

بررسی میزان کارایی پرتونگاری پری اپیکال برای تشخیص تحلیل اپیکال ریشه دندان (مطالعه بافت‌شناسی)

دکتر داریوش گودرزی پور⁺ - دکتر شکوفه شهبازی فراهانی^{**} - دکتر هوشمند واحدی گشینیانی^{***}

* استادیار گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران
** استادیار گروه آموزشی آسیب شناسی دهان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی شهید صدوقی یزد
*** دندانپزشک

Title: A survey on periapical radiography efficacy in detection apical root resorption (a histological study)
Authors: Goodarzipoor D. Assistant Professor*, Shahrabi Farahani Sh. Assistant Professor**, Vahedi Gashniani H. Dentist
Address: *Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences
** Department of Oral Pathology, Faculty of Dentistry, Yazd University of Medical Sciences
Statement of Problem: One of the dental lesions which is mainly diagnosed by periapical radiography is apical root resorption. Diagnosis of the presence and extension of this lesion can put some effects on its treatment plan and prognosis.
Purpose: The aim of the present study was to evaluate the efficacy of periapical radiography on apical root resorption diagnosis.
Materials and Methods: In this experimental study, sixty extracted teeth were examined radiographic and histological regarding the presence and extension of apical root resorption.
It should be noted that periapical radiographs were taken before extraction of all mentioned teeth.
The results were analyzed by Fisher's exact test.
Results: The results of this study showed significant differences between radiological and histological examinations ($P=0.0003$). Significant correlation between these two observations was seen only in 53.33% of cases comprising 23% of teeth with root resorption. Non-correlation was found in 46% of samples. Moreover, there was no significant difference in the prevalence of apical root resorption between maxillary and mandibular teeth ($P=0.233$). Sensitivity of periapical radiographs in apical root resorption diagnosis was determined 57.3%.
Conclusion: According to the findings of the present study, it seems that periapical radiography technique does not possess desirable efficacy in diagnosis of apical root resorption and its limitation should be considered by clinicians.
Key words: Apical root resorption- Periapical- Histology- Sensitivity- Radiography

⁺ مؤلف مسؤل: دکتر داریوش گودرزی پور: تهران - خیابان انقلاب اسلامی - دانشگاه علوم پزشکی تهران - دانشکده دندانپزشکی - گروه آموزشی رادیولوژی دهان و فک و صورت
تلفن: ۶۴۰۱۱۳۲ دورنما: ۶۱۱۲۴۲۷

چکیده

بیان مسأله: یکی از ضایعات دندانی که معمولاً با استفاده از کلیشه‌های پری‌اپیکال تشخیص داده می‌شود، تحلیل اپیکالی ریشه دندان می‌باشد. تشخیص وجود و مقدار این عارضه می‌تواند در نحوه درمان ریشه و پیش‌آگهی درمان تأثیرگذار باشد.

هدف: مطالعه حاضر با هدف بررسی میزان کارایی پرتونگاری پری‌اپیکال در تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی (In-vitro) ۶۰ دندان که قبل از خارج شدن، از آنها پرتونگاری تهیه شده بود، مورد مطالعه بافت‌شناسی قرار گرفتند و نتیجه بررسی‌های پرتوشناختی و بافت‌شناختی از نظر وجود و شدت تحلیل اپیکالی ریشه با استفاده از آزمون تعمیم‌یافته فیشر با یکدیگر مقایسه شدند.

یافته‌ها: نتایج این مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین دو روش پرتوشناختی و بافت‌شناسی نشان داد ($P=0/0003$). تنها در ۵۳/۳۳٪ از موارد ارزیابی این دو روش با یکدیگر منطبق بودند که از این تعداد ۲۳٪ واجد تحلیل ریشه بودند. عدم هماهنگی در ۴۶٪ از موارد مشاهده شد؛ همچنین هیچ‌گونه اختلافی بین شیوع تحلیل اپیکالی در دندانهای فک بالا و پایین وجود نداشت ($P=0/233$). میزان حساسیت پرتونگاری پری‌اپیکال در تشخیص تحلیل اپیکال ریشه در این تحقیق ۵۷/۳٪ تعیین شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به یافته‌های این مطالعه، به نظر می‌رسد تکنیک پری‌اپیکال برای تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه دندان، از کارایی مطلوبی برخوردار نمی‌باشد و لازم است محدودیت آن مورد توجه قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: تحلیل اپیکال؛ پری‌اپیکال؛ بافت‌شناسی؛ حساسیت؛ پرتونگاری

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۷، شماره ۲، سال ۱۳۸۳)

مقدمه

کلیشه‌های پرتونگاری و مشاهده بافت‌شناسی اعلام کردند که در ۷۶٪ از موارد این دو روش با یکدیگر همخوانی نداشتند (۴).

Nance و همکاران، تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه با استفاده از پرتونگاری پری‌اپیکال را با روش TACT (Tuned Aperture Computed Tomography) مقایسه کردند؛ یافته‌های این بررسی حاکی از دقت عمل بیشتر روش TACT بود (۵).

Holmes و همکاران نیز در تحقیقی مشابهی، برتری روش پرتونگاری دیجیتالی تفریقی را نسبت به تکنیک معمول پری‌اپیکال اعلام کردند (۶).

یافته‌های مطالعه Sameshima و Asgarifar نشان داد که استفاده از تکنیک پانورامیک سبب تخمین بیش از حد تحلیل ریشه به میزان ۲۰٪ یا بیشتر خواهد شد (۷).

Balto و همکاران برای مشاهده تحلیل اپیکال ریشه از روش Micro Computed Tomography استفاده کردند (۸).

مطالعه حاضر با هدف ارزیابی میزان دقت پرتونگاری پری‌اپیکال در تشخیص تحلیل‌های نوک ریشه دندان انجام شد.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی (In-vitro) ۶۰ دندان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفتند. این دندانها به علت ضایعات آماسی پالپ و پری‌اپیکال خارج شده بودند و قبل از آن پرتونگاری پری‌اپیکال از آنها تهیه شده بود.

لازم به ذکر است که دندانهایی که در حین خارج شدن دچار آسیب (شکستگی) در ناحیه آپکس شده بودند، دندانهای شیری و نیز دندانهایی که ریشه آن قبلاً درمان شده بود، از مطالعه خارج شدند.

پرتونگاری یکی از مهمترین روشهای پاراکلینیکی در تشخیص بیماریها و ضایعات دهان و دندان می‌باشد. اهمیت استفاده از پرتونگاری در درمان انواع بیماریهای دهان و دندان به دلیل درگیری نسوج سخت دندانها و استخوانهای فکین کاملاً واضح است. دندانپزشکان باید بتوانند تغییرات پاتولوژیک را تشخیص دهند و به ارزش نگاره‌ها آگاهی کامل داشته باشند.

تحلیل اپیکالی ریشه دندان از جمله تغییرات پاتولوژیک بافتهای دهانی است. از بین روشهای مختلف تصویربرداری، پرتونگاری داخل دهانی پری‌اپیکال به صورت کاملاً رایج توسط دندانپزشکان و متخصصان مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از شایعترین موارد تجویز آن، ضایعات عفونی و التهابی پالپ و پری‌اپیکال می‌باشد. از آنجا که نمای پرتوشناختی تحلیل اپیکالی ریشه، علاوه بر مشخص نمودن عوامل اتیولوژیک از جمله بیماریهای سیستمیک، علل رشدی تکاملی، عفونت، تروما یا نئوپلاسم، از طریق نشان دادن شدت تحلیل در طرح درمان و پیش‌آگهی دندان بسیار مؤثر است؛ اهمیت دقت و صحت این روش پرتونگاری با عنایت به میزان بالای استفاده از آن و شیوع زیاد ضایعات کاملاً مشخص می‌باشد (۲، ۳).

مطالعات بسیاری در زمینه مقایسه روشهای مختلف تصویربرداری با کلیشه پری‌اپیکال انجام شده ولی همچنان از این تکنیک برای تشخیص ضایعات نوک ریشه استفاده می‌شود. Reukers و همکاران پس از ارزیابی تحلیل اپیکالی ریشه با استفاده از بازسازی دیجیتالی تصاویر، این روش را برای ارزیابی این عارضه در حین درمان ارتدنیسی، قابل اعتماد اعلام کردند (۳).

Laux و همکاران پس از مقایسه تحلیل اپیکال در

استفاده از میکروسکوپ نوری Olympus مورد بررسی قرار گرفتند.

معیارهای میکروسکوپی برای وجود یا عدم وجود تحلیل ناحیه اپیکالی ریشه به سه گروه زیر طبقه‌بندی شد: گروه اول: عدم وجود تحلیل میکروسکوپی یا تحلیل همراه با ترمیم سمان (Score: 0)

گروه دوم: تحلیل سطح ریشه محدود به سمان (Score: I) گروه سوم: تحلیل شدید ریشه شامل سمان و عاج (Score: II)

اطلاعات به دست آمده با استفاده از آزمون تعمیم یافته فیشر و فرمول مربوط به حساسیت و ویژگی، تحلیل گردید.

یافته‌ها

طبق ارزیابی پرتوشناختی ۶۰٪ از کل نمونه‌ها بدون تحلیل ریشه، ۲۸/۳٪ دارای تحلیل متوسط (I) و ۳۳/۷٪ دارای تحلیل شدید (II) بودند (جدول ۱).

طبق ارزیابی بافت‌شناختی نمونه‌ها ۳۰٪ از کل نمونه‌ها بدون تحلیل ریشه، ۳۶/۷٪ دارای تحلیل ریشه متوسط (I) و ۳۳/۳٪ دارای تحلیل ریشه شدید (II) بودند (جدول ۱).

آزمون تعمیم یافته فیشر با دقت اندازه‌گیری $\alpha=0/05$ اختلاف معنی‌داری را بین دو روش رادیولوژیک و بافت‌شناختی نشان داد ($P=0/0001$) (جدول ۲).

جدول ۲ نشان می‌دهد که ۹ حالت ممکن برای تلفیق مشاهدات بافت‌شناختی و رادیولوژیک امکان‌پذیر است. در سه حالت، تشخیص رادیولوژیک و بافت‌شناختی با یکدیگر هماهنگ بودند (۵۳/۳۳٪: ۳۲ نمونه از کل نمونه‌ها).

از این تعداد ۱۸ مورد فاقد هرگونه تحلیل، ۱۰ مورد دارای تحلیل متوسط (I) و ۴ مورد دارای تحلیل شدید (II) بودند؛ به عبارت دیگر تنها در ۱۴ نمونه (۲۳٪) از موارد دارای تحلیل، تشخیص‌های رادیولوژیک و بافت‌شناختی با یکدیگر منطبق

همه فیلم‌ها از نوع E (فیلم موجود در بازار) بودند. در دندانهای چند ریشه‌ای، هر ریشه مشروط به واضح بودن تصویر پرتونگاری به عنوان یک مورد در نظر گرفته شد. دندانها با رعایت اصول خارج‌سازی دندان بدون هیچ نوع دستکاری و آسیب به ناحیه یک‌سوم اپیکالی جمع‌آوری شدند. کلیشه‌های پرتونگاری هر مورد برای بررسی میزان تحلیل توسط دو متخصص رادیولوژی فک و صورت در جلسه‌ای مشترک مورد بررسی قرار گرفتند که در هیچ یک از موارد اختلاف نظری در مورد تشخیص تحلیل ریشه وجود نداشت.

دندانها بر اساس وجود یا عدم وجود تحلیل اپیکالی ریشه از نظر پرتوشناختی به صورت زیر طبقه‌بندی شدند:

گروه الف: دندانهای بدون تحلیل (Score: 0) گروه ب: دندانهای دارای تحلیل متوسط یعنی نامنظم شدن کانتور ریشه (Score: I)

گروه ج: دندانهای دارای تحلیل شدید یعنی گودشدن واضح و مشخص بر روی سطح ریشه در ناحیه آپکس یا کوتاه‌شدن نوک ریشه دندان (Score: II).

دندانها پس از ارزیابی پرتوشناختی، در محلول فرمالین ۱۰٪ فیکس شدند و پس از آن برای دکلسیفیکاسیون در محلول اسیدنیتریک ۲۰٪ قرار داده شدند؛ بعد از جدا کردن لیگامان پریودنتال (PDL) از ریشه دندانها، با کنترل منظم و بموقع روند دکلسیفیکاسیون، تاج دندانها قطع و ریشه دندانها در جهت طولی و در بعد مزودیستالی برش داده شد؛ به نحوی که خط برش از محل سوراخ اپیکال گذشت و ریشه به دو قسمت مساوی تقسیم شد.

سپس از هر دو نیمه، برشهای متوالی به صورت اسلایدهای میکروسکوپی و با روش معمول هماتوکسیلین-اوتوزین (H&E) تهیه گردید؛ پس از آن همه نمونه‌ها توسط متخصص آسیب‌شناسی دهان و دندان و به روش کور (Blind)

بود.

مورد فقط از نظر بافت‌شناختی تحلیل درجه I و II را نشان دادند برابر با ۵۷/۱٪ می‌باشد.

با توجه به این که ۳۸ مورد از کل نمونه‌ها از نظر رادیوگرافی و بافت‌شناختی و ۱۸ مورد دیگر فقط از نظر بافت‌شناختی فاقد تحلیل بودند، ویژگی تکنیک پری‌اپیکال برابر با ۱۰۰٪ می‌باشد.

برای محاسبه حساسیت و ویژگی تکنیک پری‌اپیکال در این مطالعه، تحلیل‌های درجه I و II با هم ادغام شدند و در مجموع با عنوان «موارد دارای تحلیل» در نظر گرفته شدند. ارزیابی‌های رادیوگرافی و بافت‌شناختی اختلاف معنی‌داری را بین دندانهای فک بالا و پایین از نظر تحلیل اپیکالی ریشه نشان ندادند ($P=0/213$).

عدم هماهنگی در ۲۸ نمونه (۴۶٪) وجود داشت که از این تعداد ۹ مورد از لحاظ بافت‌شناسی دارای تحلیل متوسط (I) و ۹ مورد نیز دارای تحلیل شدید (II) بودند که این تحلیل در پرتونگاری مشاهده نشد.

رادیوگرافی ۳ عدد از نمونه‌ها نیز نشانگر تحلیل شدید (II) بود که بررسی بافت‌شناختی تحلیل آنها را متوسط (I) ارزیابی کرد. رادیوگرافی ۷ عدد از نمونه‌ها نیز نشانگر تحلیل متوسط (I) بود که ارزیابی بافت‌شناختی تحلیل آنها را شدید (II) نشان داد.

طبق یافته‌های این بررسی حساسیت تکنیک پری‌اپیکال به منظور تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه با توجه به این که ۲۴ مورد از نمونه‌ها از نظر بافت‌شناختی و رادیوگرافی و ۴۲

جدول ۱- توزیع فراوانی تحلیل اپیکالی ریشه براساس مطالعه رادیوگرافی و بافت‌شناختی

بافت‌شناختی		رادیوگرافی		نوع مطالعه شدت تحلیل
تعداد	درصد	تعداد	درصد	
۱۸	۳۰	۳۶	۶۰	Score 0
۲۲	۳۶/۷	۱۷	۲۸/۳	Score I
۲۰	۳۳/۳	۷	۱۱/۷	Score II
۶۰	۱۰۰	۶۰	۱۰۰	جمع کل

جدول ۲- مقایسه دو روش بافت‌شناختی و رادیوگرافی در تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه دندان

بافت‌شناختی						رادیوگرافی
II	I	0	تعداد	درصد	تعداد	
تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	0
۹	۲۵٪	۹	۲۵٪	۱۸	۵۰٪	I
۷	۴۱/۲٪	۱۰	۵۸/۸٪	۰	۰	II
۴	۵۷/۱٪	۳	۴۲/۹٪	۰	۰	

از میان روشهای مختلف تصویربرداری استفاده از

قرار گیرد. در این مطالعه میزان دقت یک رادیوگرافی پری‌اپیکال مورد بررسی قرار گرفت و مشاهدات بافت‌شناختی و رادیوگرافی با یکدیگر مقایسه شدند.

از آنجا که بررسی رادیوگرافی ۴۰٪ از دندانها و ارزیابی

رادیوگرافی پری‌اپیکال رایج است و بیماریهای مختلف دندان و فکین توسط آن تشخیص داده می‌شوند.

در تحقیق حاضر سعی شد تا حساسیت رادیوگرافی پری‌اپیکال برای تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه مورد آزمون

بافت‌شناختی تحلیل ریشه اهمیت کمتری دارد. عوامل تکنیکی مؤثر در این مسأله شامل نوع و تعداد رادیوگرافی‌های مورد نیاز می‌باشد.

تحقیقات اخیر نشان داده است که برخی از روشها مانند TACT (۵) و یا بازسازی تصاویر با استفاده از رایانه (۳) نسبت به روشهای معمول رادیوگرافی، تحلیل نوک ریشه را بهتر نشان می‌دهند. رادیوگرافی تفریقی (Subtraction Radiography) برای نشان دادن تحلیل‌های اپیکالی ریشه از بهترین روشهای مورد استفاده می‌باشد که دقت آن در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۶).

زاویه تابش، زمان تابش، حساسیت فیلم و مراحل آماده‌سازی فیلم از دیگر عوامل تکنیکی می‌باشند. در این مطالعه با وجود استفاده از یک نوع فیلم (فیلم E) به دلیل تغییر سایر عوامل تکنیکی احتمال کاهش دقت مطالعه وجود دارد؛ طبیعی است در صورت تهیه چند رادیوگرافی با زوایای مختلف و مقایسه آن با رادیوگرافی‌های قبلی دندان احتمال تشخیص تحلیل اپیکالی افزایش خواهد یافت که البته مسائل حفاظت در برابر تشعشع همواره لزوم تهیه کمترین تعداد رادیوگرافی را گوشزد می‌نماید.

این تحقیق در امور درمان ریشه و سایر مسائل تشخیصی مرتبط با دندان از اهمیت بسزایی برخوردار است. نتایج بیانگر فقدان کارایی رادیوگرافی پری‌اپیکال در تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه می‌باشد؛ بویژه هنگامی که تنها به یک کلیشه پری‌اپیکال اکتفا شود؛ به هر حال تشخیص تحلیل اپیکالی می‌تواند درمانهای ریشه و یا سایر درمانهای دندانپزشکی را تحت تأثیر قرار دهد. از آنجا که معمولترین روش تشخیصی تحلیل نوک ریشه یعنی کلیشه پری‌اپیکال از دقت بالایی برخوردار نمی‌باشد، قضاوت در مورد این بیماری باید با ملاحظه بیشتری انجام شود.

مقایسه تحلیل ریشه دندانهای فک بالا و پایین در این مطالعه نشان داد که هیچ‌گونه تفاوت مشخصی بین تشخیص

بافت‌شناختی ۶۰٪ از نمونه‌ها حاکی از تحلیل بود، دقت پایین یک کلیشه رادیوگرافی پری‌اپیکال در تشخیص این ضایعه کاملاً محرز می‌باشد.

اختلاف شیوع تحلیل ریشه در این مطالعه با مطالعات مشابه قبلی مانند بررسی Laux و همکاران (۴) به دلیل تفاوت در روش جمع‌آوری نمونه‌ها می‌باشد؛ زیرا دندانهای جمع‌آوری شده در مطالعه حاضر عمدتاً به دلیل ضایعات پالپ و پریودنتال و پوسیدگیهای وسیع خارج شدند؛ بدیهی است در این صورت شیوع تحلیل‌های نوک ریشه افزایش خواهد یافت. در مطالعه حاضر کلیشه‌های رادیوگرافی قبل از خارج شدن دندان و در مطالعه Laux و همکاران پس از خارج شدن دندان تهیه شد.

مقایسه یافته‌های حاصل از رادیوگرافی و بافت‌شناختی در تمامی مطالعات بیانگر دقت پایین روش تصویربرداری می‌باشد که در مطالعه حاضر نیز این امر به اثبات رسید. عوامل بیولوژیکی و تکنیکی بسیاری در کاهش قدرت تشخیص تحلیل ریشه توسط رادیوگرافی دخیل هستند؛ از جمله می‌توان به اندازه محل ضایعات تحلیلی، اختلافات آناتومیک بین دندانها و فکین و نیز محتوای معدنی آنها اشاره نمود.

بر اساس مطالعاتی که تحلیل ریشه در آنها شبیه‌سازی شده است، اندازه و موقعیت ضایعات تحلیلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۶)؛ این تحقیقات مؤید این واقعیت هستند که حفره‌های کوچکتر در مقایسه با حفره‌های بزرگتر مخفی باقی می‌مانند؛ همچنین ضایعات موجود در سطوح پروگزیمال نسبت به تحلیل‌های سطوح باکال و لینگوال کمتر به چشم می‌خورند. عوامل فوق سبب می‌شوند تحلیل‌های اپیکالی در معاینات بافت‌شناختی بهتر مشاهده شوند.

از دیگر عواملی که سبب کاهش دقت تشخیص روش رادیوگرافیک می‌شود، میزان مهارت و تجربه در تفسیر کلیشه‌های رادیوگرافی می‌باشد؛ این امر در مطالعات

پیشنهاد می‌شود در ادامه این تحقیق تمامی کلیشه‌ها به صورت استاندارد (توسط یک اپراتور، با یک زاویه و زمان تابش یکسان و مراحل ظهور و ثبوت مشابه) تهیه گردد. در این صورت می‌توان کارایی این روش را بهتر مورد قضاوت قرار داد؛ همچنین به منظور مقایسه دقت یک کلیشه پری‌اپیکال با تعداد بیشتر از دو کلیشه با دو زاویه مختلف بهره گرفت.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با همکاری مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران به انجام رسیده است که بدین وسیله از مسؤولین و همکاران مرکز تشکر و قدردانی می‌گردد.

تحلیل ریشه دندانهای فکین وجود ندارد. در تحقیقات به عمل آمده نیز اشاره‌ای به اختلاف تحلیل ریشه فک بالا و پایین نشده است که خود تأییدی بر صحت نتایج مطالعه حاضر می‌باشد.

نتیجه این مطالعه همانند مطالعات گذشته حاکی از ضعف عملکرد تکنیک پری‌اپیکال در مقایسه با استاندارد طلایی به کار گرفته شده (بررسی بافت‌شناسی) بود. این نقصان می‌تواند با ماهیت این روش تصویربرداری و یا عوامل تکنیکی مانند زاویه تابش، مدت زمان تابش، مدت ظهور و ثبوت و غیره در ارتباط باشد. به هر حال محدودیت کلیشه‌های پری‌اپیکال در تشخیص تحلیل اپیکالی ریشه قابل توجه می‌باشد. به منظور تشخیص بهتر می‌توان از روشهای داخل دهانی دیجیتالی و قابلیت‌های مختلف آن بهره جست.

منابع:

- 1- Prabhu SR, Wilson DF, Daftary DK. Oral Diseases in Tropics. London: Oxford University Press; 1992: 591-95.
- 2- White CS, Pharoah JM. Oral Radiology Principles and Interpretation. 4th ed. St Louis: Mosby; 2000: 70-80,112.
- 3- Reukers. E, Sanderling. G, Kuijpers Jagtman AM. Assessment of apical root resorption using digital reconstruction. Dento Maxillofacial Radiol 1998 Jan; 27 (1): 25-9.
- 4- Laux M, Abbott PV, Pajarola G, Nair PN. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. Int Endod J. 2000 Nov;33(6):483-93.
- 5- Nance RS, Tyndall D, Levin LG, Trope M. Diagnosis of external root resorption using TACT (tuned-aperture computed tomography). Endod Dent Traumatol 2000 Feb; 16 (1): 24-8.
- 6- Holmes JP, Gulabivala K, Vander Stelt PF. Detection of simulated internal tooth resorption using conventional radiography and subtraction imaging: Dento Maxillofac Radiol 2001 Sep; 30(5): 249-54.
- 7- Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical VS panoramic films. Angle Orthod 2001 Jun; 7(3): 185-89.
- 8- Balto K, White R, Mueller R, Stashenko P. A mouse model of inflammatory root resorption induced by pulpal infection. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002 Apr;93(4):461-8.