مقایسهٔ تأثیر پنج تکنیک مختلف آماده‌سازی کانال بر آناتومی اولیه کانالهای شبیه‌سازی شده دارای انحنای شدید

دکتر محمد سعید شیخ‌رضایی[†]*- دکتر فرزانه حسینی**

*استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی و عضو مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

**اندودنتیست

Title: Comparison of the effect of five root canal preparation techniques on original canal anatomy in simulated severely curved canals

Authors: Sheykhrezaee MS. Assistant Professor*, Hosseini F. Endodontist

Address:*Department of Endodontics, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences

Background and Aim: Many methods and techniques of canal preparation work well in large and relatively straight canals. However, in severely curved canals, the complexity increases markedly, and techniques rendering good results in usual cases may be unsuccessful. The aim of this study was to compare the effect of five root canal preparation techniques on original canal anatomy in simulated severely curved canals.

Materials and Methods: In this experimental in vitro study, 100 simulated canal blocks with similar hardness were made from polyester. The degree of curvature was 45º with a radius of 2.55 mm and a straight part of 8mm. The blocks were prepared with five different techniques (20 canals in each group) as follows: 1- Stepback 2- Passive step back 3- Balanced force using flex-R files 4- Balanced force using Ni-Ti hand instruments 5- Hybrid using a rotary Ni-Ti system (XtremRace). Digital photographs were taken from pre- and post instrumentation colored canals. Then images were superimposed and analyzed by an image editing software. The amount of removed material from the inner and outer canal walls was measured at five levels: 1-The canal orifice (O) 2-The halfway between the orifice and the beginning of the curve (HO) 3-The beginning of the curve (BC) 4-The apex of the curve (AC) and 5-The endpoint of preparation (EP). Additionally, the time of instrumentation, instrument failure and changes in working length were recorded. Data were analyzed by ANOVA and Kruskall-Wallis tests with $p<0.05$ as the limit of significance.

Results: Mean transportation was towards the outer aspect of the curve at the EP in all canals but there were no significant differences between the studied groups. At the BC point, all of the canals were transported towards the inner aspect of the curve and there were significant differences for both transportation values & direction among different groups. The highest amount of transportation was in step back and the lowest, in hybrid group. The highest transportation value was in step back and the lowest in balanced force group. Fractured and deformed instruments were observed in Flex-R files. The shortest canal preparation time was seen in XtremRace and the slowest, in Passive step back groups ($P<0.001$).

Conclusion: Based on the results of this study, changes in canal curvature were less with techniques using nickel titanium instruments and the fastest technique with least transportation was XtremRace.

Key Words: Shaping; Simulated canals; Step back; Passive step back; Balanced force; XtremRace

چکیده

زمینه و هدف: ایجاد یک شکل مخروطی ایده‌آل در کانالهای دارای انحنا و یا در دندانهایی که سیستم کانال ریشهٔ پیچیده دارند، به

[†] مؤلف مسؤول: نشانی: تهران- خیابان انقلاب اسلامی- خیابان قدس- دانشگاه علوم پزشکی تهران- دانشکده دندانپزشکی- گروه آموزشی اندودنتیکس
تلفن: ۶۶۴۰۲۶۴۰ نشانی الکترونیک:Sheykh_r@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

آسانی امکان‌پذیر نیست. در این حالت، پیچیدگی مورد به طور قابل توجهی افزایش یافته و ممکن است تکنیک‌های آماده‌سازی که در موارد ساده‌تر نتایج مطلوبی داشتند، موفقیت آمیز نباشند. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی تأثیر پنج تکنیک مختلف آماده‌سازی کانال بر آناتومی اولیه کانالهای شبیه‌سازی شده دارای انحنای شدید، انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه آزمایشگاهی، ۱۰۰ بلوک از جنس پلی‌استر ساخته شد که همه دارای کانالی با زاویه انحنای ۴۵°، شعاع انحنای حدود ۲/۵۵ میلیمتر و طول قسمت مستقیم ۸ میلیمتر بودند، سپس نمونه‌ها به ۵ گروه آزمایشی تقسیم شدند (۲۰ کانال در هر گروه) و آماده‌سازی کانالها با تکنیک‌های Step-back، Balanced force, Passive step-back با استفاده از فایل‌های Flex-R و Ni-Ti دستی و hybrid (Step-down-Step-back) با استفاده از فایل‌های Ni-Ti چرخشی XtremRace صورت گرفت. پس از آن تصاویری که قبل و بعد از آماده‌سازی با استفاده از دوربین دیجیتالی تهیه شده بودند روی هم قرار داده شد و با استفاده از برنامه کامپیوتری آنالیز تصویر، عرضهای قبل و بعد از اینسترومنتیشن در ۵ نقطه اندازه‌گیری و مقایسه شدند: ۱- ناحیه مدخل کانال (O) ۲- نقطه مابین نقطه شروع انحنا تا مدخل کانال (HO) ۳- نقطه شروع انحنا (BC) ۴- نقطه قله انحنا (AC) ۵- نقطه پایانی آماده‌سازی کانال (EP). زمان آماده‌سازی، تغییرات طول کارکرد و شکستگی و تغییر شکل اینسترومنت‌ها نیز در هر گروه بررسی شد و داده‌های به دست آمده با استفاده از آزمونهای آماری ANOVA و کروسکال والیس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها: در نقطه EP، جابه‌جایی کانال در تمامی گروه‌ها به سمت خارج از انحنا بود، ولی از این نظر اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مختلف وجود نداشت (P>۰/۰۵). در نقطه BC، جهت جابه‌جایی تمام کانالها به سمت داخل انحنا بود. در این نقطه، هم از نظر جهت و هم مقدار جابه‌جایی بین گروه‌های مختلف، تفاوت آماری معنی‌داری وجود داشت، به طوری که متوسط مقدار جابه‌جایی در گروه Passive step-back، بیشترین و در گروه hybrid، کمترین مقدار بود. تنها اینسترومنت‌های شکسته و تغییر شکل یافته، فایل‌های Flex-R بودند. کمترین مدت زمان آماده‌سازی مربوط به گروه XtremRace و بیشترین در گروه Passive step-back بود (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: به طور کلی در مطالعه حاضر، تکنیک‌هایی که در آنها از فایل‌های نیکل تیتانیوم استفاده شده بود، انحنای کانال را به میزان کمتری تغییر داده بودند. سریعترین تکنیک که کمترین تغییر را در انحنای کانال ایجاد نموده بود، اینسترومنتیشن با فایل‌های چرخشی XtremRace بود.

کلیدواژه‌ها: شکل‌دهی؛ کانال شبیه‌سازی شده؛ Step-back؛ Passive step-back؛ Balanced force؛ XtremRace

وصول: ۸۴/۱۰/۰۵ اصلاح نهایی: ۸۵/۰۸/۲۹ تأیید چاپ: ۸۵/۰۹/۰۵

مقدمه

یکی از اهداف درمان ریشه، ایجاد یک شکل مخروطی ایده‌آل است، به طوری که طبق اصول Schielder کوچکترین قطر آن در ناحیه آپیکال و بیشترین، در قسمت کرونال قرار گیرد، همچنین موقعیت فورامن آپیکال در محل اولیه حفظ شود (۱). بسیاری از روشها و تکنیک‌های آماده‌سازی در کانالهای نسبتاً مستقیم‌تر و بزرگتر به خوبی عمل می‌نمایند، ولی طبق نظر Weine، زمانی که انحنای کانال به ۳۰° یا بیشتر می‌رسد، پیچیدگی مورد به طور قابل توجهی افزایش یافته و معلوم نیست تکنیک‌هایی که در موارد ساده‌تر نتایج مطلوبی داشتند، در این مورد نیز بتوانند به طور موفق عمل نمایند (۲).به طور کلی، تکنیک‌های متعددی مانند، Step-back، Passive step-back، Balanced force و Crown down جهت پاکسازی و شکل‌دهی سیستم کانال ریشه معرفی شده‌اند.

تکنیک Step-back که نخستین بار توسط Clem در سال ۱۹۶۹ معرفی شد (۳)، یکی از روشهای پیشنهادی اولیه برای اینسترومنتیشن کانالهای دارای انحنا بود (۴) تا از ایجاد Zip در ناحیه آپیکال جلوگیری شود (۵).

Roane و همکاران تکنیک Balanced force را برای

Archive of SID
www.SID.ir

کانالهای دارای انحنا پیشنهاد نمودند. آنها معتقد بودند که با استفاده از فایل Flex-R، این تکنیک تا حد زیادی قادر به حفظ شکل اولیه کانال خواهد بود (۶).

در تکنیک Passive step-back که در سال ۱۹۹۴ توسط ترابی‌نژاد معرفی شد، از ترکیبی از اینسترومنت‌های دستی و چرخشی (دریل‌های گیتس گلیدن یا پیزوریمرها) برای گشاد کردن تدریجی و بدون فشار ناحیه کرونال و سپس آپیکال استفاده می‌شود. ابداع‌کننده معتقد است، این تکنیک به راحتی در همه انواع کانالها قابل استفاده می‌باشد و حوادث حین کار را به مقدار زیادی کاهش می‌دهد (۷).

در ادامهٔ تحولی که با معرفی و کاربرد نیکل تیتانیوم در علم اندودنتیکس ایجاد شد، انواعی از اینسترومنت‌های چرخشی نیکل تیتانیوم به بازار عرضه شده‌اند که به طور سریع و مؤثر و با حداقل خطا قادر به آماده‌سازی انواع کانالهای ریشه می‌باشند (۸). مطالعه حاضر با هدف ارزیابی کارآیی تکنیک‌های Step-back (که در آن تنها از فایل‌های دستی استینلس استیل K-type استفاده می‌شود)، تکنیک Passive step-back (با استفاده از اینسترومنت‌های دستی و چرخشی استینلس استیل)، تکنیک Balanced force (با استفاده از اینسترومنت‌های دستی Flex-R، اینسترومنت‌های دستی Ni-Ti و چرخشی استینلس استیل)، تکنیک hybrid (با استفاده از اینسترومنت‌های چرخشی XtremRace Ni-Ti) در آماده‌سازی کانالهای با انحنای ۴۵° اشنایدر که در بلوکهای پلی‌استری، مشابه‌سازی شده بودند، انجام شد.

روش بررسی

مراحل انجام کار در این مطالعه آزمایشگاهی بدین ترتیب بود:

تهیهٔ کانالهای شبیه‌سازی شده: تعداد ۱۰۰ عدد بلوک از جنس پلی‌استر ساخته شد. الگوی کانالها براساس زاویهٔ انحنا، ۴۵° طبق متد اشنایدر و ۹۰° طبق متد Pruett، طول قسمت مستقیم، ۸ میلیمتر و کل طول کانال، ۱۲میلیمتر تعیین شد. بدین ترتیب شعاع انحنا، حدود ۲/۵۵ میلیمتر محاسبه و میزان قطر و تباعد (tapering) همهٔ کانالها نیز برابر با اندازهٔ استاندارد ISO اسپریدر شماره ۱۵، تعیین گردید.

نمونه‌ها ساخته شده و بر روی الگوی تهیه شده از کانال، قرار داده شدند. در صورت مشاهدهٔ هر گونه انحراف از شکل یا اندازهٔ تعیین شده، نمونهٔ مذکور کنار گذاشته شد.

تعیین سختی بلوکهای ساخته شده: از بین نمونه‌ها، ۵ نمونه به طور تصادفی انتخاب شدند و هریک از آنها به فواصل ۱–۴–۷ روز از زمان ساخت تحت تست سنجش ریزسختی ویکرز با نیروی معادل ۳۰۰ گرم قرارگرفتند تا میزان تغییرات سختی بلوکها با زمان، بررسی شود. شرایط نگهداری نمونه‌ها یکسان بوده و همگی در دمای متوسط ۲۸°C و رطوبت متعادل محیط، نگهداری شدند.

آماده‌سازی کانالهای شبیه‌سازی شده: بلوکها شماره‌گذاری و در ۵ گروه A تا E قرارداده شدند (۲۰ نمونه در هر گروه).

گروه A: Step-back، گروه B: Passive step-back، گروه C: Balanced force، گروه D: Balanced force با استفاده از وسایل نیکل تیتانیوم دستی، گروه E: hybrid با استفاده از اینسترومنت چرخشی XtremRace.

قبل از شروع به کار، بلوکهای شفاف با نوارچسب کاغذی پوشانده شدند، به ترتیبی که کانالها تنها با استفاده از حس لامسه، کار شدند. از هر اینسترومنت نیز تنها برای آماده نمودن یک کانال استفاده شد. به منظور جلوگیری از افت کیفیت آماده‌سازی کانال ناشی از خستگی عمل‌کننده، در هر بار تنها ۶ بلوک پلی‌استری، اینسترومنت شد. آماده‌سازی بلوکها در هر گروه، طبق روش استاندارد ذکر شده برای هر یک از روشهای آماده‌سازی، به نحو زیر صورت گرفت:

گروه A: Step-back

همهٔ کانالها در این گروه با استفاده از فایل‌های K-type دستی (Dentsply Maillefer) و دریل‌های گیتس گلیدن (MANI, Japan) آماده شدند. طول کارکرد، ۰/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از کل طول کانال یعنی ۱۱/۵ میلیمتر

Archive of SID

www.SID.ir

تعیین شد. همهٔ فایل‌ها در این مرحله با حرکت watch winding و کشیدن به عقب (retraction) استفاده شدند. از اصول مهمی که در این تکنیک به آن توجه شد، precurve فایل‌ها و لغزنده‌سازی مسیر بود. آماده‌سازی کانالها مطابق با تکنیک پیشنهادی Mullaney (۴) صورت گرفت.

گروه B: Passive step-back

همهٔ کانالها در این گروه با استفاده از فایل‌های k-type دستی (Dentsply Maillefer) و دریل‌های گیتس گلیدن (MANI, Japan) آماده شدند. از همهٔ فایل‌ها نیز با حرکات خیلی سبک ۱/۴ تا ۱/۸ دور و ضربات push-pull استفاده شد. ترتیب استفاده از وسایل در این تکنیک به شرح زیر بود:

۱- فایل شماره ۱۵ به طول کارکرد ۲- به ترتیب فایل‌های شماره ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ تا هرجا که به طور غیرفعال (passive) داخل کانال قرار گرفتند، وارد شدند ۳- گیتس گلیدن شماره ۲، تا ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از جایی که مختصری به کانال گیر کند ۴- گیتس گلیدن شماره ۳، تا ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از جایی که مختصری به کانال، گیر کند ۵- تأیید طول کارکرد با فایل شماره ۱۵ ۶- فایل شماره ۲۰ به طول کارکرد ۷- گیتس گلیدن شماره ۲، تا ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از محلی که مختصری به کانال گیر کند ۸- گیتس گلیدن شماره ۳، تا ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از محلی که مختصری به کانال گیر کند ۹- فایل شماره ۲۵ به طول کارکرد ۱۰- فایل شماره ۳۰، ۱میلیمتر کوتاه‌تر از طول کارکرد ۱۱- تکرار فایلینگ با فایل شماره ۲۵ تا طول کارکرد ۱۲- فایل شماره ۳۵، ۲ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کارکرد ۱۳- تکرار فایلینگ با فایل شماره ۲۵ تا طول کارکرد ۱۴- فایل شماره ۴۰، ۳ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کارکرد

گروه C: Balanced force

همهٔ کانالها در این گروه توسط فایل‌های دستی Flex-R (Moyco Union Broach-USA) با حرکت Balanced force و نیز دریل‌های گیتس گلیدن (MANI, Japan) آماده شدند.

ترتیب استفاده از وسایل در این تکنیک به شرح زیر بود:

۱- فایل شماره ۱۵ تا تمام طول کانال (فورامن آپیکال) ۲- فایل شماره ۲۰، ۰/۵میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۳- فایل شماره ۲۵، ۰/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۴- گیتس گلیدن شماره ۵ تا ۲ میلیمتری مدخل کانال ۵-گیتس گلیدن شماره ۴ تا ۴ میلیمتری مدخل کانال ۶- گیتس گلیدن شماره ۳ تا ۶ میلیمتری مدخل کانال ۷- گیتس گلیدن شماره ۲ تا ۸ میلیمتری مدخل کانال (تا ابتدای انحنا) ۸- فایل شماره ۲۵، ۰/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۹- فایل شماره ۳۰، ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۰- فایل شماره ۳۵، ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۱- فایل شماره ۴۰، ۱/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۲- فایل شماره ۴۵، ۱/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۳- فایل شماره ۱۵ به طول کانال ۱۴- فایل شماره ۲۵، تا ۰/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۵- فایل شماره ۳۵، تا ۱ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۶- فایل شماره ۴۵، تا ۱/۵ میلیمتر کوتاه‌تر از طول کانال ۱۷- فایل شماره ۲۰ به طول کامل کانال

گروه D: Balanced force با استفاده از وسایل نیکل تیتانیوم دستی

مراحل کار شبیه به گروه C بود، به جز این که در این تکنیک از فایل‌های Ni-Ti K-type دستی (FKG DENTAIRE- Swiss) با نوک غیربرنده (Safety Tip) استفاده شد.

گروه E: تکنیک hybrid با استفاده از اینسترومنت‌های چرخشیRace (XtremRace)

همهٔ وسایل در این گروه با استفاده از موتورالکتریکی کنترل‌کنندهٔ گشتاور (Endo intelligent torque control motor with 4:1 reduction contra angle, Aseptico-USA) و با سرعت ثابت ۳۰۰ دور در دقیقه کار شدند. میزان گشتاور مورد نیاز برای هر شماره وسیله نیز، طبق دستور کارخانهٔ سازنده تعیین شد. برای recapitulation بین هر دو شماره اینسترومنت از K-file شماره ۱۰، استفاده شد. در این تکنیک نحوه استفاده از وسایل

Archive of SID
www.SID.ir

به شرح زیر بود:

۱- فایل pre-race ۱۰-۴۰٪ با گشتاور ۱/۵ N/C به طول ۶ mm ۲- فایل pre-race ۸-۳۵٪ با گشتاور ۱/۵ N/C به طول ۷ mm ۳- فایل race ۲-۱۵٪ با گشتاور ۰/۵ N/C به طول۱۱/۵ mm ۴- فایلrace ۲-۲۰٪ با گشتاور ۰/۵ N/C به طول۱۱/۵ mm ۵- فایل race ۲-۲۵٪ با گشتاور ۰/۵ N/C به طول ۱۱/۵ mm

بررسی کانالهای آماده‌شده:

اساس‌کار، تهیهٔ تصویر از بلوکهای کار شده و کار نشده و سپس مقایسهٔ این تصاویر با یکدیگر بود. قبل از تصویربرداری، جهت مشاهدهٔ واضح‌تر، کانالها با استفاده از متیلن‌بلو رنگ‌آمیزی شدند.

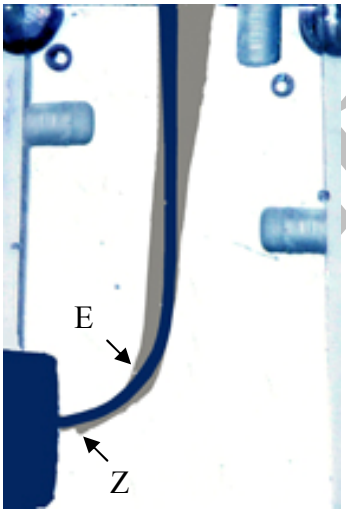
برای تصویربرداری از دوربین دیجیتال (Fine Pix S_2 pro-Fuji photo Film Co-back Tokyo-Japan با لنز Nikon Af Nikor (24-120 mm که به یک کامپیوتر خانگی متصل بود، استفاده شد.

به منظور تهیهٔ تصاویر استاندارد، موقعیت دوربین و نیز نمونه نسبت به دوربین، ثابت شد. بدین ترتیب تصاویر قبل و بعد از کار با بزرگنمایی ۳۵ برابر تهیه شده و با استفاده از نرم‌افزار ویرایشگر تصویر Photoshop 8 روی هم قرار داده شدند. بریدگیهایی که قبلاً در دیواره‌های بلوک ایجاد شده بود به انطباق دقیقتر تصاویر، کمک کرد، سپس مطابق با تکنیک Alodeh & Dummer (۹) پنج نقطهٔ اصلی روی محور مرکزی هر کانال، مشخص شد. ۱- نقطهٔ O: مدخل کانال (orifice) ۲- نقطهٔ HO: نقطهٔ مابین محل شروع انحنا تا مدخل کانال ۳- نقطهٔ BC: نقطهٔ شروع انحنا ۴- نقطهٔ AC: قلهٔ انحنا ۵- نقطهٔ EP: نقطهٔ انتهایی آماده‌سازی.

پس از تعیین نقاط اصلی، در هر نقطه، میزان عرض کانال قبل از کار (W0)، میزان عرض کانال در سمت خارج انحنا (میزان رزینی که در طول کانال از قسمت خارجی آن برداشته شده است (OW))، میزان عرض کانال در سمت داخل انحنا (میزان رزینی که در طول کانال از قسمت داخلی آن برداشته شده است (IW)) و میزان عرض کل کانال بعد از کار (TW)، با دقت ۰/۰۰۲ میلیمتر اندازه‌گیری شد.

کلیهٔ اندازه‌گیریها عمود بر محور اصلی کانال و توسط عمل‌کننده‌ای انجام شد که هیچ‌گونه آگاهی از نوع و نحوهٔ آماده‌سازی کانالها نداشت، سپس، میزان و جهت جابه‌جایی کانال براساس اندازه‌گیریهای سمت داخل و خارج انحنا، تعیین شد، به صورتی که اندازه‌گیریهای قسمت داخلی انحنا منفی و اندازه‌گیریهای سمت خارجی مثبت، ثبت شد.

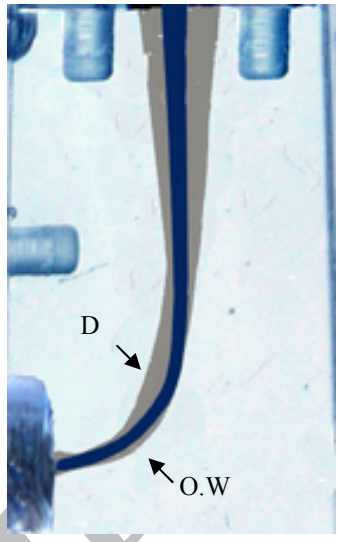
وقتی که مجموع اعداد مثبت و منفی صفر شد، بدین معنی بود که کانال ریشه، بدون هیچ‌گونه انحرافی آماده شده است، ولی زمانی که مقادیر مجموع، مثبت یا منفی شدند، نشان داد که کانال به سمت داخل یا خارج انحنا، منحرف شده است. از سوی دیگر هرگونه تغییر شکل غیرطبیعی کانال (aberration) (۹) که در اثر آماده‌سازی ایجاد شده بود، مانند danger zone، outer widening، perforation، ledge و zip & elbow مشاهده و ثبت شد (شکلهای ۱-۳).



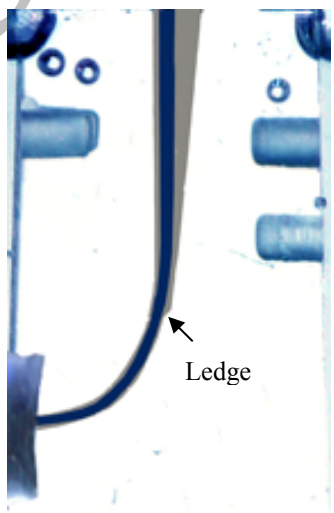
شکل ۱- تصویر ترکیبی از یک کانال دارایzip & elbow در گروه Step-back

وسایل به کار گرفته شده جهت آماده‌سازی کانالها با بزرگنمایی ۲۰ برابر ذره‌بین مورد بررسی قرار گرفتند تا هر گونه تغییر شکل پیچها از حالت طبیعی، ثبت شود. علاوه بر این تعداد وسایلی که حین کار شکسته بودند نیز ثبت شد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۲- تصویر ترکیبی از یک کانال دارای Danger Zone (D) و Outer Widening (O) در گروه Balanced force (C)



شکل ۳- تصویر ترکیبی از یک کانال دارای ledge در گروه XtremRace

مدت زمان کارکرد هر فایل در داخل کانال، تعویض فایل و همچنین شستشوی بین دو فایل، تحت عنوان مدت زمان آماده‌سازی هر نمونه در نظر گرفته شد. تغییر طول کارکرد نیز با کم کردن طول کارکرد نهایی از طول کارکرد اولیه محاسبه گردید. داده‌های به دست آمده با استفاده از آنالیز واریانس چهار طرفه ANOVA بررسی شدند و در صورت معنی‌دار بودن تحت آزمون تعقیبی Post-Hoc با ملاک Tukey قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به تعداد کانالهای جابه‌جا شده نیز توسط آزمون آماری کروسکال والیس انجام شد. P<۰/۰۵ به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

تعیین سختی نمونه‌های ساخته شده از جنس پلی‌استر: حداقل مقدار سختی اندازه‌گیری شده، ۱۹/۲ و حداکثر ۲۳/۵ ویکرز ثبت شد. آزمون ANOVA با p=۰/۸۹۶، نشان داد که بین زمانهای مختلف ساخت از نظر میزان سختی بلوکهای ساخته شده، تفاوت آماری معنی‌داری وجود نداشت.

اندازه‌گیری جهت و میزان جابه‌جایی کانالها: جدولهای ۱ و ۲ به ترتیب، جهت و میزان جابه‌جایی را در نقاط خاص مورد نظر در طول کانال، نشان می‌دهند. مطابق این جدولها در نقاط O و BC، هم از نظر جهت و هم از نظر مقدار جابه‌جایی، بین گروه‌های مختلف، تفاوت معنی‌دار وجود داشت. در نقطهٔ قلهٔ انحنا (AC)، چه از نظر جهت و چه مقدار جابه‌جایی، بین گروه‌های مختلف، تفاوت آماری قابل توجهی وجود نداشت. با این وجود به طور کلی حدود ۶۰٪ نمونه‌های گروه Balanced force، به سمت داخل منحرف شده بودند و مقدار جابه‌جایی به سمت داخل نیز در این گروه، بیشتر از بقیه بود.

اندازه‌گیری میزان خطاهای حین کار و نیز تعداد اینسترومنت‌های شکسته یا تغییر شکل یافته

در این مطالعه، ۲ اینسترومنت تغییر شکل یافته و ۱ اینسترومنت شکسته وجود داشت که همه فایل‌های Flex-R بودند که در روش Balanced force از آنها استفاده شده بود. محل باز شدن پیچ فایل از حدود ۴ میلیمتری انتهای فایل (تقریباً محل شروع انحنای کانال) بود. فایل شکسته نیز فایل شماره ۲۰ Flex-R بود که از همین ناحیه، شکسته بود (جدول ۳).

زمان آماده‌سازی (ثانیه): آزمون آنالیز واریانس ANOVA با p<۰/۰۰۱ نشان داد، بین روشهای مختلف، تفاوت معنی‌داری از نظر زمان آماده‌سازی وجود دارد (جدول۴).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- تعداد و درصد کانالهای جابه‌جا شده به سمت داخل و خارج انحنا بر حسب نوع تکنیک

	Step-back		Passive step-back		Balanced force		Balanced force with NiTi		Hybrid (XtremRace)		P
	خارج	داخل	خارج	داخل	خارج	داخل	خارج	داخل	خارج	داخل	
O	۱۷ (۱۰۰٪)	۰ (۰٪)	۱۹ (۱۰۰٪)	۰ (۰٪)	۱۶ (۸۸/۹٪)	۲ (۱۱/۱٪)	۷ (۳۵٪)	۱۳ (۶۵٪)	۲۰ (۱۰۰٪)	۰ (۰٪)	<۰/۰۰۱
HO	۱۲ (۷۰/۶٪)	۵ (۲۹/۴٪)	۱۳ (۶۸/۴٪)	۶ (۳۱/۶٪)	۱۷ (۹۴ ٪)	۱ (۶٪)	۱۴ (۷۰٪)	۶ (۳۰٪)	۱۸ (۹۰٪)	۲ (۱۰٪)	۰/۱۴۲
BC	۰ (۰٪)	۱۷ (۱۰۰٪)	۰ (۰٪)	۱۹ (۱۰۰ ٪)	۲ (۱۱/۱٪)	۱۶ (۸۸/۹٪)	۸ (۴۰٪)	۱۲ (۶۰٪)	۹ (۴۵٪)	۱۱ (۵۵٪)	<۰/۰۰۱
AC	۹ (۵۳٪)	۸ (۴۷٪)	۱۰ (۵۲/۶٪)	۹ (۴۷/۴٪)	۷ (۳۸/۹٪)	۱۱ (۶۱/۱٪)	۱۵ (۷۵٪)	۵ (۲۵٪)	۱۲ (۶۰٪)	۸ (۴۰٪)	۰/۱۶۰
EP	۱۰ (۵۸/۸٪)	۷ (۴۱/۲٪)	۱۱ (۵۷/۹٪)	۸ (۴۲/۱٪)	۱۲ (۶۶/۷٪)	۶ (۳۳/۳٪)	۱۳ (۶۵٪)	۷ (۳۵٪)	۱۲ (۶۰٪)	۸ (۴۰٪)	۰/۹۷۶

جدول ۲- مقادیر میانگین و انحراف معیار جابه‌جایی در پنج نقطه اندازه‌گیری شده برحسب نوع تکنیک (مقادیر +: جابه‌جایی به سمت خارج انحنا، مقادیر -: جابه‌جایی به سمت داخل انحنا)

	Step-back	Passive step-back	Balanced force	Balanced force with NiTi	Hybrid (XtremRace)	P
O	+۰/۴۸۸ ± ۰/۱۳	+۰/۵۶۹ ± ۰/۱۲	+۰/۱۳۸ ± ۰/۱۵	− ۰/۵۴۳ ± ۰/۲۲	+۰/۲۹۱ ± ۰/۱۴	< ۰/۰۰۱
HO	+۰/۷۵۰ ± ۸/۲۶	+۰/۳۹۸ ± ۰/۱۲	+۰/۱۹۷ ± ۰/۱۱	+ ۰/۰۴۲ ± ۰/۱۶	+۰/۱۵۶ ±۰/۱۳	<۰/۰۰۱
BC	−۰/۲۴۸ ± ۰/۱۰	−۰/۲۹۷ ± ۰/۳۵	−۰/۱۷۶ ± ۰/۱۱	−۰/۰۲۷ ± ۰/۱۰	−۰/۰۰۷ ± ۰/۱۲	<۰/۰۰۱
AC	+۰/۰۲۸ ± ۰/۱۰	+۰/۱۰۵ ± ۰/۱۳	−۰/۰۱۱ ± ۷/۸۴	+۰/۰۱۸ ± ۴/۴۶	+۰/۰۱۷ ± ۶/۶۹	۰/۴۶۹
EP	+۰/۰۱۸ ± ۵/۱۲	+۰/۰۲۰ ± ۷/۸۸	+۰/۰۰۶ ± ۶/۲۷	+۰/۰۱۳ ± ۵/۷۲	+۰/۰۰۴ ± ۷/۳۸	۰/۹۲۵

جدول ۳- تعداد موارد تغییرات غیرطبیعی ایجاد شده در طول آماده‌سازی کانال (canal aberrations) و نیز تغییر شکل یا شکسته شدن اینسترومنت‌ها بر حسب نوع تکنیک

	Step-back	Passive step-back	Balanced force	Balanced force with NiTi	Hybrid (XtremRace)
Zip & elbow	۲	۱	۰	۰	۰
Ledge	۴	۱	۴	۰	۷
Outer widening	۳	۱۰	۴	۱	۰
Danger zone	۷	۸	۱۱	۰	۰
شکستن اینسترومنت	۰	۰	۱	۰	۰
تغییر شکل اینسترومنت	۰	۰	۲	۰	۰

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- میانگین و انحراف معیار زمان آماده‌سازی (ثانیه) بر حسب نوع تکنیک

تکنیک	Mean ± SD
Step-back	۴۸۳/۶۵ ± ۶۲/۸۷۶
Passive step-back	۵۴۲/۶۵ ± ۳۳/۱۷۴
Balanced force	۴۷۳/۹۲ ± ۳۷/۹۰۰
Balanced force with Ni-Ti	۳۲۶/۶۷ ± ۳۸/۷۲۱
Hybrid (XtremRace)	۲۳۶/۲۷ ± ۴۱/۱۶۶

تغییر طول کارکرد: متوسط از دست رفتن طول کارکرد که در نتیجهٔ آماده‌سازی کانال، ایجاد می‌شود، در جدول ۵ نشان داده شده است. آزمون آنالیز واریانس ANOVA با p=۰/۰۰۶ نشان داد که اختلاف بین این مقادیر، معنی‌دار بود.

جدول ۵- میانگین و انحراف معیار تغییر طول کارکرد (میلیمتر) بر حسب نوع تکنیک

تکنیک	Mean ± SD	P
Step-back	۰/۵۷۳۵ ± ۰/۲۹۰۰	
Passive step-back	۰/۲۸۷۵ ± ۰/۱۸۶۳	
Balanced force	۰/۳۶۷۶ ± ۰/۲۵۱۸	۰/۰۰۶
Balanced force with Ni-Ti	۰/۴۸۴۷ ± ۰/۲۳۶۱	
Hybrid(XtremRace)	۰/۴۱۲۵ ± ۲۳۳۳	

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر به جای استفاده از دندانهای کشیده شده از بلوکهای رزینی استفاده شد تا شاخصهای تأثیرگذار بر نتیجهٔ آماده‌سازی کانالهای ریشه را حذف نموده و تقریباً تمامی نمونه‌ها از نظر قطر، طول و تباعد کانال و همچنین شعاع و درجهٔ انحنا، استاندارد شده باشند. در مطالعات بسیاری تکنیک‌های مختلف بر روی بلوکها مقایسه شده‌اند، به صورتی که اکنون استفاده از این بلوکهای رزینی در تحقیقات مربوط به شکل‌دهی به صورت یک مدل آزمایشی جایگزین، رایج می‌باشد، به خصوص که اعتبار آنها نیز قبلاً بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (۱۰). در این مطالعه، سختی نمونه‌های پلی‌استری حدود ۲۰ ویکرز بود.

Cirano و همکاران در تحقیق بر روی عاج ریشه، میزان سختی عاج ناحیه نزدیک پالپ را ۳۲/۷۰ ویکرز گزارش کردند (۱۱). افتخار نیز در مطالعه خود سختی بلوکهای پلی‌استری را با مدل Dentsply و عاج دندان مورد مقایسه قرار داد (۱۲). طبق مطالعهٔ او سختی نمونهٔ پلی‌استری ساخته شده ۳۳، سختی مدل Dentsply ۳۵/۵ و سختی عاج دندان ۳۱ گزارش شد.

یافته مطالعه فوق نشان داد، بلوکهای ساخته شده ضریب سختی نزدیکی به عاج دارند، بنابراین مقاومتشان در برابر سایش اینسترومنت‌ها، مشابه است، ولی در این مطالعه از آزمون Rockwell A Macro Hardness جهت تست عاج و پلیمرها استفاده شد. انجام این تست که با بار معادل ۶۰kg انجام می‌شود و اختصاص به مواد فوق‌العاده سخت دارد (۱۳)، بر روی نمونه‌های پلیمری و عاج دندان جای بحث دارد، بنابراین نتایج حاصل از آن نیز مورد تردید است.

امکان افزایش بیشتر میزان سختی نمونه‌های موجود وجود نداشت، زیرا این پلیمر با افزایش مقدار مایع Hardener، طبیعتی سخت‌تر ولی شکننده‌تر می‌یابد و در برابر نیروی filing، رفتاری مشابه عاج دندان (که ماهیت کامپوزیتی دارد) پیدا نخواهد کرد. از سوی دیگر امکان تبدیل این نوع پلیمر به نوعی کامپوزیت نیز ممکن نبود، زیرا لازمه این کار اضافه نمودن انواعی از ذرات opaque به زمینهٔ ماده است که خود سبب کاهش شفافیت نمونه که یکی از اصول ضروری و مورد نیاز است، می‌شود، بنابراین نمونه‌های پلی‌استری به همین صورت مورد استفاده قرار گرفتند. آزمایشها نشان داد، سختی نمونه‌ها با گذشت زمان، تغییرات معنی‌دار نداشته است.

تاکنون تحقیقات بسیاری نشان داده‌اند که با استفاده از اینسترومنت‌های استینلس استیل، امکان ایجاد خطاهایی مانند zip یا جابه‌جایی کانال در ناحیه انحنا به سمت داخل و ایجاد danger zone وجود دارد. این خطاها را می‌توان با استفاده از اینسترومنت‌های با انعطاف‌پذیری بیشتر و نوک غیربرنده، کاهش داد (۱۴). بنابراین یکی از انتخابها به منظور آماده‌سازی نمونه‌ها، فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی بودند. از سویی به دلیل

Archive of SID
www.SID.ir

خاصیت سوپر الاستیسیته این آلیاژ، نمی‌توان همچون فایل‌های استینلس استیل به این اینسترومنت‌ها، از قبل انحنا داد، بنابراین جهت انتخاب تکنیک متناسب با این نوع اینسترومنت‌ها از نتیجهٔ مطالعات Himel و همکاران (۱۵) و Elliot و همکاران (۱۶) استفاده شد که نشان دادند، اینسترومنت‌های نیکل تیتانیوم باید با حرکت چرخشی یا reaming استفاده شوند. آنها بهترین کارآیی فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی را با تکنیک Balanced force و فایل‌های استینلس استیل را با تکنیک filing دانستند.

از سوی دیگر با پیدایش انواع اینسترومنت‌های نیکل تیتانیوم چرخشی، مطالعات بسیاری توانایی این وسایل را برای حفظ شکل اولیهٔ کانالهای دارای انحنا، مورد بررسی و تأیید قرار داده‌اند. نتایج بیشتر این مطالعات نشان داده است، با استفاده از سیستمهای چرخشی نیکل تیتانیوم، می‌توان کانالهای باریک و دارای انحنای شدید را سریعتر و با خطاهای کمتر، تهیه کرد (۱۷).

اینسترومنت‌های چرخشی Ni-Ti، معمولاً با استفاده از تکنیک کراون داون مورد استفاده قرار می‌گیرند تا با گشاد شدن ابتدایی قسمت تاجی کانال، استرس کمتری به اینسترومنت وارد شده و نیز دسترسی به قسمت آپیکال کانال، آسانتر شود (۱۸). ولی برای اینسترومنتیشن با استفاده از XtremRace طبق توصیهٔ سازنده، از تکنیک step-down/step-back یا hybrid، استفاده شد. در مطالعه حاضر، اینسترومنت‌های XtremRace و نیز تکنیک Step-back به طور معنی‌داری کمتر از سایر تکنیک‌ها از قسمت مدخل کانال برداشته بودند که با توجه به نفوذ ۶ میلیمتری فایل Pre-Race ۱۰-۴۰٪ که منجر به گشادی معادل گیتس گلیدن شماره ۳ (اندازه ۱۰۰) می‌شود، نتیجه حاضر منطقی به نظر می‌رسد.

جهت جابه‌جایی کانالها نیز در نقطه مدخل کانال و همچنین نقطهٔ بین قله انحنا و مدخل کانال، در تمامی تکنیک‌ها به سمت خارج از انحنا بود که به دلیل استفاده از اینسترومنت‌ها، مطابق قانون anticurvature، این نتیجه قابل پیش‌بینی بود.

مطالعه حاضر نشان داد، به طور کلی در اطراف انحنا (نواحی شروع و قله انحنا)، فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی و چرخشی، بیشتر از بقیه دیواره کانال را به سمت خارج از انحنا برداشته بودند. در مطالعات بسیاری در ارتباط با اینسترومنت‌های چرخشی، این وضعیت گزارش شده است. به طور کلی جابه‌جایی به سمت خارج دیواره، می‌تواند نشان‌دهنده طرح نوک و تمایل اینسترومنت به مستقیم شدن در داخل محدوده کانال باشد (۱۹).

طی یافته Royal و Donnelly اینسترومنت‌های نیکل تیتانیومی در این ناحیه، مطمئن‌تر از فایل‌های Flex-R یا K-file عمل نمودند (۲۰)، زیرا میزان جابه‌جایی آنها به سمت Danger Zone، کمتر بود. مطالعه حاضر نشان داد، در نقطهٔ قلهٔ انحنا، تکنیک Balanced force با استفاده از فایل Flex-R، نسبت به تکنیک‌های Step-back و Passive step-back، جابه‌جایی هر چند مختصر، ولی بیشتری به سمت داخل ایجاد کرد. در صورتی که طبق مطالعه Backman و همکاران (۲۱) زمانی که از فایل Flex-R استفاده می‌شود، کنترل شکل‌دهی و جابه‌جایی کانال حداکثر است، زیرا طرح نوک فایل Flex-R به گونه‌ای است که با حرکاتی که انجام می‌شود، باعث می‌شود به موازات انحنا پیش رود و مانع از جابه‌جا شدن نوک به درون دیواره خارجی انحنا گردد.

نتیجه به دست آمده با تکنیک Balanced force در مقایسه با دو تکنیک Step-back و Passive step-back، شاید به دلیل عدم استفاده از Precurve در این تکنیک و نیز استفاده از فایل‌های بزرگتر در فاصله نزدیکتری به آپکس بوده باشد. در این مطالعه، بیشترین تعداد Danger Zone (۱۱ مورد)، همچنین ۴ مورد outer widening و۴ مورد ledge در گروه Balanced force وجود داشت، همچنین با وجودی که هر اینسترومنت برای یک کانال استفاده شد، تنها مورد شکستگی و تغییر شکل اینسترومنت، موقع آماده‌سازی نمونه‌ها با این تکنیک اتفاق افتاد که محل باز شدن پیچ و نیز

Archive of SID

www.SID.ir

شکسته شدن فایل در محل شروع انحنای کانال بود. Ciucchi و همکاران (۲۲) و Sabala و همکاران (۲۳) نیز در مطالعات خود، در ارتباط با مقایسه شکل‌دهی کانال، میزان بالایی از شکستگی فایل Flex-R را گزارش کردند.

طبق گزارش Sepic و همکاران، برای جلوگیری از شکستن اینسترومنت، باید از نیروهای چرخشی مناسب، به خصوص روی اینسترومنت‌های کوچکتر (سایز ۱۰–۲۰)، استفاده شود، زیرا هنگامی که نوک وسیله در اثر چرخش زیاد در جهت عقربه‌های ساعت در عاج گیر می‌کند، میزان گشتاور فایل، از دسته تا نوک به میزان ۵۲ برابر افزایش می‌یابد و پس از آن در چرخش خلاف جهت عقربه‌های ساعت، تیغه‌ها باز شده و اینسترومنت می‌شکند.

Ciucchi و همکاران (۲۴) نیز نتیجه گرفتند که این تکنیک برای آماده کردن کانالهای با انحنای متوسط مؤثر است، زیرا آنها نتوانستند نمونه‌های دارای انحنای شدید را با این تکنیک، خوب آماده کنند و شکسته شدن اینسترومنت هم در این نمونه‌ها رخ داده بود. در هر صورت می‌توان تأیید نمود که تکنیک Balanced force، روشی است که نیاز به مهارت کافی دارد و این نیاز به مهارت استفاده رایج جهت اینسترومنتیشن کانالهای دارای انحنا را محدودتر می‌کند (۲۲). در مطالعهٔ حاضر، مشاهده شد که تعداد موارد خطاهای ایجاد شده صرف نظر از تکنیک مورد استفاده، بیشتر در اثر استفاده از فایل‌های استینلس استیل ایجاد شده بود که مورد تأیید سایر مطالعات نیز می‌باشد (۲۴).

طبق نتیجهٔ مطالعات مختلف، به نظر می‌رسد که شایعترین خطایی که حین استفاده از سیستمهای Ni-Ti چرخشی اتفاق می‌افتد، ledge می‌باشد (۱۹). در این مطالعه، ۷ مورد ledge در گروه XtremRace مشاهده شد که البته به نظر می‌رسد این پله به دلیل نقص توالی اینسترومنت‌ها باشد تا یک خطای حین کار. در تحقیق حاضر از تکنیک و ترکیب پیشنهادی سازنده جهت اینسترومنتیشن کانالهای دارای انحنای شدید استفاده شد، ولی نتیجه این مطالعه، لزوم استفاده از فایل‌های بینابینی موجود در سیستم Race، مانند ۶–۳۰٪ یا ۴–۲۵٪ را نشان می‌دهد. از سوی دیگر با توجه به این که، با افزایش قطر اینسترومنت‌ها، انعطاف‌پذیری وسایل کاهش و احتمال ایجاد خطاهای حین آماده‌سازی افزایش می‌یابد، این پیشنهاد باید مورد مطالعه و بررسی بیشتر قرارگیرد.

در این مطالعه به طور متوسط، زمان آماده‌سازی با اینسترومنت‌های نیکل تیتانیوم کمتر از اینسترومنت‌های استینلس استیل بود. در این میان، سریعترین گروه، XtremRace با متوسط زمان آماده‌سازی ۳/۹۴ دقیقه بود که این نتیجه، منطبق با مطالعات بسیاری است که اینسترومنتیشن دستی با فایل‌های استینلس استیل را با اینسترومنت‌های چرخشی نیکل تیتانیوم، مورد مقایسه قرارداده‌اند (۸)، ولی برخلاف نتیجهٔ مطالعه Himel و همکاران (۱۳) در تحقیق حاضر مشاهده شد که مدت زمان آماده‌سازی بلوکها با فایل‌های نیکل تیتانیوم دستی، کمتر از فایل‌های استینلس استیل بود.

طبق مطالعات Hankins (۲۵) و Ciucchi و همکاران (۲۲) در تکنیک Balanced force، شیارهای اینسترومنت‌ها در هر حرکت چرخشی، پر از دبری می‌شود، بنابراین در هر بار عقب کشیدن فایل حداکثر ماده از کانال خارج شده، کانال سریعتر آماده می‌شود، در حالی که در تحقیق حاضر، مدت زمان آماده‌سازی کانال با تکنیک‌های Step-back و Balanced force با استفاده از فایل‌های Flex-R، فرق چندانی با یکدیگر نداشتند.

بیشترین زمان آماده‌سازی کانال نیز متعلق به تکنیک Passive step-back بود که با توجه به تعداد زیاد اینسترومنت‌های به کار گرفته شده و نیز کنترل طول کارکرد حین اینسترومنتیشن، این نتیجه مورد انتظار بود. در این مطالعه، تغییر طول کارکرد در گروه XtremRace با تکنیک‌های دستی، اختلاف چندانی نداشت.

تنها گروهی که طول کارکرد را بیشتر حفظ کرده بود، Passive step-back بود که طبق تکنیک حین کار، طول کارکرد مجدداً بررسی شد. به طور کلی در این

Archive of SID
www.SID.ir

مطالعه مشاهده شد که همه تکنیک‌ها ناحیه آپیکال را به سمت خارج جابه‌جا کردند، ولی میزان جابه‌جایی مطلق، به اندازه‌ای کوچک بود که اختلاف قابل توجهی بین شکل کانالها در ناحیه آپیکال وجود نداشت، علاوه بر این مشاهده شد که تکنیک‌هایی که در آنها از فایل‌های نیکل تیتانیوم استفاده شده بود، انحنای کانال را به میزان کمتری تغییر دادند. در این میان سریعترین گروه، فایل‌های چرخشی XtremRace بودند که به نظر می‌رسد با اصلاح توالی اینسترومنت‌ها قادرخواهند بود، شکل مطلوبتری از کانال تهیه نمایند.

منابع:

1- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974; 18(2): 269-96.

2- Weine FS. Endodontic Therapy. 6th ed. USA, Mosbey year book; 2003. Chap 5.

3- Clem WH. Endodontics: the adolescent patient. Dent Clin North Am 1969; 13(2):482-93.

4- Mullaney TP. Instrumentation of finely curved canals. Dent Clin North Am 1979; 23(4):575-92.

5- Buchanan LS. Paradigm shifts in cleaning and shaping. J Calif Dent Assoc 1991; 19(5):23-6, 28-33.

6- Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. J Endod 1985; 11(5):203-11.

7- Torabinejad M. Passive step-back technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 77(4):398-401.

8- Glossen CR, Haller RH, Dove SB, Del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. J Endod 1995; 21(3):146-51.

9- Alodeh MH, Dummer PM. A comparison of the ability of K-files and Hedstrom files to shape simulated root canals in resin blocks. Int Endod J 1989; 22(5):226-35.

10- Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. Int Endod J 1985; 18(4):240-6.

11- Cirano FR, Romito GA, Todescan JH. Determination of root dentin and cementum microhardness. Braz J Oral Sci 2004; 3(8): 420-4.

۱۲- افتخار بهروز. تهیه مدلهای پلاستیکی برای آموزش پاکسازی و شکل‌دهی کانال دندان. مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران ۱۳۸۲، دوره ۱۶؛ شماره ۴: صفحه ۸۲ -۸۷.

۱۳- سیدنی اچ اونر، مترجم عبدالوحید فتی، محمد عرفانیان. آشنایی با متالورژی فیزیکی. مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۸۱: صفحه ۳۱-۴۴.

14- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. J Endod 1997; 23(12):742-7.

15- Himel VT, Moore RE, Hicks VE. The effect that 3 endodontic files have on canal shape. J Endod 1993; 19: 208.

16- Elliott LM, Curtis RV, Pitt Ford TR. Cutting pattern of nickel-titanium files using two preparation techniques. Endod Dent Traumatol 1998; 14(1):10-5.

17- Schafer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. Int Endod J 2003; 36:199-207.

18- Versumer J, Hulsmann M, Schafers F. A comparative study of root canal preparation using Profile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J 2002; 35: 37-46.

19- Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. Int Endod J 2000; 33(3):255-61.

20- Royal JR, Donnelly JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced force instrumentation with three different file types. J Endod 1995; 21(6): 300-4.

21- Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of root canal instrumentation techniques. J Endod 1991; 18(1): 19-24.

22- Ciucchi B, Cergneux M, Holz J. Comparison of curved canal shape using filing and rotational instrumentation

Archive of SID

www.SID.ir

techniques. Int Endod J 1990; 23(3):139-47.

23- Sabala CL, Roane JB, Southard LZ. Instrumentation of curved canals using a modified tipped instrument: a comparison study. J Endod 1988; 14(2):59-64.

24- Sepic AO, Pantera EA JR, Neaverth EJ, Anderson RW. A comparison of Flex-R files and K-type files for enlargement of severely curved molar root canals. J Endod 1989; 15(6): 240-5.

25- Hankins PJ, ElDeeb ME. An evaluation of the Canal Master, balanced force, and step-back techniques. J Endod 1996; 22(3):123-30.

Archive of SID

www.SID.ir