بررسی توزیع فراوانی کیفیت سطحی فایل روتاری M-two پس از اتوکلاو با استفاده از تصاویر اسکن میکروسکوپ الکترونی

دکتر حمید رضویان[۱]، دکتر محسن هاشمی‌نیا[۲]، رحمان ناظری[۳]، دکتر پدرام ایرانمنش[۴]، حمید مجتهدی*

چکیده

مقدمه: امروزه در درمان ریشه فایل‌های نیکل-تیتانیوم روتاری مزایای بسیاری داشته و مورد قبول واقع شده‌اند. استریلیزاسیون فایل‌های روتاری به واسطه‌ی استفاده‌ی مکرر کلینیکی از آنها ضروری است. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر استریلیزاسیون بر تغییرات سطحی فایل روتاری M-two با کمک تصاویر میکروسکوپ الکترونی بود.

مواد و روش‌ها: این پژوهش نوعی مطالعه‌ی مداخله‌ای آزمایشگاهی آینده‌نگر بود که روی ۱۰ عدد فایل روتاری M-two (VDW – Munich – Germany) به طول ۲۵ میلی‌متر و تیپر ۶٪ انجام شد. نمونه‌ها در هر مرحله یک‌بار قبل از اتوکلاو و سپس به ترتیب پس از ۱ بار، ۵ بار و ۱۰ بار سیکل اتوکلاو توسط اسکن میکروسکوپی الکترونی در بزرگنمایی ۲۰۰x و ۱۰۰۰x مورد ارزیابی قرار گرفتند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی از لحاظ تغییرات ظاهری شامل حضور دبری، باقیمانده‌های فلزی و حفره‌دار شدن ارزیابی شدند. در این مطالعه جهت آنالیز آماری از تست Paired Sample T-test و نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ استفاده شد (α=۰/۰۵).

یافته‌ها: تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان از حضور دبری‌ها، حفرات و نقایص سطحی در هر دو گروه فایل‌ها، قبل و بعد از استریلیزاسیون دارد. میزان خشونت و خوردگی سطحی فایل‌ها بعد از ۱۰ سیکل استریلیزاسیون به شکل معناداری افزایش پیدا کرد (p value=۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد بعد از سیکل‌های متعدد استریلیزاسیون، نقایص سطحی از جمله افزایش میزان و عمق حفرات، دبری‌های چسبیده و میزان خوردگی سطحی روی فایل افزایش می‌یابد. این تغییرات با تعداد سیکل‌های استریلیزاسیون ارتباط داشته و سیکل منفرد استریلیزاسیون تغییرات کمی را در فایل ایجاد کرد، در حالی که سیکل‌های متعدد به شکل فزاینده‌ای نقایص سطحی را افزایش داد. این نتایج نشان از محدودیت ذاتی فایل‌های روتاری در استفاده‌ی کلینیکی و به دنبال آن پروسه‌ی استریلیزاسیون متعدد دارد.

کلید واژه‌ها: اندودنتیکس، استریلیزاسیون، درمان ریشه

*. دانشجوی دندانپزشکی، کمیته پژوهش‌های دانشجویان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (مؤلف مسؤول)
hamid.mojtahedi91@yahoo.com

۱. استادیار، مرکز تحقیقات دندانپزشکی ترابی نژاد، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲. استاد، مرکز تحقیقات مواد دندانی، گروه اندودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳. دانشجوی دندانپزشکی، کمیته پژوهش‌های دانشجویان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴. دندانپزشک، اصفهان، ایران

این مقاله در تاریخ ۹۳/۴/۱۰ به دفتر مجله رسیده، در تاریخ ۹۳/۹/۱۰ اصلاح شده و در تاریخ ۹۳/۹/۱۸ تأیید گردیده است.

مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان
۱۳۹۴؛ ۱۱(۱)؛ ۵۲-۶۶.

مقدمه

موفقیت درمان ریشه به تشخیص صحیح، پاک‌سازی و شکل‌دهی دقیق کانال‌های ریشه وابسته است. بیشترین ابزاری که برای این منظور استفاده می‌شود، ابزارهای دستی‌اند که امروزه به تدریج با ابزارهای چرخشی در حال جایگزینی هستند [۱]. اگر چه دندانپزشکان و محققان همگی معتقدند که فایل‌های روتاری نیکل- تیتانیوم خواص عالی جهت ایجاد کانال مخروطی با تیپر مناسب و خطر جابه جایی اندک کانال دارند، اما اعتقاد بر این است که خطر شکستگی آن‌ها حین کار بالا است و این پتانسیل بالای شکست از لحاظ کلینیکی نیز نشان داده شده است [۲]. متغیرهای بسیاری با شکست فایل در ارتباطند از جمله: شعاع و زاویه انحنا، اندازه و سطح مقطع وسیله، سرعت چرخش، طراحی، تکنیک و تجربه عمل کننده، گشتاور، خواص سطحی و متالوژی آلیاژ [۳]. وجود نقایص ساختاری، دبری‌های فلزی و بیولوژیک حتی در فایل‌های استفاده نشده نیز اثبات شده است. برخی محققین بر این باورند که شکستگی در ابزارهای نیکل- تیتانیوم در همین سطوح دارای نقص ایجاد می‌شود [۴].

اگر چه روش‌های استریلیزاسیون به خودی خود اثری بر تمامیت وسایل نیکل-تیتانیوم ندارد، ولی نشان داده شده است که افزایش سیکل‌های اتوکلاو می‌تواند آثار مخربی بر این فایل‌ها داشته باشد. اگر چه تحقیقات پیرامون اتوکلاو و آثار آن بر خواص مختلف فایل‌های نیکل-تیتانیوم همچنان ادامه دارد اما ذکر این نکته حایز اهمیت است که برند فایل تنها عاملی است که اثر آن بر میزان مقاومت فایل به خستگی، خوردگی و شکست اثبات شده است [۵]. Alexandrou و همکاران وجود دبری بر روی فایل Mani NRT را قبل و پس از ۱۱ سیکل استریلیزاسیون مشاهده کرده‌اند [۶]. Alexandrou و همکاران حضور توده‌ها (inclusions) و حفرات را روی تمام نمونه‌های دو نوع فایل Flexmasterو Profile استریلیزه شده گزارش کردند [۷]. Valois و همکاران افزایش میزان بی‌نظمی سطحی (surface irregulations) را بر روی فایل روتاری Profile و GreaterTaper ثابت کرده‌اند [۵].

فایل‌های موجود در بازار به دلیل طراحی گوناگون، روند ساخت متفاوت و فلزهای گوناگون بکار رفته ویژگی سطحی(surface charachteristics)، سختی (Hardness) و سیکل شکست (cyclic fatigue) مختلفی دارند [۸]. M-two یک فایل روتاری است که با داشتن دو لبه‌ی برنده بلند و تقریبا عمودی کنترل بهتری درون کانال داشته و احتمال جابجایی (transportation) کانال را کم می‌کند. فایل M-two حداکثر فضای لازم برای برداشت عاج و حداقل تماس شعاعی را فراهم می‌کند. این ویژگی سبب کاهش انسداد فایل درون ریشه، جمع‌آوری مناسب تراشه‌های عاج و افزایش ایمنی کار می‌گردد [۹]. این فایل از جمله فایل‌های جدیدی است که مطالعه‌ای پیرامون تغییرات فیزیکی و مکانیکی آن طی استریلیزاسیون صورت نگرفته است.

اسکن میکروسکوپ الکترونی (scanning electron microscopy) به منظور بررسی جزئیات سطحی، تفاوت در کیفیت مواد سازنده و تغییرات وسیله بعد از استفاده مناسب بوده و تصاویر ۳ بعدی با وضوح و تمرکز عالی به دست می‌دهد [۱۰]. Martins و همکاران نشان داده‌اند که اکثر تغییرات وسایل را می‌توان تنها با میکوسکوپ الکترونی با بزرگنمایی بالا مشاهده کرد [۱۱].

اگر چه فرآیند اتوکلاو پتانسیل لازم جهت ایجاد تغییرات ساختاری در فایل‌ها را دارد ولی ثابت شده است که این تاثیر فقط پس از تعداد قابل توجهی سیکل اتوکلاو دیده می‌شود [۱۲]. تعداد سیکل اتوکلاو لازم برای افزایش مقدار مشخصی بی‌نظمی سطحی در فایل روتاری از فایلی به فایل دیگر متفاوت می‌باشد [۵].

از آنجا که چالش کلینیکی به منظور خارج‌سازی فایل‌های روتاری شکسته درون کانال به واسطه‌ی چرخش آنها بسیار بیشتر از فایل‌های دستی می‌باشد دندانپزشکان می‌بایست پس از تعداد مشخصی استفاده از فایل آن را از رده خارج کنند. برندهای مختلف فایل‌های روتاری در نشان دادن تغییرات سطحی مشخص بعد از سیکل‌های یکسان استریلیزاسیون متفاوت می‌باشند. در این مطالعه یکی از فایل‌های روتاری موجود در بازار ایران که به طور شایعی استفاده می‌شود مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود پس از چه تعداد سیکل استریلیزاسیون، به منظور پیشگیری از خطرات حین فرآیند کلینیکی درمان ریشه باید آن‌را از رده خارج کرد.

هدف از این مطالعه بررسی کیفیت سطحی فایل روتاری نیکل-تیتانیوم M-two قبل و پس از فرآیند استریلیزاسیون توسط سیکل‌های متفاوت اتوکلاو بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش نوعی مطالعه‌ی مداخله‌ای آزمایشگاهی آینده‌نگر بود. تعداد کلی ۱۰ عدد فایل روتاری نیکل تیتانیوم M-two (VDW, Munich, Germany) با تیپر ۶ درصد و طول mm۲۵ مورد ارزیابی قرار گرفتند. فرآیند استریلیزاسیون توسط دستگاه اتوکلاو (Farazmehr, Isfahan, Iran) با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵psi به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد.

نمونه‌ها در ۴ مرحله، یکبار قبل از اتوکلاو و سپس به ترتیب پس از ۱ بار، ۵ بار و ۱۰ بار سیکل اتوکلاو توسط دستگاه اسکن میکروسکوپی الکترونی JSM840A (Tokyo, Japan JEOL,) شرکت نانوتار در بزرگنمایی ۲۰۰x و ۱۰۰۰x مورد ارزیابی قرار گرفتند.

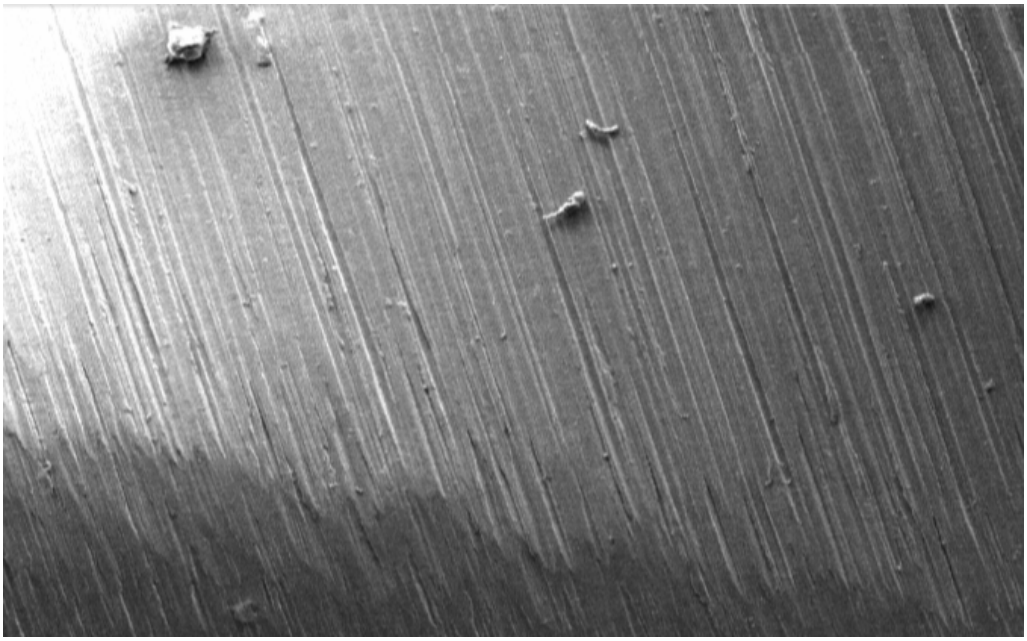
نمونه‌ها توسط سوزن گیر استریل از بسته‌بندی خارج شده از نظر شکل ظاهری (انحنای متناسب فایل، سالم بودن لبه برنده، عدم وجود ترک و شکستگی در ساختار فایل) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها پیش از سیکل اتوکلاو با اسکن میکروسکوپی الکترونی مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس فایل‌ها در پک مخصوص اتوکلاو قرار داده شده و پس از یک مرحله سیکل اتوکلاو بار دیگر با اسکن میکروسکوپی الکترونی مورد ارزیابی قرار گرفت. به همین ترتیت پس از ۵ سیکل و سپس ۱۰ سیکل اتوکلاو تصاویر بدست آمد.

به منظور کمی‌سازی کیفیت هر فایل نرم افزاری به کمک نرم‌افزار مطلب طراحی شد. برجستگی‌های روی فایل‌ها با استفاده از روش‌های جداسازی موجود در پردازش تصویر استخراج و مقایسه شد. برای این منظور جهت یکسان سازی روشنایی تصاویر تهیه شده از فایل‌ها ابتدا با استفاده از الگوریتم‌های یکسان‌سازی روشنایی، شدت روشنایی تصاویر در سیکل‌های مختلف اتوکلاو یکنواخت شده تا تاثیر احتمالی عدم یکنواخت بودن روشنایی تصاویر تهیه شده از مراحل مختلف اتوکلاو فایل‌ها حذف شود، در ادامه با توجه به عدم یکسان بودن فاصله‌کاری در حین انجام تصویر برداری و به منظور از بین بردن تاثیر آن در برجسته دیده شدن شیارها (تصاویری که از فاصله کمتری تهیه شوند لبه‌ها و برجستگی‌ها، بارزتر دیده می‌شوند) میانگین فاصله تهیه تصاویر در سیکل‌های مختلف محاسبه و اندازه هر تصویر نسبت به این فاصله بازتنظیم شد، در ادامه با اعمال آستانه‌گذاری بالا، برجستگی‌ها که بصورت روشن و با مقدار پیکسل‌های بالا و اعمال آستانه‌گذاری پایین شیارهای ایجاد شده که بصورت تیره با مقدار پیکسل‌های پایین در تصویر دیده می‌شود از روی تصاویر بهبود یافته فایل‌ها استخراج شد. مجموعه پیکسل‌های استخراج شده که بیانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده در جریان مراحل اتوکلاو می‌باشد به عنوان معیاری جهت انجام مطالعات کمی مورد استفاده قرار گرفت. سپس تصاویر هر فایل در هر مرحله با مراحل قبلی با استفاده از Paired Sample Ttest مقایسه شد.

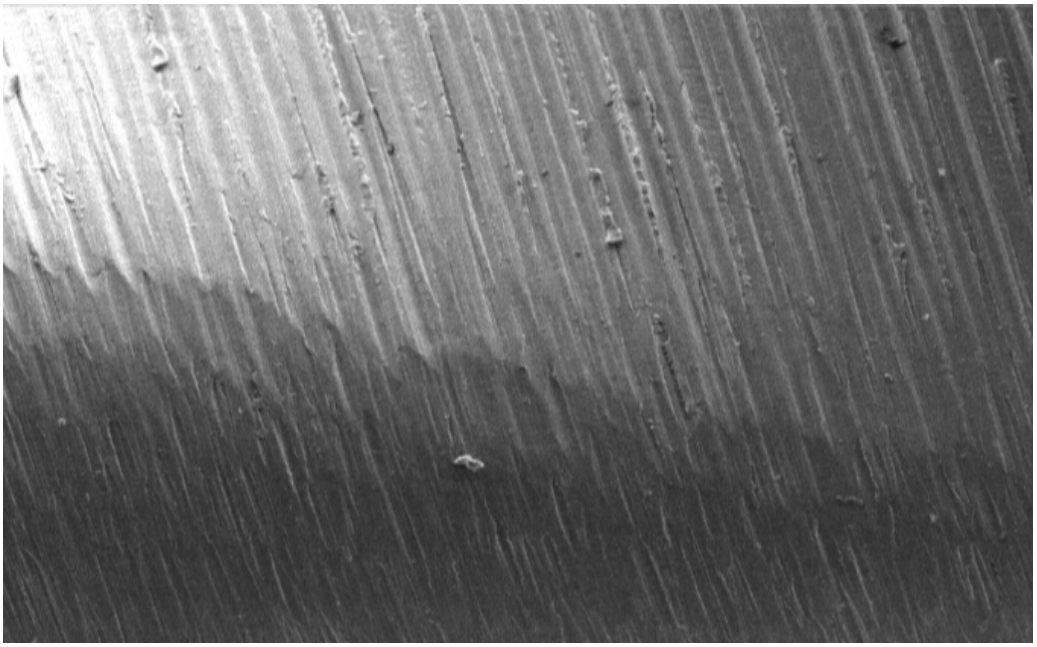
یافته‌ها

این مطالعه روی ۱۰ عدد فایل روتاری به طول ۲۵ میلی‌متر و تیپر ۶ درصد که در بازار ایران موجود است انجام شد. نمونه‌ها قبل و بعد از فرآیند استریلیزاسیون توسط میکروسکوپ الکترونی در دو بزرگنمایی x ۲۰۰ و x ۱۰۰۰ بررسی شدند. مجموعه پیکسل‌های استخراج شده بیانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده در جریان مراحل استریلیزاسیون می‌باشد.

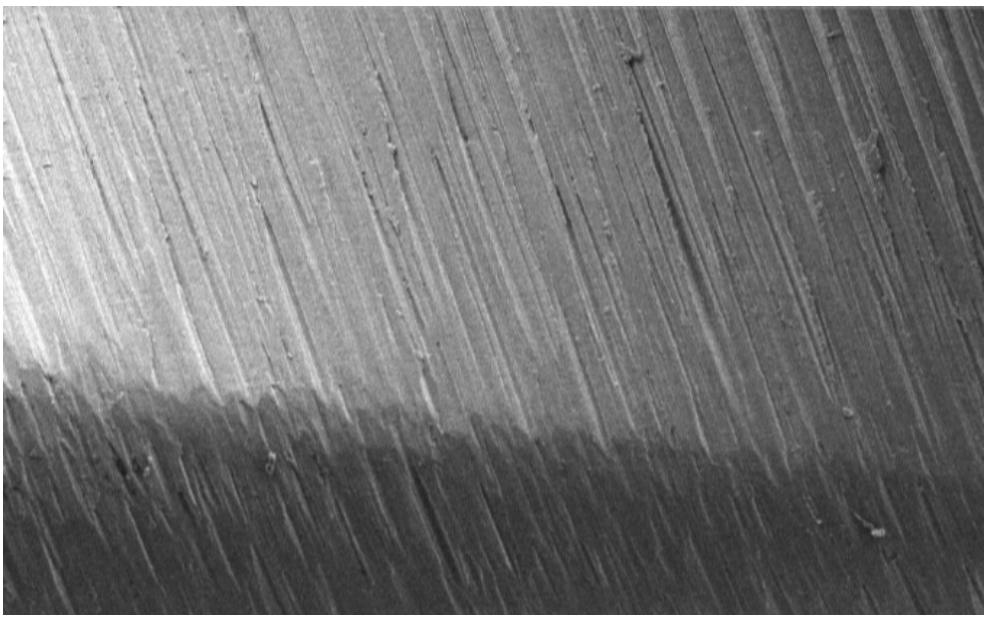
تصاویر میکروسکوپ الکترونی بزرگنمایی ۲۰۰x نشان از حضور دبری‌ها و حفرات که به شکل تصادفی بر سطح تمام فایل‌های نو قرار دارند، داشته و ویژگی‌های مورفومتریک سطحی فایل‌ها با یکدیگر متفاوت بود. اندازه و میزان دبری‌ها وعمق خشونت‌های سطحی در میان فایل‌ها متفاوت بود که نشان از یکسان نبودن فرآیند ساخت و ماشین کردن آنان دارد (شکل‌های ۳-۱).



شکل ۱: فایل شماره‌ی D، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

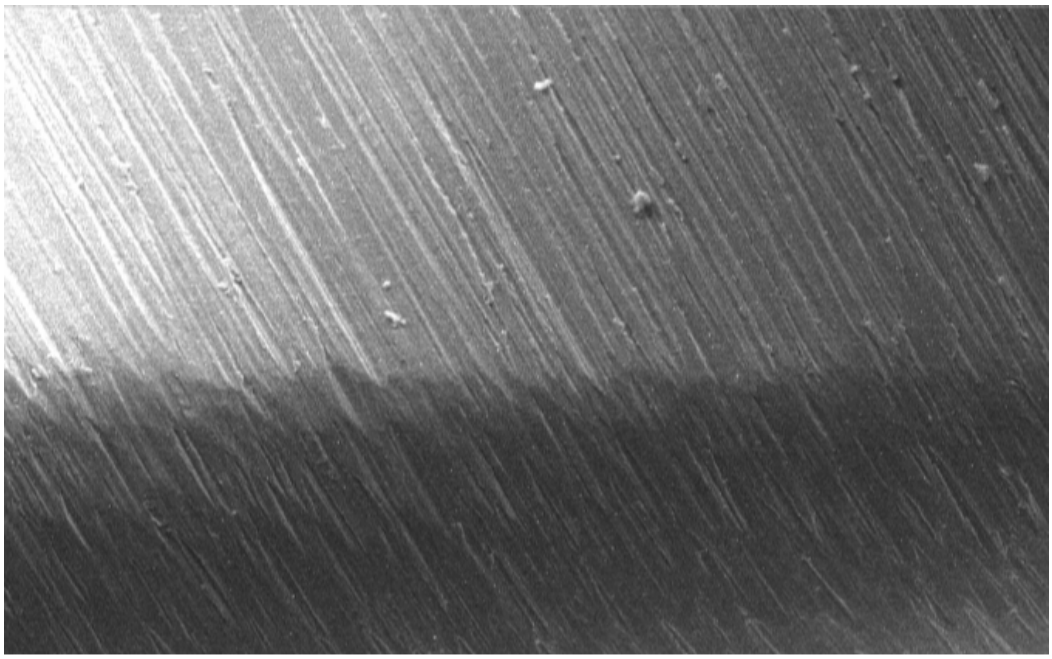


شکل ۲: فایل شماره ی F، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

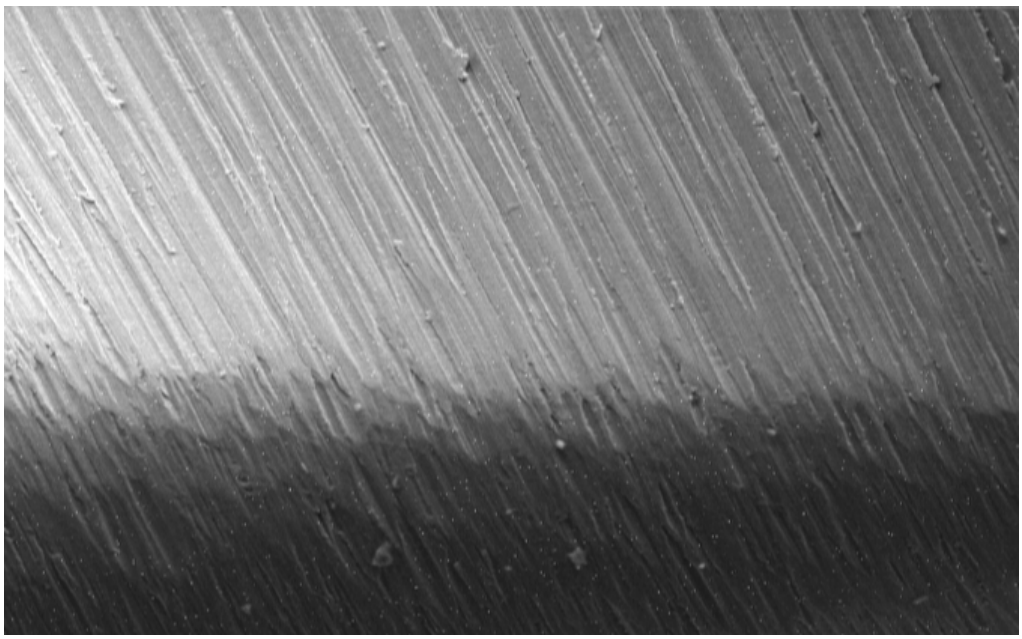


شکل ۳: فایل شماره‌ی G، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰ : دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

شکل‌های ۴، ۵ و ۶ به ترتیب تصاویر میکروسکوپ الکترونی در بزرگنمایی x ۲۰۰ را بعد از یک، پنج و ده مرتبه سیکل اتوکلاو نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود دبری‌های سطحی باقی مانده‌اند و عمق و میزان حفرات و خشونت سطحی پراکنده بر روی فایل به شکل فزاینده‌ای بعد از ده سیکل اتوکلاو افزایش پیدا کرده است.



شکل ۴: فایل شماره‌ی G ، بعد از یک سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل که به میزان کمی تغییر کرده است



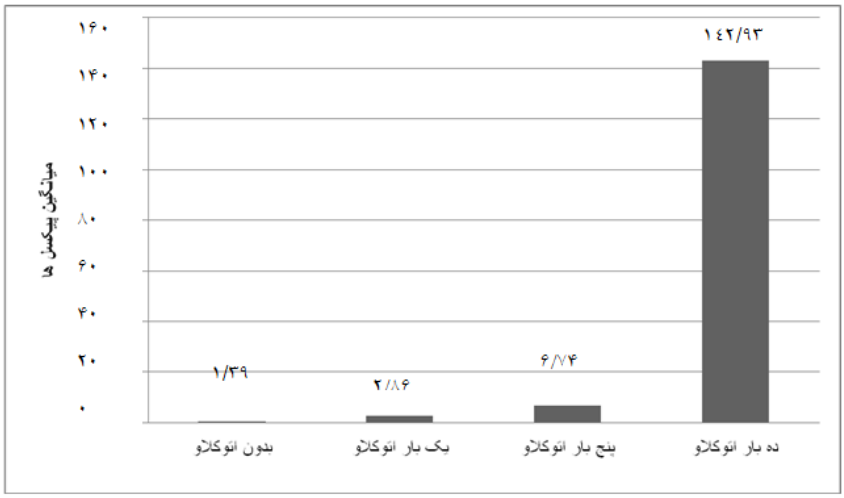
شکل ۵: فایل شماره‌ی G، بعد از پنج سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل افزایش یافته و خشونت سطحی فایل به میزان اندکی تغییر کرده است.

شکل ۶: فایل شماره‌ی G ، بعد از ده سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۲۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و میزان و عمق خشونت سطحی فایل به شکل فزاینده‌ای افزایش یافته است

در نمودار ۱ میانگین پیکسل‌های نشانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده پس از هر مرحله از مطالعه در بزرگنمایی ۲۰۰x نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش تعداد سیکل اتوکلاو، در بزرگنمایی ۲۰۰x میانگین تغییرات سطحی فایل‌ها افزایش یافته است. همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد در بزرگنمایی ۲۰۰x اختلاف میان تمام گروه‌ها معنی‌دار بود و تاثیر افزایش تعداد سیکل اتوکلاو بر تغییرات سطحی فایل‌ها معنی‌دار بود.

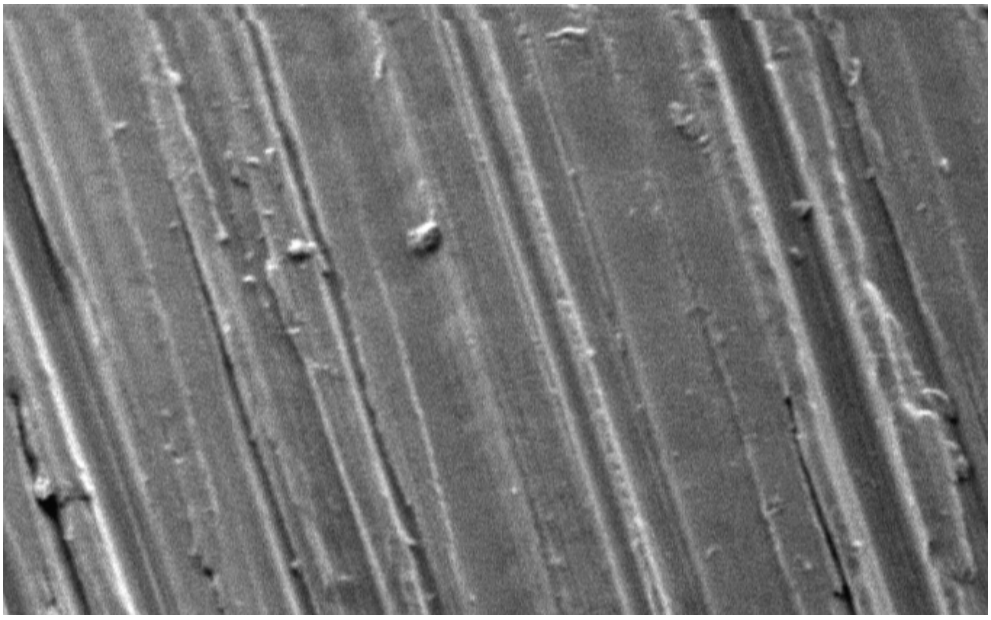
بزرگنمایی بیشتر تصاویر ۱۰۰۰x میکروسکوپ الکترونی کیفیت سطحی فایل را بهتر مشخص می‌سازد. بزرگنمایی بیشتر به شکل واضح‌تری نقایص ذاتی سطح فایل‌های روتاری نو (ناشی از فرآیند ساخت) را نشان می‌دهد (شکل‌های ۹،۸،۷). در نمودار ۲ میانگین پیکسل‌های نشانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده پس از هر مرحله از مطالعه در بزرگنمایی ۱۰۰۰x نشان داده شده است.



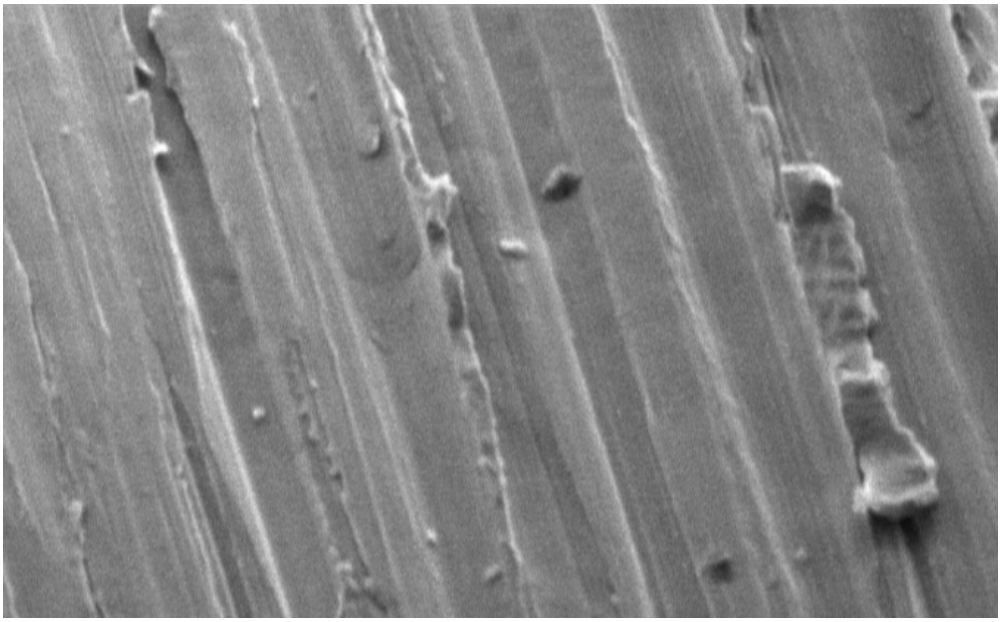
نمودار ۱ : میانگین پیکسل‌های نشانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده پس از هر مرحله از مطالعه با بزرگنمایی ۲۰۰x

جدول ۱ : نتایج آزمون paired sample t-test در بزرگنمایی ۲۰۰x

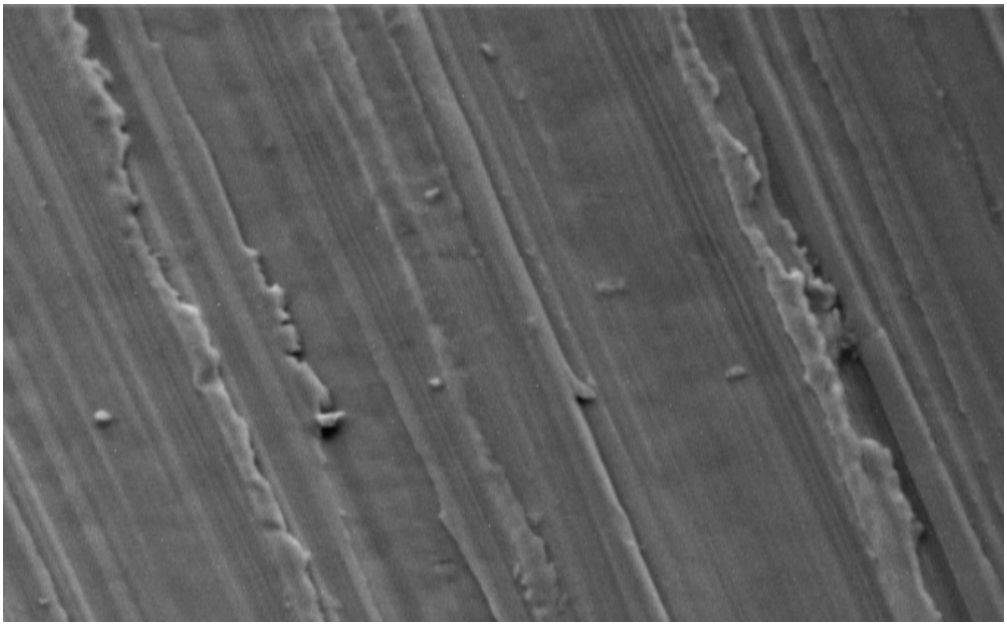
شاخص آماری	اختلاف گروه‌ها				P value
	میانگین	انحراف معیار	فاصله با اطمینان ۹۵٪ حد پایین	حد بالا	
مراحل مورد مقایسه					
بدون اتوکلاو–یک بار اتوکلاو	-۱/۴۶	۱/۰۱	-۲/۱۹	-۰/۷۵	۰/۰۰۱
بدون اتوکلاو–۵ بار اتوکلاو	-۵/۳۵	۴/۵۴	-۸/۶۰	-۲/۱۰	۰/۰۰۵
بدون اتوکلاو–۱۰ باراتوکلاو	-۱۴۱/۵۴	۹۰/۷۷	-۲۰۶/۴۷	-۷۶/۶۰	۰/۰۰۱
یک بار اتوکلاو–۵ بار اتوکلاو	-۳/۸۸	۳/۸۵	-۶/۶۴	-۱/۱۳	۰/۰۱۱
۱ بار اتوکلاو–۱۰ بار اتوکلاو	-۱۴۰/۰۷	۹۰/۶۴	-۲۰۴/۹۱	-۷۵/۲۳	۰/۰۰۱
۵ بار اتوکلاو–۱۰ بار اتوکلاو	-۱۳۶/۱۹	۹۰/۱۴	-۲۰۰/۶۷	-۷۱/۷۰	۰/۰۰۱



شکل ۷: فایل شماره‌ی D، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

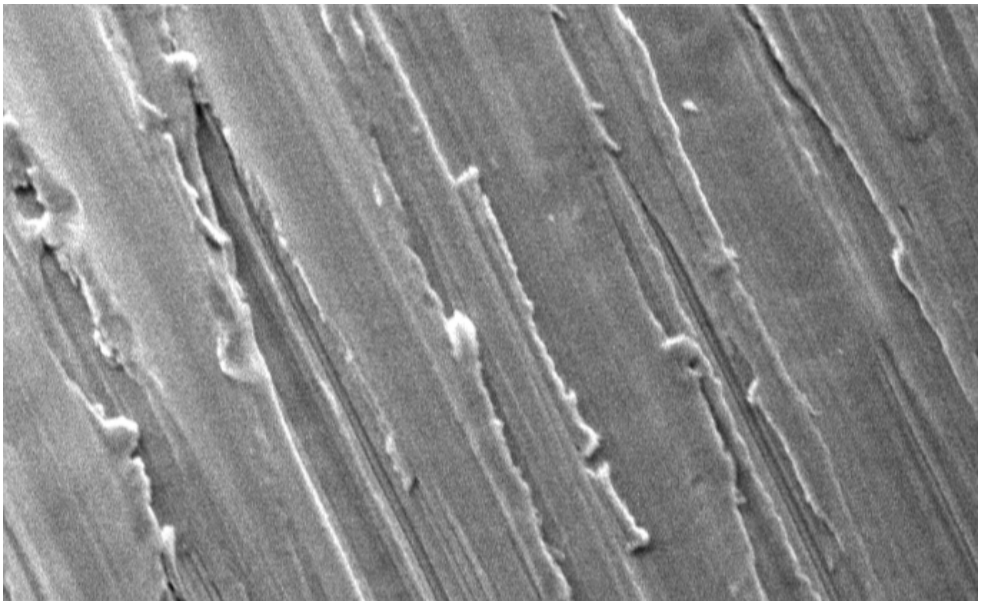


شکل ۸: فایل شماره‌ی F ، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

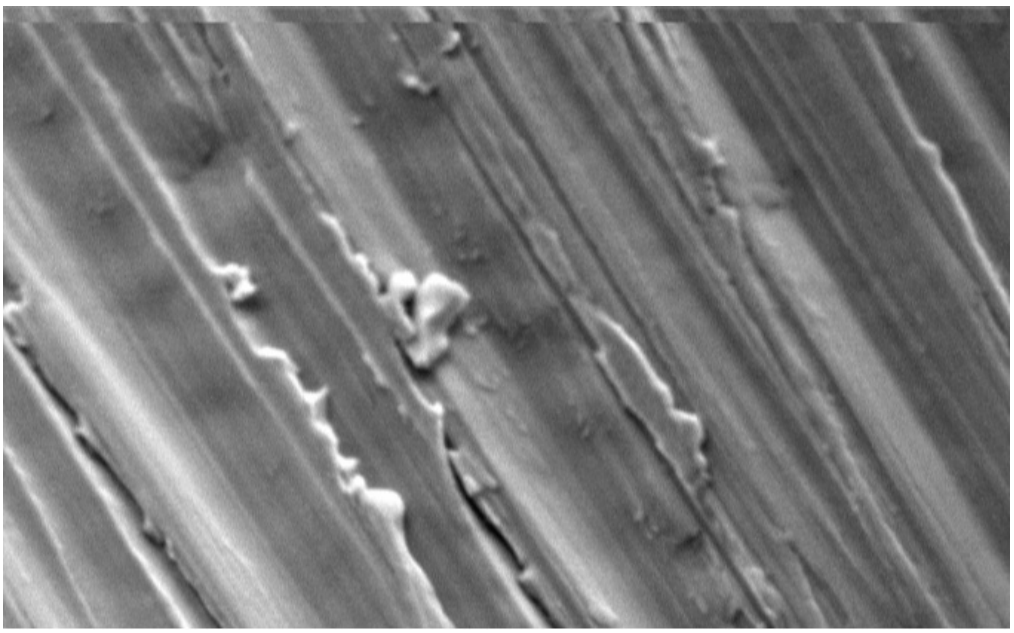


شکل ۹ : فایل شماره‌ی G ، قبل از اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل و خشونت سطحی فایل با عمق و وسعت متفاوت

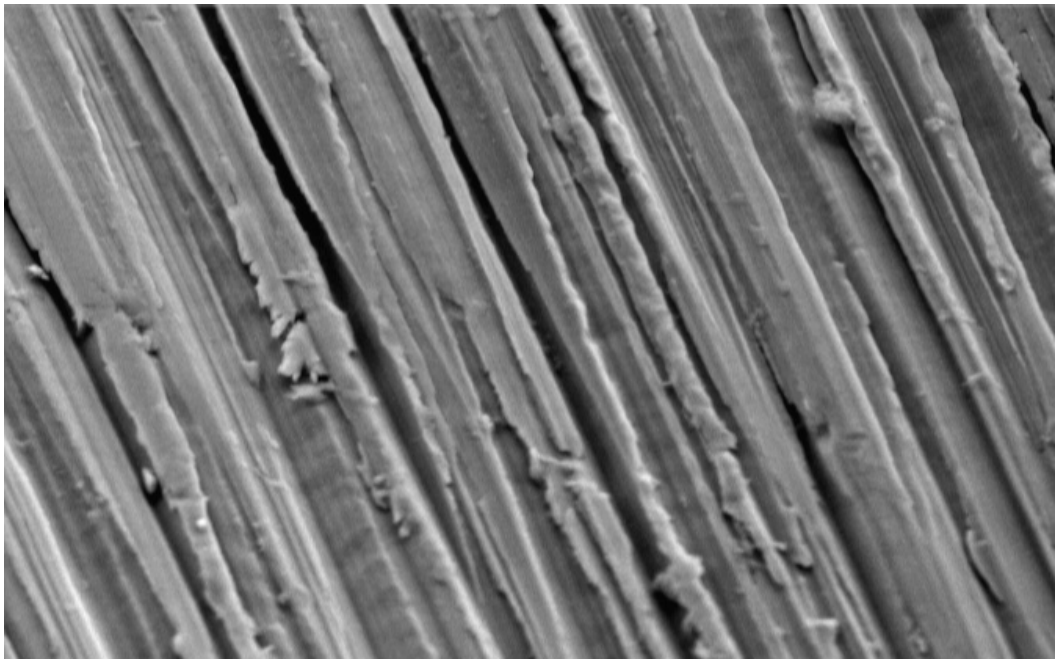
شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ به ترتیب تصاویر میکروسکوپ الکترونی در بزرگنمایی x ۱۰۰۰ را بعد از یک، پنج و ده مرتبه سیکل اتوکلاو نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود در این بزرگنمایی به طور واضح‌تری دبری‌های سطحی باقی مانده‌اند و عمق و میزان حفرات و خشونت سطحی پراکنده بر روی فایل به شکل فزاینده‌ای بعد از ده سیکل اتوکلاو افزایش پیدا کرده‌اند.



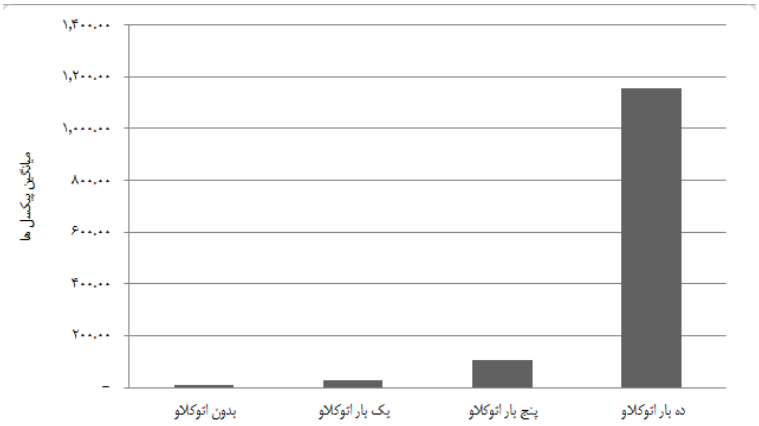
شکل ۱۰: فایل شماره‌ی G، بعد از یک سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل افزایش یافته و عمق خشونت‌های سطحی فایل به میزان اندکی تغییر کرده است.



شکل ۱۱: فایل شماره‌ی G، بعد از پنج سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری‌های چسبیده به سطح فایل افزایش یافته و عمق خشونت‌های سطحی فایل به میزان اندکی تغییر کرده است



شکل ۱۲: فایل شماره‌ی G، بعد از ده سیکل اتوکلاو و با بزرگنمایی x ۱۰۰۰: دبری های چسبیده به سطح فایل و میزان و عمق خشونت سطحی فایل به شکل فزاینده ای افزایش یافته است



نمودار ۲ : میانگین پیکسل‌های نشانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده پس از هر مرحله از مطالعه با بزرگنمایی ۱۰۰۰x

همان‌طور که مشاهده می‌گردد در بزرگنمایی ۱۰۰۰x اختلاف میان تمام گروه‌ها معنی‌دار بوده و تاثیر افزایش تعداد سیکل اتوکلاو بر تغییرات سطحی فایل‌ها معنی‌دار است (جدول ۲).

در جدول ۳ میانگین، میانه و مد اعداد نسبت داده شده به تغییرات سطحی نمونه‌ها در مراحل مطالعه در مجموع دو بزرگنمایی نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌گردد با افزایش تعداد سیکل اتوکلاو، در هر دو بزرگنمایی میانگین عدد نسبت داده شده به تغییرات سطحی فایل‌ها افزایش یافته است. از آزمون t-test جهت مقایسه اختلاف میان داده‌های حاصل از بزرگنمایی ۲۰۰x و ۱۰۰۰x استفاده گردید و نتایج این آزمون اختلاف معنی‌داری میان دو بزرگنمایی نشان داد (p value=۰/۰۰۱). از این رو می‌توان گفت بزرگنمایی تصاویر نیز بر میزان تغییرات سطحی قابل مشاهده تاثیر دارد. مقایسه‌ی میانگین بدست آمده از دو بزرگنمایی نشانگر آن است که با افزایش تعداد سیکل اتوکلاو میزان تغییرات سطحی قابل مشاهده افزایش یافته است، ضمن آنکه میزان تغییرات قابل مشاهده با افزایش بزرگنمایی افزایش یافته است.

جدول ۲: نتایج آزمون paired sample t-test در بزرگنمایی ۱۰۰۰x

شاخص آماری	اختلاف گروه ها			P value
مراحل مورد مقایسه	میانگین	انحراف معیار	فاصله با اطمینان ۹۵٪ حد پایین حد بالا	
بدون اتوکلاو–یک بار اتوکلاو	-۱۴/۹۵	۸/۳۲	-۲۰/۹۱ -۸/۱۰	*۰/۰۰۱۸
بدون اتوکلاو–۵ بار اتوکلاو	-۹۲/۸۹	۹۱/۸۰	-۱۵۸/۵۶ -۲۷/۲۳	*۰/۰۱۱
بدون اتوکلاو–۱۰ باراتوکلاو	-۱۱۴۵/۴۲	۹۰۷/۱۵	-۱۷۹۴/۳۶ -۴۹۶/۴۹	*۰/۰۰۳
یک بار اتوکلاو–۵ بار اتوکلاو	-۷۷/۹۴	۹۲/۰۳	-۱۴۳/۷۸ -۱۲/۱۱	*۰/۰۲۵
۱ بار اتوکلاو–۱۰ بار اتوکلاو	-۱۱۳۰/۴۷	۹۰۳/۴۰	-۱۷۷۶/۷۲ -۴۸۴/۲۲	*۰/۰۰۳
۵ بار اتوکلاو–۱۰ بار اتوکلاو	-۱۰۵۲/۵۳	۸۹۳/۲۴	-۱۶۹۱/۵۲ -۴۱۳/۵۴	*۰/۰۰۵

علامت * نشان‌دهنده تفاوت آماری معنادار است

جدول ۳: میانگین، میانه، حداقل و حداکثر اعداد نسبت داده شده به تغییرات سطحی نمونه‌ها در مراحل مطالعه در مجموع دو بزرگنمایی

مرحله مطالعه / شاخص آماری	بدون اتوکلاو	یک بار اتوکلاو	پنج بار اتوکلاو	ده بار اتوکلاو
میانگین	۶/۰۳	۱۴/۲۵	۵۵/۱۶	۶۴۹/۵۲
حداقل	۰/۲۰	۱/۵۸	۳/۱۹	۵۹/۸۰
حداکثر	۲۱/۹۷	۴۱/۴۰	۳۳۸/۵۵	۲۹۱۵/۷۰
میانه	۱/۸۹	۴/۶۰	۱۴/۴۲	۲۰۸/۹۷

بحث

پروسه‌ی تولید فایل‌های روتاری نیکل تیتانیوم پیچیده تر از فایل های استین لس استیل می‌باشد. فایل‌های نیکل تیتانیوم به واسطه‌ی خاصیت سوپرالاستیسیته شان می‌بایست به روش ماشین کردن (machined) به جای چرخاندن (twisted) ساخته شوند [۱۳] . لذا پروسه‌ی سایش ماشینی فایل‌ها طی ساخت، نقایص سطحی در فایل‌ها به ویژه در لبه‌ی برنده‌ی آنها ایجاد می‌کند. در مطالعه‌ی حاضر بر روی تمام فایل‌های روتاری M-two پس از ساخت، نقایص ساختاری و دبری دیده شد. مطابق با دو مطالعه، دبری‌ها و توده‌های موجود بر سطح فایل‌های خارج شده از بسته، پیش ازاستریلیزاسیون، به نظر می‌رسد حاصل از اکسیداسیون آلیاژ نیکل تیتانیوم در حین ذوب در خلا (vacum melting) این آلیاژ باشد و از سوی دیگر حفرات ایجاد شده در سطح فایل با پروسه شکل‌دهی و سایش (wire shaping) فایل‌ها مرتبط است [۱۵، ۱۴]. دو مطالعه دیگر نیز حضور نقایص ساختاری بر روی فایل‌های Profile و Mani NRT، قبل از استریلیزاسیون را گزارش کردند [۱۱، ۶].

فرآیند استریلیزاسیون به واسطه‌ی استفاده‌ی مجدد از فایل‌های روتاری ضروری می‌باشد [۷]. تاکید مطالعات بیشتر بر تاثیر فرآیند استریلیزاسیون بر ویژگی‌های مکانیکال، مقاومت به شکست و قدرت برندگی فایل‌ها می‌باشد [۱۲،۱۶] در حالی که بررسی کیفیت سطحی فایل‌های روتاری به عنوان تعیین‌کننده‌ی مقاومت به خوردگی فایل تحت شرایط رطوبت استریلیزاسیون، جزء مهمی از ویژگی‌های فایل را تشکیل می دهد. اسکن میکروسکوپ الکترونی به عنوان استاندارد بررسی سطحی فایل‌های روتاری نیکل تیتانیوم استفاده شده است [۱۷،۱۶، ۱۱، ۷، ۶].

در این مطالعه تصاویر فایل‌ها در دو بزرگنمایی ۲۰۰ برابر و ۱۰۰۰ برابر ارزیابی شدند. به منظور کمی‌سازی کیفیت هر فایل و بررسی تغییرات تصاویر میکروسکوپ الکترونی، برجستگی‌های روی فایل‌ها با استفاده از روش‌های جداسازی موجود در پردازش تصویر و به کمک نرم‌افزار مطلب استخراج و مقایسه شدند. مجموعه پیکسل‌های استخراج شده که بیانگر شیارها و برجستگی‌های ایجاد شده در جریان مراحل اتوکلاو می‌باشد به عنوان معیاری جهت انجام مطالعات کمی مورد استفاده قرار گرفت.

تصاویر میکروسکوپ الکترونی بعد از سیکل‌های متعدد استریلیزاسیون نشان از افزایش نقایص سطحی از جمله افزایش میزان و عمق حفرات و دبری‌های چسبیده روی فایل را داشتند که این میزان پس از ده سیکل اتوکلاو به شکل معناداری افزایش پیدا کرده بود. این یافته با نتایج بعضی مطالعات هم خوانی دارد [۱۷،۱۶، ۱۱، ۷، ۶]. همچنین Valois و همکارانش با تعداد سیکل استریلیزاسیون مشابه، همین نتایج را در فایل‌هایGreater Taper و Profile با استفاده از میکروسکوپ اتمیک مشاهده کردند [۵]. این امر کاملا شناخته شده است که افزایش نقایص و خشونت سطحی در فایل با مکانیسم شکست فایل در حین فرایند بالینی به خصوص در کانال‌های انحنادار مرتبط است [۱۹، ۱۸]. همچنین مشخص شده است که نقایص سطحی با کاهش قدرت برندگی، فایل‌های روتاری را مستعد شکست و خوردگی شیمیایی می‌کنند [۱۹،۱]. از این رو فایل‌های روتاری در استفاده‌ی مجدد به ویژه در سایزهای کوچک آن باید با احتیاط در کانال استفاده شوند [۲۰].

از سوی دیگر Eggert و همکاران این میزان تغییرات سطحی در فایل را از نظر بالینی معنادار ندانسته‌اند [۱۸]. Sundarum و همکارانش نیز در بررسی سه نوع فایل روتاری Twisted، Revo-S و RaCe، تغییرات سطحی مشخصی را بعد از سه سیکل استریلیزاسیون گزارش نکردند [۱۷]. از آنجا که تعداد سیکل‌های استریلیزاسیون در این مطالعه اندک بوده است نتایج قابل استناد نمی‌باشد.

این تغییرات با تعداد سیکل‌های استریلیزاسیون مرتبط بود. گرچه تغییرات بعد از یک سیکل اندک بود ولی میزان نقایص سطحی بعد از ده سیکل به میزان معنی‌داری افزایش پیدا کرد که تغییرات مشابه در برندهای دیگر فایل روتاری نیز مشاهده شده است [۲۲، ۲۱]. Sonntag و Peters نیز با دستیابی به همین مورد گزارش کرده‌اند یک مرتبه استفاده از فایل‌های روتاری می‌تواند مفید می‌باشد [۲۳]. از سوی دیگر Valois و همکاران تغییرات سطحی افزایش یافته در سطح فایل‌ها را بعد از پنج سیکل استریلیزاسیون در فایل Profile و بعد از ده سیکل در

فایل Greater Taper مشاهده کرد [۵]. گرچه اساس تفاوت برندهای فایل‌های روتاری در مقاومت به خوردگی و تغییرات سطحی حین استریلیزاسیون و فرآیند کلینیکی روشن نیست، ولی می‌توان منشا این اختلاف را در پروسه‌ی ساخت و آماده‌سازی متفاوت دانست. این یافته در مطالعاتی که فایل‌ها با پروسه ساخت و آلیاژ بکار رفته‌ی متفاوت، از لحاظ کیفیت سطحی مقایسه می‌شوند، تایید می‌شود [۲۴].

همچنین در این مطالعه مشخص شد یک سیکل استریلیزاسیون تغییرات سطحی اندکی را در فایل ایجاد می‌کند. این مطلب نشان از بی‌خطر بودن سیکل منفرد استریلیزاسیون بر فایل نیکل تیتانیوم دارد. در واقع، اگرچه استریلیزاسیون پتانسیل تغییرات سطحی در فایل‌های روتاری را دارد، مشخص شده که این تاثیر نامطلوب بعد از سیکل‌های استریلیزاسیون متعدد دیده می‌شود [۱۲] که ممکن است اثر تجمعی سیکل‌های استریلیزاسیون بر خوردگی سطحی فایل منشا آن باشد. از سوی دیگر استرس‌های تولید شده حین فرایند بالینی به واسطه‌ی شستشو و آماده‌سازی کانال نیز می‌تواند تاثیر استریلیزاسیون بر خوردگی سطحی فایل را تشدید کند.

مطالعات متعددی در رابطه با تاثیر استریلیزاسیون بر مقاومت خستگی فایل‌های روتاری نیکل تیتانیوم بعد از سیکل‌های متعدد خستگی انجام شده است. برخی به واسطه‌ی ساختار آلیاژ نیکل تیتانیوم، استریلیزاسیون را عاملی جهت افزایش مقاومت خستگی فایل و در نتیجه افزایش طول عمر آن در حین کار کلینیکی دانسته‌اند، همچون مطالعه‌ی Melo و همکاران که نشان دادند تعداد سیکل‌های منجر به شکست فایل‌های روتاری پس از ۵ سیکل استریلیزاسیون، به میزان ۷۰ درصد افزایش می‌یابد [۲۱]. از سوی دیگر مطالعات متعددی استریلیزاسیون را در افزایش مقاومت شکست فایل درون کانال بی‌تاثیر دانسته‌اند و یا گزارش کرده‌اند که استریلیزاسیون با ایجاد و تشدید ترک آنها را مستعد شکست در کانال می‌کند. این مطلب در بعضی مطالعات دیده می‌شود [۲۲، ۱۷، ۱۶].

از محدودیت‌های مطالعه‌ی حاضر می‌توان به عدم استفاده از فایل دیگری به عنوان مقایسه در کنار فایل M-two و تعداد کم فایل‌های مورد بررسی اشاره کرد که هزینه‌ی بالای تصاویر اسکن میکروسکوپ الکترونی و فایل‌های روتاری در این امر دخیل بود. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر حرارت استریلیزاسیون جدا از سایر متغیرهای موثر در طی فرایند درمان ریشه بر تغییرات سطحی و خوردگی سطحی فایل‌های روتاری بود. ارزیابی تغییرات سطحی فایل‌های روتاری پس از دوره‌های متعدد آماده‌سازی کانال در کنار فرایند استریلیزاسیون می‌تواند شرایط بالینی درمان ریشه را به شکل ارزشمندتری شبیه‌سازی کرده و تعداد سیکل‌های منجر به شکست (cyclic fatigue) برندهای فایل نیکل تیتانیوم را به منظور پیشگیری از حوادث حین درمان ریشه مشخص کند.

نتیجه‌گیری

تاثیر سطحی استریلیزاسیون بر فایل‌ها با کمک میکروسکپ الکترونی بررسی شد. نتایج نشان داد بعد از سیکل‌های متعدد استریلیزاسیون، نقایص سطحی از جمله افزایش میزان و عمق حفرات، دبری‌های چسبیده و میزان خوردگی سطحی روی فایل افزایش می‌یابد. این تغییرات با تعداد سیکل‌های استریلیزاسیون ارتباط داشته و سیکل منفرد استریلیزاسیون تغییرات کمی را در فایل ایجاد کرد، در حالی که سیکل‌های متعدد به شکل معنی‌داری نقایص سطحی را افزایش داد. این نتایج نشان از محدودیت ذاتی فایل‌های روتاری در استفاده‌ی کلینیکی و به دنبال آن پروسه‌ی استریلیزاسیون متعدد دارد. از آنجا که چالش کلینیکی به منظور خارج سازی فایل‌های روتاری شکسته درون کانال به واسطه‌ی چرخش آنها بسیار بیشتر از فایل‌های دستی می‌باشد دندانپزشکان می‌بایست پس از تعداد مشخصی استفاده از فایل آن را از رده خارج کنند. برندهای مختلف فایل‌های روتاری در نشان دادن تغییرات سطحی مشخص بعد از سیکل های یکسان استریلیزاسیون متفاوت می‌باشند. در این مطالعه یکی از فایل‌های روتاری موجود در بازار ایران که به طور شایعی استفاده می‌شود مورد بررسی قرار گرفت تا مشخص شود پس از چه تعداد سیکل استریلیزاسیون به منظور پیشگیری از خطرات حین فرآیند کلینیکی درمان ریشه باید آنرا از رده خارج کرد.

References

1. Serene TP, Adams JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments: applications in endodontics. St. Louis: Ishiaku EuroAmerica; 1995.
2. Nan U, Aydin C. Comparison of cyclic fatigue resistance of three different rotary nickel-titanium instruments designed for retreatment. J Endod 2012; 38(1):108-11.
3. Whipple SJ, Kirkpatrick TC, Rutledge RE. Cyclic fatigue resistance of two variable-taper rotary file systems: ProTaper universal and V-Taper. J Endod 2009; 35(4):555-8.
4. Luzi A, Forner L, Almenar A, Llena C. Microstructure alterations of rotary files after multiple simulated operative procedures. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2010; 15(4):e658-62.
5. Valois CR, Silva LP, Azevedo RB. Multiple autoclave cycles affect the surface of rotary nickel-titanium files: an atomic force microscopy study. JOE 2008; 34(7):859-62.
6. Alexandrou GB, Chrissafis K, Vasiliadis L, Pavlidou E, Polychroniadis E. Effect of heat sterilization on surface characteristics and microstructure of Mani NRT rotary nickel–titanium instruments. Int Endod J 2006; 39(10):770-8.
7. Alexandrou GB, Chrissafis K, Vasiliadis LP, Pavlidou E, Polychroniadis E. SEM observations and differential scanning calorimetric studies of new and sterilized nickel-titanium rotary endodontic instruments. J Endod 2006; 32(7):675-9.
8. Hilfer PB, Bergeron BE, Mayerchak MJ, Roberts HW, Jeansonne BG. Multiple autoclave cycle effects on cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files produced by new manufacturing methods. J Endod 2011; 37(1):72-4.
9. Khalilak Z, Alavi K, Akhlaghi N, Mehrvarzfar P, Dadresanfar B. Canal-centring ability of three rotary file systems in simulated curved canals: A comparative study. Indian J Dent Res 2009; 20(4):400-3.
10. Janota M. Use of scanning electron microscopy for evaluating diamond points. J Prosthet Dent 1973; 29(1):88-93.
11. Martins RC, Bahia MG, Buono VT. Surface analysis of ProFile instruments by scanning electron microscopy and X-ray energy-dispersive spectroscopy: a preliminary study. Int Endod J 2002; 35(10):848-53.
12. Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Condorelli GG. Effect of sterilization on the cutting efficiency of rotary nickel-titanium endodontic files. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1999; 88(3):343-7.
13. Thompson S. An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry. Int Endod J 2000; 33(4):297-310.
14. Lee J, Park J, Andreasen G, Lakes RS. Thermomechanical study of Ni-Ti alloys. J Biomed Mater Res1988; 22(6):573-88.
15. Melton K. Ni--Ti Based Shape Memory Alloys. London: Butterworth-Heinemann, Engineering Aspects of Shape Memory Alloys (UK); 1990.
16. Mize SB, Clement DJ, Pruett JP, Carnes Jr DL. Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 1998; 24(12):843-7.
17. Sundaram KM, Ebenezar RA, Ghani MF, Martina L, Narayanan A, Mony B. Comparative evaluation of the effects of multiple autoclaving on cyclic fatigue resistance of three different rotary Ni-Ti instruments: An in vitro study. J Conserv Dent 2013; 16(4):323-6.
18. Eggert C, Peters O, Barbakow F. Wear of nickel-titanium lightspeed instruments evaluated by scanning electron microscopy. J Endod 1999; 25(7):494-7.
19. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. J Endod 2005; 31(1):40-3.
20. Guilford WL, Lemons JE, Eleazer PD. A comparison of torque required to fracture rotary files with tips bound in simulated curved canal. J Endod 2005; 31(6):468-70.
21. Chaves Craveiro de Melo M, Guiomar de Azevedo Bahia M, Lopes Buono VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. J Endod 2002; 28(11):765-9.
22. Plotino G, Costanzo A, Grande NM, Petrovic R, Testarelli L, Gambarini G. Experimental evaluation on the influence of autoclave sterilization on the cyclic fatigue of new nickel-titanium rotary instruments. J Endod 2012; 38(2): 222-5.
23. Sonntag D, Peters OA. Effect of prion decontamination protocols on nickel-titanium rotary surfaces. J Endod 2007; 33(4): 442-6.
24. Hilt BR, Cunningham CJ, Shen C, Richards N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. J Endod 2000; 26(2): 76-80.

Evaluation of surface characteristics of M-two rotary files before and after autoclaving with scanning electron microscopy

Hamid Razavian, Mohsen Hasheminia, Rahman Nazeri, Pedram Iranmaneh, Hamid Mojtahedi*

Abstract

Introduction: *Nowadays Ni-Ti rotary files have many advantages and are totally accepted in endodontic treatment. Sterilization of Ni-Ti rotary files is essential due to their frequent clinical use. The aim of this study was to evaluate the surface characteristics of M-two rotary files before and after autoclaving with scanning electron microscopy (SEM).*

Materials and methods: *Ten #25 new M-two Ni-Ti rotary files (VDW, Munich, Germany) with 0.06 taper were analyzed with scanning electron microscopy under two magnifications of ×200 and ×1000 before and after 1, 5 and 10 autoclave cycles in this experimental prospective study. Scanning electron microscopic images were inspected in relation to surface changes, including the presence of millings, debris and surface irregularities. Paired-sample t-test was used for data analysis with SPSS 22 (α=0.05).*

Results: *Scanning electron microscopy measurements showed cavities, debris and surface irregularities on specimens of both file groups, in the as-received condition and after sterilization. Surface irregularities and corrosion increased significantly after 10 autoclave cycles (p value = 0.001).*

Conclusion: *The results showed that after multiple autoclave cycles, debris, holes and surface corrosion increased significantly. These surface imperfections were proportional to the number of autoclave cycles and single autoclave cycle seemed to have a less detrimental effect on rotary files. However, multiple autoclave cycles increased surface irregularities progressively. The results showed inherent Ni-Ti rotary file limitations in clinical usee and after multiple sterilization cycles.*

Key words: *Endodontics, Root canal therapy, Sterilization.*

Received: 1 Jul, 2014 **Accepted:** 9 Dec, 2014

Address: Dental Student, Dental Students Research Center, School of Dentistry, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

Email: hamid.mojtahedi91@yahoo.com

Citation: Razavian H, Hasheminia M, Nazeri R, Iranmaneh P, Mojtahedi H. **Evaluation of surface characteristics of M-two rotary files before and after autoclaving with scanning electron microscopy.** J Isfahan Dent Sch 2015; 11(1):52-66.