

Comparison of Different Methods Used for Maxillary Molars Distalization with Temporary Anchorage Devices (TADs) in different positions: A Finite Element Analysis (FEM)

Hadis Majd¹
Allahyar Geramy²
Sedighe Sheikzadeh³
Maysam Mirzaie³
Reza Ghorbanipour⁴

1. Orthodontist, Student Research Committee, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.
2. Professor, Dental Materials Research Center, Dentistry Research Institute, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Dental Materials Research Center, Health Research Institute, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.
4. **Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran.
Email: dr_ghorbanipour@yahoo.com

Abstract

Introduction: The purpose of this study was to compare different methods used for maxillary molars distalization with Temporary Anchorage Devices (TADs) with a Finite Element Analysis (FEM) method.

Materials & Methods: In this study, three different finite element models were constructed to represent three different methods of distalization. In model 1, a mini screw was inserted in the midpalatal area and used as a skeletal anchorage for the distal movement of the first and second maxillary molars. Model 2 was designed based on the insertion of mini screw in the buccal area. In model 3, a palatal plate was used for molar distalization.

Results: In model 1 and model 2, distal movement of both molars occurred, but in model 3, some mesial movement was seen in buccal cusp of the first molar and both cusps of the second molar. Maximum distalization of the first and second molar occurred in model 2.

Conclusion: Minimum buccolingual movement was seen in model 1. Maximum distalization and mesiodistal tipping of the first and second molar occurred in model 2.

Key words: Bone screw; Finite element analysis; Anchorage.

Received: 04.01.2023

Revised: 04.04.2023

Accepted: 02.05.2023

How to cite: Majd H, Geramy A, Sheikzadeh S, Mirzaie M, Ghorbanipour R. Comparison of Different Methods Used for Maxillary Molars Distalization with Temporary Anchorage Devices (TADs) in different positions: A Finite Element Analysis (FEM). J Isfahan Dent Sch 2023; 19(1): 1-8.

مقایسه‌ی سه روش دیستاله کردن مولرهای ماگزایلا با دستگاه‌های انکوریج موقت: آنالیز المان محدود

۱. متخصص ارتودنسی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.
 ۲. استاد، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، پژوهشکده علوم دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.
 ۳. استادیار، مرکز تحقیقات مواد دندان، پژوهشکده سلامت، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.
 ۴. نویسنده مسؤول: استادیار، گروه ارتودنسی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران.
 Email: dr_ghorbanipour@yahoo.com

حدیث مجد^۱ IDاللهیار گرامی^۲ IDصدیقه شیخ‌زاده^۳ IDمیثم میرزایی^۳ IDرضا قربانی‌پور^۴ ID

چکیده

مقدمه: هدف از این مطالعه، مقایسه‌ی روش‌های مختلف استفاده از انکوریج موقتی اسکلتی برای دیستالیزاسیون مولرهای ماگزایلا با روش آنالیز المان محدود بود.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه، سه مدل مختلف المان محدود ساخته شده است که سه روش مختلف دیستالیزاسیون را نشان می‌دهد. در مدل ۱، مینی اسکرو در ناحیه‌ی میانی کام وارد شده و به عنوان انکوریج اسکلتی برای حرکت دیستال مولرهای ماگزایلا اول و دوم استفاده شده است. در مدل ۲، مینی اسکرو در باکال قرار دارد. در مدل ۳، از پلیت پالاتالی برای دیستالیزاسیون مولر استفاده شده است.

یافته‌ها: در مدل ۱ و ۲، حرکت دیستالی هر دو مولر قابل مشاهده است. اما در مدل ۳، مقداری حرکت مزیالی در کاسپ باکال مولر اول و هر دو کاسپ مولر دوم مشاهده شد. حداکثر میزان دیستالیزاسیون مولر اول و دوم در مدل ۲ رخ داد.

نتیجه‌گیری: حداکثر جابجایی باکولینگوالی در مدل ۱ مشاهده شد. حداکثر دیستالیزاسیون و تیپینگ مزیدیستالی مولر اول و دوم در مدل ۲ رخ داد.

کلید واژه‌ها: پیچ استخوانی؛ آنالیز المان محدود؛ انکوریج.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۲

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۱/۱۵

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۰/۱۴

استناد به مقاله: مجد حدیث، گرامی اللهیار، شیخ‌زاده صدیقه، میرزایی میثم، قربانی‌پور رضا. مقایسه‌ی سه روش دیستاله کردن مولرهای ماگزایلا با دستگاه‌های انکوریج موقت: آنالیز المان محدود. مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان. ۱۴۰۲؛ ۱۹(۱): ۸-۱.

مقدمه

ديستاليزاسيون مولرهای فک بالا، يک روش درمان ارتودنسی است که در معالجه‌ی مال‌اکلوژن کلاس II مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱-۳). اپلانس‌هایی نظیر هدگیر، پندولوم، جونز جیگ و ديستال جت برای ديستاليزاسيون مولر فک بالا استفاده شده است (۲-۵). با اين حال، ديستاليزاسيون اغلب با عوارض جانبی مانند از دست رفتن انکوريج و تپينگ کنترل نشده همراه است. در سال‌های اخير، انکوريج اسکلتی مانند مینی اسکروها برای کاهش عوارض جانبی ديستاليزاسيون مولر بالا استفاده شده است (۴). استفاده از TAD (Temporary anchorage device) ها کنترل واحد انکوريج را فراهم می‌کند. بنابراین، حرکات قابل پيش‌بینی دندان با عوارض جانبی کمتری می‌تواند انجام شود (۶-۸). TAD ها انکوريج پایداری را برای حرکات مختلف دندان فراهم می‌کنند و نیازی به همکاری بیمار ندارند (۸، ۹). به دليل سهولت در قرارگیری و نتایج موفقیت‌آمیز، مینی اسکروها بسیار بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۰، ۱۱). اگرچه مطالعات اخير ديستاليزاسيون مولرها با کمک ایمپلنت را ارزیابی کرده است، اما مقایسه‌ی انواع مختلف انکوريج اسکلتی در مناطق مختلف آناتوميک و ارزیابی حرکات دندانی به دست آمده، به اندازه‌ی کافی انجام نشده است (۱۲). دستیابی به يک موقعیت بالینی کاملاً یکسان در مدل‌های مختلف يک مطالعه دشوار است، بنابراین مقایسه‌ی دقيق اين سه نوع مختلف انکوريج جهت ديستاليزاسيون مولر در مطالعات بالینی غيرممکن است (۱۳). در مطالعات بالینی، رنج وسیعی از میزان ديستاليزاسيون و تپينگ ديستالی مولر ماگزینا گزارش شده است (۱۴، ۱۵).

Mohamed و همکاران در يک مقاله‌ی مروری سیستماتیک بیان می‌دارد که در بررسی موقعیت‌های مختلف انکوريج موقت، قرارگیری آن در پالاتال و نزدیک به مرکز مقاومت مولر، احتمال تپ ديستالی آن را کمتر می‌کند (۱۴). مطالعه‌ای دیگر بیان داشت که قرارگیری TAD در ناحیه‌ی بین ریشه‌ای در روند ديستاه کردن مولر ماگزینا با حداقل

تپينگ ديستالی مولر همراه است (۱۶).

روش المان محدود (FEM (Finite element method يک روش عددی برای حل مشکلات مهندسی و فیزیک ریاضی است (۱۴). تدوین مسأله با FEM به سیستم معادلات جبری منجر می‌شود (۱۵). اين روش برای حل مسأله، سیستم بزرگی را به قسمت‌های کوچک‌تر و ساده‌تر تقسیم می‌کند که به آن‌ها المان محدود گفته می‌شود. معادلات ساده سپس در سیستم بزرگتر معادلات جمع می‌شوند که کل مسأله را مدل‌سازی می‌کند. (۱۶). هدف از اين مطالعه، مقایسه‌ی روش‌های مختلف استفاده شده برای ديستاليزاسيون مولرهای ماگزینا با دستگاه‌های انکوريج موقت با روش آنالیز المان محدود بود.

مواد و روش‌ها

در اين مطالعه FEM، سه مدل سه بعدی از بخش خلفی فک بالا به صورت بالا به پایین در SolidWorks 2011 طراحی شده‌اند (Solid-works، ماساچوست، ایالات متحده). اين مدل‌ها شامل لثه، استخوان کورتیکال (ضخامت ۱ میلی‌متر)، استخوان اسفنجی، مولر اول و دوم فک بالا، PDL با ضخامت يکنواخت (۰/۲۵ میلی‌متر) بودند. دندان‌ها طبق آناتومی دندانی Ash مدل‌سازی شدند. مدل‌سازی ماگزینا با استفاده از توموگرافی کامپیوتری اشعه مخروطی (CBCT (Cone-beam computed tomography) مربوط به يک بیمار انجام شد. تمام بافت‌های زنده الاستیک، همگن و ایزوتروپیک در نظر گرفته شدند. سه مدل مختلف از المان محدود ساخته شد که سه روش مختلف ديستاليزاسيون را نشان می‌دهد:

مدل ۱: مینی اسکرو (قطر ۱/۶ و طول ۸ میلی‌متر؛ شرکت Jail Medical، سئول، کره) در ناحیه‌ی میدپالاتال از نظر مزوديستالی در سطح مولر دوم بالا قرار گرفت. يک ترنسپالاتال آرچ با قلاب بر روی مولر اول ساخته شد. ارتفاع قلاب برابر با کرسر آلئوئول مولر و موقعیت عرضی آن ۲ میلی‌متر بیشتر از اولین مولر بود. (Transpalatal Arch)

و نسبت پوآسون تعریف شدند (جدول ۱).

جدول ۱: مدولوس یونگ و نسبت پوآسون برای مواد مختلف

نسبت پوآسون	مدولوس یونگ MPa	ماده
۰/۳۰	۱۳۷۰۰	استخوان کورتیکال
۰/۳۰	۷۹۰۰	استخوان اسفنجی
۰/۴۹	۵۰	PDL
۰/۳۰	۲۰۰۰۰	سیم استیل
۰/۳۰	۱۰۵۰۰	مینی اسکرو
۰/۳۰	۲۰۷۰۰	دندان

جهت انجام محاسبات هر کدام از مدل‌ها با استفاده از رایانه به برنامه‌ی FEA (COSMOS Works 2010, Memphis, USA) انتقال داده شد. همه‌ی بافت‌های زنده، الاستیک، هموژن و ایزوتروپیک در نظر گرفته شدند. میزان جابجایی هر کدام از آن موارد مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز خطی برای اندازه‌گیری مقدار حرکات دندان‌های مولر مورد استفاده قرار گرفت.

این طرح با شماره‌ی ۹۷۰۲۶۲۷۶ و باکد اخلاق IR.MUBABOL.HRI.REC.1397.165 به تصویب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل رسید.

یافته‌ها

مولر اول در مدل ۱ و مدل ۳ در جهت پالاتال حرکت کرد اما در مدل ۲ کاسپ مزینال به سمت باکال و کاسپ دیستال به سمت پالاتال حرکت کرد. بنابراین، چرخش distal-in در مولر اول در مدل ۲ رخ داده است و مقدار اندکی چرخش mesial-in در مدل ۱ و ۳ نیز مشاهده شد (جدول ۲ و شکل ۱ تا ۶).

TPA برای شبیه‌سازی شرایط بالینی، سخت در نظر گرفته شد. اجزای استخوان فک بالا به سه درجه آزادی محدود شد (X,Y,Z). یک سیم استنلس استیل 0.019×0.25 اینچ به عنوان سیم پایه در قوس دندانی قرار گرفت. نیروی دیستالیزاسیون ۱۵۰ گرم توسط چین الاستومریک کوتاه نقره‌ای (Ortho Technology، ایالات متحده) به قلاب ترنس پالاتال آرج اعمال شد.

مدل ۲: در این مدل، سیم استنلس استیل 0.019×0.25 اینچ به عنوان یک سیم پایه در قوس قرار گرفته است. روی تمام دندان‌ها براکت باند شد. مینی اسکرو (قطر $1/6 \times 8$ میلی‌متر؛ G2، سیستم دو لنگر Anchor، شرکت Jail Medical، سئول، کره) در قسمت باکال بین پرمولر دوم فک بالا و مولر اول، ۸ میلی‌متر اپیکالی‌تر از سیم اصلی قرار گرفت. یک قلاب از سیم 0.032 اینچ با ارتفاع ۴ میلی‌متر در بین انسیزور لترال فک بالا و کانین روی سیم اصلی قرار داده شد. به منظور جلوگیری از حرکت مزیالی دندان‌ها، یک نیروی ۱۵۰ گرم از مینی اسکرو به قلاب اعمال گردید. نیروی دیستالیزاسیون توسط کوئل اسپرینگ باز (0.10 ، 0.30 اینچ، Ortho Technology، ایالات متحده) بین دندان پرمولر دوم و مولر اول فراهم شد.

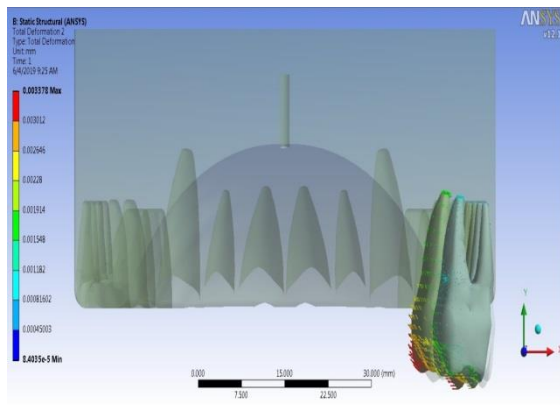
مدل ۳: یک پلیت پالاتال (۲۸ میلی‌متر؛ شرکت Jail Medical، سئول، کره) با ۲ سوراخ برای پیچ استخوانی در میدپالاتال و از نظر مزودیستالی در ناحیه مولر دوم قرار داده شد. بازوی صفحه برای اتصال چین الاستومریک، ۱۰ میلی‌متر اپیکالی‌تر از سیم پایه و ۱۲ میلی‌متر لترالی‌تر از رافه‌ی میانی پالاتال در سطح کرسر آلونولی مولر اول بود. ۱۵۰ گرم نیروی دیستالی توسط چین نقره‌ای کوتاه اعمال گردید (Ortho Technology، ایالات متحده).

خصوصیات الاستیک مربوطه از جمله مدولوس یونگ

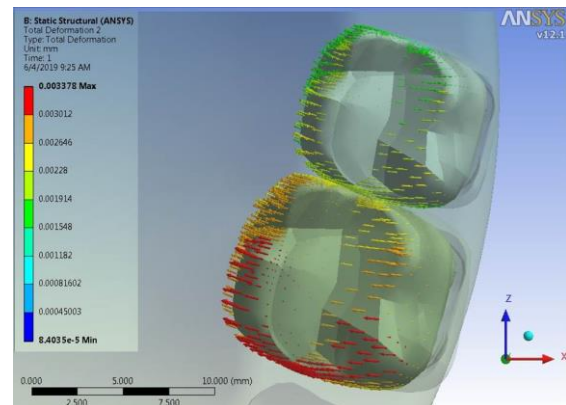
جدول ۲: حرکت باکولینگوالی کاسپ‌های مزینال و دیستال مولر اول در روش‌های مختلف دیستالیزاسیون

مدل ۱	نسبت*	مدل ۲	نسبت	مدل ۳	نسبت
مزینال	۰/۰۰۲۸۷	-۰/۰۰۰۸۰۴	-۱/۴۴	-۰/۰۰۲۱۲	-۳/۸۴
دیستال	۰/۰۰۲۲۰	۰/۰۰۱۱۴	-۲/۰۵	۰/۰۰۰۵۵۴	۱

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.



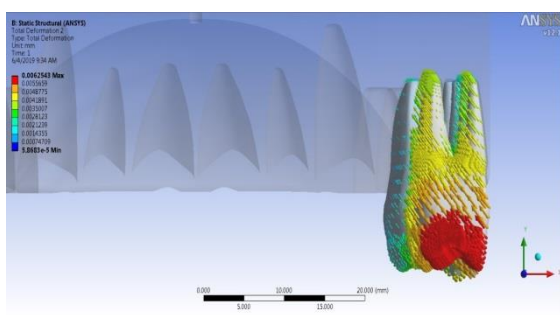
شکل ۴: حرکت کلی مولرها از پلن فرونتال در مدل ۱



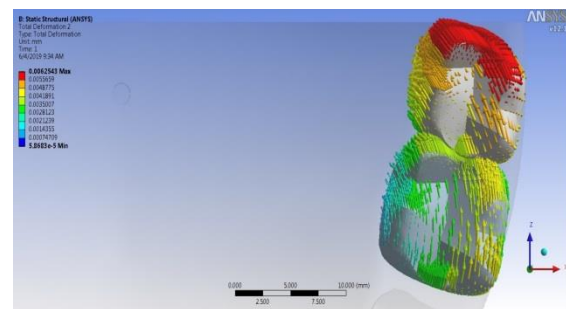
شکل ۱: حرکت باکو لینگویالی مولرها از نمای اکلوزال در مدل ۱

مولر دوم در طول دیستالیزاسیون با مدل ۱ و ۲ اینترود شد. در مدل ۳ در کاسپ مزیا ل مولر دوم اینترودن و در کاسپ دیستال آن اکستروژن رخ داد. حداکثر اینترودن موار دوم در مدل ۱ مشاهده شد (جدول ۵، شکل ۱ تا ۶). حداکثر حرکت مزیدیستالی مولر اول و دوم در مدل ۲ رخ داده است.

مولر دوم در مدل‌های ۱ و ۲ به سمت پالاتال حرکت می‌کند. در مدل ۳، حرکت پالاتالی در کاسپ مزیا ل و حرکت باکالی در کاسپ دیستال مشاهده شد. حداقل حرکت مزیدیستالی در مدل ۱ رخ داد (جدول ۳، شکل ۱-۶).



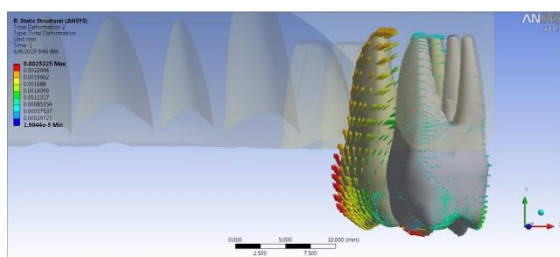
شکل ۵: حرکت کلی مولرها از پلن فرونتال در مدل ۲



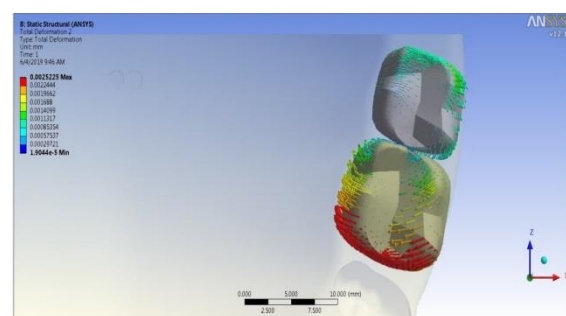
شکل ۲: حرکت باکو لینگویالی مولرها از نمای اکلوزال در مدل ۲

در بعد قدامی خلفی، مولر اول و دوم در مدل ۱ و ۲ به سمت دیستال حرکت کردند. در مدل ۳ مقداری حرکت مزیا لی مشاهده شد.

در مدل‌های ۱ و ۳، در هنگام دیستالیزاسیون مولر اول، اینترودن رخ داد. در مدل ۲ کاسپ مزیا ل مولر اول اکستروژد شد. حداکثر اینترودن دندان مولر اول در مدل ۲ مشاهده گردید (جدول ۴، شکل ۱ تا ۶).



شکل ۶: حرکت کلی مولرها از پلن فرونتال در مدل ۳



شکل ۳: حرکت باکو لینگویالی مولرها از نمای اکلوزال در مدل ۳

جدول ۳: حرکت باکولینگوالی کاسپ‌های مزینال و دیستال مولر دوم در روش‌های مختلف دیستالیزاسیون

نسبت	مدل ۳	نسبت	مدل ۲	نسبت *	مدل ۱	
۱	-۰/۰۰۰۲۴۳	۵/۸	-۰/۰۰۱۴۱	۸/۵۱	-۰/۰۰۲۰۷	مزینال
-۳/۲۴	۰/۰۰۰۷۸۸	۱۲/۳۸	-۰/۰۰۳۰۱	۶/۲۱	-۰/۰۰۱۵۱	دیسیتال

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.

حداکثر دیستالیزاسیون هر دو دندان مولر اول و دوم در مدل ۲ رخ داده است (جدول ۶ و ۷، شکل ۱ تا ۶).

بحث

TADها می‌توانند دیستالیزاسیون مولر فک بالای قابل پیش‌بینی‌تر و قابل اطمینان‌تری را در مقایسه با دستگاه‌های غیر TAD سستی ارائه دهند. ادعا شده است که TADها نیازی به انطباق بیمار ندارند و استفاده از آنها همچنین اثرات نامطلوب دیستالیزاسیون مولر فک بالا را به حداقل می‌رساند. در این مطالعه، حداکثر تیپینگ مزودیستالی مولر اول و دوم در مدل ۲ با مینی اسکرو در باکال مشاهده شد. بیشترین حرکات عمودی مولر اول نیز در مدل ۲ بود. این یافته‌ها با مطالعه‌ی Yu و همکاران مطابقت داشت که در آن دیستالیزاسیون با پلیت پالاتال حرکت بادیلی مولر را نشان داد، اما قرار دادن مینی ایمپلنت‌ها در سمت باکال منجر به تیپینگ دیستالی و اکستروژن شد. اگر اکستروژن مولر در طول درمان باعث اپن‌بایت یا چرخش فک پایین در جهت عقربه‌های ساعت شود، روابط اکلوژالی می‌تواند بدتر گردد. تیپ دیستالی دندان مولر اول می‌تواند باعث تماس زودرس شده که به نوبه‌ی خود ممکن است منجر به عود شود. بنابراین، کلینیسین باید از حفظ موقعیت مولر در طول دیستالیزاسیون اطمینان حاصل کند (۱۷).

Kang و همکاران نیز دیستالیزاسیون مولر با یک پلیت پالاتال، پندولوم و هدگیر را ارزیابی کردند و با مطالعه‌ی حاضر نتایج مشابهی را گزارش نمودند. آنها در مقایسه با پندولوم متکی بر استخوان و هدگیر سرویکال، حرکت ریشه‌ی بیشتری را با پلیت پالاتالی مدیفیه (MPAP) مشاهده کردند و بیان نمودند، زمانی که نیاز به حرکت بیشتر ریشه‌ی مولر اول باشد، ممکن است بدون توجه به مراحل رویش دندان‌های مولر دوم و سوم فک بالا، استفاده از MPAP توصیه می‌شود. در مطالعه‌ی مذکور، مولر اول با MPAP اینترود و با سایر اپلاینس‌ها اکستروژن شد (۱۸).

در این مطالعه، مولر اول و دوم در مدل ۱ و ۳ چرخش distal-in mesial-in نشان دادند، اما در مدل ۲، چرخش distal-in مشاهده شد. این نتیجه با یافته‌های Kang نیز مشابه بود، که چرخش distal-in با هدگیر و چرخش mesial-in با دو دستگاه دیگر گزارش کرد (۱۸). تأثیر مکانیک مورد استفاده بر نوع چرخش مولر، وابسته به موقعیت انکوریج اسکلتالی دارد، لذا حضور انکوریج اسکلتی در پالاتال، تمایل به چرخش mesial-in دندان مولر خواهد داشت. در بعد buccolingual، مولرها، حرکت دیستال قابل توجهی را در مدل ۱ و ۲ نشان دادند. این نتیجه مطابق با مطالعات Kecik (۱۹) و Kook و همکاران (۲۰) بود، که در آنها حرکت تیپینگ مولرها در گروه TAD ناچیز بود.

جدول ۴: حرکت عمودی (میزان اینترودژن/اکستروژن) کاسپ‌های مزینال و دیستال مولر اول در روش‌های مختلف دیستالیزاسیون

نسبت	مدل ۳	نسبت	مدل ۲	نسبت *	مدل ۱	
۶/۸۶	۰/۰۰۱۱۵	-۴/۸۶	-۰/۰۰۱۰۷	۴/۱۹	۰/۰۰۰۹۲۲	مزینال
۱	۰/۰۰۰۲۲۰	۵/۴۵	۰/۰۰۱۲۰	۲/۴۷	۰/۰۰۰۵۴۵	دیسیتال

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.

جدول ۵: حرکت عمودی (میزان اینتروژن/اکستروژن) کاسپ‌های مزبال و دبستان مولر دوم در روش‌های مختلف دبستانلایزاسیون

مدل ۱	نسبت *	مدل ۲	نسبت	مدل ۳	نسبت
مزبال	۰/۰۰۰۶۰۵	۰/۰۰۱۵۱	۹/۳۷	۰/۰۰۰۱۶۱	۱
دبستان	۰/۰۰۰۳۱۰	۰/۰۰۳۴۴	۲۱/۳۶	-۰/۰۰۰۱۸۲	-۱/۱۳

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.

در مطالعه‌ی Miresmaeili و همکاران (۲۱)، چرخش در طی دبستانلایزاسیون مولرها قابل توجه نبود. با این حال، در مطالعه‌ی ما چرخش مولر در مسیر مزبودبستانی هر سه مدل مشاهده شد. این تفاوت می‌تواند ناشی از روش‌های به کار رفته، میزان نیروی دبستانی و تفاوت‌های فردی انکوريج استخوانی باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت:

۱. حداقل حرکت باکولینگوالی در مدل ۱، با مینی اسکرو در ناحیه‌ی میدپالانتال مولر دوم بالا مشاهده شد.

۲. حداکثر دبستانلایزاسیون و تپینگ مزبودبستانی مولر اول و دوم در مدل ۲ با مینی اسکرو در باکال بین پرمولر دوم و مولر اول رخ داد. ولی بایستی به خاطر داشت که قرار دادن مینی ایمپلنت‌ها بین ریشه‌های باکال، حرکت دبستان دندان را محدود می‌کند.

از آنجایی که اندازه‌گیری کلینیکی توزیع استرس در ساختارهای دندانی غیرممکن است، مدل‌سازی المان محدود

تخمین مناسبی از موقعیت کلینیکی فراهم می‌کند. اما دقیقاً شرایط واقعی را نشان نمی‌دهد. بنابراین برخی فاکتورهای بیومکانیکی مشمول مطالعه‌ی ما ممکن است با مطالعات in-vivo متفاوت باشد. همچنین باید به این نکته توجه کرد که برخی تفاوت‌های فردی در پاسخ‌های بیولوژیک و واکنش دندان‌ها به نیروهای ارتودنسی ممکن است، وجود داشته باشد.

نتیجه‌گیری

یافته‌ها نشان داد با روش مینی اسکرو در باکال، حرکات دندانی مطلوب بیشتری رخ می‌دهد، اما احتمال عوارض نامطلوب و تپینگ دندانی نیز افزایش می‌یابد. نتایج این مطالعه ممکن است به عنوان یک راهنمای تشخیصی و درمانی برای پزشکانی که از دستگاه‌های Anchorage موقت برای دبستانلایزاسیون مولر استفاده می‌کنند، کمک‌کننده باشد.

جدول ۶: حرکت مزبودبستانی کاسپ‌های مزبال و دبستان مولر اول در مدل‌های مختلف مطالعه

مدل ۱	نسبت *	مدل ۲	نسبت	مدل ۳	نسبت
مزبال	۰/۰۰۰۷۰۴	۰/۰۰۰۳۱۶	۱	۰/۰۰۰۳۲۶	۱/۰۳
دبستان	۰/۰۰۰۳۱۶	۰/۰۰۴۳۹	۱۳/۸۹	-۰/۰۰۰۶۹۶	-۲/۲۰

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.

جدول ۷: حرکت مزبودبستانی کاسپ‌های مزبال و دبستان مولر دوم در مدل‌های مختلف مطالعه

مدل ۱	نسبت *	مدل ۲	نسبت	مدل ۳	نسبت
مزبال	۰/۰۰۰۴۳۸	۰/۰۰۰۳۴۷	۳۲/۴۲	-۰/۰۰۰۱۳۵	-۱/۲۶
دبستان	۰/۰۰۰۱۰۷	۰/۰۰۰۳۴۷	۳۲/۴۲	-۰/۰۰۰۸۸۵	-۸/۲۷

*: کم‌ترین مقدار، به عنوان واحد در نظر گرفته شده است. جابجایی‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شده‌اند.

سپاسگزاران

بدین‌وسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل تشکر و قدردانی می‌گردد. این طرح با

شماره‌ی ۹۷۰۲۶۲۷۶ و با کد اخلاق IR.MUBABOL.HRI.REC.1397.165 به تصویب معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی بابل رسید.

References

1. Kuroda S, Tanaka E. Application of temporary anchorage devices for the treatment of adult Class III malocclusions. *Semin Orthod* 2011; 17(2): 91-7.
2. Bolla E, Muratore F, Carano A, Bowman SJ. Evaluation of maxillary molar distalization with the distal jet: a comparison with other contemporary methods. *Angle Orthod* 2002; 72(5): 481-94.
3. Burhan AS. Combined treatment with headgear and the Frog appliance for maxillary molar distalization: a randomized controlled trial. *Korean J Orthod* 2013; 43(2): 101-9.
4. Mah SJ, Kim JE, Ahn EJ, Nam JH, Kim JY, Kang YG. Analysis of midpalatal miniscrew-assisted maxillary molar distalization patterns with simultaneous use of fixed appliances: A preliminary study. *Korean J Orthod* 2016; 46(1): 55-61.
5. Patel MP, Janson G, Henriques JFC, de Almeida RR, de Freitas MR, Pinzan A, et al. Comparative distalization effects of Jones jig and pendulum appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009; 135(3): 336-42.
6. Han S, Bayome M, Lee J, Lee YJ, Song HH, Kook YA. Evaluation of palatal bone density in adults and adolescents for application of skeletal anchorage devices. *Angle Orthod* 2011; 82(4): 625-31.
7. Singh K, Kumar D, Jaiswal RK, Bansal A. Temporary anchorage devices-Mini-implants. *Natl J Maxillofac Surg* 2010; 1(1): 30-4.
8. Dalstra M, Cattaneo PM, Melsen B. Load transfer of miniscrews for orthodontic anchorage. *Orthodontics* 2004; 1: 53-62.
9. Clementini M, Morlupi A, Agrestini C, Ottria L. Success rate of dental implants inserted in autologous bone graft regenerated areas: a systematic review. *Oral Implantol (Rome)* 2011; 4(3-4): 3-10.
10. Uribe F, Mehr R, Mathur A, Janakiraman N, Allareddy V. Failure rates of mini-implants placed in the infrazygomatic region. *Prog Orthod* 2015; 16(1): 31.
11. Fugazzotto PA. A comparison of the success of root resected molars and molar position implants in function in a private practice: results of up to 15-plus years. *J Periodontol* 2001; 72(8): 1113-23.
12. Graetz C, Ostermann F, Woeste S, Sälzer S, Dörfer CE, Schwendicke F. Long-term survival and maintenance efforts of splinted teeth in periodontitis patients. *J Dent* 2019; 80: 49-54.
13. Ghanbari HO, Gharechahi M, Ghanbarzadeh M, Nikkhaah Raankoohi A, Dastmalchi P. Evaluation of periodontal condition in intruded molars using miniscrews. *J Dent Mater Tech* 2015; 4(4): 145-52.
14. Mohamed RN, Basha S, Al-Thomali Y. Maxillary molar distalization with miniscrew-supported appliances in Class II malocclusion: A systematic review. *Angle Orthod* 2018; 88(4): 494-502.
15. Soheilifar S, Mohebbi S, Ameli N. Maxillary molar distalization using conventional versus skeletal anchorage devices: A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod* 2019; 17(3): 415-24.
16. Bayome M, Park JH, Bay C, Kook YA. Distalization of maxillary molars using temporary skeletal anchorage devices: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res* 2021; 24(Suppl 1): 103-12.
17. Yu IJ, Kook YA, Sung SJ, Lee KJ, Chun YS, Mo SS. Comparison of tooth displacement between buccal mini-implants and palatal plate anchorage for molar distalization: a finite element study. *Eur J Orthod* 2011; 36(4): 394-402.
18. Kang JM, Park JH, Bayome M, Oh M, Park CO, Kook YA, et al. A three-dimensional finite element analysis of molar distalization with a palatal plate, pendulum, and headgear according to molar eruption stage. *Korean J Orthod* 2016; 46(5): 290-300.
19. Kecik D. Comparison of temporary anchorage devices and transpalatal arch-mediated anchorage reinforcement during canine retraction. *Eur J Dent* 2016; 10(4): 512-6.
20. Kook YA, Bayome M, Trang VTT, Kim HJ, Park JH, Kim KB, et al. Treatment effects of a modified palatal anchorage plate for distalization evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 146(1): 47-54.
21. Miresmaeili A, Sajedi A, Moghimbeigi A, Farhadian N. Three-dimensional analysis of the distal movement of maxillary 1st molars in patients fitted with mini-implant-aided trans-palatal arches. *Korean J Orthod* 2015; 45(5): 236-44.