

Research Paper

Investigating the Effect of Contrast Changes in the Detection of External Resorption of the Apex of Single-Rooted Teeth in Cone Beam Computed Tomography: An In Vitro Study

Marzie mazhari¹, Fataneh ghorbany javadpour², Arash Dabaghi³, Ali Habibi Kia^{4*}, Pouria etfekhari⁵, Amirdanial Pourahmadiyeh⁶, Mehdi Sabaghan⁷, Kambakhsh Ashtari⁸

1. Assistant Professor, Department of Orthodontics, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Orthodontics, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. Associated Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
5. Student of general dentistry, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Ira.
6. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
7. Department of Oral and Maxillofacial Pathology, Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
8. Post Gratitude, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation mazhari M, ghorbany javadpour F, Dabaghi A, Habibi Kia A, etfekhari P, Pourahmadiyeh A D, Sabaghan M. [Investigating the Effect of Contrast Changes in the Detection of External Resorption of the Apex of Single-Rooted Teeth in Cone Beam Computed Tomography: An In Vitro Study(Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 24(1):91-103. 10.32592/jsmj.24.1.91

 <https://doi.org/10.32592/jsmj.24.1.91>

ABSTRACT

Background and Objectives Root resorption of adjacent teeth can occur as a result of impacted teeth. Processing filters are employed to aid in interpreting images for diagnosis or treatment purposes. The aim of this study was to analyze the impact of contrast changes on the detection of external resorption in single-rooted teeth near impacted teeth in CBCT images.

Subjects and Methods In this in-vivo study, 50 healthy single-rooted teeth were collected. The teeth were first prepared to a depth of 0.5, then 1 mm and finally 1.5 mm in the apical region of the root. CBCT images were obtained before and sample preparations. Images with three contrasts of low, medium and high were assessed by two radiologists. Data were analyzed using Kappa and Mac-Nemar tests in SPSS software. Overall accuracy was calculated using Roc curve analyzes.

Results According to the data collected from both observers, the sensitivity (P=0.886), specificity (P=0.667), and overall accuracy (0.7) were high in all three low, medium, and high contrasts. Although, adjustment of the contrast did not cause to significant difference in the detection of the analysis by the observers (P=0.846).

Conclusion Considering that no significant difference was observed between low, medium and high contrasts, all three types of contrast can be used to detect external resorption of the apical root region due to adjacency to the impacted tooth.

Keywords Impacted Teeth, External root resorption, Computed tomography of cone beam computed tomography, Contrast.

Received: 25 october 2024
Accepted: 14 august 2024
Available Online: 20 may 2025

* Corresponding Author:

Ali Habibi Kia

Address: Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Faculty of dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

Tel: 09026260011

E-Mail: Alihabibikia@yahoo.com

Extended Abstract

Introduction

The external resorption of the adjacent tooth is one of the major concerns of impaction. The impaction of canines mostly causes the loss of the adjacent tooth. The appropriate and timely diagnosis of tooth impaction will affect the treatment strategies and the outcome. Root resorption in the tooth adjacent to the impacted maxillary canine mostly occurs in one-third of cases. Two-dimensional imaging is the most common diagnostic method for impacted maxillary canines. It has been proven that CBCT is superior to other radiographic methods in imaging the maxillofacial region. The location and complexity of misplaced and impacted teeth can be detected and followed up through this system. We investigated external root resorption in cross-sectional images with low, medium, and high contrast in this study given the importance of early detection of external root resorption in prognosis and treatment planning, the limitations of intraoral techniques in early detection of these lesions, and since different filters in image processing can affect the outcome of radiographic interpretation and ultimately the treatment plan and due to the inadequacy of studies on the effect of contrast changes in CBCT.

Methods

This *in vitro* (experimental laboratory) study was conducted at the Faculty of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences. In this study, 50 healthy extracted teeth, all of which were lateral and single-rooted teeth, were collected using the convenience sampling method. The selection criteria for these teeth were the absence of obvious caries, lack of restoration or fracture, and the teeth being extracted due to periodontal or orthodontic problems. After extraction, the teeth were stored in sampling containers containing physiological serum and then sterilized. The study groups included 3 groups with low contrast (n=17), medium (n=16), and high (n=17). Low contrast included 66% gray shades, medium contrast included 56% gray shades, and high contrast included 16% gray shades using software (New Net Technologies (NNT), US). First, the teeth were milled to a depth of 0.5 mm, then 1 mm, and finally 1.5 mm in the apical area of the root. CBCT images were obtained before and after milling. Images with three contrasts of low, medium, and high were reviewed by two radiologists. SPSS-22 software was used for statistical analysis of the data. The chi-square test was used and the sensitivity, specificity, and positive and negative predictive values were calculated. Descriptive statistics were also used in this study.

Results

Statistical analyses revealed a statistically significant difference between the low-contrast imaging method and reality in the first and second observers. The

difference between the low-contrast image and reality in the first and second observers was 0.667 and 0.6, respectively. The agreement between the first and second observers in the low contrast condition was 0.846. There was a statistically significant difference between the medium-contrast imaging method and reality. The agreement between the medium-contrast image and reality in the first and second observers was 0.77 and 0.633, respectively. The agreement between the first and second observers in the medium-contrast condition was 0.85. There is a statistically significant difference between the high-contrast group and reality in the imaging method. The agreement between the high-contrast image and reality in the first and second observers was 0.7 and 0.667, respectively. The agreement between the first and second observers in the high-contrast condition was 0.886. For the first observer, the highest overall accuracy was for medium-contrast images, and for the second observer, it was for high-contrast images. There was a statistically significant difference between the high-contrast and medium-contrast imaging methods in the low-resorption group and reality. The agreement between the high-contrast image in the low-resorption group and the medium-contrast in the low-resorption group and reality was 0.3. The agreement between the first and second observers for high and medium contrast in the low-resorption state was 0.773.

There was a statistically significant difference between the low-contrast imaging method in the low-resorption group and reality. The agreement between the low-contrast image in the low-resorption group and reality was 0.2. For the second observer, all diagnoses were incorrect when viewing low-contrast images in the low-resorption group. There was no statistically significant difference between the medium-contrast imaging method in the medium-resorption group and reality. The agreement between the medium-contrast image in the medium-resorption group and the high-resorption group and reality was 1. The agreement between the medium-contrast image in the medium-resorption group and reality was 0.7. The agreement between the first and second observers in the medium-contrast and medium-resorption groups was 0.7.

Conclusion

Based on the tests performed and the results obtained, for the first observer, specificity was high for all three complete

conditions and sensitivity was high for all three high contrasts and higher for medium contrasts. For the second observer, specificity was close to all three complete conditions and sensitivity was slightly higher in the high condition. Overall accuracy was close to all three high contrasts and for the second observer, and no statistically significant difference was reported between them. For the first observer, the overall accuracy of the medium contrast was slightly higher and no significant difference was observed between the two overall accuracies. Since no significant difference was observed between all three low, medium, and high contrasts, all three types of contrasts can be used in the diagnosis of external resorption of the apical region of the root, caused by proximity to an impacted tooth, depending on the observer's opinion.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Medical Ethics Committee of Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences under the code IR.AJUMS.REC.1399.263.

Funding

Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (U-00074).

Authors contributions

M.M conceived the manuscript and revised it. F.Gh, A.D and A.H did the statistical analysis, wrote the manuscript, and prepared tables and figures. All authors have read and approved the manuscript.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgements

This article is the result of the thesis entitled in the specialized doctoral course and code U-00074, which is supported by Deputy for Research, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (AJUMS).

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر تغییرات کنتراست در تشخیص تحلیل خارجی اپکس دندان‌های تک‌ریشه در
توموگرافی کامپیوتری اشعه‌ی مخروطی: یک مطالعه‌ی آزمایشگاهی

مرضیه مظهری¹، فتنه قربانی جوادپور²، آرش دباغی³، علی حبیبی کیا^{4*}، پوریا افتخاری⁵، امیردانیال پوراحمدیه⁶، مهدی صباغیان⁷، کامبخش اشتری⁸

1. گروه رادیولوژی، بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
2. استادیار، گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، بیمارستان امام خمینی، بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
3. استادیار، گروه اورولوژی، دانشکده پزشکی، بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
4. استادیار، گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی اهواز، اهواز، ایران.
5. دانشجوی دندانپزشکی عمومی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
6. رزیدنت جراحی فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
7. استادیار پاتولوژی رادیولوژی دهان، فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
8. دستیار تخصصی، گروه رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

Use your device to scan
and read the article online



Citation mazhari M, ghorbany javadpour F, Dabaghi A, Habibi Kia A, eftekhari P, Pourahmadiyah A D, Sabaghan M. [Investigating the Effect of Contrast Changes in the Detection of External Resorption of the Apex of Single-Rooted Teeth in Cone Beam Computed Tomography: An In Vitro Study(Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2025; 24(1):91-103. 10.32592/jsmj.24.1.91

doi <https://doi.org/10.32592/jsmj.24.1.91>

چکیده

زمینه و هدف دندان نهفته معمولاً باعث تحلیل ریشه‌ی دندان مجاور می‌شود. تشخیص زودهنگام این مسئله اغلب امری چالش‌برانگیز است. فیلترهای پردازش، جهت تسهیل تفسیر تصاویر برای اهداف تشخیصی یا درمانی به کار می‌روند. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر تغییرات کنتراست در تشخیص تحلیل خارجی ناحیه‌ی اپیکال ریشه در دندان‌های تک‌ریشه ناشی از مجاورت دندان نهفته در تصاویر CBCT است.

روش بررسی در این مطالعه‌ی آزمایشگاهی، 50 دندان تک‌ریشه‌ی سالم که همگی دندان لترال ماگزایلا بوده‌اند جمع‌آوری شدند. ابتدا دندان‌ها به عمق ۰/۵ میلی‌متر، سپس 1 میلی‌متر و در نهایت ۱/۵ میلی‌متر در ناحیه‌ی اپیکال ریشه، تراش داده شدند. تصاویر CBCT قبل و بعد از ایجاد تراش‌ها تهیه شدند. دو رادیولوژیست تصاویر با سه کنتراست کم، متوسط و زیاد را بررسی کردند. داده‌ها با استفاده از آزمون Kappa و MacNemar در نرم‌افزار SPSS آزموده شدند. صحت کلی با استفاده از آنالیزهای تحت منحنی Roc محاسبه شد.

یافته‌ها در هر دو مشاهده‌گر، موارد منفی واقعی در هر سه کنتراست تشخیص داده شده است. در موارد مثبت واقعی در هر دو مشاهده‌گر، حساسیت (P = ۰/۸۸۶) و اختصاصیت (P = 0/667) و صحت کلی (P = 0/7) در هر سه کنتراست کم، متوسط و زیاد، بالا است. تغییر کنتراست تفاوت معناداری برای تشخیص تحلیل توسط مشاهده‌گر ایجاد نکرد (P = ۰/۸۴۶).

نتیجه‌گیری با توجه به اینکه بین هر سه کنتراست کم، متوسط و زیاد اختلاف معناداری مشاهده نشد، از هر سه نوع کنتراست، براساس نظر مشاهده‌گر می‌توان برای تشخیص تحلیل خارجی ناحیه‌ی اپیکال ریشه، ناشی از مجاورت با دندان نهفته استفاده کرد.

کلیدواژه‌ها دندان نهفته، تحلیل خارجی ریشه، توموگرافی کامپیوتری اشعه‌ی مخروطی، کنتراست

تاریخ دریافت: 03 آبان 1400

تاریخ پذیرش: 24 مرداد 1403

تاریخ انتشار: 31 اردیبهشت 1404

نویسنده مسئول:

علی حبیبی کیا

نشانی: استادیار بخش رادیولوژی دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تلفن: 09026260011

رایانامه: Alihabibikia@yahoo.com

مقدمه

نواحی روشن و تیره در رادیوگرافی تعریف می‌شود؛ بنابراین، تصویری که هم نواحی روشن و هم نواحی تیره را نشان می‌دهد کنتراست بالا دارد. همچنین این تصویر short gray scale of contrast در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا سایه‌های خاکستری کمی بین نواحی تیره و روشن فیلم وجود دارد. یک تصویر رادیوگرافی که فقط از نواحی خاکستری روشن و خاکستری تیره تشکیل شده است کنتراست پایین دارد و به آن long gray scale of contrast نیز اطلاق می‌شود [15].

در مطالعات اخیر بر تحلیل خارجی و داخلی ریشه، تأثیر فاکتورهایی از جمله سایز voxel و نوع فیلتر به کاررفته در دستگاه‌های مختلف CBCT و قابلیت تشخیصی این فاکتورها از دید مشاهده‌گرها بررسی شده است [16-17]؛ اما مطالعات محدودی درباره‌ی تأثیر کنتراست بر تحلیل ریشه صورت گرفته است.

با در نظر گرفتن اهمیت تشخیص زودرس تحلیل خارجی ریشه در پروگنوز و طرح درمان، محدودیت تکنیک‌های داخل دهانی در کشف زودرس این ضایعات و با توجه به اینکه فیلترهای مختلف در پردازش تصاویر می‌توانند بر نتیجه‌ی تفسیر رادیوگرافیک و درنهایت بر طرح درمان مؤثر باشند، به علت ناکافی بودن مطالعات درباره‌ی تأثیر تغییرات کنتراست در CBCT، هدف این مطالعه، بررسی تحلیل خارجی ریشه در تصاویر کراس سکشنال با کنتراست کم، متوسط و زیاد است.

روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه از نوع In vitro (تجربی آزمایشگاهی) است که با شناسه‌ی اخلاق IR.AJUMS.REC.۱۳۹۹،۲۶۳ در دانشکده‌ی دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز انجام شده است.

جامعه مورد مطالعه

در این مطالعه 50 دندان کشیده‌شده‌ی سالم که همگی دندان‌های لترال و تک‌ریشه بوده‌اند، با روش نمونه‌گیری دردسترس جمع‌آوری شدند. معیارهای انتخاب این دندان‌ها نداشتن پوسیدگی مشخص، عدم ترمیم یا شکستگی بوده و دندان‌ها به علت مشکل پرپودنتال یا ارتودنسی کشیده شده بود. دندان‌ها پس از کشیده شدن، در ظروف نمونه‌گیری حاوی سرم فیزیولوژیک نگهداری و سپس استریل شدند.

گروه‌بندی‌ها در این مطالعه شامل 3 گروه با کنتراست کم ($n = 17$)، متوسط ($n = 16$) و زیاد ($n = 17$) بود. کنتراست کم شامل 66 درصد سایه‌های خاکستری، کنتراست متوسط شامل 56 درصد سایه‌های خاکستری و کنتراست زیاد شامل 16 درصد سایه‌های خاکستری با استفاده از نرم‌افزار

از مهم‌ترین نگرانی‌های نهفتگی، تحلیل خارجی دندان مجاور است و بیشتر، نهفتگی کانین‌ها موجب از دست رفتن دندان مجاور می‌شود. بدون شک تشخیص مناسب و به‌موقع نهفتگی دندان، روی استراتژی‌های درمانی و نتیجه نهایی تأثیر خواهد گذاشت [1]. تحلیل ریشه در دندان مجاور کانین نهفته ماگزایلا، معمولاً در یک سوم موارد اتفاق می‌افتد [2]. تحلیل ریشه‌ی دندان‌های اینسایزور ماگزایلا که در مجاورت دندان‌های کانین نهفته ماگزایلا واقع شده‌اند، بیشتر در ناحیه‌ی اپکس ریشه بوده و همچنین میزان تحلیل ریشه در تمامی سطوح کمتر از 2 میلی‌متر است [3]. عوامل پیش‌بینی‌کننده‌ی تحلیل خارجی در دندان اینسایزور جانبی مجاور کانین نهفته پالاتالی عبارت‌اند از: تماس دندان کانین نهفته با دندان مجاور، وجود دندان اینسایزور جانبی میخی‌شکل و اندازه‌ی فولیکول دندان نهفته [4]. در صورتی که تروما به دندان شیری باعث جابه‌جایی و انحراف جوانه‌ی دندان کانین دائمی و در نتیجه تحلیل ریشه‌ی دندان سانترال ماگزایلا شود، یکی از گزینه‌های درمان، خارج کردن دندان سانترال ماگزایلا و جایگزینی آن با دندان کانین نهفته است. درنهایت دندان کانین، با درمان ترمیمی از لحاظ مورفولوژی به شکل دندان سانترال می‌شود [5]. بروز تحلیل خارجی ریشه در مولرهای دوم، به‌طور قابل توجهی با میل مزایالی و عمق دندان مولر سوم نهفته و آبسه است [6].

تصویربرداری دوبعدی، رایج‌ترین روش تشخیصی کانین‌های ماگزایلاری نهفته است؛ اما برخی ضعف‌ها مثل خطاهای تابش و پیچیدگی ساختارهای ماگزایلویشیالی که روی پلنی دوبعدی تصویر شده‌اند، می‌تواند دقت و اعتبار رادیوگرافی‌های پانورامیک را کاهش و خطر تفسیر اشتباه را افزایش دهد [7-10]. همچنین، ارزش تشخیصی این تصاویر وابسته به سایز و محل ضایعه است، به‌طوری که ضایعات کوچک اپیکالی به‌سختی تشخیص داده می‌شوند [11].

اثبات شده است که CBCT نسبت به سایر روش‌های رادیوگرافیک برای به تصویر کشیدن ناحیه‌ی maxillofacial برتری دارد. به این صورت که موقعیت و پیچیدگی دندان‌های نابجا و نهفته از طریق این سیستم قابل تشخیص و پیگیری است [12-13].

ارزیابی زاویه‌ی بین محور طولی و همچنین سوپرایمپوزیشن دندان نهفته و دندان مجاور می‌تواند یکی از معیارهای تجویز CBCT برای تشخیص تحلیل خارجی ریشه دندان مجاور دندان نهفته باشد [14].

کنتراست رادیوگرافیک یک اصطلاح کلی برای توصیف محدوده‌ی دانسیته یک رادیوگرافی است. کنتراست، اختلاف در دانسیته‌های بین

تهیه تصاویر CBCT

جهت آنالیز آماری دیتاها از نرم‌افزار SPSS ویرایش 22 استفاده شد. ضمن محاسبه حساسیت، ویژگی و ارزش اخباری مثبت و منفی، از آزمون مربع کای نیز بهره برده شد. همچنین از آمار توصیفی نیز در این مطالعه استفاده شد.

یافته‌ها

تحلیل آماری مشاهده تصاویر با کنتراست کم با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی به ترتیب 66/67 درصد، 100 درصد و 83 درصد و در مشاهده‌گر دوم به ترتیب 60 درصد، 100 درصد و 80 درصد است. آزمون مک‌نمار نشان داد که در مشاهده‌گر اول و دوم بین روش تصویربرداری با کنتراست کم و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود دارد ($P < 0/05$). تفاوت بین تصویر کنتراست کم و واقعیت در مشاهده‌گر اول و دوم به ترتیب 0/667 و 0/6 است (شکل 1 و 2). توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در حالت کنتراست کم، 0/846 است.

تحلیل آماری مشاهده‌ی تصاویر با کنتراست متوسط، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی به ترتیب 76/67 درصد، 100 درصد و 88 درصد و در مشاهده‌گر دوم به ترتیب 63/33 درصد، 100 درصد و 82 درصد است. آزمون مک‌نمار نشان داد که در مشاهده‌گر اول و دوم بین روش تصویربرداری با کنتراست متوسط و واقعیت، تفاوت معنادار آماری وجود دارد ($P < 0/05$). توافق بین تصویر کنتراست متوسط و واقعیت در مشاهده‌گر اول و دوم به ترتیب 0/77 و 0/633 است (شکل 1 و 2). توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در حالت با کنتراست متوسط 0/85 است (آزمون کاپا).

تحلیل آماری مشاهده‌ی تصاویر کنتراست زیاد، با مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی به ترتیب 70 درصد، 100 درصد و 85 درصد و در مشاهده‌گر دوم 66/67 درصد، 100 درصد و 83 درصد است. آزمون مک‌نمار نشان داد که در مشاهده‌گر اول و دوم بین روش تصویربرداری در گروه کنتراست زیاد و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود دارد ($P < 0/05$). توافق بین تصویر کنتراست زیاد و واقعیت در مشاهده‌گر اول و دوم به ترتیب 0/7 و 0/667 است (شکل 1 و 2). توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در حالت با کنتراست زیاد 0/886 است.

برای مشاهده‌گر اول بیشترین صحت کلی مربوط به تصاویر با کنتراست متوسط و برای مشاهده‌گر دوم به تصاویر با کنتراست زیاد تعلق دارد (شکل 3). با توجه به آزمون‌های انجام شده و نتایج به دست آمده برای مشاهده‌گر اول اختصاصیت برای هر سه حالت کامل و حساسیت برای هر سه کنتراست بالا و برای کنتراست متوسط بالاتر بود، برای مشاهده‌گر دوم نیز

نمونه‌ها درون موم به صورتی مانع و ثابت شدند که تاج یک دندان نهفته در تماس نزدیک با ناحیه‌ی تراش خورده ریشه‌ی دندان مجاور قرار بگیرد. برای شبیه‌سازی PDL دندان‌ها تا ناحیه‌ی CEJ درون یک ظرف محتوی موم مذاب فرورده شده و به سرعت خارج شدند. همچنین برای شبیه‌سازی استخوان، دندان‌ها درون قالبی از جنس گچ و پودر آکریل با نسبتی برابر قرار گرفتند. در دندان‌های مانع شده، فاصله‌ی تاج دندان نهفته با ناحیه‌ی تراش خورده دندان‌های تحت مطالعه کمتر از 1 میلی‌متر (معیار در تماس بودن) در نظر گرفته شد. نمونه‌ها با دستگاه (CBCT 3D Technology, NewTom, Italy) اکسپوز شدند CBCT از ناحیه با ضخامت 0/5 میلی‌متر و فاصله‌ی 0/5 میلی‌متر تهیه شد و تصاویر کراس سکشنال از نمونه‌ها با کنتراست کم، متوسط و زیاد پردازش شد.

شبیه‌سازی تحلیل در دندان‌ها

برای بازسازی تحلیل کم به عمق 0/5 میلی‌متر (به قطر فرز روند یک دوم) در ناحیه‌ی آپیکال ریشه دندان‌ها تراش ایجاد شد و پس از مانع کردن، دندان‌ها به همان روش قبلی با دستگاه اکسپوز شده و این نمونه‌ها، گروه تحلیل کم در نظر گرفته شدند. سپس برای بازسازی تحلیل متوسط، عمق تراش دندان‌ها در ناحیه‌ی آپیکال ریشه به 1 میلی‌متر (قطر فرز روند یک) افزوده شده و دندان‌ها دوباره مانع و سپس اکسپوز شدند و این نمونه‌ها، گروه تحلیل متوسط در نظر گرفته شدند. در نهایت برای بازسازی تحلیل زیاد به عمق 1/5 میلی‌متر (به قطر فرز روند یک و نیم) در ناحیه‌ی آپیکال ریشه‌ی دندان‌ها تراش ایجاد شده و دندان‌ها مانع شدند و با دستگاه اکسپوز شده و این نمونه‌ها، گروه تحلیل زیاد در نظر گرفته شدند. ناحیه‌ای به صورت رندوم برای شبیه‌سازی تحلیل در قسمت آپیکال ریشه‌ی هر کدام از نمونه‌ها انتخاب شد.

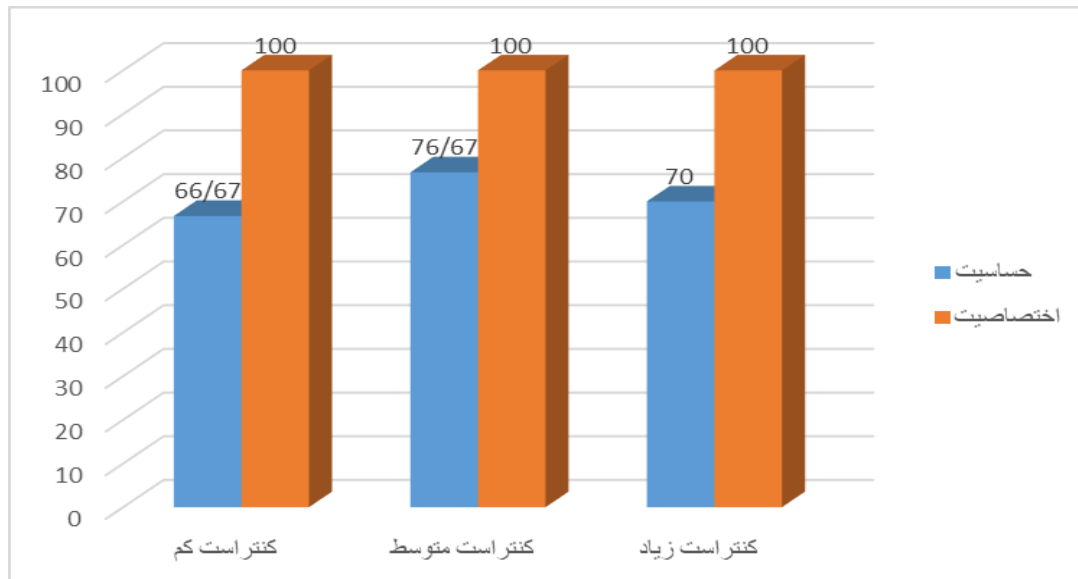
ارزیابی تصاویر

این تصاویر در دو جلسه به صورت جداگانه، با دو رادیولوژیست که از نحوه‌ی اجرای تحقیق مطلع بوده؛ ولی از وجود یا نبود تحلیل و محل آن اطلاعی نداشته‌اند، ارزیابی شدند. هر دو مشاهده‌گر، از یک مانیتور (Samsung, Model: S3 S24C310EAM, Korea) در یک اتاق بدون پنجره و نور کم و شرایط یکسان برای مشاهده تصاویر استفاده کردند. رادیوگرافی‌ها با کد نام‌گذاری شدند. مشاهده‌گرها با مشاهده‌ی تصاویر، وجود یا نبود تحلیل را گزارش دادند.

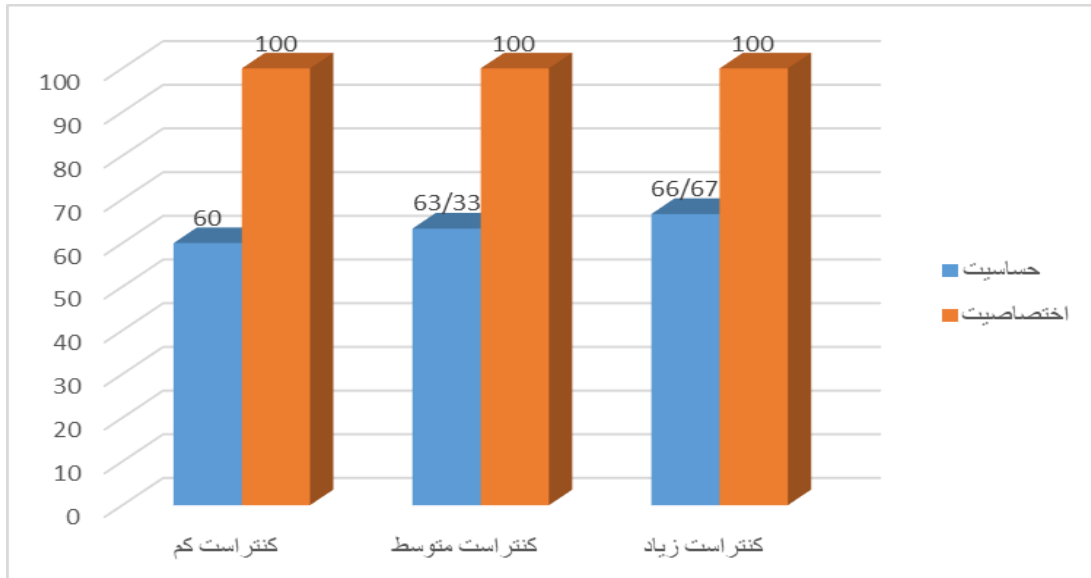
معنادار آماری وجود دارد ($P < 0/05$). توافق بین تصویر با کنتراست کم در گروه تحلیل کم و واقعیت 0/2 است (آزمون کاپا) (شکل ۴). برای مشاهده‌گر دوم در مشاهده‌ی تصاویر با کنتراست کم در گروه تحلیل کم، همهی تشخیص‌ها نادرست بود.

تحلیل آماری مشاهده‌ی تصاویر با کنتراست متوسط در گروه با تحلیل متوسط توسط مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، اختصاصیت و صحت کلی به ترتیب 100 درصد، 100 درصد و 100 درصد و در مشاهده‌گر دوم به ترتیب 70 درصد، 100 درصد و 85 درصد است. آزمون مک نمار نشان داد که در مشاهده‌گر اول و دوم بین روش تصویربرداری با کنتراست متوسط در گروه با تحلیل متوسط و واقعیت تفاوت معنادار آماری وجود ندارد ($P > 0/05$). توافق بین تصویر با کنتراست متوسط در گروه با تحلیل متوسط و گروه با تحلیل زیاد و واقعیت یک است (آزمون کاپا) توافق بین تصویر با کنتراست متوسط در گروه با تحلیل متوسط و واقعیت 0/7 است (آزمون کاپا) (شکل ۵ و ۶). توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در در کنتراست متوسط و گروه با تحلیل متوسط، 0/7 است (آزمون کاپا).

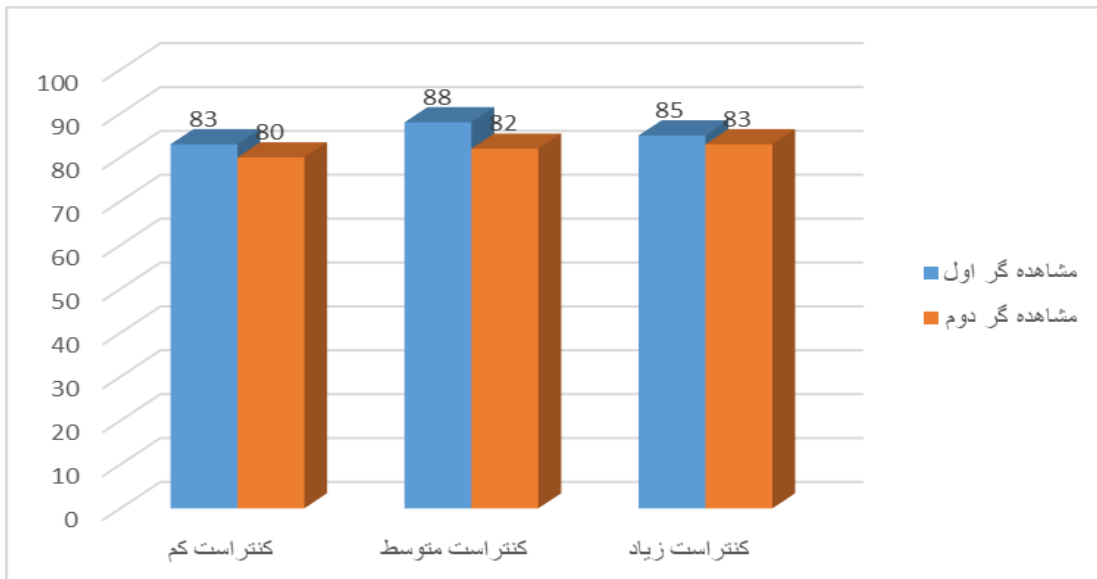
اختصاصیت برای هر سه حالت کامل و حساسیت در هر سه حالت نزدیک به هم مشاهده شد و در حالت زیاد کمی بالاتر بود. صحت کلی در هر سه کنتراست بالا و برای مشاهده‌گر دوم نزدیک به هم مشاهده شد و از نظر آماری اختلاف معناداری بین آن‌ها گزارش نشد. برای مشاهده‌گر اول، صحت کلی کنتراست متوسط کمی بالاتر بود و اختلاف معنادار بین دو صحت کلی مشاهده نشد. تحلیل آماری مشاهده‌ی تصاویر با کنتراست زیاد و کنتراست متوسط در گروه تحلیل کم با مشاهده‌گر اول و دوم نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب 30 درصد، 100 درصد و 65 درصد است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با کنتراست زیاد و کنتراست متوسط در گروه تحلیل کم و واقعیت، تفاوت معنادار آماری وجود دارد ($P < 0/05$). توافق بین تصویر با کنتراست زیاد در گروه تحلیل کم و کنتراست متوسط در گروه تحلیل کم و واقعیت 0/3 است (آزمون کاپا) (شکل 4). توافق بین مشاهده‌گر اول و دوم در کنتراست زیاد و متوسط در حالت تحلیل کم، 0/773 است (آزمون کاپا). تحلیل آماری مشاهده‌ی تصاویر با کنتراست کم در گروه تحلیل کم توسط مشاهده‌گر اول نشان داد که حساسیت، ویژگی و صحت کلی به ترتیب 20 درصد، 100 درصد و 60 درصد است. آزمون مک نمار نشان داد بین روش تصویربرداری با کنتراست کم در گروه تحلیل کم و واقعیت، تفاوت



شکل ۱. مقایسه‌ی اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر برای تشخیص تحلیل در مشاهده‌گر اول



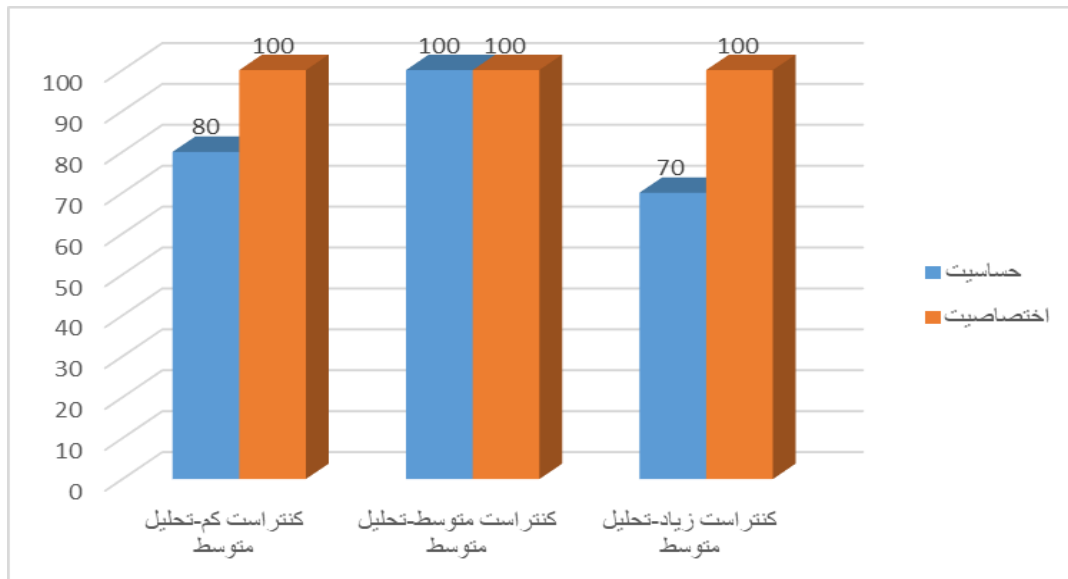
شکل ۲. مقایسه‌ی اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر برای تشخیص تحلیل در مشاهده‌گر دوم



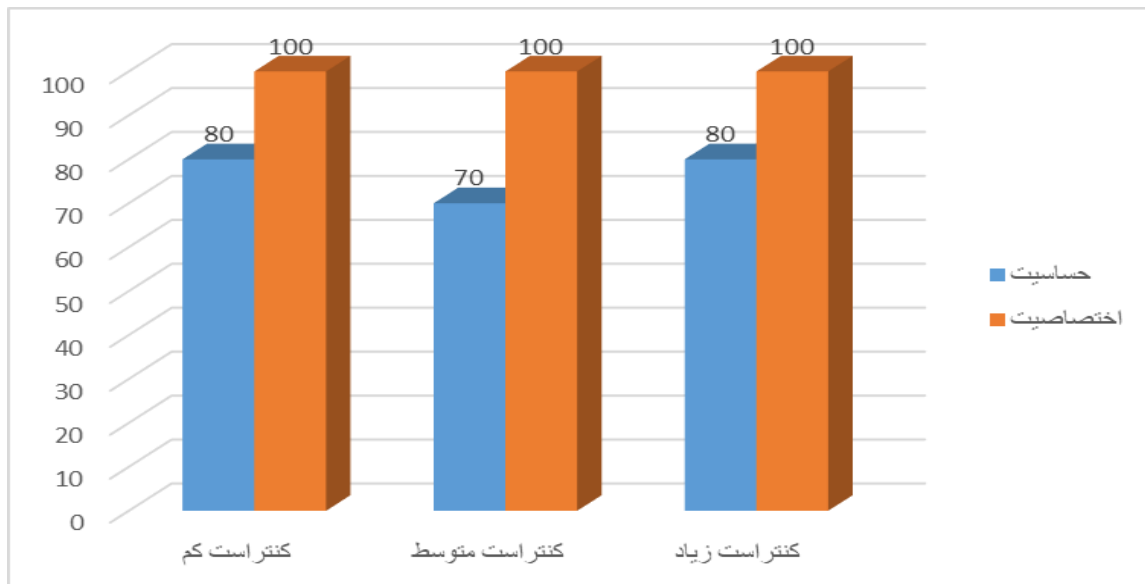
شکل ۳. مقایسه‌ی صحت کلی در روش‌های مختلف پردازش تصویر برای تشخیص تحلیل بین مشاهده‌گرها



شکل ۴. مقایسه‌ی اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در گروه با تحلیل کم برای تشخیص تحلیل در مشاهده‌گر اول



شکل ۵. مقایسه‌ی اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در گروه تحلیل متوسط برای تشخیص تحلیل در مشاهده‌گر اول



شکل ۶. مقایسه‌ی اختصاصیت و حساسیت در روش‌های مختلف پردازش تصویر در گروه تحلیل متوسط برای تشخیص تحلیل در مشاهده‌گر دوم

حساسیت و صحت کلی تصاویر نشان داد که تصاویر با کنتراست زیاد، عملکرد مطلوب‌تری برای تشخیص تحلیل خارجی ناشی از دندان‌های نهفته دارند و تصاویر ثبت‌شده با کنتراست متوسط و کم نیز به میزان کمتری در شناسایی تحلیل خارجی ناشی از دندان‌های نهفته به ما کمک می‌کنند [27]. یافته‌های حاصل از مطالعه‌ی کنونی بر تحلیل خارجی، اگرچه نشان داد که حساسیت و اختصاصیت و صحت کلی مربوط به هر سه روش کنتراست کم، کنتراست متوسط، کنتراست زیاد، بالا است؛ اما آنالیز اختلاف میان داده‌ها به صورت آماری معنادار نبود. مطالعه‌ی Madani و همکاران در سال 2016 بر مقایسه‌ی ارزش تشخیصی توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT) و رادیوگرافی پری‌آپیکال (PA) برای تشخیص تحلیل داخلی ریشه انجام شد. در این مطالعه 80 دندان تک‌ریشه با پالپ‌های قابل مشاهده در رادیوگرافی PA به صورت مزیدستیالی در امتداد صفحه تاج مطالعه شدند. ضایعات تحلیل داخلی در سه ناحیه (سرویکس، میانی و اپیکال) در دیواره‌ی لبی کانال‌ها در قطرهای مختلف ایجاد شد. رادیوگرافی PA و تصاویر CBCT از هر دندان گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان داد رادیوگرافی PA و CBCT، تفاوت آماری معناداری برای تشخیص ضایعات تحلیل داخلی در نواحی سرویکس، میانی و اپیکال نداشتند. نویسندگان پیشنهاد دادند، اگرچه CBCT از حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت و ارزش اخباری منفی بالاتری در مقایسه با رادیوگرافی معمولی برخوردار است، اما این تفاوت معنادار نبوده است [28]. با این حال، مطالعه‌ی Sharifi و همکاران در سال 2013 بر مقایسه‌ی دقت تشخیصی توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT) با رادیوگرافی پری‌آپیکال در تحلیل اولیه‌ی ریشه‌ی

بحث

تحلیل ریشه یک روند چندعاملی (فیزيولوژیک، پاتولوژیک و ایدیوپاتیک) است که منجر به تحلیل عاج، سمان یا استخوان آلوئول توسط فعالیت استئوکلاست‌ها می‌شود [18-21]. تحلیل ریشه می‌تواند گذرا یا پیش‌رونده باشد. تحلیل ریشه‌ی گذرا فرایندی خودمحدودشونده است و معمولاً از لحاظ بالینی و رادیوگرافی تشخیص داده نمی‌شود. تحلیل ریشه‌ی پیش‌رونده منجر به از دست دادن برگشت‌ناپذیر دندان می‌شود؛ بنابراین، نیاز به درمان و پیگیری دارد [22-23]. عوامل مختلفی از جمله دندان‌های نهفته در شروع ERR ها دخیل هستند [24-25]. تشخیص نادرست تحلیل ریشه می‌تواند منجر به مدیریت نامناسب، درمان بی‌اثر و حتی عوارض بالینی شود. از طرفی یک تشخیص دقیق، اساس یک درمان مناسب است که این‌ها در کنار هم اساس یک پیش‌آگهی مطلوب هستند؛ برای مثال تشخیص زود هنگام و دقیق ERR ها در طول درمان ارتودنسی برای شناسایی دندان‌های در معرض تحلیل شدید ضروری است [26]. مطالعه‌ی حبیبی‌کیا و همکاران در سال 2018 درباره‌ی بررسی تأثیر تغییرات کنتراست برای تشخیص تحلیل داخلی ریشه در دندان‌های تک‌ریشه در توموگرافی کامپیوتری اشعه‌ی مخروطی انجام شد. در این مطالعه تأثیر تغییرات کنتراست (زیاد، متوسط و کم)، برای تعیین تحلیل خارجی ناحیه‌ی طوق دندان‌ها در دندان‌های تک‌ریشه‌ی ناشی از مجاورت دندان نهفته در روش CBCT بررسی شد. در این مطالعه مقایسه‌ی اختصاصیت،

مشارکت نویسندگان

مرضیه مظهری: دستنویس را نگارش و آن را اصلاح کرد. فتانه قربانی جوادپور، آرش دباغی و علی حبیبی کیا: تجزیه و تحلیل آماری را انجام دادند، دستنویس را نوشتند و جداول و داده‌ها را تهیه کردند. همه‌ی نویسندگان مقاله را خوانده و تأیید کرده‌اند.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز است. بدین وسیله مراتب قدردانی خود و همکاران را اعلام می‌کنیم.

داخلی انجام شد. در این مطالعه، 60 دندان پرمولر تک‌ریشه‌ای مزیدستال به دو گروه 30 دندانی تقسیم شدند. گروه آزمایش با فرز گرد در ناحیه‌ی کروئال و آپیکال IRR مصنوعی قرار گرفتند. CBCT و رادیوگرافی پری‌آپیکال از همه‌ی دندان‌ها گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که CBCT نسبت به رادیوگرافی پری‌آپیکال دقت بیشتری برای تشخیص ضایعات تحلیل داخلی ریشه به‌ویژه در نواحی آپیکال دارد [29]. در این‌باره نشان داده شده است که عواملی مانند اندازه، وکسل و نوع فیلتر مورد استفاده در دستگاه‌های مختلف CBCT با توجه به قابلیت تشخیصی آن‌ها تأثیرگذار هستند. در مطالعه‌ای که دقت تشخیصی تصاویر CBCT را در وضوح‌های وکسل مختلف برای تشخیص تحلیل داخلی مقایسه کرد، نشان داد که در وضوح‌های بالا این دو دستگاه به‌طور مشابه عمل می‌کنند و کارایی آن‌ها با وضوح پایین، بیشتر است [30]. همچنین کارایی CBCT در مطالعه‌ی مشابه دیگری با هدف مقایسه‌ی دستگاه‌هایی مانند CBCT و رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی برای تشخیص شکستگی عمودی ریشه بررسی و مشخص شد که در وضوح بالاتر، هر دو دستگاه در مقایسه با وضوح کمتر و رادیوگرافی دیجیتال داخل دهانی کارایی بالاتری داشتند [31]. این نتایج با تحقیق مشابهی که بر تحلیل داخلی و خارجی تشکیل‌شده در نواحی گردنی ریشه انجام شده بود، مطابقت داشت [32].

از محدودیت‌های این مطالعه می‌توان به ایجاد مصنوعی یک حفره به‌صورت گرد و با حدود مشخص توسط فرز اشاره کرد که به‌طور کامل ویژگی ضایعات فیزیولوژیک را ندارند. همچنین به‌علت ماهیت آزمایشگاهی این تحقیق، سوپرایمپوزیشن آناتومیک موجود نبود. از جنبه‌های بارزش این تحقیق می‌توان به کاربرد و بررسی تأثیر درجات مختلف کنتراست در نرم‌افزار NNT در شناسایی تحلیل‌های خارجی ریشه اشاره کرد.

نتیجه‌گیری

در مطالعه‌ی حاضر با توجه به اینکه بین هر سه کنتراست کم، متوسط و زیاد اختلاف معناداری مشاهده نشد، از هر سه نوع کنتراست براساس نظر مشاهده‌گر می‌توان برای تشخیص تحلیل خارجی ناحیه‌ی آپیکال ریشه، ناشی از مجاورت با دندان نهفته استفاده کرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

کمیته‌ی اخلاق مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز (کد اخلاق IR.AJUMS.REC. ۱۳۹۹,269)

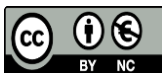
حامی مالی

دانشگاه علوم پزشکی جندی‌شاپور اهواز (کد (U-00074).

References

- [1] Stivaros N, Mandall NA. Radiographic factors affecting the management of impacted upper permanent canines. *Journal of Orthodontics*. 2000 Jun;27(2):169-73. [[10.1093/ortho/27.2.169](https://doi.org/10.1093/ortho/27.2.169)] [PMID]
- [2] Ali IH, Al-Turaihi BA, Mohammed LK, Alam MK. Root resorption of teeth adjacent to untreated impacted maxillary canines: a CBCT study. *BioMed Research International*. 2021;2021(1):6635575. [[10.1155/2021/6635575](https://doi.org/10.1155/2021/6635575)] [PMID]
- [3] Arriola-Guillén LE, Rodríguez-Cárdenas YA, Ruíz-Mora GA, Aliaga-Del Castillo A, Schilling J, Dias-Da Silveira HL. Three-dimensional evaluation of the root resorption of maxillary incisors after the orthodontic traction of bicortically impacted canines. *Progress in Orthodontics*. 2019 Dec;20:1-9. [[10.1186/s40510-019-0267-z](https://doi.org/10.1186/s40510-019-0267-z)] [PMID]
- [4] Alemam AA, Alhaja ES, Mortaja K, AlTawachi A. Incisor root resorption associated with palatally displaced maxillary canines: Analysis and prediction using discriminant function analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020 Jan 1;157(1):80-90. [[10.1016/j.ajodo.2019.08.008](https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.08.008)] [PMID]
- [5] Maspero C, Fama A, Galbiati G, Giannini L, Kairyte L, Bartorelli L, Farronato M. Maxillary central incisor root resorption due to canine impaction after trauma. is the canine substitution for maxillary incisors a suitable treatment option? two case reports. *Stomatologija*. 2018 Jan 1;20(3):102-8. [PMID]
- [6] Smailienė D, Trakinienė G, Beinorienė A, Tutlienė U. Relationship between the position of impacted third molars and external root resorption of adjacent second molars: a retrospective CBCT study. *Medicina*. 2019 Jun 24;55(6):305. [[10.3390/medicina55060305](https://doi.org/10.3390/medicina55060305)] [PMID]
- [7] Mason C, Papadakou P, Roberts GJ. The radiographic localization of impacted maxillary canines: a comparison of methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2001 Feb 1;23(1):25-34. [[10.1093/ejo/23.1.25](https://doi.org/10.1093/ejo/23.1.25)] [PMID]
- [8] Hajeer MY, Al-Homsi HK, Murad RM. Evaluation of the diagnostic accuracy of CBCT-based interpretations of maxillary impacted canines compared to those of conventional radiography: An in vitro study. *International Orthodontics*. 2022 Jun 1;20(2):100639. [[10.1016/j.ortho.2022.100639](https://doi.org/10.1016/j.ortho.2022.100639)] [PMID]
- [9] Alqerban A, Jacobs R, Fieuws S, Willems G. Comparison of two cone beam computed tomographic systems versus panoramic imaging for localization of impacted maxillary canines and detection of root resorption. *The European Journal of Orthodontics*. 2011 Feb 1;33(1):93-102. [[10.1093/ejo/cjq034](https://doi.org/10.1093/ejo/cjq034)] [PMID]
- [10] Kinnari Shah BD, Bharvi Jani BD. Comparison Of The Accuracy Of Two Dimensional Radiographic Method With Cone Beam Computed Tomography In Assessment Of The Direction Of Impacted Maxillary Canine-A Radiographic Study. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 2022 Apr 1:2446-56.
- [11] Cotti E, Schirru E. Present status and future directions: Imaging techniques for the detection of periapical lesions. *International Endodontic Journal*. 2022 Oct;55:1085-99. [[10.1111/iej.13828](https://doi.org/10.1111/iej.13828)] [PMID]
- [12] Bardhoshi M. Surgical-Orthodontic Treatment of Impacted Teeth. *InBOOK OF PROCEEDINGS 2021 Dec 10 (p. 137)*.
- [13] Mazhari M, Habibikia A, Badfar A, Sabaghian M, Dabbaghi A, Javadpour FG. Evaluation the effect of image sharpening filter on diagnosis of external root resorption in apical portion induced by impacted tooth using cone beam computed tomography. *Journal of Dental Medicine*. 2022 Jan 1;35:84-96.
- [14] Guarnieri R, Vernucci R, Cavalini C, Vichi M, Leonardi R, Barbato E. Impacted maxillary canines and root resorption of adjacent teeth: A retrospective observational study. *Oral Surgery*. 2016 Nov;21(6):e743-50. [[10.4317/medoral.21337](https://doi.org/10.4317/medoral.21337)] [PMID]
- [15] Mallya S, Lam E. *White and Pharoah's oral radiology: principles and interpretation*. Elsevier Health Sciences; 2018 Sep 12.
- [16] Cetmili H, Tassoker M, Sener S. Comparison of cone-beam computed tomography with bitewing radiography for detection of periodontal bone loss and assessment of effects of different voxel resolutions: an in vitro study. *Oral Radiology*. 2019 May 15;35:177-83. [[10.1007/s11282-018-0336-x](https://doi.org/10.1007/s11282-018-0336-x)] [PMID]
- [17] Bastos JV, Queiroz VH, Felício DB, Ferreira DA, Brasileiro CB, Abdo EN, Amaral TM. Imaging diagnosis of external root resorption in replanted permanent teeth. *Brazilian Oral Research*. 2020 Jul 15;34:e067. [[10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0067](https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0067)] [PMID]
- [18] Alassiry A. Comparative Evaluation of Orthodontically-Induced Root Resorption Using Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Orthopantomogram (OPG) During En-Masse Retraction of Maxillary Anterior Teeth. *Cureus*. 2022 Nov;14(11). [[10.7759/cureus.31219](https://doi.org/10.7759/cureus.31219)] [PMID]
- [19] Shams N, Habibikia A, Razavi M, Ebrahimi Jahromi V, Mousavi SE, Sabbaghian M. Evaluation the effect of reverse contrast image processing filter on diagnosis of impacted tooth-induced external root resorption, middle portion in cone beam computed tomography, an ex-vivo study. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024 Jan 21;22(6):710-23.
- [20] Dabbaghi A, Sharifi S, Esmaeili M. Accuracy of High-and Low-Resolution Cone-Beam Computed Tomographic Scans in the Detection of Impacted Tooth-Induced External Root Resorption: An Ex-Vivo Study. *Frontiers in dentistry*. 2019 Nov;16(6):429. [[10.18502/fid.v16i6.3442](https://doi.org/10.18502/fid.v16i6.3442)] [PMID]
- [21] Alqerban A, Almanea A, Alkanhal A, Aljarbou F, Almassen M, Fieuws S, Willems G. Impact of orthodontic treatment on the integrity of endodontically treated teeth. *European Journal of Orthodontics*. 2019 May 24;41(3):238-43. [[10.1093/ejo/cjy049](https://doi.org/10.1093/ejo/cjy049)] [PMID]
- [22] Galler KM, Grätz EM, Widbillier M, Buchalla W, Knüttel H. Pathophysiological mechanisms of root resorption after dental trauma: a systematic scoping review. *BMC Oral Health*. 2021 Dec;21:1-4. [[10.1186/s12903-021-01510-6](https://doi.org/10.1186/s12903-021-01510-6)] [PMID]
- [23] Neo HL, Watt EN, Acharya P. Molar-incisor malformation: A case report and clinical considerations. *Journal of Orthodontics*. 2019 Dec;46(4):343-8. [[10.1177/1465312519875973](https://doi.org/10.1177/1465312519875973)] [PMID]
- [24] Dabbaghi A, Sharifi S, Esmaeili M. Accuracy of High-and Low-Resolution Cone-Beam Computed Tomographic Scans in the Detection of Impacted Tooth-Induced External Root Resorption: An Ex-Vivo Study. *Frontiers in dentistry*. 2019 Nov;16(6):429. [[10.18502/fid.v16i6.3442](https://doi.org/10.18502/fid.v16i6.3442)] [PMID]
- [25] Rafflenbeul F, Gros CI, Lefebvre F, Bahi-Gross S, Maizeray R, Bolender Y. Prevalence and risk factors of root resorption of

- adjacent teeth in maxillary canine impaction, among untreated children and adolescents. *European Journal of Orthodontics*. 2019 Sep 21;41(5):447-53. [[10.1093/ejo/cjy078](https://doi.org/10.1093/ejo/cjy078)] [PMID]
- [26] Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography—an in vivo investigation. *International endodontic journal*. 2009;42(9):831-8. [[10.1111/j.1365-2591.2009.01592.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01592.x)] [PMID]
- [27] Habibikia A, Dabaghi A, Hejazi SV. Evaluation of the efficacy of contrast alteration for detecting impacted tooth-induced external root resorption, cervical portion of single root teeth in cone beam computed tomography, an ex vivo study [dissertation]. Ahwaz: Jondishapur University of Medical Sciences;2018.
- [28] Madani Z, Moudi E, Bijani A, Mahmoudi E. Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in internal root resorption. *Iranian endodontic journal*. 2016;11(1):51. [[10.7508/iej.2016.01.010](https://doi.org/10.7508/iej.2016.01.010)] [PMID]
- [29] Sharifi S, Maserat V, Safar Far A, Shah Siah S, Kavosi MA, Pur Mehdi M, Mosaferi H, Mohagheghi SA. comparison of diagnostic accuracy of cone beam computed tomography (CBCT) images and periapical radiography in internal root resorption lesions. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2013 Jul 23;12(3):253-61.
- [30] Kamburoğlu KI, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *International endodontic journal*. 2010 Sep;43(9):798-807. [[10.1111/j.1365-2591.2010.01749.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01749.x)] [PMID]
- [31] Kamburoğlu K, Murat S, Yüksel SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2010 Feb 1;109(2):e74-81. [[10.1016/j.tripleo.2009.09.005](https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2009.09.005)] [PMID]
- [32] Kamburoğlu K, Kurşun Ş, Yüksel S, Öztaş B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical root resorption. *Journal of endodontics*. 2011 Feb 1;37(2):168-75. [[10.1016/j.joen.2010.11.002](https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.11.002)] [PMID]



©2025 by the authors. Licensee AJUMS, Ahwaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).