

Comparison of the Accuracy of Three Apex Locators, Raypex5, Dentaport ZX, and Novapex, with Radiography in Determining the Length of the Mesiobuccal Canal of Mandibular First Permanent Molars: An in Vitro Study

Robab Farhang¹ 
Abbas Naghizadeh² 
Farnaz Farhang³ 

1. Assistant Professor, Department of Endodontics, School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

2. Associate Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Educational Sciences & Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3. **Corresponding Author:** General Dentist, School of Dentistry, Ardabil University of Medical Sciences, Ardabil, Iran.

Email: Farhangfarnaz@yahoo.com

Abstract

Introduction: The aim of this study was to compare the Accuracy of three types of apex locators Novapex, Dentaport ZX and Raypex5 with radiography in determining the mesiobuccal canal length of the first mandibular permanent molar.

Materials & Methods: In this in vitro study, 72 extracted permanent mandibular first molar teeth with canal curvatures in the range of 20-30 degrees were selected. After disinfecting the teeth with 10% formalin solution, the teeth were stored in 0.5% chloramine T solution. An appropriate access cavity was prepared and pulp tissue was removed using a Barbed Broach. The actual canal length of each root was determined using a 15 K-file with a stapler. The root canal length obtained by Novapex, Dentaport ZX and Raypex5 apex locators was compared with radiography and the difference obtained from the above lengths was analyzed using Anova and T-Test at an error level of less than 0.05.

Results: The results showed that there was a significant difference between the mean canal length of the mandibular first molars in the apex locators of Raypex5, Novapex and Dentaport ZX with periapical radiography ($P = 0.001$). However, there was no significant difference between the mean canal length of mandibular first molar teeth in Raypex5, Novapex and Dentaport ZX apex locators with the actual canal length ($P > 0.05$).

Conclusion: There is no significant difference between the canal length measurements obtained by the different apex locators within the range of ± 0.5 mm at the apical foramen.

Key words: Root canal preparation; Tooth apex; Radiography.

Received: 07.11.2024

Revised: 15.02.2025

Accepted: 20.03.2025

How to cite: Farhang R, Naghizadeh A, Farhang F. Comparison of the Accuracy of Three Apex Locators, Raypex5, Dentaport ZX, and Novapex, with Radiography in Determining the Length of the Mesiobuccal Canal of Mandibular First Permanent Molars: An in Vitro Study. J Isfahan Dent Sch 2025; 21(1): 20-8.

مقایسه‌ی دقت سه نوع آپکس‌یاب , Raypex5, DentaportZX Novapex با رادیوگرافی در تعیین طول کانال مزیبوکال مولر اول دائمی فک پایین در محیط آزمایشگاهی

۱. استادیار، گروه اندودانتیکس، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران.
۲. دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشکده‌ی روانشناسی و علوم تربیتی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۳. **نویسنده مسؤول:** دانشجوی دندانپزشکی عمومی، دانشکده‌ی دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل، ایران.
Email: Farhangfarnaz@yahoo.com

رباب فرهنگ^۱ ID

عباس نقی‌زاده^۲ ID

فرناز فرهنگ^۳ ID

چکیده

مقدمه: مطالعه‌ی حاضر با هدف مقایسه‌ی دقت سه نوع آپکس‌یاب Novapex, Dentaport ZX, Raypex5 با رادیوگرافی در تعیین طول کانال مزیبوکال مولر اول دائمی فک پایین انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه به‌صورت In vitro، تعداد ۷۲ دندان مولر اول دائمی فک پایین کشیده شده در محدوده‌ی انحنای ۳۰-۲۰ درجه انتخاب و پس از ضدعفونی دندان‌ها با محلول فرمالین ۱۰ درصد، دندان‌ها در محلول کلرآمین T ۰/۵ درصد نگهداری شدند و حفره‌ی دسترسی مناسب تهیه و بافت پالپی توسط بروج خاردار خارج شد. طول واقعی هر کانال ریشه توسط یک فایل ۱۵ با استاپر تعیین شد. در ادامه طول کانال ریشه توسط آپکس‌یاب‌های Novapex, Dentaport ZX, Raypex5 با رادیوگرافی مقایسه شد و اختلاف به‌دست آمده از طول‌های فوق با استفاده از آزمون ANOVA و T-test در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ تحلیل گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بین میانگین طول کانال دندان مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب‌های Raypex5, Novapex, Dentaport ZX با رادیوگرافی پری‌اپیکال تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = ۰/۰۰۱$). اما بین میانگین طول کانال دندان مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب‌های Raypex5, Novapex, Dentaport ZX با طول واقعی کانال تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید ($P > ۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: تفاوت معنی‌داری بین اندازه‌گیری طول کانال توسط آپکس‌یاب‌ها با یکدیگر در محدوده‌ی $\pm ۰/۵$ میلی‌متر منطبق بر تنگه‌ی اپیکال وجود ندارد.

کلید واژه‌ها: آماده‌سازی کانال ریشه؛ آپکس دندان؛ رادیوگرافی.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۳۰

تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۱۱/۲۷

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷

استناد به مقاله: فرهنگ رباب، نقی‌زاده عباس، فرهنگ فرناز. مقایسه‌ی دقت سه نوع آپکس‌یاب , Raypex5, DentaportZX Novapex با رادیوگرافی در تعیین طول کانال مزیبوکال مولر اول دائمی فک پایین در محیط آزمایشگاهی. مجله دانشکده دندانپزشکی اصفهان. ۱۴۰۴؛ ۲۱(۱): ۲۸-۳۰.

مقدمه

استفاده از دستگاه آپکس‌یاب الکترونیکی در اندودانتیکس با هدف تعیین موفقیت فورامن اپیکال و در نتیجه تعیین طول کانال ریشه مورد استفاده قرار می‌گیرد. آپکس‌یاب‌های الکترونیکی، تعداد رادیوگرافی‌های مورد نیاز را کاهش می‌دهند و در جایی که تکنیک رادیوگرافی با مشکل مواجه است، کمک شایانی می‌کنند (۱). آپکس‌یاب، امکان شناسایی زود هنگام پروریشن‌های یاتروژنیک در حین درمان پالپ را فراهم کرده و باعث کاهش مدت زمان درمان، کاهش میزان اشعه دریافت شده توسط بیمار و همچنین باعث افزایش دقت در تعیین طول کانال ریشه دندان می‌گردد (۲). امروزه با پیشرفت تکنولوژی، انواع مختلف آپکس‌یاب‌ها وارد بازار شده‌اند. از آنجایی که دقت این آپکس‌یاب‌ها متفاوت است، مقایسه‌ی این دستگاه‌ها از ضروریات می‌باشد. از عوامل مؤثر در دقت آپکس لوکی‌تورها ساینز آپکس (۳)، انحنا کانال (۴، ۵)، ماده‌ی شستشو دهنده (۶) و Preflaring (۷) می‌توان نام برد.

محققین مختلف در تعیین طول کارکرد به وسیله‌ی دستگاه آپکس‌یاب نظرات مختلفی داشته‌اند که گاهی این نظرات متناقض بوده است. به طوری که Abolghasemi و Sadeghi (۸) و Ravanshad و همکاران (۹) نشان دادند که بین میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Raypex5 و رادیوگرافی کانونشونال تفاوت معنی‌داری وجود دارد؛ با این وجود Vieyra و Acosta (۱۰) و Jaiswal (۱۱) در مطالعه خود نشان دادند که بین میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Raypex5 و عکس‌های رادیوگرافی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

از آنجایی که در مورد دقت سه نوع آپکس‌یاب Novapex، Raypex5، Dentaport ZX در کانال‌های انحنا دار تا به حال مطالعه‌ای انجام نشده است، این مطالعه با هدف مقایسه‌ی دقت سه نوع آپکس‌یاب Raypex5، Dentaport ZX، Novapex در تعیین طول کانال مزایو باکال مولر اول فک پایین و مقایسه‌ی آن با رادیوگرافی پری‌اپیکال و طول واقعی کانال دندان انجام پذیرفت. در این مطالعه،

فرضیه‌ی صفر بر مبنای عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین دقت سه نوع آپکس‌یاب Novapex Raypex5، Dentaport ZX با رادیوگرافی در تعیین طول کانال مزایو باکال مولر اول دائمی فک پایین بود.

مواد و روش‌ها

مطالعه‌ی حاضر از نوع تجربی-آزمایشگاهی به صورت In vitro در سال ۱۳۹۹ در مطب خصوصی در شهر اردبیل بعد از تأیید کد اخلاق پژوهشی (IR.ARUMS.REC.1398.328) در دانشگاه علوم پزشکی اردبیل انجام پذیرفت. تعداد ۲۴ دندان مولر اول دائمی فک پایین کشیده شده به صورت تصادفی ساده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. دندان‌های انتخاب‌شده، دارای تاج نسبتاً کامل (با نقطه مرجع کروئالی) و فاقد ترمیم بوده و ریشه مزایو باکال مولر اول دائمی فک پایین دارای انحنا ۲۰-۳۰ درجه بوده و بزرگ‌ترین فایلی که در آپکس قرار گرفت، بیشتر از ۱۵ نبوده و دندان‌ها قبلاً درمان ریشه نشده بودند. دندان‌های دارای واریاسیون‌های آناتومیک آپکس باز و کلسیفیکاسیون که موجب عدم امکان رسیدن فایلی به آپکس می‌شوند و دندان‌هایی که فایلی بزرگ‌تر از ۱۵ در آپکس ریشه قرار می‌گرفت و دندان‌های دارای تحلیل ریشه و دندان‌هایی با پوسیدگی در ناحیه‌ی ریشه و دندان‌هایی که ریشه‌ی آن‌ها شکسته یا دارای ترک بودند و دندان‌هایی با خمیدگی بیش از ۳۰ درجه و دندان‌هایی با ریشه مستقیم و خمیدگی کمتر از ۲۰ درجه از مطالعه حذف شدند. میزان انحنا ریشه بر اساس اصول اشنايدر تعیین شد (۱۲).

با توجه به این اصول، ریشه‌ها در محدوده‌ی انحنا ۳۰-۲۰ درجه انتخاب و جمع‌آوری شدند. پس از ضد عفونی دندان‌ها با محلول فرمالین ۱۰ درصد (Gujarat, India) تا زمان انجام مطالعه، دندان‌ها در محلول ۵/۰ درصد (Merck KGaA, Darmstadt, Chloramine-T Germany) نگهداری شدند. برای انجام مطالعه، حفره‌ی دسترسی مناسب تهیه شد و بافت پالپی توسط بروج خاردار (Mani, Japan) خارج شد. طول واقعی هر کانال ریشه

کلیشه رادیوگرافی توسط اندودنتیست قرائت شد. در ادامه طول کانال ریشه به‌دست‌آمده توسط آپکس‌یاب‌ها، با رادیوگرافی و طول واقعی مقایسه گردیدند و اختلاف به‌دست آمده از طول‌های فوق بررسی و ثبت گردید، بعد از ثبت اطلاعات، داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌ها در گروه‌های مطالعه، وارد نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۴ (version 24, IBM Corporation, Armonk, NY) شد و با استفاده از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف استاندارد) و آمار استنباطی (Paired T-test, One Way ANOVA) تجزیه و تحلیل گردید و در سطح معنی‌داری کمتر از ۰۵/۰ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در گروه آپکس‌یاب Raypex5 با روش اندازه‌گیری طول واقعی برابر $(31/1 \pm 5/20)$ ، در رادیوگرافی پری‌اپیکال $(22/1 \pm 27/20)$ و در آپکس‌یاب $70/1 \pm 92/18$ برآورد گردید، همچنین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در گروه آپکس‌یاب Novapex با روش اندازه‌گیری طول واقعی $(42/21 \pm 1/1)$ ، در رادیوگرافی پری‌اپیکال $(39/21 \pm 69/0)$ و در آپکس‌یاب $67/1 \pm 42/20$ برآورد گردید، همچنین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در گروه آپکس‌یاب ZX Dentaport با روش اندازه‌گیری طول واقعی $50/1 \pm 48/20$ ، در رادیوگرافی پری‌اپیکال $35/20 \pm 50/1$ و در آپکس‌یاب $37/1 \pm 10/19$ برآورد گردید (جدول ۱).

در ادامه نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین طول کانال مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب‌های مورد بررسی با طول واقعی کانال وجود ندارد ($P > 0.05$)، اما تفاوت معنی‌داری بین طول کانال مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب‌های مورد بررسی با رادیوگرافی پری‌اپیکال مشاهده گردید ($P < 0.05$) (جدول ۲).

توسط یک فایل ۱۵ (Stainless steel k file mani no 15) با استاپر تعیین گردید، به این صورت که فایل داخل کانال برده شد تا اینکه نوک فایل در فورامن اپیکال توسط چشم دیده شود. فاصله‌ی استاپر تا نوک فایل با اندومتر (Falcon, Pakistan) اندازه‌گیری شد. سپس ۵/۰ میلی‌متر از این طول کم شد تا طول واقعی کانال تعیین گردد. دستگاه‌های آپکس‌یاب مورد استفاده در این مطالعه، Raypex5 (VDW, Munich, Germany)، Novapex (J. DentaportZX و Morita Co., Kyoto, Japan) بودند که دارای دو الکترود می‌باشند که یک الکترود به‌صورت گیره لبی در آلترینات (Chromogel, Marlic, Iran) قرار گرفت و الکترود دیگر به شکل گیره‌ای است که به انتهای فایل درون کانال متصل شد. روش کار به این صورت بود که برای اندازه‌گیری توسط آپکس‌یاب، تمام دندان‌ها در یک مدل آلترینات قرار داده شد و گیره‌ی الکترودی از دستگاه آپکس‌یاب قبل از setting در آلترینات قرار داده شد. سپس فایل متناسب با اندازه و قطر کانال انتخاب گردید و الکترود دیگر دستگاه به انتهای فایل متصل شد و فایل به‌طرف آپکس هدایت شد و زمانی که نمایشگر Apex را نشان داد، فایل را تاحدی بیرون کشیده شد که نمایشگر در ۵/۰ میلی‌متری آپکس قرار بگیرد. فاصله‌ی استاپر تا نوک فایل اندازه‌گیری شد و طول کارکرد توسط آپکس‌یاب به دست آمد.

پس از اندازه‌گیری طول کارکرد کانال با آپکس‌یاب‌ها، طول کارکرد رادیوگرافی توسط یک دستگاه رادیوگرافی به روش موازی تعیین شد. دو رادیوگرافی برای هر دندان به وسیله تکنیک موازی انجام شد. اولین رادیوگرافی برای تعیین طول دندان رادیوگرافی که به عنوان فاصله بین رفرنس تاجی و آپکس رادیوگرافی توصیف شده گرفته شد و دومین رادیوگرافی برای تعیین طول کارکرد رادیوگرافی گرفته شد. برای تعیین طول کارکرد رادیوگرافی یک فایل با استاپر با استفاده از طول تخمین زده شده از عکس اولیه، ۱ میلی‌متر کوتاه‌تر از آپکس داخل کانال ریشه وارد شد و سپس رادیوگرافی دوم تهیه گردید. پس از مراحل ظهور و ثبوت،

جدول ۱: آماره‌های توصیفی میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در گروه‌های مورد بررسی

طول کانال	آپکس‌یاب (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	طول واقعی کانال (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)	رادیوگرافی پری اپیکال (انحراف استاندارد $\pm$ میانگین)
Raypex5	۱۸/۱ $\pm$ ۹۲/۷۰	۲۰/۱ $\pm$ ۵/۳۱	۲۰/۱ $\pm$ ۲۷/۲۲
Novapex	۲۰/۱ $\pm$ ۴۲/۶۷	۲۱/۱ $\pm$ ۴۲/۱۰	۲۱/۰ $\pm$ ۳۹/۶۹
ZX Dentaport	۱۹/۱ $\pm$ ۱۰/۳۷	۲۰/۱ $\pm$ ۴۸/۵۰	۲۰/۱ $\pm$ ۳۵/۵۰

جدول ۲: مقایسه‌ی طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب‌ها با طول واقعی و رادیوگرافی

آپکس‌یاب	طول واقعی کانال	رادیوگرافی پری اپیکال
Raypex5	۰/۱۲۶	۰/۰۰۲**
Novapex	۰/۹۴۳	۰/۰۱۳*
ZX Dentaport	۰/۷۴۴	۰/۰۱۲*

*: در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار ** در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار

جدول ۳: مقایسه‌ی اختلاف میانگین طول کانال در آپکس‌یاب‌ها و رادیوگرافی پری اپیکال در سه گروه

گروه (I)	دستگاه (J)	سطح معنی‌داری
Raypex5	Novapex	۰/۳۲
Raypex5	Dentaport ZX	۰/۱۷
Dentaport ZX	Novapex	۰/۰۰۳

طول کارکرد به وسیله‌ی دستگاه آپکس‌یاب نظرات مختلفی داشته‌اند که گاهی این نظرات متناقض بوده است (۱۶-۱۳). مطالعه‌ی حاضر هم با هدف مقایسه دقت سه نوع آپکس‌یاب Raypex5, Dentaport ZX, Novapex در تعیین طول کانال مزیوایکال مولر اول دائمی فک پایین انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که بین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب Raypex5 و رادیوگرافی پری اپیکال تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = ۰۰۲/۰$). به‌طوری‌که در آپکس‌یاب Raypex5 میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین کمتر از رادیوگرافی پری اپیکال می‌باشد.

در مطالعه‌ای همسو با مطالعه‌ی حاضر، Sadeghi و Abolghasemi نشان دادند که بین میانگین طول کانال در دندان‌های انحنادار در دو آپکس‌یاب Raypex5 و رادیوگرافی کانونشونال تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = ۰۰۱/۰$) (۸). همچنین Ravanshad و همکاران نیز نشان

در مقایسه‌ی اختلاف میانگین طول کانال در آپکس‌یاب‌ها و رادیوگرافی پری اپیکال در سه گروه نتایج نشان داد که آپکس‌یاب Raypex5 با Novapex و Dentaport ZX تفاوت معنی‌داری باهم ندارند ($P > ۰۵/۰$)؛ اما بین آپکس‌یاب Raypex5 با Dentaport ZX تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P < ۰۵/۰$). (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد که بین اختلاف میانگین طول کانال هر آپکس‌یاب با طول واقعی در سه گروه تفاوت معنی‌دار وجود ندارد ($P = ۸۷۷/۰$).

بحث

در این مطالعه، بین اختلاف میانگین طول کانال آپکس‌یاب‌ها و رادیوگرافی پری اپیکال در سه گروه تفاوت معنی‌دار وجود داشت که بر خلاف فرضیه‌ی صفر می‌باشد. امروزه با پیشرفت تکنولوژی، انواع مختلف آپکس‌یاب‌ها وارد بازار شده‌اند. از آنجایی‌که دقت این آپکس‌یاب‌ها متفاوت است، مقایسه‌ی این دستگاه‌ها از ضروریات است، محققین مختلف در تعیین

Shahi و همکاران، مطالعه به‌صورت *in vivo* انجام پذیرفته است. همچنین در این مطالعه مقایسه را بر اساس میانگین طول کانال گزارش کردیم، درحالی که در مطالعه‌ی Shahi و همکاران مقایسه‌ها به‌صورت درصد مورد مقایسه قرار گرفتند (۱۷)؛ با این وجود مطالعات بیشتری در این زمینه چه به‌صورت *in vivo* و چه به‌صورت *in vitro* احساس می‌گردد تا بتوان در مورد دقت آپکس‌یاب Novapex نظر داد.

در ادامه نتایج نشان داد که بین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب Dentaport ZX و رادیوگرافی پری‌اپیکال تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = 0.012$). در آپکس‌یاب Dentaport ZX میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین کمتر از رادیوگرافی پری‌اپیکال برآورد گردید. همسو با مطالعه‌ی حاضر، نتایج مطالعه‌ی Vanitha و Sherwood نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال آپکس‌یاب Root ZX با رادیوگرافی پری‌اپیکال در دندان‌های مولر اول وجود دارد ($P = 0.011$). حتی برخی مطالعات ذکر کردند که این شرایط در دندان‌های ماگزیلاری هم وجود دارد؛ به‌طوری که Lekshmy و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که رابطه‌ی معنی‌داری بین طول کانال آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال در دندان‌های ماگزیلاری وجود دارد ($P = 0.0009$) (۱۸).

برخی مطالعات این نتایج را در رادیوگرافی کانوشیونال در دندان‌های قدامی با تحلیل ریشه و در دندان‌های ماگزیلاری و کائین هم مشاهده کردند؛ به‌طوری که Bahrololoomi و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال آپکس‌یاب Root ZX با Conventional radiography در دندان‌های قدامی با تحلیل ریشه وجود دارد ($P < 0.05$) (۱۳) و Orosco و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال آپکس‌یاب Root ZX با Conventional radiography در دندان‌های ماگزیلاری و کائین گزارش کردند ($P < 0.05$) (۱۹).

دادند که میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Raypex5 و رادیوگرافی تفاوت معنی‌داری وجود دارد (۹).

با این وجود Vieyra و Acosta در مطالعه‌ی خود نشان دادند که بین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب Raypex5 و عکس‌های رادیوگرافی تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱۰) و Jaiswal نشان داد که تفاوت معنی‌داری در طول کانال آپکس‌یاب Raypex5 با طول واقعی کانال در دندان‌های تک کاناله مندیولار و ماگزیلاری وجود ندارد (۱۱).

علت نتایج متفاوت در این مطالعه و یافته‌های Vieyra و Acosta (۱۰) و Jaiswal (۱۱) را می‌توان به تفاوت بودن دندان‌های مورد بررسی، تعداد نمونه در مطالعات و تکنیک رادیوگرافی نسبت داد.

در ادامه نتایج نشان داد که بین میانگین طول کانال دندان‌های مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب Novapex و رادیوگرافی پری‌اپیکال تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($P = 0.013$). به طوری که در آپکس‌یاب Novapex میانگین طول کانال‌های دندان مولر اول فک پایین کمتر از رادیوگرافی پری‌اپیکال بود.

مطالعه‌ی اندکی در مورد مقایسه‌ی میانگین طول کانال دندان مولر اول فک پایین در آپکس‌یاب Novapex و رادیوگرافی پری‌اپیکال انجام پذیرفته است؛ در مطالعه‌ی ناهم‌سو با مطالعه‌ی حاضر، Shahi و همکاران نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال‌های مولر اول و دوم فک پایین در آپکس‌یاب Novapex با رادیوگرافی پری‌اپیکال وجود ندارد (۱۷).

در توجیه نتایج بدست آمده می‌توان گفت که مطالعه‌ی حاضر با روش *in vitro* انجام شد، به‌طوری که تعداد ۷۲ دندان مولر اول دائمی فک پایین کشیده شده مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعه‌ی *in vitro* اجازه می‌دهد که تعداد زیادی از دندان‌ها مورد ارزیابی قرار گیرند که تجزیه و تحلیل آماری قابل اطمینانی بدست آید. علاوه بر آن همه‌ی شرایط بالینی مورد مطالعه را می‌توان کنترل کرد. با این وجود در پژوهش

همسو با نتایج بدست آمده Pascon و همکاران بیان کردند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Raypex5 و Dentaport ZX وجود دارد و میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Raypex5 بیشتر از Dentaport ZX می‌باشد (۲۵).

با این وجود نتایج مطالعه‌ی Mosharafian و همکاران نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Raypex5 و ZXII در دندان‌های شیری وجود ندارد ($P = ۵۴/۰$) (۱۴). همچنین مطالعه‌ی Wrbas و همکاران (۲۶) نشان داد که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Raypex5 و ZXII در دندان‌های تک کانال وجود ندارد و در مطالعه‌ی دیگر Vieyra و Acosta نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Raypex5 و ZXII در دندان‌های ماگزیلاری و مندیولار وجود ندارد (۱۰).

Saraf و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Raypex6 و Dentaport ZX در دندان‌های ماگزیلاری و مندیولار وجود ندارد و آپکس‌یاب با رادیوگرافی پری‌اپیکال تفاوت معنی‌داری باهم ندارند. علت تفاوت این مطالعه با مطالعات گزارش شده را می‌توان به اندازه‌ی نمونه، متفاوت بودن دندان‌ها و کانال‌ها و متفاوت بودن روش تحقیق و اجرا نسبت داد (۲۷).

در ادامه، نتایج نشان داد که اختلاف میانگین طول کانال در بین آپکس‌یاب Novapex با آپکس‌یاب‌های Raypex5 و Dentaport ZX تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همسو با نتایج حاضر، اکثر مطالعات قبلی از جمله Goldberg و همکاران (۲۸)، Goldberg و همکاران (۲۹) و D'Assuncao و همکاران (۳۰) نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Novapex و Root ZX وجود ندارد.

در کل، اختلاف طول کانال گروه‌ها با دستگاه رادیوگرافی پری‌اپیکال در Dentaport ZX کمتر از سایر

همچنین Real و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال آپکس‌یاب Root ZX با رادیوگرافی دیجیتال در دندان‌های پرمولر ماگزیلاری وجود دارد ($P < ۰۵/۰$) (۲۰). برخی مطالعات تفاوت معنی‌داری را بین میانگین طول کانال در آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال هم گزارش کردند، به‌طوری‌که Cianconi و همکاران (۲۱) و Guise و همکاران (۲۲) در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال وجود دارد.

برخی مطالعات تفاوت معنی‌داری را در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال مشاهده نکردند؛ به‌طوری‌که Nahidi و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال در دندان‌های تک کانال سانتال ماگزیلاری وجود ندارد ($P = ۷۸۳/۰$) (۱۶).

Eid و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Root ZX با طول واقعی کانال در دندان‌های مولر اول وجود ندارد ($P = ۹۷۳/۰$) (۲۳).

Mousavi و همکاران در مطالعه‌ی خود نشان دادند که تفاوت معنی‌داری در میانگین طول کانال بین آپکس‌یاب Root ZX با رادیوگرافی پری‌اپیکال در دندان‌های مندیولار و مولر اول با کانال‌های انحنادار وجود ندارد ($P > ۰۵/۰$) (۲۴). علت تفاوت این مطالعه با مطالعات گزارش شده را می‌توان به نوع رادیوگرافی، اندازه نمونه، متفاوت بودن کانال‌ها و متفاوت بودن طول واقعی کانال نسبت به مطالعه حاضر نسبت داد.

در ادامه نتایج نشان داد که بین اختلاف میانگین طول کانال در آپکس‌یاب و رادیوگرافی پری‌اپیکال در سه گروه، تفاوت معنی‌دار وجود دارد، به‌طوری‌که تنها بین اختلاف میانگین طول کانال دو آپکس‌یاب Raypex5 و Dentaport ZX تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید ($P = ۰۰۳/۰$).

طول واقعی توصیه می‌گردد، همچنین پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده به مقایسه‌ی دقت آپکس‌یاب‌ها بر اساس شماره فایل‌ها نیز پرداخته شود.

نتیجه‌گیری

با در نظر گرفتن محدودیت‌های مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که اختلاف طول کانال گروه‌ها با دستگاه رادیوگرافی پری‌اپیکال در Dentaport ZX کمتر از سایر آپکس‌یاب‌ها می‌باشد؛ بنابراین دقت این آپکس‌یاب بیشتر می‌باشد. از آنجایی که بین اختلاف طول کانال در Dentaport ZX و Novapex تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد؛ می‌توان گفت که می‌شود از دو دستگاه فوق در اندازه‌گیری طول کانال استفاده کرد.

سپاسگزار

بدین وسیله از تمام کسانی که ما را در انجام این مطالعه یاری رساندند تشکر و قدردانی می‌شود.

موارد می‌باشد، بنابراین دقت این آپکس‌یاب بیشتر می‌باشد. از آنجایی که بین اختلاف طول کانال در آپکس‌یاب Dentaport ZX و Novapex تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، بنابراین می‌توان گفت که می‌شود از دو آپکس‌یاب فوق در اندازه‌گیری طول کانال استفاده کرد.

اگرچه استفاده از دستگاه آپکس‌یاب جهت تعیین طول کارکرد به‌تنهایی توصیه نمی‌شود ولی در مواردی که رادیوگرافی مضر می‌باشد، مانند بارداری و بیماران رادیوتراپی شده و ... به دلیل کاهش عوارض و دوز دریافتی بیماران، آپکس‌یاب الکترونیکی کمک بسیار زیادی جهت تعیین طول می‌نماید، ولی باید توجه نمود که در این موارد نیز استفاده از دستگاه آپکس‌یاب به‌تنهایی کافی نبوده و باید از رادیوگرافی با حداقل دوز تابشی و حداقل تعداد استفاده نمود. با توجه به محدودیت‌های مطالعات *in vitro* در شبیه‌سازی محیط دهانی، طراحی یک مطالعه‌ی *in vivo* جهت مقایسه آپکس‌یاب‌های Raypex5 Novapex و Dentaport ZX با رادیوگرافی و

References

- Hargreaves KM, Berman LH. Cohen's pathways of the pulp expert consult: Elsevier Health Sciences; 2015. P: 219-21.
- Rotstein I, Ingle JI. Ingle's Endodontics: PMPH USA; 2019. P. 102-4.
- Ebrahim A, Wadachi R, Suda H. Ex vivo evaluation of the ability of four different electronic apex locators to determine the working length in teeth with various foramen diameters. Aust Dent J 2006; 51(3): 258-62.
- Santhosh L, Raiththa P, Aswathanarayana S, Panchajanya S, Reddy JT, Susheela SR. Influence of root canal curvature on the accuracy of an electronic apex locator: An in vitro study. J Conserv Dent 2014; 17(6): 583-6.
- Saatchi M, Irvani S, Khaleghi MA, Mortaheb A. Influence of root canal curvature on the accuracy of root ZX electronic foramen locator: An in vitro study. Iran Endod J 2017; 12(2): 173-8.
- Mull JP, Manjunath V, Manjunath M. Comparison of accuracy of two electronic apex locators in the presence of various irrigants: An in vitro study. J Conserv Dent 2012; 15(2): 178-82.
- 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.
- Sadeghi S, Abolghasemi M. A comparison between the Raypex5 apex locator and conventional radiography for determining working length of straight and curved canals. Iran Endod J 2007; 2(3): 101-4.
- Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: a randomized clinical trial. J Endod 2010; 36(11): 1753-6.
- Vieyra JP, Acosta J. Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. Int Endod J 2011; 44(6): 510-8.
- Jaiswal P. Comparative evaluation of two electronic apex locators in determining working length. Int J Appl Dent Sci 2018; 4(3): 151-57.

12. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960; 13(1): 728-33.
13. 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.
14. Mosharafian S, Mollaie N, Shoul MA, Shahrabi MS. In vitro comparison of, accuracy of raypex 5 and root zxii apex locators, for working length determination in primary teeth. *J Evol Med Dent Sci* 2020; 9(20): 1594-9.
15. Vanitha S, Sherwood IA. Comparison of three different apex locators in determining the working length of mandibular first molar teeth with irreversible pulpitis compared with an intraoral periapical radiograph: A block randomized, controlled, clinical trial. *J Investig Clin Dent* 2019; 10(3): e12408.
16. Nahidi Z, Izadi A, Naeimi S, Rezai R. Evaluation of the accuracy of three different electronic apex locators by histologic sectioning as the gold standard [in Persian]. *J Isfahan Dent Sch* 2019; 15(2): 218-25.
17. Shahi S, Rahimi S, Milani AS, Jafarabadi MA, Naghsh GRD. Comparison between the accuracy of NovApex apex locator and radiographs in determining radiographic apex. *Iran Endod J* 2011; 6(2): 65-8.
18. Lekshmy DS, Deepthi P, Ganesh C, Chacko G, Abhilash A, Satheesh S. A comparative clinical study on the correlation of working length determined using three different electronic apex locators with radiographic working length: An in vivo study. *Endodontology* 2016; 28(1): 18-22.
19. Orosco FA, Bernardineli N, Garcia RB, Bramante CM, Duarte MAH, Moraes IGd. In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *J Appl Oral Sci* 2012; 20(5): 522-5.
20. Real DG, Davidowicz H, Moura-Netto C, Zenkner CdLL, Pagliarin CML, 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.
21. 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.
22. Guise GM, Goodell GG, Imamura GM. In vitro comparison of three electronic apex locators. *J Endod* 2010; 36(2): 279-81.
23. Eid BM, Wally AS. Accuracy of two apex locators in calculating working length in molar primary teeth: An ex vivo study. *Egypt Dent J* 2018; 64(2): 1507-12.
24. Mousavi E, Mohajer Saem M, Atrkar Roshan Z, Pourhabibi Z. Comparison of working length determination using apex locator and conventional radiography in curved canals-an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 2016; 5(4): 17-22.
25. Pascon EÁ, Marrelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani MA. An ex vivo comparison of working length determination by 3 electronic apex locators. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 108(3): e147-51.
26. 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.
27. Saraf PA, Ratnakar P, Patil TN, Penukonda R, Kamatagi L, Vanaki SS. A comparative clinical evaluation of accuracy of six apex locators with intraoral periapical radiograph in multirooted teeth: An in vivo study. *J Conserv Dent* 2017; 20(4): 264-8.
28. Goldberg F, Marroquín BB, Frajlich S, Dreyer C. In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. *J Endod* 2005; 31(9): 676-8.
29. Goldberg F, Frajlich S, Kuttler S, Manzur E, Briseño-Marroquín B. The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. *J Endod* 2008; 34(12): 1497-9.
30. DAssunção FLC, de Albuquerque DS, de Queiroz Ferreira LC. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J Endod* 2006; 32(6): 560-2.