

مقایسه اسمیر لایر باقیمانده در دیواره کانال در دو روش اینسترومنتیشن دستی و چرخشی با سرعتهای متفاوت

دکتر مریم بیدار* - دکتر مینا زارعی** - دکتر اعظم السادات مدنی*** - دکتر محمدجواد خرازی فرد****

*- دانشیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

** - استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

*** - استادیار گروه آموزشی پروتزیهای دندان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

**** - مشاور آمار مرکز تحقیقات دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران.

چکیده

زمینه و هدف: تولید اسمیر لایر و دبری در اینسترومنتیشن با فایل‌های دستی یا چرخشی موجب کاهش سیل آپیکال و تطابق ماده پرکننده با دیواره کانال می‌گردد از معایب این وسایل است. هدف از این مطالعه بررسی مقایسه‌ای اسمیر لایر تولید شده ناشی از اینسترومنتیشن با وسایل دستی استینلس استیل و اینسترومنت‌های چرخشی Ni-Ti از گروه پروفایل می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه آزمایشگاهی تعداد شصت دندان تک ریشه خارج شده انسان با حداقل انحنا به دو گروه تقسیم شدند و تاج دندانها قطع شد. گروه ۱ با فایل استینلس استیل و روش استپ بک و دندانهای گروه ۲ به سه زیرگروه تقسیم شده و به ترتیب با سرعتهای هزار، هشت هزار و بیست و چهار هزار در دقیقه با سیستم چرخشی G.T profile اینسترومنت شدند. از گروههای ۱ و ۲، دو دندان به عنوان کنترل انتخاب شد که جهت حذف اسمیر لایر ۱۵ دقیقه در EDTA ۱٪ قرار گرفته و بعد با NaOCl ۵/۲۵٪ شسته شد. سپس تمام نمونه‌ها در جهت باکولینگوال برش داده شده و با پودر طلا - پالادیوم پوشیده گردید و با میکروسکوپ الکترونی ارزیابی شدند، جهت بررسی نتایج از دو تست آماری Kruskal - Wallis و Mann - Whitney U استفاده گردید.

یافته‌ها: در ناحیه کروئال تراکم ذرات اسمیر پلاک بین سرعتهای مختلف سیستم چرخشی تفاوت معنی‌داری نداشت و بیشترین تراکم مربوط به هشت هزار دور بود. در ناحیه میانی کانال کمترین تراکم در روش دستی و در ناحیه آپیکال تفاوت بین نواحی مختلف کانال ارزشمند نبود. اندازه ذرات دبری در سطوح مختلف ریشه در روش چرخشی کوچکتر و با چسبندگی کمتر بود.

نتیجه‌گیری: استفاده از فایل‌های Ni-Ti چرخشی، اسمیر لایر نازکتر و یکنواخت‌تری با چسبندگی کمتر به دیواره کانال ایجاد می‌کند که با شستشوی فراوان امکان پاکسازی بیشتر کانال فراهم می‌شود.

کلیدواژه‌ها: میکروسکوپ الکترونی - اسمیر لایر - اینسترومنت‌های چرخشی

پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۱۱/۵

اصلاح نهایی: ۱۳۸۵/۸/۱۱

وصول مقاله: ۱۳۸۵/۱/۲۴

نویسنده مسئول: گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد e_mail:mbidar2001@yahoo.com

مقدمه

است که بتواند فضای داخل کانال را به صورت ایده‌آل پاکسازی و شکل‌دهی کند. بعضی مطالعات نشان می‌دهد که قابلیت برندگی اینسترومنت‌های NiTi نسبت به نوع استینلس استیل کمتر

یکی از عوامل مهمی که در امر پاکسازی مورد بحث است وجود میزان اسمیر لایر در دیواره کانال و اثر آن بر موفقیت درمان است. علی‌رغم تداوم پیشرفت‌ها در جهت بهبود طرح و خواص اینسترومنت‌ها هنوز هیچ اینسترومنتی عرضه نشده

ناشی از اینسترومنتیشن با اینسترومنت‌های چرخشی NiTi گروه پروفایل با سه سرعت هزار، هشت هزار و بیست و چهار هزار دور در دقیقه و مقایسه آن با روش دستی بود.

روش بررسی

در این مطالعه آزمایشگاهی تعداد شصت دندان تک ریشه خارج شده انسانی (با آپکس بسته و قطر یکسان و انحنا ریشه حداقل بر طبق متد Schneider) جمع‌آوری شدند. دندانها به دو گروه سی تایی تقسیم شدند. یکی از گروهها نیز به سه زیر گروه ده‌تایی تقسیم شد. سپس تاج دندانها با استفاده از دیسک الماسه (D&Z Diamant) قطع و بافت پالپ داخل کانالها، با بروچ خاردار خارج شد. طول کارکرد با فایل شماره ۱۵ به اندازه یک میلی‌متر کوتاهتر از طول ریشه تعیین گردید. فایل دستی مورد استفاده K فایل (MANI) استنلیس استیل ۲۵ میلی‌متری و دستگاه چرخشی به کار رفته، سیستم Profile GT محصول شرکت Dentsply بود.

فایل‌های این سیستم با کاربرد هندپیس مخصوص Micromega 324 در یک محدوده حداقل و حداکثر سرعت قابل کاربرد است که در سرعت حداقل با سرعت هزار تا سه هزار و در حداکثر سرعت (Rabit) هشت هزار تا بیست و چهار هزار دور در دقیقه می‌باشد. سرانگله هندپیس توانایی کاهش سرعت را به میزان یک ششم دارد.

فایل‌های مورد استفاده در این سیستم شامل فایل‌های شماره بیست، ۲۵، سی و ۳۵ با تقریب ۴٪ و فایل‌های شماره بیست با تقریبهای ۱۲٪، ۱۰٪، ۸٪ و ۶٪ میلی‌متر بود که دندانها در سه زیرگروه با سرعتهای هزار، هشت هزار و بیست و چهار هزار آماده شدند.

در این مرحله، نمونه‌های آماده شده با استفاده از وسایل فوق‌الذکر و روشهای زیر اینسترومنت شدند:

گروه ۱) فایل دستی: فایل‌های مورد استفاده در این روش K فایل بودند (MANI). آماده‌سازی آپیکالی با اولین فایلی که در طول کارکرد باند می‌شد، شروع شد. هر فایل با حرکت فایلینگ Pull-Push، تا زمانی که در کانال گیر نداشت، به کار برده شد. سپس فایل‌های بزرگتر با تکنیک استپ بک برای

می‌باشد و در نتیجه میزان عاج کمتری از دیواره‌های کانال حذف می‌شود و خطرات ترانسپورت و پرفوریشن کاهش می‌یابد. (۱)

Czankowski در سال ۱۹۹۰ نشان داد که اسمیرلایر تولید شده ناشی از هندپیس خودکار در مقایسه با اینسترومنتیشن دستی از حجم بیشتری برخوردار است. (۲)

Sydney در ۱۹۹۶ در مقایسه بین دو روش دستی و خودکار نشان داد که لایه پیوسته اسمیر در گروهی که آماده‌سازی کانال با هندپیس خودکار انجام شد، متراکمتر بود و استفاده از محلول EDTA به مدت پنج دقیقه، پس از کامل شدن اینسترومنتیشن و شستشوی نهایی با هیپوکلریت سدیم ۱٪ در پایان قادر به حذف کامل اسمیر از تمام نمونه‌ها بود. (۳)

Valli و همکاران در ۱۹۹۶ در یک مطالعه میکروسکوپی الکترونی توانایی دبریدمان K فایل را با Canal master مقایسه کردند. آنها حضور دبری‌ها، اسمیرلایر و توبول‌های عاجی در یک سوم آپیکالی را معیار پاکسازی در نظر گرفتند، که هر دو روش در دبریدمان کامل کانال غیر موثر بود با این حال تکنیک Canal master دبری کمتری به جای گذاشت. (۴)

در مقایسه‌ای که بین سیستم Endo-tech با فایل‌های استنلیس استیل انجام شد. دبری‌های ایجاد شده فقط در شکل متفاوت بودند و در گروههایی دستی دبری‌ها به صورت گرانولر و در گروهی که با انگل اینسترومنت شده بودند ذرات ریزتر و یا قطعات بیشتر بود. (۵)

Guppy در سال ۲۰۰۰ ارتباط شکل هندسی دو اینسترومنت چرخشی NiTi (پروفایل و کوانتک) را با براده‌های عاجی تولید شده ارزیابی کرد که اختلاف قابل توجهی بین دو گروه دیده نشد ولی ذرات حاصل از کوانتک بزرگتر و گردتر بود. (۶)

Laszkiewics در مطالعه‌ای بر روی سیستم چرخشی GT نشان داد که این فایل‌ها تقریباً کمترین مقدار دبری را در یک سوم آپیکالی و کروئالی و میانی کانال باقی می‌گذارند ولی اسمیرلایر در تمام سطوح ریشه وجود نداشت و به ویژه بین یک سوم آپیکالی و کروئال اختلاف ارزشمند بود. (۷)، هدف از این مطالعه بررسی مقایسه‌ای اسمیر لایر تولید شده

اینسترومنتیشن دو سوم کروئالی با حرکت فایلینگ محیطی به کار رفتند.

گروه ۲) Profile GT مرحله ۱) کراون-داون: در این مرحله از فایل‌های شماره بیست با درجه تقاربهای متفاوت ۰/۱۲، ۰/۱۰، ۰/۰۸ و ۰/۰۶ میلی‌متر بدین ترتیب استفاده شد که ابتدا با فایل ۰/۱۲ ناحیه کروئالی کانال را اینسترومنت کرده، سپس با فایل ۰/۱۰ تا نصف طول ریشه و پس از آن با استفاده از فایل ۰/۰۸ و در نهایت با فایل ۰/۰۶ تا حدود ۲-۱ میلی‌متر کوتاهتر از طول کارکرد اینسترومنتیشن انجام شد. مرحله ۲) استپ‌بک اپیکالی در این مرحله از فایل‌های شماره بیست، ۲۵، سی و ۳۵ با تقارب ۰/۰۴ میلی‌متر استفاده گردید. ابتدا با فایل شماره بیست تا یک چهارم میلی‌متر کوتاهتر از طول کانال، سپس با فایل شماره ۲۵ تا یک دوم میلی‌متر کوتاهتر از طول کانال و پس از آن با فایل شماره سی تا سه چهارم میلی‌متر کوتاهتر از طول کانال و در نهایت با استفاده از فایل شماره ۳۵ تا ۱ میلی‌متر کوتاهتر از طول کانال اینسترومنتیشن انجام گردید.

مرحله ۳) کراون-داون نهایی: در این مرحله براساس شکل کانال، با اینسترومنت‌های مراحل قبل و به طور انتخابی، مجدداً فایلینگ انجام شد.

گروه کنترل: دو دندان از گروه ۱ و دو دندان از گروه ۲ به عنوان کنترل انتخاب شد، تا اسمیرلایر از آنها حذف گردد به این منظور دندانها (طبق مطالعه Czonstkowsky) به مدت ۱۵ دقیقه در محلول EDTA با غلظت ۱۷٪ قرار داده شدند و با محلول هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵٪ و در نهایت با مقدار کافی نرمال سالین، شستشو داده شدند.

پس از آماده‌سازی و شستشوی نهایی، توسط دیسک الماسه (D&Z Diamant) دو شیار طولی در جهت با کولینگوالی روی سطح خارجی دندانها ایجاد شده، با استفاده از Cutter به دو نیمه تقسیم شدند. نیمه سالمتر جهت مطالعه با S.E.M انتخاب و آماده‌سازی گردید.

نیمه‌های انتخاب شده، آب‌گیری شده و در دستگاه Coating، یک لایه پودر طلا-پالادیوم به ضخامت سیصد انگستروم روی آنها پاشیده تا نمونه‌ها برای بررسی توسط میکروسکوپ الکترونی (Leo-5360-S.E.M-England) آماده

شدند.

برای ارزیابی دبری‌ها و اسمیرلایر باقیمانده در دیواره کانال، با توجه به روش پیشنهادی Hulsmann و همکارانش در سال ۱۹۹۷ که از یک سیستم طبقه‌بندی پنج درجه‌ای استفاده کردند. (۸)، در این مطالعه از یک سیستم طبقه‌بندی چهار درجه‌ای برای دو شاخص جداگانه میزان پراکندگی و میزان درشتی ذرات دبری و اسمیرلایر که در واقع ماهیت و ساختار واحدی دارند و نمی‌توان آنها را به صورت دو پارامتر جدا از هم بررسی کرد، استفاده شد:

الف) شاخص میزان پراکندگی

درجه ۱) دیواره کانال تمیز بوده و تمام توپول‌های عاجی باز هستند. ممکن است تعداد کمی ذرات ریز، به طور پراکنده دیده شوند.

درجه ۲) ذرات و توده‌هایی از دبری با قطر ۷-۱۲ میکرومتر با پراکندگی کمتر دیده می‌شوند.

درجه ۳) تقریباً تمام دیواره کانال از ذرات ریز اسمیری پوشانده شده و توده‌های نسبتاً درشت دبری نیز روی آن به چشم می‌خورد.

درجه ۴) تمام یا تقریباً تمام دیواره کانال ریشه توسط ذرات اسمیرلایر و تجمعات درشت دبری پوشانده شده است.

ب) شاخص میزان درشتی

درجه ۱) ذرات بسیار ریزی با حداکثر قطر هفت میکرومتر روی دیواره کانال پراکنده‌اند.

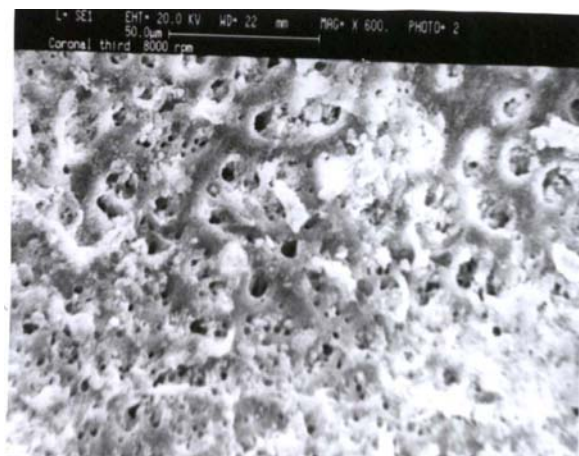
درجه ۲) ذرات و توده‌هایی از دبری با قطر ۷-۱۲ میکرومتر با پراکندگی کمتر دیده می‌شوند.

درجه ۳) توده‌هایی از دبری که قطر آنها بین ۱۲-۱۷ میکرومتر بوده و به دیواره کانال چسبیده‌اند.

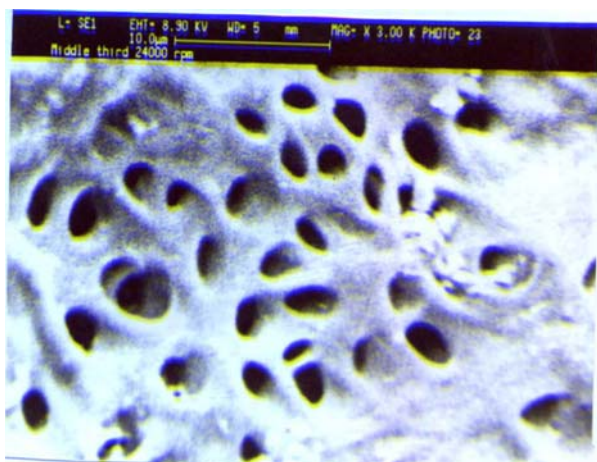
درجه ۴) تجمعات و توده‌های بزرگ دبری که بیش از ۱۷ میکرومتر قطر دارند، مناطقی از دیواره کانال را کاملاً می‌پوشانند.

طبقه‌بندی دبری‌ها و اسمیرلایر در بزرگنمایی ۶۰۰X انجام گردید. در این مطالعه نمای جانبی اسمیرلایر نفوذ کرده به داخل توپول‌های عاجی نیز طبق مطالعه Mader و همکارانش (۹) بررسی گردید. در هریک از نواحی سه‌گانه کانال، بیشترین عمق نفوذ ذرات در توپول‌های عاجی از مدخل

شد. پس از آن روش چرخشی با سرعت بیست و چهار هزار دور در دقیقه قرار داشت و کمترین میزان تراکم در روش چرخشی با سرعت هزار دور در دقیقه بوجود آمد. تفاوت‌های موجود از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P.v = 0/49$).



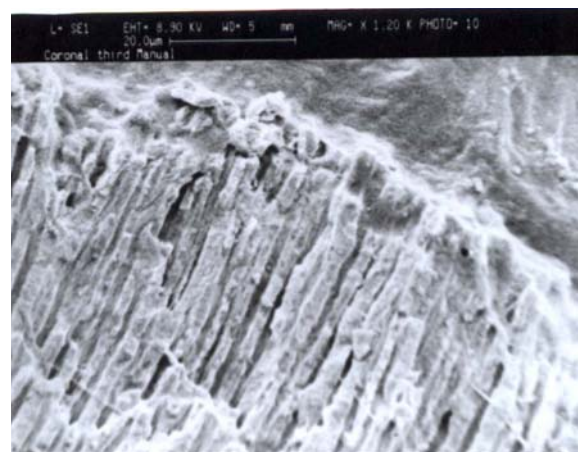
شکل ۳: اسمیر لایر در ناحیه کرونالی کانال با استفاده از روش چرخشی سرعت هشت هزار دور در دقیقه



شکل ۴: اسمیر لایر در ناحیه میانی کانال با استفاده از روش چرخشی سرعت بیست و چهار هزار دور در دقیقه

در ناحیه میانی کانال نیز بیشترین تراکم ذرات در روش چرخشی با سرعت هشت هزار دور در دقیقه ایجاد شد. پس از آن روش چرخشی با سرعت هزار و بیست و چهار هزار دور در دقیقه واقع شدند و کمترین میزان تراکم با روش دستی بوجود آمد که اختلاف بین گروه‌ها معنی‌دار بود ($P.v = 0/025$) (نمودار ۱) اما در مقایسه دو به دوی آنها نتایج نشان داد که روش دستی با روش چرخشی با سرعت

توبول در بزرگنمایی $1200\times$ اندازه‌گیری و ثبت شد. فتومیکروگراف‌هایی از نواحی سه‌گانه کانال گروه‌های آزمایشی تهیه شد (اشکال ۱-۴). پس از جمع‌آوری اطلاعات با توجه به رتبه‌ای بودن پاسخها از آزمون Kurskal - Wallis برای مقایسه شاخصهای درشتی و پراکندگی بین گروه‌ها استفاده شد و جهت مقایسه دو به دوی آنها از آزمون Mann - Whitney استفاده گردید.



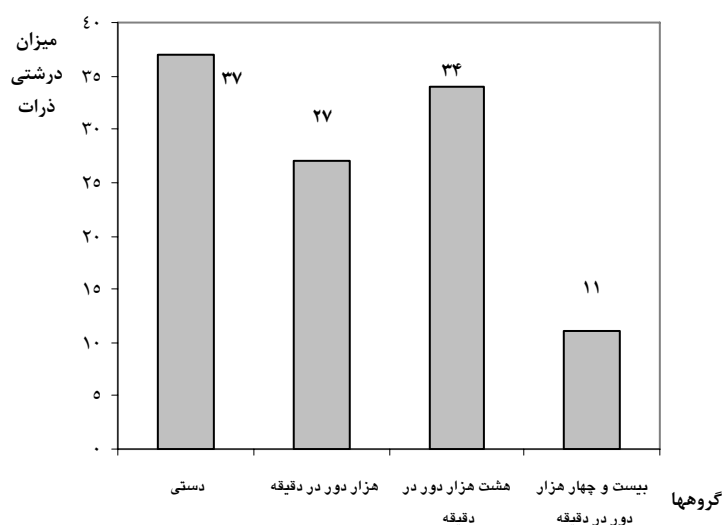
شکل ۱: اسمیر لایر و اسمیر پلاگ در ناحیه کرونالی کانال با استفاده از روش دستی



شکل ۲: اسمیر لایر در ناحیه اپیکالی کانال با استفاده از روش دستی

یافته‌ها

در مقایسه بین پراکندگی ذرات در ناحیه کرونالی کانال با استفاده از روشهای فوق‌الذکر بیشترین تراکم ذرات در روش چرخشی با سرعت هشت هزار دور در دقیقه ایجاد

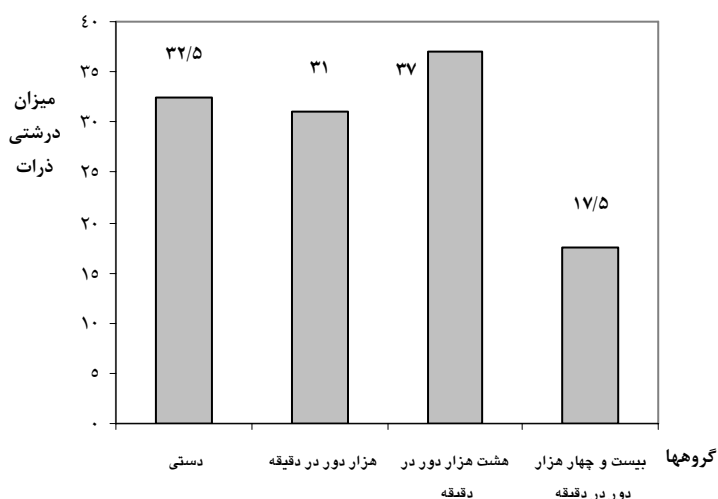


نمودار ۲: مقایسه میانگین رتبه‌ای میزان درشتی ذرات در ناحیه کروئالی کانال

هشت‌هزار دور در دقیقه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار داشت ($P=0/009$). و در ناحیه آپیکالی کانال، بیشترین تراکم ذرات در روش چرخشی با سرعت بیست‌وچهار هزار دور در دقیقه ایجاد شد. پس از آن روش دستی قرار داشت و در نهایت روش چرخشی با سرعت هزار و هشت هزار دور در دقیقه با میزان پراکندگی یکسان، کمترین تراکم ذرات را ایجاد کردند. تفاوت‌های موجود از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P=0/86$).

در مقایسه بین میزان درشتی ذرات در ناحیه کروئالی کانال ریشه، با استفاده از روش‌های فوق‌الذکر، در روش چرخشی با سرعت بیست و چهار هزار دور در دقیقه میزان درشتی ذرات از دیگر روش‌ها کمتر و درشت‌ترین ذرات مربوط به روش دستی بود. تفاوت بین روش‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P<0/001$) (نمودار ۲).

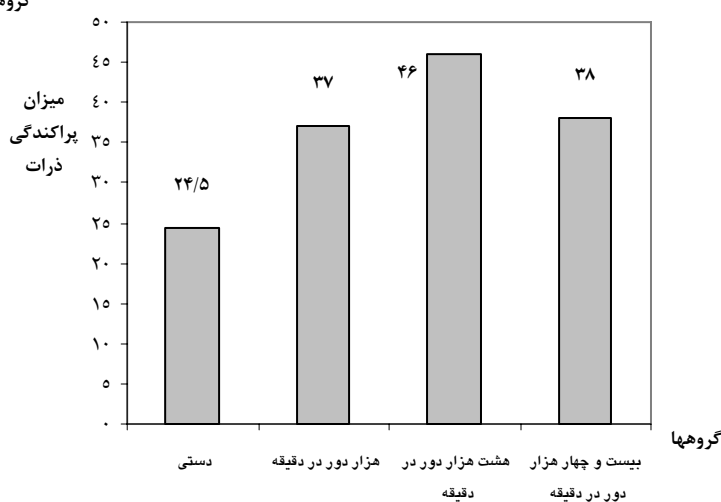
در ناحیه میانی کوچک‌ترین ذرات با استفاده از روش چرخشی با سرعت بیست‌وچهار هزار دور در دقیقه بوجود آمدند. پس از آن روش چرخشی با سرعت هزار و هشت هزار دور در دقیقه واقع شدند تفاوت بین روش چرخشی با سرعت بیست و چهار هزار دور در دقیقه با روش‌های دستی و چرخشی با سرعت هزار دور در دقیقه از لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P=0/039$). اختلاف بین تمام گروه‌های مطالعه نیز طبق نمودار ۳ ارزشمند بود ($P=0/013$).



نمودار ۳: مقایسه میانگین رتبه‌ای میزان درشتی ذرات در ناحیه میانی کانال

در ناحیه آپیکالی کانال، روش چرخشی با سرعت هزار دور در دقیقه کمترین میزان درشتی ذرات را داشت. پس از آن سرعت بیست و چهار هزار دور در دقیقه و روش دستی قرار داشت سرعت هشت هزار دور در دقیقه بیشترین میزان درشتی ذرات را به خود اختصاص می‌داد و بین گروه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

در مقایسه میانگین میزان اسمیر نفوذ کرده به داخل توبول‌های عاجی در نواحی سه‌گانه کانال، بیشترین میزان



نمودار ۱: مقایسه میانگین رتبه‌ای میزان پراکندگی ذرات در ناحیه میانی کانال

و بافت پالپ باقیمانده که به طور محکم به دیواره کانال چسبیده به داخل توبول‌های عاجی نیز گسترش پیدا می‌کند، ایجاد خواهد کرد. (۷)

چگونگی برداشتن اسمیرلایر در مطالعات متعددی مورد بررسی قرار گرفته است و بیشترین محققان معتقدند که برداشتن این لایه با هریک از وسایل و روشها در کنار یک ماده شستشو دهنده مناسب مؤثر خواهد بود. (۲)، در مورد اینکه از چه روش و چه ماده‌ای استفاده شود، عقاید متفاوت است اما برسر این موضوع که یک نوع محلول شوینده، هرگز قادر به برداشتن هر دو جزء آلی و غیر آلی اسمیرلایر نمی‌باشد، اکثر محققان اتفاق نظر دارند. (۲)

نتایج این مطالعه نشان داد که هیچ کدام از وسایل چرخشی و دستی، قادر به ایجاد یک کانال کاملاً تمیز نبودند که با اکثر مطالعات انجام شده در این زمینه هماهنگی دارد. (۳، ۵، ۷-۸)

مقالات منتشر شده درباره توانایی پاکسازی وسایل خودکار، نسبتاً متناقض هستند که در نهایت به دامنه وسیع گوناگونی در طرحها و معیارهای ارزیابی این مطالعات، مربوط می‌شود. (۷-۸)

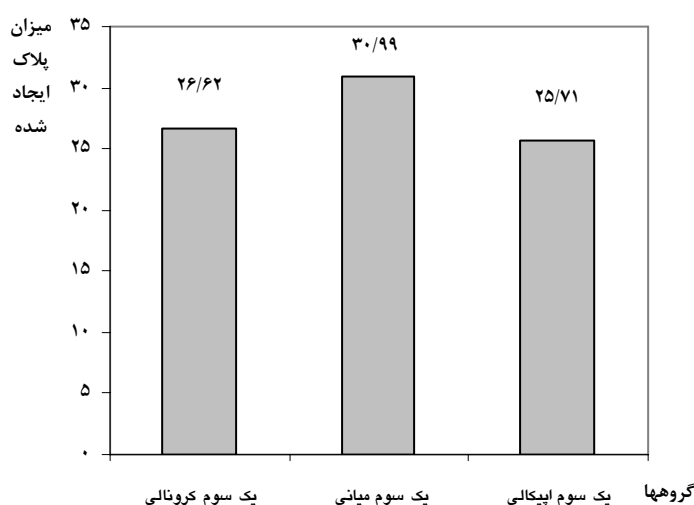
در این مطالعه، اینسترومنتیشن با سیستم چرخشی پروفایل، اسمیرلایر متراکمتری نسبت به روش دستی روی دیواره‌های کانال ایجاد کرد که مطابق با نتایج مطالعه Sydney و همکارانش می‌باشد. (۳)، همچنین این لایه در روش چرخشی، به نظر می‌رسید چسبندگی کمتری به دیواره کانال داشته باشد که علت این امر فشار کمتر اینسترومنت‌ها به دیواره کانال می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بنابراین طبق مطالعه انجام شده و مطالعات قبلی پیرامون این موضوع، می‌توان چنین نتیجه گرفت که به دنبال اینسترومنتیشن کانال ریشه با استفاده از فایل‌های Ni-Ti در سیستم چرخشی Profile GT در مقایسه با کاربرد K فایل‌های استیل اسمیرلایری بوجود می‌آید که از بعد سطحی بسیار نازکتر و یکنواخت‌تر بوده و چسبندگی کمتری به دیواره کانال دارد.

به طور میانگین در روش دستی بود و بین گروهها اختلاف آماری ارزشمند بود ($P=0/001$). همچنین در گروه دستی بیشترین میزان نفوذ در ناحیه میانی و کمترین در ناحیه اپیکالی کانال بود ($P=0/059$) (نمودار ۴).

در مجموع بدون در نظر گرفتن سرعت چرخش در زیر گروهها، در مقایسه بین دو گروه ۱ و ۲ بیشترین میانگین اسمیرپلاگ ایجاد شده مربوط به گروه چرخشی بود (۲۸/۱۲٪ در مقابل ۱۱/۸۷٪).



نمودار ۴: مقایسه میانگین میزان اسمیر پلاگ ایجاد شده در نواحی سه‌گانه کانال با استفاده از روش دستی

بحث

آماده‌سازی کانال ریشه، اهداف و مقاصد مشخص و واضحی دارد، حذف تمام بافت پالپ، عاج نکروزه و میکروارگانیزمها، همچنین شکل دادن، وسیع کردن و صاف کردن کانال برای پذیرفتن یک ماده پرکننده در تمام ابعاد کانال ریشه، از جمله اهداف آماده‌سازی کانال می‌باشند. این امر به طور سنتی توسط بروجها، ریمرها، و فایل‌های دستی انجام می‌شده است. (۳)

توسط چندین محقق نشان داده شده است که فایلینگ و شکل‌دهی دیواره‌های کانال ریشه، به تنهایی قادر به تمیز کردن کانال به طور مؤثر نمی‌باشند و در هر صورت، اینسترومنتیشن کانال یک لایه اسمیری متشکل از ذرات عاج

REFERENCES

1. Beeson TJ, Hartwell GR, Thornton JD, Gunsolley JC. Comparison of debris extruded apically in straight canals: Conventional filing versus profile 0.04 taper series 29. *J Endod.* 1998 Jan;24(1):18-22.
2. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am.* 1990 Jan; 34(1):13-25.
3. Sydney GB, Batista A, Estrela C, Pesee HF, de Melo LL. SEM analysis of smear layer removal after manual and automated handpiece root canal preparation. *Braz Dent J.* 1996 Jan;7(1):19-26.
4. Valli KS, Lata DA, Jagdish S. An in-vitro SEM comparative study of debridment ability of K-Files and canal master. *Indian J Dent Res.* 1996 Oct;7(4):128-134.
5. Turco M, Goldman R, White D. A comparison of automated to hand instrumentation in endodontic preparation and filling. *J Dent Res.* 1988;67(1) Special Issue:218.
6. Guppy DR, Curtis RV, Ford TRP. Dentine chips produced by nickel – titanium rotary instruments: *Dent Traumatol.* 2000 Dec;16(6):258-264.
7. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. *Int Endod J.* 2002 May;35(5):422-7.
8. Hulsmann M, Rummelin C, Schafer F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: A comparative SEM investigation. *J Endod.* 1997 May;23(5):301-6.
9. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *J Endod.* 1984 Oct;10(10):477-483.