

بررسی دقت چهار اپکس لوکیتور الکترونیک در تعیین طول کارکرد کانال ریشه

دکتر آرش ایزدی^۱، دکتر عزت اله کاظمی نژاد^{۱*}، فاطمه میرزائی^۲، نازنین مرتضوی^۱
 ۱-استادیار، مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران
 ۲-دندانپزشک، گرگان، ایران

وصول مقاله: ۱۴۰۲/۵/۱۶ اصلاح نهایی: ۱۴۰۲/۹/۱ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۱۲

Evaluation of the Accuracy in Four Electronic Apex Locators toward determination of working length of root canal: an in-vitro study

Arash Izadi¹, Ezatolah Kazeminejad^{1*}, Fatemeh Mirzaei², Nazanin Mortazavi¹

1-Assistant Professor, Dental Research Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

2-Dentist, Golestan, Gorgan, Iran

Received: August 2023

Accepted: January 2024

Abstract

Background and Aim: Determination of the exact working length is one of the most important steps in root canal treatment. Various devices and methods, such as electronic apex locators, have been developed for the determination of the working length. The present study aimed to compare the accuracy of four electronic apex locators, DTE, Denjoy, Woodpecker and Coxo, in determining the actual working length.

Materials and Methods: In this descriptive study, forty mandibular premolar teeth that fulfilled the inclusion criteria were selected and examined. First, each tooth was measured with four apex locators. The electronic measurements were performed following the manufacturers' instructions within ± 0.5 mm, ± 1 mm and exactly at apical constriction. To calculate the actual working length, 4 mm of the root end was buccolingually cut from buccal side of the canal, and the distance between the coronal reference point and apical constriction was measured under a microscope. Then, data were analysed with Paired T test.

Results: Within ± 0.5 mm from the apical constriction and at the apical constriction, the accuracy of apex locators DTE, Woodpecker, Coxo and Denjoy were 87% and 45%, 85% and 37%, 85% and 45% and 82% and 42%, respectively. All specimens measured with four types of apex locators were within the range of -1 to +1 mm to the apex with an accuracy of 97.5%.

Conclusion: None of the four apex locators reported an accuracy of 100% at apical constriction. There was no statistically significant difference between the working length measured by four apex locators and the actual working length.

Key words: Apical constriction, Electronic apex locator, Working length

*Corresponding Author: ezztk.edu@gmail.com

J Res Dent Sci.2024;21(1):27-34

خلاصه:

سابقه و هدف: تعیین طول کارکرد دقیق، یکی از مهمترین مراحل در درمان ریشه دندان می باشد. روش ها و دستگاه های متنوعی از جمله اپکس لوکیتورهای الکترونیک، به جهت تعیین طول کارکرد معرفی شده اند. هدف از مطالعه ی حاضر، مقایسه دقت اپس لوکیتورهای الکترونیک از جمله DTE, Denjoy, Woodpecker و Coxo در تعیین طول کارکرد واقعی بود.

مواد و روش ها: در این مطالعه ی توصیفی، ۴۰ دندان پرمولر مندیبل تک کانال، طبق معیارهای ورود انتخاب شده و بررسی شدند. ابتدا، طول کارکرد کانال هر دندان توسط ۴ اپکس لوکیتور اندازه گیری شد. اندازه گیری الکترونیک، طبق دستور شرکت سازنده با فاصله بین ۰/۵ تا ۱ میلیمتری تنگه اپیکال انجام شد. جهت اندازه گیری طول کارکرد واقعی، ۴ میلی متر از انتهای کانال در جهت باکولینگوالی از سمت باکال برش داده شد و فاصله میان نقطه مرجع و تنگه اپیکال زیر میکروسکوپ اندازه گیری شد. سپس، داده های توسط آزمون Paired T test، آنالیز شد.

یافته ها: در فاصله ۰/۵ میلیمتری تنگه اپیکال و تنگه اپیکال، دقت اپکس لوکیتورهای DTE, Woodpecker, Coxo و Denjoy به ترتیب ۰/۸۷٪، ۰/۴۵٪، ۰/۸۵٪ و ۰/۳۷٪ در مقابل ۰/۸۵٪، ۰/۴۵٪ و ۰/۸۲٪ بود. تمام نمونه ها با ۴ دستگاه اپکس لوکیتور در محدوده ی ۱- تا ۱+ میلیمتری اپکس با دقت ۰/۹۷/۵ اندازه گیری شدند.

نتیجه گیری: هیچ کدام از ۴ اپکس لوکیتور، دقت ۱۰۰٪ را در تنگه اپیکال گزارش ندادند. هیچ تفاوت آماری معناداری میان طول کارکرد گزارش شده توسط ۴ اپکس لوکیتور و طول کارکرد واقعی وجود نداشت.

کلید واژه ها: تنگه اپیکال، اپکس لوکیتور الکترونیک، طول کارکرد

مقدمه:

تکنیک لامسه، به حساسیت و تجربه ی درمانگر وابسته است و قابل اعتماد نیست؛ در حالی که در رادیوگرافی، طول کارکرد با اپکس رادیوگرافیک تعیین می شود که معمولاً با باریک ترین قسمت انتهای کانال هماهنگ نیست.^(۳) علاوه بر این، تفسیر تصویر رادیوگرافیک تحت تاثیر فاکتور های مختلفی از جمله موقعیت تیوب رادیوگرافی، تیلت دندانی و موقعیت قرار گیری فیلم می باشد.^(۴)

اپکس لوکیتور الکترونیک، دستگاهی جهت تعیین طول کانال ریشه دندان است. این روش اولین بار در سال ۱۹۶۲ توسط Sudana جهت تعیین طول کارکرد کانال دندان معرفی شد.^(۵) اپکس لوکیتور ها در مواردی که اپکس دندان در تصاویر رادیوگرافیک به راحتی قابل تشخیص نیستند و ساختارهای آناتومیک بر روی اپکس دندان سوپرایمپوز شده اند، بسیار کمک کننده اند.

این دستگاه ها همچنین در بیماران با رفلکس گگ (gag reflex) که نمیتوانند فیلم رادیوگرافی را به راحتی در محیط دهان قرار دهند و همچنین بیماران با مشکلات پزشکی که اشعه رادیوگرافی برایشان توصیه نمی شود، می توانند مفید باشند.^(۶)

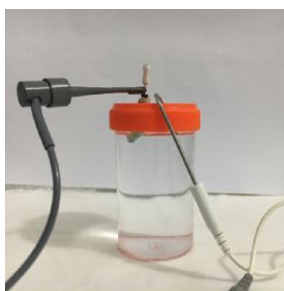
یکی از مهمترین مراحل درمان اندودنتیک، پاکسازی و شکل دهی مناسب کانال های ریشه از طریق تعین دقیق طول کارکرد می باشد. از لحاظ تئوریک، محل اتصال عاج و سمان دندان (Cementodental Junction، ناحیه ای است که آماده سازی کانال در آنجا ختم می شود که تنها یک لندمارک هیستولوژیک است. تنگه ی اپیکال (فورامن اپیکال مینور) یک لندمارک آناتومیک است که مرحله ختم پاکسازی کانال را مشخص می کند.^(۱)

طول کارکرد دقیق در درمان اندودنتیک، فاصله نقطه مرجع کروئال و فورامن اپیکال مینور است و آماده سازی کانال و پرکردن آن باید در این نقطه پایان یابد. تعیین دقیق طول کارکرد، کلید موفقیت در درمان ریشه کانال است. بنابراین، شکست در تعیین طول دقیق کارکرد می تواند منجر به دبریدمان ناکافی شود.^(۱)

تکنیک های زیادی جهت تعیین طول کارکرد وجود دارند از جمله حس لامسه، رادیوگرافی و اپکس لوکیتورهای الکترونیک.^(۲)

سپس، موقعیت کانال های دندان توسط پروب اندودنتیک مشخص شد. جهت اطمینان از وجود کانال و نبود هرگونه مانع در مسیر کانال، یک k فایل شماره ۱۰ (Mani Inc, Tochigi, Japan) تا اپکس کانال وارد شد. سپس کانال ها با ۳ میلی لیتر هیپوکلریت سدیم ۶٪ و ۳ میلی لیتر نرمال سالین ۰/۹٪ شست و شو داده شدند.

جهت ارزیابی الکترونیک طول کارکرد ریشه دندان، یک ظرف استوانه ای از متیل متاکریلات استفاده شد که دو حفره روی آن برای قرار دادن دندان و گیره لب وجود داشت. درون استوانه با محلول نرمال سالین پر شد تا جریان الکتریکی را برقرار سازد.



استوانه محل قرار گیری دندان و گیره لب متصل به اپکس لوکیتور

سپس سطح دندان خشک شد و رطوبت باقی مانده در داخل کانال به کمک paper point برداشته شد. طول دقیق کانال و طول کارکرد الکترونیک هر دو توسط متخصص درمان ریشه به کمک ۴ اپکس لوکیتور Woodpecker (Wood pecker, FoshanCoxo Medical, Foshan, China), Coxo (Foshan, China), Denjoy Dental Co. (Denjoy, Instrument Co, Changsha, China) و DTE (Wood Pecker, Foshan, China) مشخص شد.

ابتدا، یک k فایل دستی stainless steel شماره ۱۵ (Mani Inc, Tochigi, Japan) به همراه سیلیکون رابر از اپکس دندان عبور کرد و طبق دستور سازنده به ناحیه ی مشخص شده توسط اپکس لوکیتور به عنوان باریکترین نقطه کانال رسید (۰/۵ میلی متری اپکس).

همچنین در مواردی که فورامن اپیکال، لینگوال و باکال در رادیوگرافی دیده نمی شوند، استفاده از اپکس لوکیتور مفید است. مطالعات زیادی، مزایا و کارایی کلینیکی مدل های مختلف اپکس لوکیتور ها را بررسی نموده اند. بنظر می رسد که مهم ترین مزیت اپکس لوکیتور ها، تعیین محل دقیق اپکس اناتومیک به جای اپکس رادیوگرافیک می باشد. (۷،۸)

از زمان معرفی این دستگاه تا کنون، دستگاه های اپکس لوکیتور مختلفی تحت نظر شرکت های مختلفی به بازار عرضه شدند. این اپکس لوکیتورها با توجه به مقاومت (رزیستانس)، امپدانس و فرکانس های دوگانه یا چندگانه شان، با یکدیگر تفاوت دارند و این تفاوت در خصوصیات دستگاه ها، منجر به تولید اپکس لوکیتورهای مختلفی با نام های متفاوت و دقت های متفاوتی گردیده است. همچنین اپکس لوکیتورها در حضور یا عدم حضور رطوبت، خون، پالپ یا بافت اغزودا در کانال دندان، نتایج متفاوتی را نشان می دهند. (۹-۱۱)

با توجه به تفاوت های اپکس لوکیتور های مختلف، هدف از مطالعه ی حاضر، ارزیابی دقت ۴ نوع از اپکس لوکیتورهای ساخت کشور چین از جمله DTE، Denjoy، Woodpecker و Coxo در تعیین طول کارکرد کانال دندان بود.

مواد و روش ها:

این مطالعه پس از اخذ کد اخلاق مصوب دانشگاه علوم پزشکی استان گلستان انجام شد

(IR.GOUMS.REC.1398.194). تعداد ۴۰ دندان پرمولر فک پایین و تک کانال با اپکس بالغ که به علت درمان ارتو یا مشکلات پریودنتال کشیده شده بودند، انتخاب شدند. دندان ها از نظر رادیوگرافیک بررسی شدند و فاقد هرگونه ترک یا شکستگی و تحلیل داخلی یا خارجی بودند. پس از کشیده شدن دندان ها، جهت ضدعفونی، دندان ها به مدت ۱۵ دقیقه در محلول ایزوتونیک سدیم هیپوکلریت ۵/۲۵٪ قرار گرفتند (۷). سپس دندان ها در محلول نرمال سالین قرار گرفتند. در مرحله ی بعد، نوک کاسپ دندان ها تراشیده شدند تا نقطه مرجع ثابت و صاف بدست آید. حفره دسترسی کرونال توسط فرز الماسی فیشور (Kometdental, Lemgo, Germany) با توربین سرعت بالا به همراه خنک کننده آب و هوا تهیه شد.

تفاوت طول کارکرد اندازه‌گیری شده با ۴ دستگاه اپکس لوکیتور و طول واقعی کانال در محدوده ی نیم و یک میلیمتری اپکس ریشه ثبت شد و داده ها وارد نرم افزار SPSS18 شدند. پس از تایید نرمالتی داده ها با تست Shapiro-Wilk, آزمون Paired T برای مقایسه بین گروه ها استفاده شد. سطح معناداری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.





یافته‌ها

طبق جدول ۱، اپکس لوکیتورهای DTE, Woodpecker, Denjoy و Coxo محل تنگه اپیکال را به ترتیب با دقت ۴۵٪، ۳۷/۵٪، ۴۵٪ و ۴۲/۵٪ مشخص نمودند. در فاصله ۰/۵ میلیمتری تنگه اپیکال، اپکس لوکیتورهای DTE, Woodpecker, Coxo و Denjoy به ترتیب دقت ۸۷/۸، ۸۵٪، ۸۲/۵٪ و ۸۵٪ را نشان دادند. همچنین تمام نمونه های اندازه گیری شده با ۴ اپکس لوکیتور در محدوده ی ۱- تا ۱+ میلیمتری اپکس، دقت ۹۷/۵٪ را گزارش دادند.

جدول ۱- دقت دستگاه های مختلف در تعیین تنگه اپیکال

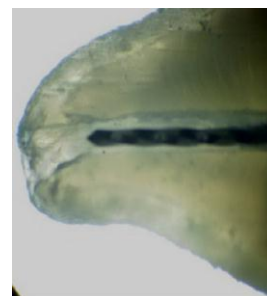
در فاصله ۱ میلیمتری اپکس				
Denjoy	DTE	Coxo	Woodpecker	تفاوت با طول کارکرد حقیقی
(/۴۲/۵)۱۷	(/۴۵)۱۸	(/۴۵)۱۸	(/۳۷/۵)۱۵	محل تنگه اپیکال
(/۸۲/۵)۳۳	(/۸۷/۵)۳۵	(/۸۵)۳۴	(/۸۵)۳۴	فاصله ۰/۵ میلیمتر تنگه اپیکال
(/۹۷/۵)۳۹	(/۹۷/۵)۳۹	(/۹۷/۵)۳۹	(/۹۷/۵)۳۹	فاصله ۱ میلیمتر از تنگه اپیکال

مقایسه ۴ دستگاه از جهت تعیین طول کارکرد واقعی با آزمون Paire T test در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. میانگین طول کارکرد واقعی ۲۲/۰۸ میلی متر بود. با اینحال، میانگین طول کارکرد اندازه گیری شده با دستگاه های

Device	Display	Reading
DTE		0.5
Woodpecker		0.5
Coxo		0.5
Denjoy		0.5

۴ اپکس لوکیتور مورد بررسی

سپس فایل از کانال دندان خارج شد و طول فایل اندازه گیری شد و به عنوان طول کارکرد الکترونیک ثبت شد. از آنجایی که فاصله میان باریکترین قسمت کانال و اپکس آناتومیک متغیر است، طول کارکرد واقعی با روش پیش رو تعیین شد. ابتدا، ۴ میلیمتری انتهای ریشه در سطح باکولینگوال به کمک فرز پرداخت (Jota, Switzerland) برش داده شد و یک لایه نازک از بافت دندان باقی ماند.^(۸) سپس، لایه ی باقیمانده با کمک تیغ جراحی برداشته شد تا از آسیب به ساختار دندان جلوگیری شود (handle No 3 with blade No 15). سپس، کفایل شماره ۱۰ درون کانال قرار داده شد و نوک فایل به باریک ترین نقطه ی اپیکال رسید و به این ترتیب، طول کارکرد واقعی با مشاهده مستقیم تنگه اپیکال زیر استریومیکروسکوپ (Optix, Penpix Z3, China) با بزرگنمایی ۲۰ تعیین شد



میکروگراف از تنگه اپیکالی با فایل شماره ۱۰

می شود. همچنین احتمال درد پس از عمل، زمان ریکاوری و شکست درمان را افزایش می دهد.^(۱۲)

در حال حاضر نسل های مختلف اپکس لوکیتورها با قیمت های متفاوت توسط شرکت های مختلف عرضه شده اند. با توجه به کارایی روزافزون اپکس لوکیتورها، سهولت استفاده و عدم حساسیت به مواد و شوینده های داخل کانال، دندانپزشکان تمایل دارند اپکس لوکیتورها را با هزینه کمتر و با دقتی بالاتر داشته باشند.

طبق گفته Malueg و همکاران^(۱۳)، ضایعات پری آپیکال بر دقت اپکس لوکیتورها تأثیر منفی دارند. به همین دلیل است که تمام نمونه های این مطالعه از دندان هایی که فقط مشکلات ارتودنسی یا پرپودنتال داشتند، جمع آوری شد.

علی رغم مزایای ارزیابی های in-vivo^(۱۴) برای سهولت کار و کنترل بهتر نمونه ها و شرایط آزمایش و همچنین مشاهده مستقیم تنگه آپیکال^(۱۵)، مطالعه حاضر در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

در یک مطالعه آزمایشگاهی، Ebrahim و همکاران^(۱۶) نشان دادند که patency آپیکال بر دقت اپکس لوکیتورها تأثیر می گذارد. برای این منظور از فایل k-10 برای اطمینان از عدم انسداد کانال استفاده شد. برای جلوگیری از تفاوت در نتایج اندازه گیری شده توسط اپکس لوکیتورها مختلف، نقاط مرجع با یک فرز فیشور مسطح شدند.^(۱۷)

در مطالعه ی حاضر، ریشه های پرمولر بدون انحنا انتخاب شدند؛ همانطور که Akisue و همکاران^(۱۸) و Stoll و همکاران^(۱۹) گزارش کردند که تماس فایل با انتهای کانال ریشه دندان دارای انحنا، تأثیر منفی بر دقت اپکس لوکیتور (تطابق آپیکال ابزار) دارد و به همین دلیل در این مطالعه، دندان های بالغ و بدون پوسیدگی و با یک سوم اپیکال گشاد انتخاب شدند. طبق مطالعه ی Platino و همکاران، قطر و جنس فایل مورد استفاده، بر دقت apex locators تأثیر می گذارد.^(۲۰) بنابراین، برای جلوگیری از هر گونه اثر منفی، تمام نمونه ها (دندان های پرمولر فک پایین تک کانالی) با همان

Woodpecker، DTE، Coxo و Denjoy به ترتیب ۲۲/۰۴، ۲۲/۲۹، ۲۲/۲۶ و ۲۲/۲۱ میلی متر بود. میانگین اختلاف میان طول کارکرد گزارش شده توسط دستگاه های DTE، Coxo، Woodpecker و Denjoy به ترتیب ۰/۰۲۵، ۰/۱۹۳، ۰/۰۵۶ و ۰/۱۸۱ بود. تفاوت معناداری میان طول کارکرد گزارش شده توسط اپکس لوکیتورهای Woodpecker و DTE و طول کارکرد واقعی گزارش نشد ($P > ۰/۰۵$) در حالی که این تفاوت در ۲ نوع اپکس لوکیتور دیگر معنادار بود. ($P < ۰/۰۵$)

جدول ۲- تفاوت میان طول کارکرد واقعی و اندازه گیری شده با تکنیک الکترونیک

Actual length	طول اندازه گیری شده با تکنیک الکترونیک	فاصله از طول کارکرد حقیقی	Paired T آزمون	
	میانگین	انحراف معیار	T	P value
	۲۲/۰۸	۲/۶۶	-	-
Woodpecker	۲۲/۱۴	۲/۶۱	۰/۰۵۶	۰/۸۷۶
Coxo	۲۲/۲۸	۲/۶۴	۰/۱۹۳	۰/۳۹۰
DTE	۲۲/۱۱	۲/۶۲	۰/۰۲۵	۰/۴۳۷
Denjoy	۲۲/۲۶	۲/۵۸	۰/۱۸۱	۰/۴۵۶

بحث

یکی از مهم ترین مراحل درمان ریشه، پاکسازی و فرم دهی مناسب کانال ریشه دندان است که در موفقیت درازمدت درمان اهمیت زیادی دارد. هدف نهایی در درمان ریشه، حذف میکروارگانیسم ها از کانال ریشه برای جلوگیری از آلودگی کانال دندان است.^(۷) برای این منظور، تعیین طول دقیق کانال دندان ی یک اصل مهم در موفقیت درمان ریشه است. برای درمان ریشه مناسب، تمام طول کانال باید تا فاصله ۰/۵ میلی متری از نوک اپکس تمیز شود تا دبری های موجود در کانال حذف شوند. در نهایت این فضا با موادی برای پرکردن کانال ریشه جایگزین می شود. عدم تعیین طول دقیق طول کارکرد منجر به پرفوریشن آپیکال و underfilling و دربریدمان ناقص

نقطه انتهایی کانال و طول کارکرد دندان در نظر گرفته اند^(۲۸،۱۷)

اپکس لوکیتورهای مورد استفاده در این مطالعه، طبق دستور سازنده، باریک ترین نقطه کانال را انتهای کانال در نظر می گیرند.^(۲۴) هدف از این مطالعه مقایسه دقت چهار نوع اپکس لوکیتور بود. بر این اساس، تنگه آپیکال (فورامن اپیکال مینور) به عنوان انتهای کانال، برای تعیین طول واقعی کارکرد تعریف شد. برای جلوگیری از هرگونه سوگیری، تمام طول های الکترونیکی و واقعی توسط یک فرد در یک مطالعه کورسازی شده اندازه گیری شد.

دقت آپکس یاب ها در این مطالعه از ۳۷ تا ۴۵ درصد متغیر بود تعدادی از مطالعات نشان دادند که دقت اپکس لوکیتور ها در مورد تطابق روی تنگه آپیکال ۴۳-۸۹ درصد است^(۲۹-۳۲)

Pascon و همکاران^(۳۳) دقت اپکس لوکیتور Dentaport ZX، Raypex5 و Element را مقایسه کردند و دقت ۳۱-۳۹٪ را در محدوده ± 0.5 میلی متر نسبت به تنگه آپیکال گزارش کردند.

در یک مطالعه in vivo، Wrbas و همکاران^(۳۴) دقت Root ZX و Raypex5 را در ۲۰ دندان تک ریشه ارزیابی کردند و محل فورامن اپیکال مینور را در محدوده ۰/۵ میلی متر تا تنگه آپیکال، ۷۵ درصد و ۸۰ درصد گزارش کردند. نتایج مطالعه حاضر با نتایج Wrbas و همکاران^(۳۴) مطابقت دارد.

در طول دهه های گذشته، علم درمان ریشه در هر کدام از مراحل تهیه حفره دسترسی، پاکسازی و شکل دهی کانال ریشه و نهایتا پرکردن کانال ریشه، تحت تاثیر تکنولوژی های فراوانی قرار گرفته است. اپکس لوکیتورهای الکترونیک را می توان به عنوان زیرمجموعه ای از تکنولوژی های در دسترس دندانپزشکان نام برد.

فایل K-15 اندازه گیری شدند. مطالعات متعددی توسط Vasconcelos و همکاران انجام شد و مشاهده شد که وجود مواد شست و شو دهنده در کانال می تواند بر دقت آپکس یاب های مختلف نسل های مختلف تأثیر بگذارد^(۳۱). بر این اساس، تمام اندازه گیری ها در این مطالعه پس از خشک کردن کانال انجام شد.

Shabahang و همکاران^(۳۲) نشان دادند که تعیین طول کارکرد با عبور فایل از فورامن اپیکال و خروج آن تا رسیدن به ۰/۵ میلی متر از نوک اپکس، تأثیر منفی بر دقت اپکس یاب های مختلف دارد.

در این مطالعه، برای تعیین تنگه آپیکال، فایل تا کمتر از ۰/۵ میلی متر از نوک اپکس و بدون رسیدن به فورامن آپیکال عبور داده شد. سپس فایل مطابق دستورالعمل سازنده (۰/۵ میلی متر از راس) به ناحیه ای که توسط آپکس یاب به عنوان باریک ترین نقطه کانال مشخص شده بود رسید (۰/۵ میلی متر از راس) و طول کارکرد ثبت شد^(۳۳). برای ثبت دقیق اندازه گیری ها، در این مطالعه از کولیس با دقت ۰/۱ میلی متر استفاده شد. با وجود دقت بالای کولیس، موقعیت درب لاستیکی در تماس با کولیس ممکن است باعث ایجاد خطا در نتایج شود.

طبق مطالعه ی ایبارولا و تعدادی از محققین، با توجه به تأثیر منفی آماده سازی تاجی کانال قبل از اندازه گیری دقت آپکس لوکیتورها^(۲۴، ۲۵)، تمامی اندازه گیری ها در این مطالعه بدون آماده سازی کانال انجام شد، هر چند که مطالعه ی Diemer و همکاران^(۲۶) نشان داد که شست و شو با هیپوکلریت نمی تواند بر دقت اپکس لوکیتور تأثیرگذار باشد.

مطالعات زیادی در مورد تعیین طول کارکرد توسط apex locators وجود دارد. در این مطالعات یک نقطه انتهایی کانال در نظر گرفته شد. برخی از محققان فاصله بین لبه کروئال و تنگه آپیکال را به عنوان نقطه انتهایی کانال ارزیابی کرده اند^(۳۷)، در حالی که برخی دیگر فورامن آپیکال اصلی را به عنوان

References:

- 1-Martins JN, Marques D, Mata A, Caramês J. Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. J Endod. 2014;40(6):759-77.
- 2-Heo MS, Han DH, An BM, Huh KH, Yi WJ, Lee SS, et al. Effect of ambient light and bit depth of digital radiograph on observer performance in determination of endodontic file positioning. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;105(2):239-44.
- 3-Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int Endod J. 1984;17(4):192-8.
- 4-Eikenberg S, Vandre R. Comparison of digital dental X-ray systems with self-developing film and manual processing for endodontic file length determination. J Endod. 2000;26(2):65-7.
- 5-Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. J Dent Res. 1962;41(2):375-87.
- 6-Tamse A, Kaffe I, Fishel D. Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1980;50(6):563-6.
- 7-Bahrololoomi Z, Soleymani AA, Modaresi J, Imanian M, Lotfian M. Accuracy of an Electronic Apex Locator for Working Length Determination in Primary Anterior Teeth. J Dent (Tehran). 2015;12(4):243-8.
- 8-Diwanji A, Rathore A, Arora R, Dhar V, Madhusudan A, Doshi J. Working Length Determination of Root Canal of Young Permanent Tooth: An In vitro Study. Ann Med Health Sci Res. 2014;4(4):554-8.
- 9-De Moor RJ, Hommez GM, Martens LC, De Boever JG. Accuracy of four electronic apex locators: an in vitro evaluation. Endod Dent Traumatol. 1999;15(2):77-82.
- 10-Lin S, Winocur-Arias O, Slutzky-Goldberg I. [Electronic Apex Locator as a dental instrument]. Refuat Hapeh Vehashinayim (1993). 2009;26(2):26-30, 46.
- 11-Ushiyama J. New principle and method for measuring the root canal length. J Endod. 1983;9(3):97-104.
- 12-Siddiqui TA, Rehman A, Rajput F, Tahir A, Memon AA. Comparison of the effectiveness between preoperative Ibuprofen verses placebo on the success of the inferior alveolar nerve block in patients with irreversible pulpitis: preoperative Ibuprofen verses placebo effect in irreversible pulpitis. Pakistan J Health Sci. 2023:38-42.
- 13-Malueg LA, Wilcox LR, Johnson W. Examination of external apical root resorption with scanning electron microscopy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1996;82(1):89-93.
- 14-Kim E, Marmo M, Lee CY, Oh NS, Kim IK. An in vivo comparison of working length determination by only root-ZX apex locator versus combining root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008;105(4):e79-83.
- 15-Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. J Endod. 1987;13(2):60-4.

نتیجه گیری:

این مطالعه نشان داد که هیچ کدام از ۴ اپکس لوکیتور، دقت ۱۰۰٪ را در تنگه اپیکال گزارش ندادند. هیچ تفاوت آماری معناداری میان طول کارکرد گزارش شده توسط ۴ اپکس لوکیتور و طول کارکرد واقعی وجود نداشت.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از مرکز تحقیقات دندانپزشکی گرگان تشکر و قدردانی می شود

- 16-Ebrahim AK, Wadachi R, Suda H. In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Aust Endod J.* 2007;33(1):7-12.
- 17-Meares WA, Steiman HR. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 2002;28(8):595-8.
- 18-Akisue E, Gratieri SD, Barletta FB, Caldeira CL, Grazziotin-Soares R, Gavini G. Not all electronic foramen locators are accurate in teeth with enlarged apical foramina: an in vitro comparison of 5 brands. *J Endod.* 2014;40(1):109-12.
- 19-Stoll R, Urban-Klein B, Roggendorf MJ, Jablonski-Momeni A, Strauch K, Frankenberger R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *Int Endod J.* 2010;43(9):808-17.
- 20-Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J.* 2006;39(5):408-14.
- 21-Vasconcelos BC, Matos Lde A, Pinheiro-Júnior EC, Menezes AS, Vivacqua-Gomes N. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators using different apical file sizes. *Braz Dent J.* 2012;23(3):199-204.
- 22-Shabahang S, Goon WW, Gluskin AH. An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator. *J Endod.* 1996;22(11):۸۰۶-۱۱۶
- 23-de Vasconcelos BC, Veríssimo Chaves RD, Vivacqua-Gomes N, Candeiro GT, Bernardes RA, Vivan RR, et al. Ex Vivo Evaluation of the Accuracy of Electronic Foramen Locators in Root Canals with an Obstructed Apical Foramen. *J Endod.* 2015;41(9):1551-4.
- 24-Ibarrola JL, Chapman BL, Howard JH, Knowles KI, Ludlow MO. Effect of preflaring on Root ZX apex locators. *J Endod.* 1999;25(9):625-6.
- 25-Tselnik M, Baumgartner JC, Marshall JG. An evaluation of root ZX and elements diagnostic apex locators. *J Endod.* ۹-۵۰۷:(۷)۳۱;۲۰۰۵
- 26-Diemer F, Plews E, Georgelin-Gurgel M, Mishra L, Kim HC. Effect of Sodium Hypochlorite Concentration on Electronic Apex Locator Reliability. *Materials (Basel).* 2022;15(3):863.
- 27-Krajczár K, Marada G, Gyulai G, Tóth V. Comparison of radiographic and electronical working length determination on palatal and mesio-buccal root canals of extracted upper molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(2):e90-3.
- 28-Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PM. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J.* 2006;39(8):595-609.
- 29-Cianconi L, Angotti V, Felici R, Conte G, Mancini M. Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *J Endod.* 2010;36(12):2003-7.
- 30-Mancini M, Felici R, Conte G, Costantini M, Cianconi L. Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *J Endod.* 2011;37(5):684-7.
- 31-Real DG, Davidowicz H, Moura-Netto C, Zenkner Cde L, Pagliarin CM, Barletta FB, et al. Accuracy of working length determination using 3 electronic apex locators and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;111(3):e44-9.
- 32-Nasiri K, Wrbas KT. Accuracy of different generations of apex locators in determining working length; a systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J.* 2022;34(1):11-20.
- 33-Pascon EA, Marrelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J.* 2009;42(11):1026-31.
- 34-Wrbas KT, Ziegler AA, Altenburger MJ, Schirrmeister JF. In vivo comparison of working length determination with two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2007;40(2):133-8.