

بررسی اثر شوینده هیپوکلریت سدیم بر مقاومت چرخشی فایل‌های روتاری نیکل-تیتانیوم Neolix و X Pro Gold

دکتر سولماز عراقی^۱، دکتر عباس دلورانی^۲، دکتر فایزه دهقان^۳، دکتر پریسا کاغذلو^{*۲}

۱-استادیار بخش اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران

۲-اندودنتیست

۳-دندانپزشک عمومی

پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۸/۱

اصلاح نهایی: ۱۴۰۲/۷/۲۰

وصول مقاله: ۱۴۰۲/۴/۱۰

Evaluation of two nickle-titanium systems' (Neolix and X Pro Gold) resistance to fracture after immersion in sodium hypochlorite.

Solmaz Araghi¹, Abbas Delvarani², Faeze Dehghan³, Parisa Kaghazloo³

1-Associate professor, Endodontic Dept, Dental School, Islamic Azad University Of Medical Science, Tehran,Iran

2- Endodontics

3-Denist

Received: July 2023 ; Accepted: Nov 2023

Abstract

Background and Aim: NiTi instruments have a high risk of separation due to torsional or flexural fatigue (cyclic fatigue). Chemomechanical preparation and chemical disinfection causes the corrosion of endodontic instruments that may weaken the fracture resistance of the instruments. This study is to evaluate the two nickle-titanium systems' (Neolix and X Pro Gold) resistance to fracture after immersion in sodium hypochlorite.

Materials and methods: In this in vitro study, 32rotary files of Neolix file(Neolix,France) and X Pro Gold file (Easyinsmile,China),in size of 25 and 25 mm long were examined. The samples were divided into 2 groups of Neolix and X Pro Gold files(n=16). Then each group was divided into 2 subgroups: 2/5% sodium hypochlorite and normal saline based on the type of irrigation solution (n = 8). Cyclic fatigue test was performed with artificial canals in stainless steel blocks with a 60 ° angle of curvature and a radius of 5 mm. The files used inside the artificial canals according to the manufacturer's instructions based on the torque (Neolix=1.5 N.cm and X Pro Gold=2.5 N.cm) and recommended speed (350 rpm), until they broke. Fracture time in seconds and number of cycles to failure (NCF) were calculated. The length of the broken piece was calculated in both files. Finally, the fractured surfaces of 2 samples from each group were randomly examined via scanning electron microscopy. SPSS software version 26 and two-way ANOVA test were used to analyze the data (p <0.05).

Results: The average length of the broken piece was 4/95 mm in X Pro Gold file and 2/75 mm in Neolix file. Storing environment (p = 0.654) did not affect the number of cycles before fracture of the X Pro Gold and Neolix files,but file type (p<0.001) had an impact on it.

Conclusion: The results of this study showed that storing environment did not affect the number of cycles before fracture of X Pro Gold and Neolix files but file type affected them.Neolix file(NCF hypo=1098,NCF saline=1088) had a better performance than X Pro Gold file(NCF hypo=509 ,NCF saline=474).

Key words: Sodium Hypochlorite, Cyclic Fatigue Resistance, Rotary File

***Corresponding Author:** pariskaghazloo@gmail.com

J Res Dent Sci.2024;21(1):17-26

خلاصه:

سابقه و هدف: فایل های NiTi به دلیل خستگی چرخشی (Cyclic fatigue) یا خستگی خمشی (Torsional loading) خطر شکست بالایی دارند. ضد عفونی و آماده سازی شیمی مکانیکی (chemomechanical) می تواند باعث خوردگی ابزارهای اندودنتیک شود که ممکن است مقاومت در برابر شکستگی وسیله را تضعیف کند. این مطالعه با هدف بررسی اثر شوینده هیپوکلریت سدیم بر مقاومت چرخشی فایل های روتاری نیکل-تیتانیوم Neolix و X Pro Gold انجام گرفت.

مواد و روش ها: در این تحقیق تجربی آزمایشگاهی ۳۲ فایل (۱۶ عدد Neolix (Neolix, France) و ۱۶ عدد X Pro Gold (Easyinsmile, China) ۲۵ میلیمتری سایز ۲ روتاری به ۲ گروه تقسیم شدند ($n=16$) و سپس براساس نوع محلول شوینده به صورت تصادفی به ۲ زیر گروه نرمال سالین و شوینده هیپوکلریت سدیم ۲.۵٪ تقسیم و به مدت ۵ دقیقه در هر کدام غوطه ور شدند ($n=8$). تست cyclic fatigue با کانال مصنوعی دریلوک استنلس استیل باشعاع کرو ۵ میلیمتر و زاویه انحنای ۶۰ درجه انجام شد. فایل ها مطابق با دستورکارخانه سازنده براساس Torque (1.5 Neolix = 2.5 X Pro Gold) و سرعت (۳۵۰) توصیه شده، در داخل (کانال مصنوعی) استفاده شدند تا زمانی که شکستند. زمان شکستگی به ثانیه و تعداد چرخش تا شکست (NCF)، محاسبه شد. طول قطعه شکسته در هر دو فایل محاسبه شد. در انتها سطوح شکسته تعداد ۲ نمونه از هر گروه به صورت تصادفی با میکروسکوپ الکترونی بررسی شدند.

یافته ها: محیط نگهداری بر تعداد چرخش فایل قبل از شکست فایل های X Pro Gold و Neolix تاثیرگذار نبود ($p=0/654$) اما نوع فایل بر مقاومت چرخشی فایل های روتاری X Pro Gold و Neolix تاثیر گذار بود. ($P<0/001$)

نتیجه گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که محیط نگهداری و تقابل نوع فایل و محیط نگهداری بر تعداد چرخش و مدت زمان قبل از شکستگی فایل های X Pro Gold و Neolix تاثیرگذار نمی باشد ولی نوع فایل موثر بوده و فایل Neolix تاثیر گذار نمی باشد ولی نوع فایل موثر بوده و فایل Neolix از فایل عملکرد بهتری دارد.

کلید واژه ها: مقاومت به شکست چرخشی، فایل روتاری، هیپوکلریت سدیم

مقدمه:

مکانیکی فایل های NiTi اثر گذاشته است در نتیجه موجب ترک بر روی فایل ها و در پی آن کاهش مقاومت فایل ها در برابر cyclic fatigue گردد و خطر شکستگی فایل ها را افزایش دهد^(۱،۲،۴،۵). روش های جدیدی برای تقویت فایل های روتاری NiTi در برابر شکستگی ناشی از cyclic fatigue عنوان شده است. از جمله این روش ها استفاده از آلیاژهای جدید برای اصلاح خواص مکانیکی فایل ها میباشد^(۶). یکی از این فایل های جدید روتاری Ni-Ti فایل نئولیکس است که توسط فرآیند ماشینکاری تخلیه الکتریکی (Electrical Discharge Machining=EDM) ساخته شده که به آن قابلیت انعطاف بالاتر و مقاومت به خستگی بیشتر با وجود سطح سخت و خشن را می دهد^(۴،۷-۹). سطح مقطع این فایل مستطیلی است که به آن اثر ضدپچشی بالایی بخشیده است.^(۱۰،۷)

شکستن فایل های روتاری به علت خستگی دوره ای (cyclic fatigue) در کانال های ریشه یکی از چالشهای مهم درمان های اندو دانتیکس می باشد که میتواند نتایج این درمان ها را به مخاطره بیندازد. cyclic fatigue اصلی ترین علت شکستگی مکانیکی فایل های روتاری عنوان شده است. بنابراین ارزیابی مقاومت فایل های روتاری نیکل تیتانیوم (NiTi) در برابر cyclic fatigue از اهمیت بالایی برخوردار است^(۱-۳). یکی از موارد تاثیر گذار بر مقاومت در شکست فایل ها هیپوکلریت سدیم (NaOCl) می باشد. NaOCl به علت فعالیت ضد میکروبی و انحلال بافتی، به هدف ضد عفونی در درمان ریشه حین آماده سازی کانال استفاده می شود. این محلول بر روی فلزات اثر خوردگی دارد که ممکن است حین تماس با فایلها در طی مراحل آماده سازی کانال بر خواص.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق که به روش تجربی آزمایشگاهی با کد اخلاق IR.IAU.DENTAL.REC.1399.۲۳۸ صادره از دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی انجام گرفت ۱۶ فایل نو ۲۵ میلی متری سایز ۲۵ از دو نوع سیستم مختلف روتاری Neolix (Neolix, France) و X Pro Gold (Easyin smile, China) (در مجموع ۳۲ فایل) برای بررسی cyclic fatigue در کانال کرودار در حضور شوینده هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد (CERKAMED, ul. Kwiatkowskiego 137-450 Stalowa Wola, Poland) استفاده شد. قبل از مطالعه، تمام فایل‌ها زیر استریومیکروسکوپ (Nikon, ZMZ1000, Japon) با بزرگنمایی ۳۰× از لحاظ دفرمیتی و نقص‌های مورفولوژیک بررسی شدند. روش نمونه‌گیری مبتنی بر هدف بود. نمونه‌های مورد مطالعه در ۲ گروه (۱۶ فایل از هر کدام از فایل‌های Neolix و X Pro Gold) تقسیم شده و هر گروه به صورت تصادفی ساده به ۲ زیر گروه تقسیم شد: گروه اول، ۱۶ عدد فایل در حضور شوینده هیپوکلریت سدیم، که شامل ۸ عدد فایل Neolix و ۸ عدد فایل X Pro Gold بودند. گروه دوم، ۱۶ عدد فایل در حضور نرمال سالین شامل ۸ عدد فایل Neolix و ۸ عدد فایل X Pro Gold بودند. فایل‌ها به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق (۲۲-۲۷ درجه سانتی‌گراد) در ۱ سی سی محلول مورد بررسی در بلوک شبیه‌سازی غوطه‌ور شدند. تست cyclic fatigue با کانال‌های مصنوعی در بلوک‌های استنلس استیل با زاویه انحنای ۶۰ درجه^(۵،۳) و شعاع کرو ۵ میلی متر انجام شد. برای جلوگیری از لغزش فایل‌ها، صفحه شیشه‌ای بر روی کانال‌های مصنوعی قرار داده شد. داخل بلوک‌ها با نرمال سالین یا NaOCl ۲/۵ درصد پر شد.^(۱۴،۵)

همچنین به دلیل تبعیت از فرم کانال حین درمان، این فایل‌ها از ایجاد لج و ترنسپورت جلوگیری میکنند و کمتر موجب انحراف از زاویه اصلی کانال می‌شوند^(۷، ۱۱). فایل‌های جدید روتاری Ni-Ti با نام X Pro Gold با تکنیک آلیاژ حافظه‌دار ساخته شده‌اند و جزو فایل‌های دارای حافظه‌شکلی (control memory) هستند که طبق مطالعات این ویژگی منجر به افزایش ۳۰۰-۸۰۰ درصدی مقاومت به شکست این فایل‌ها نسبت به فایل‌های Ni-Ti معمولی میشود.^(۱۲) طبق ادعای شرکت سازنده این فایل، زمان cyclic fatigue تا شکستن آنها تا ۷۲۰ ثانیه است و این فایل‌ها برای استفاده در کانال‌های انحنادار مناسب هستند و تا جای ممکن عاج را حفظ میکنند. طراحی قابل اعتماد نوک وسیله، مانع ایجاد جابه‌جایی و لبه (ledge) در اپکس میشود.^(۱۳)

تاکنون هیچ بررسی بر روی مقاومت به cyclic fatigue در این فایل‌ها پس از غوطه‌ور سازی در هیپوکلریت سدیم صورت نگرفته است. در حالیکه میزان مقاومت به شکست در این فایل‌های روتاری می‌تواند درمان‌های ریشه را تحت تاثیر قرار دهد. فرضیه‌های این تحقیق به شرح زیر می‌باشند:

تعداد چرخش فایل‌های Neolix و X Pro Gold در محیط هیپوکلریت سدیم و نرمال سالین تا قبل از شکستگی چقدر است.

مدت زمان فایل‌های Neolix و X Pro Gold در محیط هیپوکلریت سدیم و نرمال سالین تا قبل از شکستگی چقدر است.

نوع فایل و محیط بر تعداد چرخش تا شکستن فایل، تاثیر معناداری دارد.

نوع فایل و محیط بر مدت زمان تا شکستن فایل، تاثیر معناداری دارد.

بنابراین با توجه به خلا اطلاعاتی در مقالات، هدف از این تحقیق بررسی مقاومت به شکست چرخشی دو سیستم فایل نیکل-تیتانیوم Neolix و X Pro Gold در حضور شوینده هیپوکلریت سدیم در بخش اندودانتیکس دانشکده دندانپزشکی علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ بود.

ناحیه حداکثر تنش در شرایط مختلف، مشابه است. این نتایج، موقعیت

قابلیت تکرار فایل ها در یک مسیر دقیق را تأیید کرد. (۱۶، ۱۵، ۱۴، ۵)



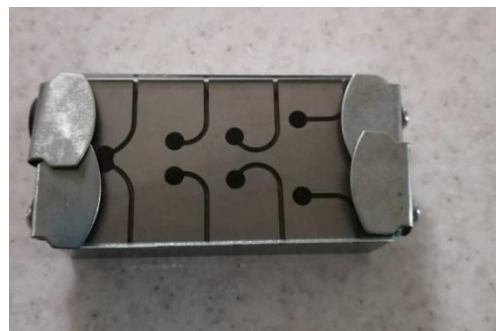
شکل ۱- قطعات شکسته فایل ها زیر میکروسکوپ دیجیتالی

فایل های شکسته با الکل در حمام اولتراسونیک Becker (Vira Tejarat Becker, Iran) تمیز شدند و سطوح شکسته با میکروسکوپ الکترونی (JOEL, Tokyo, Japon) به منظور یافتن منشاء شکست فایل و وجود کروژن یا حفره (pitting) در سطح فایل در حضور شوینده هیپوکلریت سدیم یا سرم، بررسی شد. (شکل ۱) (۵)

میانگین و انحراف معیار تعداد چرخش فایل قبل از شکستگی در فایل های X pro Gold و Neolix در محیط های نرمال سالین و هیپوکلریت سدیم در جدول و نمودار ۱ آمده است.

جدول ۱- میزان چرخش قبل از شکستگی در فایل های X pro Gold و Neolix در محیط های آب مقطر و هیپوکلریت سدیم

نوع فایل	نرمال سالین	هیپوکلریت سدیم	آزمون
دور	SD ± میانگین	SD ± میانگین	
X pro Gold (n=8)	۴۷۴/۶۲ ± ۶۰/۲	۵۰۹/۶۲ ± ۶۱/۷۵	P=۰/۶۵۴
Neolix (n=8)	۱۰۸۸/۵ ± ۱۴۶/۳۴	۱۰۹۸/۳۷ ± ۲۲۳/۳	P=۰/۸۰۲



بلوک استنلس استیل جهت تست cyclic fatigue

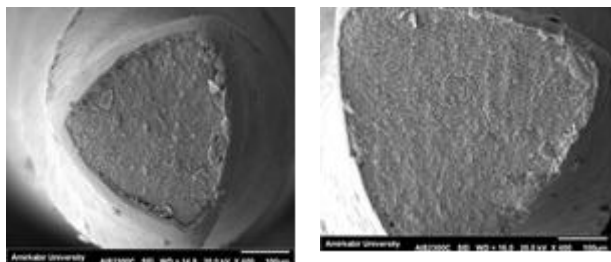
هندپیس موتور روتاری اندودونتی (Denjoy Denjoy Dental, China) ثابت شد و فایل ها تا ۱۹ mm طول کارکرد خود به داخل کانال وارد شدند. فایل ها داخل موتور گذاشته شده و مطابق با دستور کارخانه سازنده بر اساس نیروی گشتاور (Torque) و سرعت توصیه شده، در داخل کانال های مصنوعی استفاده شدند تا زمانی که شکستند. زمان شکستگی به ثانیه ثبت گشت و تعداد چرخش تا شکست (NCF) با فرمول $NCF = \text{rpm} \times (\text{time to fracture}) / 60$ محاسبه شد. (۵، ۳)

طول قطعه شکسته به دلیل دقت بالاتر از میکروسکوپ های نوری، با میکروسکوپ دیجیتالی (Uromex, FE.2025, Holand) محاسبه شد.

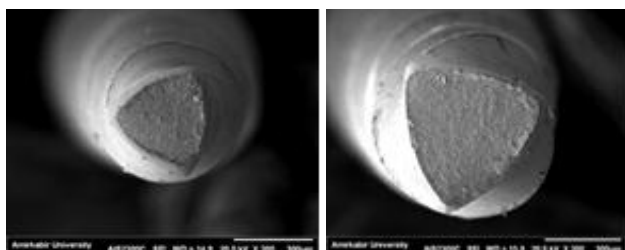
برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار SPSS ورژن ۲۶ استفاده شد. برای بررسی تاثیر محیط نگهداری و نوع فایل بر تعداد چرخش تا شکست و زمان شکست از آزمون Two-way ANOVA استفاده گردید. مقادیر کمتر از ۰/۰۵ به عنوان سطح معنی دار در نظر گرفته شد.

یافته ها:

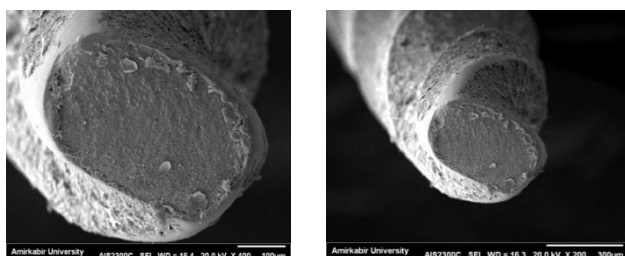
در مطالعه حاضر تعداد ۳۲ عدد فایل روتاری از نظر تعداد چرخش و زمان شکست ارزیابی شدند. میانگین طول قطعه شکسته در فایل X Pro Gold: 4.95 mm و در فایل Neolix: 2.75 mm بود. که هر دو مطابق با مطالعات قبلی، در ناحیه حداکثر انحناء، در محدوده ۲/۵-۵ میلی متر بودند و این یافته نشان می دهد که



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از کراس سکشن فایل X Pro Gold پس از غوطه وری در محلول نرمال سالین



شکل ۴- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از کراس سکشن فایل Neolix پس از غوطه وری در هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪

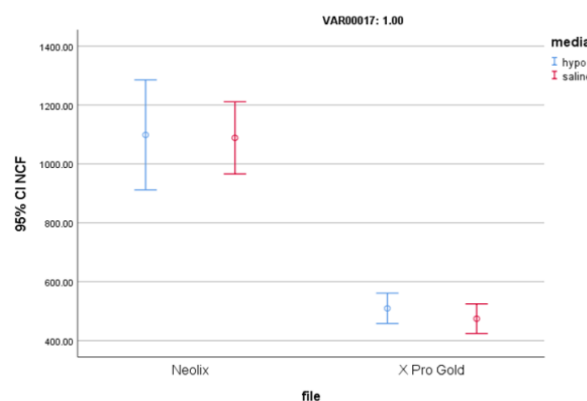


شکل ۵- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از کراس سکشن فایل X Pro Gold پس از غوطه وری در هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪

بحث:

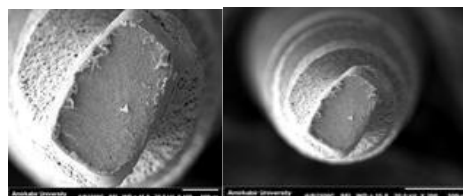
اینسترومنت‌های NiTi به دلیل خصوصیات عالی و انعطاف پذیری بالا و نیز توانایی شکل پذیری بالای آلیاژ نیکل-تیتانیوم، انعطاف پذیری الاستیک بیشتری هنگام پیچش و خمش داشته و نیز مقاومت بالایی در برابر شکستگی‌های

براساس آزمون Two-way ANOVA، نوع فایل (p<0/001) بر تعداد چرخش فایل قبل از شکست فایل‌های X Pro Gold و Neolix تاثیرگذار بود اما محیط نگهداری (p=۰/۶۵۴) و تقابل محیط نگهداری و نوع فایل (p=۰/۸۰۲) بر تعداد چرخش فایل قبل از شکست تاثیرگذار نبود.



نمودار ۱- میزان تعداد چرخش فایل قبل از شکستگی در فایل‌های X Pro Gold و Neolix در محیط‌های نرمال سالین و هیپوکلریت سدیم

تصاویر میکروسکوپ الکترونی مقاطع شکستگی فایل‌های X Pro Gold و Neolix نشان داد که شروع ترک در لبه‌های برنده کراس سکشن‌های شکستگی، با مساحت گوده‌های میکروسکوپی بر روی سطوح شکستگی ایجاد شده است. در هیچ کدام از فایل‌های X Pro Gold و Neolix خوردگی pitting یا crevice در نرمال سالین یا هیپوکلریت ۲/۵ درصد مشاهده نشد. در شکل‌های ۲ تا ۵، تصاویر میکروسکوپ الکترونی از سطح مقطع فایل‌های X Pro Gold و Neolix آمده است.



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی از کراس سکشن فایل Neolix پس از غوطه وری در محلول نرمال سالین

فرضیه رد شد. فایل Neolix توسط فرآیند EDM یا همان ماشین کاری تخلیه الکتریکی (electro discharge machining) که در آن از یک جرقه الکتریکی جهت برش وسیله استفاده می‌شود، ساخته شده که به آن قابلیت انعطاف بالاتر و مقاومت به خستگی بیشتر با وجود سطح سخت و خشن را می‌دهد^(۹-۷). سطح مقطع این فایل مستطیلی است که به آن اثر ضدپیچشی بالایی بخشیده است.^(۷، ۱۰) پروسه ساخت متفاوت این فایل می‌تواند از دلایل نتایج بهتر (مدت زمان و تعداد چرخش بیشتر) آن نسبت به فایل X Pro Gold باشد. نتایج متفاوتی در خصوص تاثیر هیپوکلریت سدیم بر مقاومت به شکست فایل‌های روتاری گزارش شده است. برخی از مطالعات اشاره کردند که استفاده از هیپوکلریت سدیم تاثیری بر مقاومت به شکست فایل‌های روتاری ندارد و برخی نیز خلاف آن نشان داده اند Elnaghy و همکاران نشان دادند که میزان مقاومت به شکست فایل‌های WaveOne Gold و Reciproc پس از غوطه وری در محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ و نرمال سالین تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند^(۳) در مطالعه‌ای دیگر گزارش شد که غوطه وری فایل‌های ProFile و RaCe به مدت ۱ تا دو ساعت در هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ در دمای ۲۱ درجه بر مقاومت به خستگی چرخشی این فایل‌ها تاثیرگذار نیست^(۲۲). نتایج مطالعه‌ای در سال ۲۰۱۶ حاکی از این بود که غوطه وری فایل‌های ProFile و Typhoon CM در هیپوکلریت سدیم ۶٪ به مدت ۲۵ دقیقه تاثیری بر مقاومت به خستگی چرخشی این فایل‌ها نداشت^(۲۳). در مطالعه Ferreira و همکاران نیز غوطه وری فایل‌های ProFile، Mtwo، FlexMaster و TwistedFiles به مدت ۵ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪ تاثیری بر تعداد چرخش تا شکست نداشت.^(۱۴) Laudolo و همکاران گزارش کردند که غوطه وری در هیپوکلریت سدیم ۵٪ باعث کاهش معنادار مقاومت به cyclic fatigue فایل‌های Twisted Files، Mtwo و Revo S SU نمی‌شود.^(۲۴) در مطالعه Chompa و همکاران نیز غوطه وری فایل‌های HyFlex و M3 به مدت

پیچشی در مقایسه با فایل‌های stainless steel دارند^(۱۷). البته این فایل‌ها مستعد شکست بوده و دو نوع شکست (خمشی و پیچشی) نیز برای آنها تعریف شده است.^(۱) فرآیند شکست فایل‌های روتاری NiTi از اهمیت بالینی زیادی برخوردار می‌باشد؛ زیرا شکست اینسترومنت ممکن است نتایج بالینی درمان را تحت تأثیر قرار داده و باعث بروز مشکل در خارج کردن فایل‌های شکسته شود.^(۱۸) شکستگی ابزار داخل کانال اغلب اتفاقی غیر قابل پیش بینی است که می‌تواند مانع از پاکسازی و شکل دهی کافی کانال ریشه شده و بر پیش آگهی درمان ریشه تاثیرگذارد. بطور کلی احتمال وقوع شکست ابزار داخل کانال به طور گسترده، بین ۰/۲۸ تا ۱۶/۲۰ درصد گزارش شده است^(۱۹). همچنین میزان شکستن فایل‌هایی که برای اولین بار استفاده می‌شوند ۰/۹٪ در ۷۸۶ دندان گزارش شده است cyclic fatigue نیز، مسئول ۵۰-۹۰٪ از شکست‌های مکانیکی می‌باشد^(۲۰). ایراد فایل‌های NiTi در استحکام کششی و Yield Strength اندک آنها در مقایسه با فایل‌های Stainless Steel است که آنها را، حتی در اعمال نیروهای اندک نیز، مستعد شکستن می‌سازد^(۲۱). درمان ریشه با شکستگی ابزار داخل کانال، اغلب دشوار است و تمام کانال‌ها را نمی‌توان با موفقیت درمان نمود. از این رو پیشگیری از این امر، دارای اهمیت است و نیازمند درک عوامل موثر بر شکستگی ابزار در جهت کاهش احتمال شکستگی فایل‌ها درون کانال ریشه می‌باشد^(۱۹) با توجه به اینکه، مطالعه‌ای در خصوص بررسی مقاومت به cyclic fatigue در فایل‌های X Pro Gold و Neolix پس از غوطه وری در هیپوکلریت سدیم صورت نگرفته است، این مطالعه با هدف بررسی مقاومت به شکست چرخشی دو سیستم فایل نیکل-تیتانیوم X Pro Gold و Neolix در حضور شوینده هیپوکلریت سدیم انجام گرفت. در این مطالعه، فرضیه اول و دوم تحقیق، محقق شد. در فرضیه سوم و چهارم، نوع فایل بر تعداد چرخش و مدت زمان تا شکستن فایل تاثیرگذار بود و فرضیه تایید شد؛ اما نوع محیط (نرمال سالین یا هیپوکلریت ۲/۵ درصد)، اختلاف معناداری نداشت و

همکاران حاکی از آن بود که در فایل D-Race میزان NCF پس از غوطه وری در 5% NaOCl به مدت ۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه، به طور معناداری کاهش یافت^(۲۸). از علل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه فعلی میتوان به استفاده از غلظت، دما و نوع متفاوت فایل با این مطالعه اشاره نمود. در مطالعه حاضر، اختلاف تعداد چرخش تا شکست فایلها در محلول هیپوکلریت سدیم ۲/۵٪ معنادار نبود. همچنین از عوامل تاثیرگذار بر میزان شکستن فایل های روتاری می توان به: شکل کانال، سرعت چرخش، تعداد استفاده ها و طراحی سطح مقطع فایل اشاره نمود. طراحی ناحیه سطح مقطع نیز ممکن است بر مقاومت فایل تاثیر بگذارد؛ فایل های با قطر بزرگ تر دچار تجمع استرس داخلی بیشتری می شوند؛ البته این رابطه همیشه درست نیست، به این معنی که افزایش قطر فایل ممکن است باعث افزایش مقاومت در برابر شکستگی شود^(۲۹). یکی از علل کاهش NCF می تواند محل خوردگی باشد. اگر خوردگی در ناحیه حداکثر تنش رخ نداده باشد، احتمالاً مقاومت فایل در برابر cyclic fatigue، کاهش نمی یابد^(۳۰). براساس تصاویر SEM، در این مطالعه در هیچ کدام از فایل های X Pro Gold و Neolix، خوردگی pitting یا crevice در نرمال سالین یا هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد، مشاهده نشد. تصاویر SEM در مطالعه ی Alfawaz و همکاران نشان دهنده این بود که در فایل ProTaper Gold F2، خوردگی در ناحیه ی تنش پس از حضور در هیپوکلریت سدیم با غلظت های ۵/۲۵٪ و ۲/۵٪، رخ نداده بود^(۵). در این مطالعه، کانال های مصنوعی با اندازه هایی بسیار نزدیک به فایل های آزمایش شده ساخته شده اند تا تغییرات موقعیت قرارگیری فایل ها که می تواند مقادیر NCF را تحت تأثیر قرار دهد، از بین ببرند.

مطابق با مطالعات قبلی، طول قطعه در ناحیه حداکثر انحناء، در محدوده ۲/۵-۵/۲ میلی متر، نشان می دهد که ناحیه حداکثر تنش در شرایط مختلف، مشابه است. این نتایج، موقعیت قابلیت تکرار فایل ها در یک مسیر دقیق را تأیید کرد^(۵، ۱۴، ۱۶، ۴۱-۳۱).

همچنین از یک کانال مصنوعی با زاویه انحنای ۶۰ و شعاع

۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪، تأثیری بر روی NCF فایل ها نداشت^(۲۵). نتایج مطالعه ای دیگر نیز نشان داد که حضور فایل های Wave One Gold و Wave One به مدت ۵ و ۱۰ دقیقه در NaOCl 25/5 درصد تأثیری روی چرخش تا شکست فایل ها نداشت^(۲۶). نتایج این مطالعات همراستا با یافته های مطالعه حاضر بود.

Alfawaz و همکاران گزارش کردند که استفاده از هیپوکلریت سدیم با غلظت های ۵/۲۵٪ و ۲/۵٪ در داخل کانال های مصنوعی بطور معناداری باعث کاهش تعداد چرخش شکست و در نتیجه کاهش مقاومت در برابر شکست فایل ProTaper Gold F2 گردید^(۵). از علل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه فعلی میتوان به استفاده از غلظت ها، دماها و نوع متفاوت فایل با این مطالعه اشاره نمود. Algahtani و همکاران نیز دریافتند که استفاده از هیپوکلریت سدیم ۵٪ بطور معناداری باعث کاهش تعداد چرخش تا شکست و در نتیجه کاهش مقاومت در برابر شکست فایل های ProTaper Gold و ProTaper Universal گردید^(۳). از علل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه فعلی نیز میتوان به استفاده از غلظت، دما، نوع متفاوت فایل و تعداد انحنای متفاوت با این مطالعه اشاره نمود. نتایج مطالعه Palma و همکاران حاکی از این بود که استفاده از هیپوکلریت سدیم ۳٪ (به مدت ۱ تا ۵ دقیقه) بطور معناداری باعث کاهش تعداد چرخش تا شکست و در نتیجه کاهش مقاومت در برابر شکست فایل های ProTaper Next و Hyflex CM و Hyflex EDM گردید^(۴). از علل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه فعلی میتوان به استفاده از غلظت ها، زمان ها، درجه انحناء و نوع متفاوت فایل با این مطالعه اشاره نمود. نتایج مطالعه Noguera و همکاران نیز نشان داد که در فایل های Sequence، Protaper Next و HyFlex EDM حضور ۱ و ۵ دقیقه در هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ مدت زمان چرخش تا شکست را به طور معناداری کاهش داد^(۲۷). از علل تفاوت یافته های این مطالعه با مطالعه فعلی میتوان به استفاده از غلظت، زمان ها و نوع متفاوت فایل با این مطالعه اشاره نمود. نتایج مطالعه ای در سال ۲۰۱۸

انحنای ۵ میلی متر استفاده شد؛ زیرا اکثر مطالعات cyclic fatigue در این اندازه ها انجام گرفته بودند^(۵،۲)

در مطالعات پیشین برای آزمایش cyclic fatigue از لوبریکانت ها یا آب مقطر استفاده می کردند^(۲۳، ۴۲-۴۴). اما در مطالعه حاضر، از هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد استفاده شد چرا که از نظر بالینی توصیه می شود کانال ریشه با این ماده شوینده فعال، مرطوب باشد. هیپوکلریت سدیم می تواند با از بین بردن نیکل از سطح وسیله، micropitting ایجاد کند، که ممکن است ویژگی وسیله NiTi را تحت تاثیر قرار دهد^(۵). علت این تفاوت می تواند نحوه استفاده متفاوت از هیپوکلریت سدیم و زمان استفاده از آن باشد.

باید توجه داشت نتایج تحقیق حاضر با نتایج بالینی، ارتباط مستقیمی ندارد؛ زیرا در اکثر موارد، آزمون های خستگی دوره ای طراحی شده، نمی توانند به طور کامل شرایط بالینی را شبیه سازی نمایند؛ بلکه تنها برای مقایسه ی تفاوت های بین فایل ها می توان از آنها استفاده کرد. عدم تشابه به شرایط بالینی که در آن فایل ها هیچ وقت اجازه چرخش به مدت زمان طولانی در یک موقعیت را نمی یابند را نیز، باید مورد توجه قرار داد. از نقاط قوت این مطالعه میتوان به تعداد نمونه کافی و تقسیم تصادفی نمونه ها در گروه های مختلف مورد مطالعه و بررسی سطح شکستگی با میکروسکوپ الکترونی اشاره نمود، همچنین از محدودیت ها و نقاط ضعف این مطالعه میتوان به عدم امکان شبیه سازی شرایط و دمای داخل دهانی، عدم استفاده از غلظت های متفاوت محلول هیپوکلریت سدیم و عدم بررسی چرخه های استریلیزاسیون روی تعداد چرخش تا شکست فایل ها اشاره نمود.

بررسی مقاومت به شکست چرخشی سیستم های فایل نیکل-تیتانیوم در حضور دیگر شوینده ها و حرارت ها و بررسی آنها در نمونه های دندان های خارج شده برای مطالعات بعدی پیشنهاد میشود.

نتیجه گیری:

نتایج این مطالعه نشان داد که محیط نگهداری و تقابل نوع فایل و محیط نگهداری، بر تعداد چرخش و مدت زمان قبل از شکستگی فایل های X Pro Gold و Neolix تاثیرگذار نبود؛ اما نوع فایل در این موارد تاثیر گذار بود.

References:

- 1-Pedullà E, Lo Savio F, La Rosa GRM, Miccoli G, Bruno E, Rapisarda S, et al. Cyclic fatigue resistance, torsional resistance, and metallurgical characteristics of M3 Rotary and M3 Pro Gold NiTi files. *Restor Dent Endod.* 2018;43(2):e25.
- 2-Algahtani F, Huang X, Haapasalo M, Wang Z, Hieawy A, Zhang D, et al. Fatigue resistance of ProTaper gold exposed to high-concentration sodium hypochlorite in double curvature artificial canal. *Bioact Mater.* 2019;4:245-8.
- 3-Elnaghy AM, Elsaka SE. Effect of sodium hypochlorite and saline on cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold and Reciproc reciprocating instruments. *Int Endod J.* 2017;50(10):991-8.
- 4-Palma PJ, Messias A, Cerqueira AR, Tavares LD, Caramelo F, Roseiro L, et al. Cyclic fatigue resistance of three rotary file systems in a dynamic model after immersion in sodium hypochlorite. *Odontology.* 2019;107(3):324-32.
- 5-Alfawaz H, Alqedairi A, Alsharekh H, Almuzaini E, Alzaharani S, Jamleh A. Effects of Sodium Hypochlorite Concentration and Temperature on the Cyclic Fatigue Resistance of Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. *J Endod.* 2018;44(10):1563-6.
- 6-Karataş E, Arslan H, Bükür M, Seçkin F, Çapar ID. Effect of movement kinematics on the cyclic fatigue resistance of nickel-titanium instruments. *Int Endod J.* 2016;49(4):361-4.
- 7-Seracchiani M, Miccoli G, Reda R, Zanza A, Obino FV, Bhandi S, et al. A comprehensive in vitro comparison of mechanical properties of two rotary endodontic instruments. *World J Dent.* 2020;11(3):185-7. 10.5005/jp-journals-10015-1729
- 8-Gündoğar M, Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Cyclic fatigue resistance of HyFlex EDM, Reciproc Blue, WaveOne Gold, and Twisted File Adaptive rotary files under different temperatures and ambient conditions. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2019;13(3):166-71.
- 9-Nishijo M, Ebihara A, Tokita D, Doi H, Hanawa T, Okiji T. Evaluation of selected mechanical properties of NiTi rotary glide path files manufactured from controlled memory wires. *Dent Mater J.* 2018;37(4):549-54.
- 10-Ha JH, Cheung GS, Versluis A, Lee CJ, Kwak SW, Kim HC. 'Screw-in' tendency of rotary nickel-titanium files due to design geometry. *Int Endod J.* 2015;48(7):666-72.
- 11-Forghani M, Hezarjaribi M, Teimouri H. Comparison of the shaping characteristics of Neolix and Protaper Universal systems in preparation of severely-curved simulated canals. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(4):e556-e9.
- 12-Anil S., Neelakantan P., Nassif W. Evolution of Nickel-titanium Alloys in Endodontics. *J Contemp. Dent. Pract.* 2017;18(11):1090-6.
- 13-Hecksher F, Vidigal B, Coelho P, Otoni D, Alvarenga C, Nunes E. Endodontic treatment in artificial deciduous teeth by manual and mechanical instrumentation: A pilot study *Int J Clin Pediatr Dent.* 2018;11(6):510-2
- 14-Ferreira F, Adeodato C, Barbosa I, Aboud L, Scelza P, Zaccaro Scelza M. Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. *Int Endod J.* 2017;50(2):143-52.
- 15-Patnana AK, Chugh A. Endodontic Management of Curved Canals with ProTaper Next: A Case Series. *Contemp. Clin. Dent.* 2018;9(Suppl 1):S168-72.
- 16-AlShwaimi E. Cyclic fatigue resistance of a novel rotary file manufactured using controlled memory Ni-Ti technology compared to a file made from M-wire file. *Int Endod J.* 2018;51(1):112-7.
- 17-Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys - a review. *Int Endod J.* 2018;51(10):1088-103.
- 18-Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G. Effect of adaptive motion on cyclic fatigue resistance of a nickel titanium instrument designed for retreatment. *Restor Dent Endod.* 2017;42(1):34-8.
- 19-Ertugrul IF. Effect of sodium hypochlorite on the cyclic fatigue resistance: A scanning electron microscopy evaluation. *Microsc Res Tech.* 2019;82(12):2089-94.
- 20-El Feky HM, Ezzat KM, Bedier MMA. Cyclic fatigue resistance of M-Pro and RaCe Ni-Ti rotary endodontic instruments in artificial curved canals: a comparative in vitro study. *Restor Dent Endod.* 2019;44(4):e44.
- 21-Ozyurek T, Yilmaz K, Uslu G. The effects of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of ProTaper Universal, ProTaper Next, and ProTaper Gold nickel-titanium instruments. *Restor Dent Endod.* 2017;42(4):301-8.
- 22-Tabassum S, Zafar K, Umer F. Nickel-Titanium Rotary File Systems: What's New? *Eur. Endod. J.* 2019;4(3):111-7.
- 23-Elnaghy AM, Elsaka SE. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2016;49(11):1073-8.
- 24-Iandolo A, Amato M, Dagna A, Poggio C, Abdellatif D, Franco V, et al. Intracanal heating of sodium hypochlorite: Scanning electron microscope evaluation of root canal walls. *J Conserv Dent.* 2018;21(5):569-73.
- 25-Champa C, Divya V, Sirekha A, Karale R, Shetty A, Sadashiva P. An analysis of cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments in different canal curvatures after immersion in sodium hypochlorite and autoclaving: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2017;20(3):194-8.
- 26-Vallabhaneni S, Fatima K, Kumar TH. Cone-beam computed tomography assessment of root canal transportation using WaveOne Gold and Neoniti single-file systems. *J Conserv Dent.* 2017;20(6):434-8.
- 27-Nogueira D, Bueno C, Kato AS, Martin AS, Pelegrine RA, Limoeiro A, et al. Effect of immersion in sodium hypochlorite on the cyclic fatigue resistance of three rotary instruments. *J Conserv Dent.* 2020;23(6):554-7.
- 28-Pedullà E, Benites A, La Rosa GM, Plotino G, Grande NM, Rapisarda E, et al. Cyclic Fatigue Resistance of Heat-treated Nickel-titanium Instruments after Immersion in Sodium Hypochlorite and/or Sterilization. *J Endod.* 2018;44(4):648-53.
- 29-Burklein S, Mathey D, Schafer E. Shaping ability of ProTaper NEXT and BT-RaCe nickel-titanium instruments in severely curved root canals. *Int Endod J.* 2015;48:774-81

- 30-Yılmaz K, Uslu G, Gündoğar M, Özyürek T, Grande NM, Plotino G. Cyclic fatigue resistances of several nickel-titanium glide path rotary and reciprocating instruments at body temperature. *Int Endod J*. 2018;51:924-30
- 31-Tang W-R, Smales RJ, Chen H-F, Guo X-Y, Si H-Y, Gao L-M, et al. Prevention and management of fractured instruments in endodontic treatment. *World J Surg Proced*. 2015;5(1):82-98.
- 32-Tewari RK, Kapoor B, Kumar A, Mishra SK, Mukhtar-Un-Nisar-Andrabi S. Fracture of rotary nickel titanium instruments. *J Oral Res Rev*. 2017;9(1):37-44.
- 33-Ujjwal K, Borkar AC, Oswal P, Bhargava K. Effect of Cryogenic Treatment on Fracture Resistance of Nickel Titanium Rotary Instruments a Systematic Review. *Int J Cur Res Rev*. 2017;9(15):32-6.
- 34-Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, Pedullà E, Kim HC. Mechanical Properties of Various Heat-treated Nickel-titanium Rotary Instruments. *J Endod*. 2017;43(11):1872-7.
- 35-Zanza A, D'Angelo M, Reda R, Gambarini G, Testarelli L, Di Nardo D (2021) An update on nickel-titanium rotary instruments in endodontics: mechanical characteristics, testing and future perspective-an overview. *Bioengineering (Basel)*. 2021;8(12):218.
- 36-de Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for reduced fatigue resistance of contemporary rotary instruments exposed to body temperature. *J Endod* 2016; 42: 782-7.
- 37-Capar ID, Kaval ME, Ertas H, Sen BH. Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *J Endod*. 2016;41(5):535-8.
- 38-Cai JJ, Tang XN, Ge JY. Effect of irrigation on surface roughness and fatigue resistance of controlled memory wire nickel-titanium instruments. *Int Endod J*. 2017;50(7):718-24.
- 39-Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K, Plotino G. Effect of Dynamic Immersion in Sodium Hypochlorite and EDTA Solutions on Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Reciprocating Nickel-titanium Files. *J Endod*. 2018;44(5):834-7.
- 40-Topçuoğlu HS, Pala K, Aktı A, Düzgün S, Topçuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of D-RaCe, ProTaper, and Mtwo nickel-titanium retreatment instruments after immersion in sodium hypochlorite. *Clin Oral Investig*. 2016;20(6):1175-9.
- 41-Kyaw Moe MM, Ha JH, Jin MU, et al. Root Canal Shaping Effect of Instruments with Offset Mass of Rotation in the Mandibular First Molar: A Micro-computed Tomographic Study. *J Endod*. 2018;5:822-7.
- 42-Grande NM, Plotino G, Silla E, Pedullà E, DeDeus G, Gambarini G, et al. Environmental Temperature Drastically Affects Flexural Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Files. *J Endod*. 2017;43(7):1157-60.
- 43-Nabavizadeh MR, Sedigh-Shams M, Abdolrasoulnia S. Cyclic Fatigue Life of Two Single File Engine-Driven Systems in Simulated Curved Canals. *Iran Endod J*. 2018;13(1):61-5.
- 44-de Vasconcelos RA, Murphy S, Carvalho CA, Govindjee RG, Govindjee S, Peters OA. Evidence for Reduced Fatigue Resistance of Contemporary Rotary Instruments Exposed to Body Temperature. *J Endod*. 2016;42(5):782-7.