcome of Ti/PEEK versus PEEK cages in minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Global Spine Journal*. 2023;13(2):472-478. doi: 10.1177/21925682211000323.
- 17 Samartzis D, Shen FH, Goldberg EJ, An HS. Is autograft the gold standard in achieving radiographic fusion in one-level anterior cervical discectomy and fusion with rigid anterior plate fixation?. *Spine*. 2005; 1;30(15):1756-1761. doi: 10.1097/01.brs.0000172148.86756.ce.
- 18 Virk SS, Elder JB, Sandhu HS, Khan SN. The cost effectiveness of polyetheretherketone (PEEK) cages for anterior cervical discectomy and fusion. *Clinical Spine Surgery*. 2015;28(8): 482-492. doi: 10.1097/BSD.0b013e3182aa3676.
- 19 Buser Z, Brodke DS, Youssef JA, Rometsch E, Park J-B, Yoon ST, et al. Allograft versus demineralized bone matrix in instrumented and noninstrumented lumbar fusion: a systematic review. *Global spine journal*. 2018;8(4):396-412. doi: 10.1177/2192568217735342.
- 20 Moo IH, Kam CJW, Lai MWS, Yeo W, Soh RCC. A comparison of contiguous two-level anterior cervical discectomy and fusion using a structural allograft versus a Polyetheretherketone (PEEK) cage: the results of a three-year follow-up. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2020;21:1-8. doi: 10.1186/s12891-020-03325-y
- 21 Liao J-C, Niu C-C, Chen W-J, Chen L-H. Polyetheretherketone (PEEK) cage filled with cancellous allograft in anterior cervical discectomy and fusion. *International orthopaedics*. 2008; 32:643-648. doi: 10.1007/s00264-007-0378-x.
- 22 Yang S, Yu Y, Liu X, Zhang Z, Hou T, Xu J, et al. Clinical and radiological results comparison of allograft and polyetheretherketone cage for one to two-level anterior cervical discectomy and fusion: a CONSORT-compliant article. *Medicine*. 2019;98(45): e17935. doi: 10.1097/MD.00000000000017935.
- 23 Wang M, Chou D, Chang C-C, Hirpara A, Liu Y, Chan AK, et al. Anterior cervical discectomy and fusion performed using structural allograft or polyetheretherketone: pseudarthrosis and revision surgery rates with minimum 2-year follow-up. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2019;32(4):562-569. doi: https://doi.org/10.3171/2019.9.SPINE19879.
- 24 Ni J, Zheng Y, Liu N, Wang X, Fang X, Phukan R, et al. Radiological evaluation of anterior lumbar fusion using PEEK cages with adjacent vertebral autograft in spinal deformity long fusion surgeries. *European Spine Journal*. 2015; 24:791-799. doi: 10.1007/s00586-014-3745-5.
- 25 Martin CT, Niu S, Whicker E, Ward L, Yoon ST. Radiographic factors affecting lordosis correction after transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral facetectomy. *International Journal of Spine Surgery*. 2020;14(5):681-686. doi: 10.14444/7099.
- 26 Cutler AR, Siddiqui S, Hillard VH, Cerabona F, Das K. Comparison of polyetheretherketone cages with femoral cortical bone allograft as a single-piece interbody spacer in transforaminal lumbar interbody fusion. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2006;5(6):534-539. doi: 10.3171/spi.2006.5.6.534.
- 27 Villavicencio AT, Nelson EL, Rajpal S, Beasley K, Burneikiene S. Prospective, randomized, double-blinded clinical trial comparing PEEK and allograft spacers in patients undergoing transforaminal lumbar interbody fusion surgeries. *The Spine Journal*. 2022;22(1):84-94. doi: 10.1016/j.spinee.2021.06.005.
- 28 Torstrick FB, Lin AS, Potter D, Safranski DL, Sulchek TA, Gall K, et al. Porous PEEK improves the bone-implant interface compared to plasma-sprayed titanium coating on PEEK. *Biomaterials*. 2018; 185:106-116. doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.09.009.
- 29 Lund T, Oxland T, Jost B, Cripton P, Grassmann S, Etter C, et al. Interbody cage stabilisation in the lumbar spine: biomechanical evaluation of cage design, posterior instrumentation and bone density. *The Journal of Bone & Joint Surgery British Volume*. 1998;80(2):351-359. doi: 10.1302/0301-620x.80b2.7693.
- 30 Oxland TR, Lund T. Biomechanics of stand-alone cages and cages in combination with posterior fixation: a literature review. *European spine journal*. 2000; 9: 95-101. doi: 10.1007/PL00010028.
- 31 Gödde S, Fritsch E, Dienst M, Kohn D. Influence of cage geometry on sagittal alignment in instrumented posterior lumbar interbody fusion. *Spine*. 2003;28(15):1693-1699. doi: 10.1097/01.BRS.0000083167.78853.D5.
- 32 Sembrano JN, Horazdovsky RD, Sharma AK, Yson SC, Santos ER, Polly Jr DW. Do lordotic cages provide better segmental lordosis versus nonlordotic cages in lateral lumbar interbody fusion (LLIF)? *Clinical spine surgery*. 2017;30(4): 338-343. doi: 10.1097/BSD.0000000000000114.
- 33 Groth AT, Kuklo TR, Klemme WR, Polly DW, Schroeder TM. Comparison of sagittal contour and posterior disc height following interbody fusion: threaded cylindrical cages versus structural allograft versus vertical cages. *Clinical Spine Surgery*. 2005;18(4):332-336. doi: 10.1097/01.bsd.0000163037.17634.89.