



CORRESPONDENCIA

Hugo Leoncio Rosas
Cisneros
hrosas56@hotmail.com.

Recibido: 09/05/2018

Aprobado: 20/05/2018

Citar como: Rosas HA, Rosas HL. Diagnóstico de fracturas verticales en raíces de dientes posteriores vitales y tratados endodónticamente, basados en parámetros tomográficos radiológicos y clínicos: revisión sistemática. *Rev Sal And.* 2018; 1(1):8 - 16

Diagnóstico de fracturas verticales en raíces de dientes posteriores vitales y tratados endodónticamente, basados en parámetros tomográficos radiológicos y clínicos: revisión sistemática.

Diagnosis of vertical root fractures in endodontically and nonendodontically treated posterior teeth, based in clinical, radiologic and tomographic parameters: a systematic review

Hugo Anthony Rosas Rozas.^{1,a}, Hugo Leoncio Rosas Cisneros^{2,b}.

1. Universidad Católica de Santa María. Perú
2. Clínica Estomatológica "Luis Vallejo Santoni", Universidad Andina del Cusco. Perú
 - a. Cirujano Dentista especialista en endodoncia
 - b. Magister en Estomatología

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo realizar una búsqueda sistemática y evaluación de la literatura existente en el diagnóstico de síntomas clínicos, índices radiográficos y tomográficos de fracturas radiculares verticales en dientes posteriores vitales y tratados endodónticamente. Se realizó una búsqueda bibliográfica y un criterio de inclusión estricta en las bases de datos de Pubmed y Scielo (español y portugués), desde el año 1980 hasta 2016 se identificaron los estudios clínicos, radiográficos y tomográficos relevantes que evaluaron el diagnóstico de fracturas verticales en dientes posteriores. Fueron encontrados 730 artículos, luego de descartarse algunos de estos estudios, se seleccionaron 50, y ninguno de estos artículos alcanzó los criterios de inclusión para realizar una revisión completa del artículo. Con base en los resultados de esta revisión sistemática, no hay evidencia sustancial para un diagnóstico preciso de los dientes vitales y tratados endodónticamente.

PALABRAS CLAVES: *Revisión sistemática, síndrome de diente fisurado, fractura de diente, diente endodónticamente tratado*

Abstract

The objective of this study was to carry out a systematic search and evaluation of existing literature in the diagnosis of clinical symptoms, radiographic and tomographic indexes of vertical root fractures in vital posterior teeth and endodontically treated teeth. A bibliographic search and strict inclusion criteria were carried out in the Pubmed and Scielo databases (Spanish and Portuguese), from 1980 to 2016 we found 730 studies that evaluated the diagnosis of vertical fractures in posterior teeth, the articles found describe clinical, radiographic and tomographic studies. After discarding some of the studies, 50 were selected, and none of these articles met the inclusion criteria for a complete review of the article. Based on the results of this systematic review, there is no substantial evidence for an accurate diagnosis of vital and endodontically treated teeth.

Keywords: *Systematic review, cracked teeth, vertical root fracture, endodontically-treated teeth.*

Introducción

La fractura de raíz vertical (FVR) se ha denominado como una complicación dental, que se manifiesta con una fractura paralela al eje axial de la pieza dental, el cual puede conducir a la pérdida del órgano dental si no es diagnosticado en una etapa temprana [1] [2]. La

FVR es probablemente desencadenada por fuerzas de oclusión excesivas, hábitos alimenticios, materiales de restauración inadecuados y formación de microgrietas dentinales durante un procedimiento de endodoncia [3]

[4] [5]. En resumen, factores relacionados con el paciente y factores iatrogénicos [6].

Los estudios epidemiológicos en dientes vitales han demostrado que los individuos entre 40 y 60 años son los más comúnmente afectados por FVR, en molares maxilares y molares mandibulares [7]. En cuanto a los dientes tratados endodónticamente, se informó que la prevalencia fue del 11% al 20% en dientes endodónticamente extraídos [8], típicamente diagnosticados en el rango de edad de 45-60 años, en premolares superiores y primeros molares inferiores [1] [2] (9).

Aunque las evaluaciones radiográficas y tomográficas son útiles para la práctica dental, el diagnóstico de una FVR sigue siendo difícil, debido a que posee signos y síntomas similares con otras patologías dentales (10) (11) (12) (13) (14) (15). Por lo tanto, puede ser útil tener en cuenta las funciones biomecánicas inherentes a los dientes posteriores, para resolver estos problemas.

El concepto de oclusión mutuamente protegido (16) es un parámetro importante para lograr un diagnóstico preciso y una planificación del tratamiento en todas las especialidades dentales. Este concepto muestra la función biomecánica inherente a los dientes anteriores y posteriores por separado, constituyendo una protección sinérgica contra el trauma que puede comprometer su integridad. Por esta razón, la FVR en los dientes posteriores podría centrarse con un punto de vista diferente, con el objetivo de mantener el diente durante mucho tiempo en la boca.

La aplicación de la odontología basada en evidencia, compilando la mayor cantidad clínica disponible para establecer un diagnóstico, puede reducir errores en la práctica clínica, basados en investigaciones clínicas y revisiones sistemáticas que constituyen la evidencia básica para la práctica clínica en odontología (17) (18).

El objetivo de este estudio fue buscar y evaluar sistemáticamente la literatura científica sobre la precisión diagnóstica de los síntomas clínicos, los índices radiográficos y tomográficos para el diagnóstico de FVR en dientes posteriores vitales y tratados endodónticamente.

MATERIALES Y MÉTODOS:

La búsqueda de artículos científicos se realizó en diciembre del año 2016. Esta revisión se llevó a cabo siguiendo el diagrama de 4 pasos presentado en ARTÍCULOS DE INFORMES PREFERIDOS PARA REVISIONES SISTEMÁTICAS Y META-ANÁLISIS - PRISMA (19), donde la consulta de búsqueda fue adaptada de la tabla "PICO".

¿Cómo diagnosticar una fractura de raíz vertical en los dientes posteriores?

Se utilizaron dos fuentes de información electrónica: PUBMED (inglés) y SCIELO (PORTUGUÉS y ESPAÑOL), búsqueda de literatura gris, opinión de médicos especializados, según lo recomendado por AMSTAR (20) (21).

Criterios para considerar estudios

Esta revisión incluye estudios consistentes con las siguientes definiciones: fractura de raíz vertical completa o incompleta, informes de casos clínicos, revisiones sistemáticas y de literatura, estudios in vivo, estudios en dientes vitales y tratados endodónticamente.

Para considerar los estudios clínicos, se deben incluir pacientes con fractura vertical confirmada en un procedimiento clínico exploratorio, después de la extracción dental, o claramente identificados en estudios radiográficos o tomográficos, de acuerdo con las normas para el diagnóstico del manual Cochrane (22).

Método de búsqueda:

Se realizaron búsquedas en las siguientes bases de datos electrónicas: PUBMED

(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) Palabras clave: Vertical root fracture; Posterior tooth vertical fracture; Guidelines vertical root fracture; Detection vertical root fracture; Vertical molar fracture; Premolar vertical fracture. Aplicando los límites en estudios "humanos" en los años 1980 a 2016. SCIELO (<http://www.scielo.org>) (Español) Palabras clave: fractura radicular vertical; Fractura vertical diente posterior; Guía fractura vertical; Diagnóstico fractura vertical; Fractura vertical molar; Fractura vertical premolar. Aplicando los mismos límites de año. La búsqueda también se realizó en portugués con las siguientes palabras clave: Fractura vertical radicular; Fractura vertical do dente posterior; Diagnóstico de fractura vertical; Fractura vertical molar; Fractura vertical premolar.

Colección y análisis:

Los estudios se seleccionaron en base al título y al resumen, y antes de llevar a cabo la revisión completa de los estudios, pasaron por 4 etapas de acuerdo con los siguientes criterios:

- 1 SELECCIÓN: Estudios de fracturas verticales.
- 2 SELECCIÓN: Estudios concernientes al diagnóstico o detección de fracturas verticales.
- 3 SELECCIÓN: Estudios sobre fracturas verticales en dientes posteriores.
- 4 SELECCIÓN: Estudios in vivo.

Los artículos que excedieron estos 4 pasos se imprimieron para la revisión completa de los mismos.

Extracción de datos y análisis:

Los datos debían ser seleccionados y extraídos por dos revisores de forma independiente. En caso de desacuerdo, los observadores realizaron una evaluación para llegar a un acuerdo. Para cada estudio, se extrajeron los siguientes parámetros metodológicos: Autor y fecha de publicación, objetivo, tamaño de muestra, diseño del estudio, tipo de referencia, método de evaluación que incluye la presencia de múltiples evaluadores, calibración de evaluadores, aleatorización, evaluación ciega, homogeneidad de la muestra, análisis estadístico, financiamiento.

Calidad metodológica, síntesis de datos y análisis:

La evaluación de la calidad metodológica de los estudios incluidos se planificó siguiendo las recomendaciones del Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de la Exactitud de la Prueba Diagnóstica (18) (22) (23). Se aplicó un criterio de inclusión para todos los estudios (tabla 1).

Tabla 1: criterios de inclusión de los estudios en la revisión sistemática.

INCLUSION CRITERIA

Articles that make reference to the diagnosis of vertical fractures.

Studies on teeth with canal treatment and without canal treatment.

Studies on posterior teeth (premolars and molars).

Studies between the years 1980 and 2016.

Invivo studies.

Tomographic studies.

Radiographic studies.

RESULTADOS

En total, la búsqueda en la base de datos PUBMED (inglés) y SCIELO (español y portugués) resultó en 740 publicaciones. Luego, se realizó una clasificación en 4 pasos donde después de la eliminación de los artículos repetidos, el número de artículos fue un total de 50 artículos (3,24-72) que se sometieron a la prueba de acuerdo con los criterios de inclusión. Cada uno de ellos fue impreso para su revisión parcial. 1 estudio se refirió a problemas médicos legales en fracturas endodónticas verticales, 21 informes de casos clínicos, 1 estudio de incidencia de fractura vertical demográfica, 1 estudio de

muestras de animales in vivo, 12 estudios de muestras humanas in vivo, 11 estudios de revisión de la literatura y 3 estudios de revisión sistemática.

Ningún artículo fue enviado a una revisión completa, porque ninguno cumplió con los criterios de inclusión requeridos para este estudio. El análisis metodológico de calidad, análisis y extracción de datos no se llevó a cabo. En consecuencia, no es posible encontrar pruebas suficientes para establecer un criterio de diagnóstico diferencial para las fracturas de raíz verticales en los dientes posteriores tratados endodónticamente y sin tratamiento.

DISCUSIÓN

Muchos investigadores han estudiado las manifestaciones clínicas y radiográficas de FVR (1) (14) (8) (73). Sin embargo, la definición y los métodos de diagnóstico son variados, lo que lleva a conceptos confusos (1) (74) (14) (75) (3).

El objetivo de la presente revisión fue realizar una búsqueda y evaluación sistemáticas de la literatura disponible sobre el diagnóstico de fracturas radicales verticales, en dientes posteriores tratados endodónticamente y no quirúrgicamente, sobre la base de indicadores clínicos, radiográficos y tomográficos.

Dentro de los objetivos de una revisión sistemática es utilizar un enfoque sistemático y una metodología replicable para revisar y sintetizar la evidencia científica, con el objetivo de minimizar el sesgo, abordar directamente la evidencia científica, evaluar la calidad de los estudios incluidos, identificar la literatura más relevante (76) (77) (78) (47) (78).

Se recomienda optimizar la búsqueda bibliográfica en bases de datos electrónicas con otros métodos (manuales, estudios relevantes en libros y consultas con clínicos experimentados) y revisar fuentes bibliográficas publicadas en diferentes idiomas (21) (19) (78).

Para este estudio, la búsqueda de literatura se realizó en varias bases de datos electrónicas, y la investigación manual de artículos en diferentes revistas científicas especializadas, revisiones de literatura, tomando como fuentes de referencia publicadas en tres idiomas. Basado en títulos y resúmenes se consideraron 50 artículos.

Para superar la heterogeneidad de la información, se aplicaron criterios de inclusión estrictos para identificar los estudios pertinentes. Además, es crucial que los estudios en cuestión sean compatibles con los criterios de

inclusión, para que se evalúen por su calidad metodológica y determinar la exactitud de la evidencia científica (21) (18)

En el presente estudio, ningún artículo alcanzó los criterios de inclusión de esta revisión sistemática. En consecuencia, la etapa de evaluación de la calidad metodológica no se llevó a cabo.

La capacidad de evaluar la precisión diagnóstica, la utilidad clínica, radiográfica y tomográfica para el diagnóstico de FVR depende de la disponibilidad y validez de los estándares de referencia. Los estudios fueron cuidadosamente seleccionados y evaluados de acuerdo con estos referentes (21) (79).

Etiología:

La FVR es una complicación dental, que se manifiesta con una fractura paralela al eje largo de un diente endodónticamente o no endodóntico (72) (31). Estadísticamente, los pacientes mayores de 40 años son los más afectados. La prevalencia en los dientes con tratamiento de conducto es del 11% -20% (43) (48) (8) Sin embargo, la estadística actual de esta complicación es desconocida en los dientes posteriores.

En los dientes desvitalizados, la FVR es la tercera razón más común para la extracción de dientes. La prevalencia de género no tiene una tendencia clara para hombres o mujeres, según varios estudios (80) (73) (81).

La etiología es multifactorial: microfisuras dentro de la raíz extendidas a la superficie externa de la raíz (82), grietas iniciadas en la porción apical y coronal por fuerzas de oclusión (83) (74). Estos dos tipos de microgrietas se han investigado como una de las principales causas de fracturas de raíz verticales en los dientes desvitalizados, y serán causados por el odontólogo (84) (85).

Los factores que podrían relacionarse con la terapia endodóntica son la instrumentación apical excesiva, la eliminación innecesaria de la estructura dentinaria, la fuerza excesiva en la condensación lateral, la expansión de la corrosión por retención intraradicular y las restauraciones intraradiculares insatisfactorias (4) (83).

Además, algunos autores encuentran que el uso de limas rotatorias tienen el potencial de inducir el desarrollo de microgrietas (86) (83). Sin embargo, las limas tratadas térmicamente han mostrado menos formación de grietas, atribuyeron estos resultados a su alta flexibilidad (82). Por otro lado, algunos estudios muestran que la asociación de un mayor torque de las limas rotatorias tiene el potencial de generar microgrietas en el interior

del conducto radicular (87), igualmente que el empleo de un movimiento recíproco (88) (89). Algunos estudios tomográficos mostraron una ausencia de grietas después del movimiento rotatorio convencional, la instrumentación recíproca y manual (90).

Las diferentes sustancias químicas mejoradas con la irrigación pasiva ultrasónica, pueden alterar algunas propiedades de la dentina, induciendo una erosión de la superficie interna de la raíz. Este daño altera las propiedades químicas de la dentina, así como el módulo de elasticidad, microdureza, contenido mineral y rugosidad (91) (92). Esta erosión también es causada por los sistemas de riego de movimiento alterno (93) todos estos fenómenos predisponen a fracturas de dientes con tratamiento de canal (94) (95) (96).

La remoción de las limas fracturadas reduce la resistencia mecánica de los dientes tratados endodónticamente. Sin embargo, algunos estudios muestran que la eliminación de las limas fracturadas en los tercios medio y coronal no implica un daño tisular grande, a diferencia de cuando se elimina una lima fracturada en el tercio apical, una gran cantidad de dentina radicular es una pérdida en estos casos (97).

Después de la terapia endodóntica, algunos factores predisponentes para FVR deben tenerse en cuenta (98). Por ejemplo, una revisión sistemática reciente informa que la presencia de un implante dental adyacente es un factor que predispone a la aparición de una FVR, debido a la sobrecarga de oclusión sufrida por los dientes adyacentes al implante (54), asociado con la disminución de la capacidad de propiocepción contra las fuerzas de oclusión excesivas (99).

La FRV en dientes vitales no es común, pero se diagnostica principalmente en los primeros molares mandibulares de individuos chinos (69) (34, 42,70).

Las fuerzas de mordida pueden crear fracturas de esmalte, que pueden extenderse al tejido de la dentina (100) (101) (102). En consecuencia, los parámetros masticatorios pueden ser determinantes en el diagnóstico de FVR (103) (104).

Recientemente, algunos hábitos orales y alimenticios se han relacionado con FRV en pacientes chinos: comer alimentos gruesos, masticar objetos duros, masticación unilateral y hábitos alimenticios de ciclismo térmico constituyen factores de riesgo importantes en la etiología de FRV. De los 4 factores mencionados anteriormente, el hábito de comer en bicicleta térmica es determinante, ya

que induce cambios en la resistencia estructural y manifiesta grietas en el tejido del esmalte (6).

Manifestaciones clínicas:

Dientes vitales:

Los principales signos clínicos en los dientes vitales son un aumento del dolor después de la liberación de la presión cuando se comen alimentos fibrosos (105), una historia de malestar hace varios meses en el área afectada del diente (74), dolor inducido por el consumo de azúcar que contienen alimentos (106), o durante los movimientos mandibulares excursivos (107). Sin embargo, estos síntomas están asociados con la forma y profundidad de la fractura (75). A veces, la presencia de enfermedad periodontal asociada con un surco de desarrollo profundo puede confundirse con una FRV.

Usualmente, FVR ocurre en la dirección paralela a las fuerzas oclusales. Por lo tanto, las FVR asociadas con una restauración grande son más superficiales y pueden producir menos síntomas. En presencia de pequeñas restauraciones dentales, tienden a ser más profundas y más cercanas a la pulpa (108). Algunos estudios que señalan las restauraciones de amalgama como un factor contribuyente en la aparición de esta complicación, debido al alto módulo de elasticidad en comparación con los tejidos dentales.

Algunos estudios muestran que una FVR tiene una orientación mesiodistal y puede implicar una o ambas crestas marginales (109) (32), manifestando un dolor intenso, debido a la proximidad de la pulpa dental, este síntoma se puede confundir con el dolor del nervio trigémino (73). Banerji et al. informan que una prueba de mordida es una herramienta de diagnóstico útil para confirmar este tipo de fractura; este procedimiento consiste en la aplicación de fuerza oclusal directamente sobre una cúspide a través de un instrumento rígido (74).

Dientes tratados endodónticamente:

En dientes posteriores tratados endodónticamente, las manifestaciones clínicas en etapas tempranas de FVR no se diagnostican fácilmente. Los signos clínicos más comunes aparecen en etapas avanzadas. La fístula, el dolor al masticar, la percusión y la palpación, y la presencia de una bolsa periodontal profunda son algunas de estas manifestaciones (50). Esta manifestación puede causar confusión con un absceso periapical persistente. Un signo clínico que puede ayudar en la exploración clínica es la ubicación del tracto sinusal en la encía insertada, comúnmente asociada con una FVR (14).

La FVR se caracteriza con un patrón buco-lingual en dientes premolares inferiores tratados con endodoncia (110); pero a menudo el patrón de fractura puede ser guiado por la pared más debilitada de la corona.

Interpretación radiográfica:

En dientes posteriores tratados con endodoncia, los estudios radiográficos generalmente muestran pérdida ósea y defectos óseos, de forma similar a la destrucción periodontal con la presencia de una fractura radicular. En los dientes posteriores vitales es frecuente la radiolucidez perirradicular, el ensanchamiento del ligamento periodontal y los cambios en la densidad del ancho del conducto radicular (52).

Para detectar una FVR, el cono de rayos X debe enfocarse perpendicularmente a la fractura, lo que dificulta su realización clínica, a diferencia de un diagnóstico de fractura de raíz horizontal (111).

En el estado avanzado de FVR, la evaluación radiográfica puede elucidar dudas diagnósticas, a consecuencia de una lesión evidenciada.

Nicopoulou et al (59) muestran que una imagen en forma de halo puede ser un signo clínico importante de FRV. Una imagen Radioluciente en el periodonto lateral que recorre el eje largo de la raíz muestra una manifestación de FVR.

Interpretación tomográfica:

Algunas FVR no se pueden diagnosticar, especialmente en dientes tratados con endodoncia, debido a la presencia de gutapercha, que genera un artefacto de endurecimiento de haz bajo que dificultará la visualización (112).

Algunas manifestaciones tomográficas están relacionadas con una FVR. Una pérdida ósea en la región del tercio medio con hueso coronario intacto, ausencia de placa ósea vestibular, radiotransparencia cerca de la punta de los retenedores intraradicales, radiolucencia entre las placas corticales y la superficie de la raíz (49).

Recientemente, ha surgido la tomografía de coherencia óptica, una herramienta para el diagnóstico de microgrietas apicales con buenos resultados, pero la tecnología adaptada para una aplicación in vivo todavía no se ha desarrollado (113). Sin embargo, la utilidad en los dientes tratados endodónticamente no ha sido probada, siendo así una herramienta limitada solo a los dientes vitales (112[]).

En esta revisión sistemática, ningún artículo ha alcanzado los criterios de inclusión. Por lo tanto, se necesita una revisión rigurosa en el diagnóstico y seguimiento de una posible FVR. Se podría realizar más investigación basada en la evidencia para elucidar los criterios de diagnóstico desconocido.

CONCLUSIÓN

Dentro de la limitación de este estudio, se concluyó que es necesaria una investigación detallada de los antecedentes de endodoncia, las patologías oclusales, los estudios radiográficos y tomográficos para realizar un diagnóstico temprano de una fractura de raíz vertical. Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones clínicas basadas en la evidencia para detectar esta complicación.

Contribuciones de autoría:

H.A.R.R.: Primer revisor de evidencia científica de esta revisión y redactor del artículo. H.L.R.C.: Segundo revisor de evidencia científica y contribución en la redacción del artículo.

Fuente de financiamiento:

Autofinanciado.

Declaración de conflictos de interés:

Se declara no tener ningún conflicto de interés en esta revisión sistemática. (Declaración adjunta en formato PDF (ICMJE)).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cohen S, Blanco L, Berman L. Vertical root fractures Clinical and radiographic diagnosis. *J Am Assoc.* 2003;134(4):434-41.
- Walton RE, Michelich RJ, Smith GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *J Endod.* 1984;10(2):48-56.
- Meister F, Lommel TJ, Gerstein H. Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 1980;49(3):243-53.
- Harvey TE, White JT, Leeb II. Lateral condensation stress in root canals. *J Endod.* 1981;7(4):151-5.
- Onnink P a, Davis RD, Wayman BE. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. *J Endod.* 1994;20(1):32-7.
- Qiao F, Chen M, Hu X, Niu K, Zhang X, Li Y, et al. Cracked Teeth and Poor Oral Masticatory Habits: A Matched Case-control Study in China. *J Endod.* 2017;1-5.
- Roh BD, Lee YE. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol.* 2006;22(3):118-23.
- Fuss Z, Lustig J, Tamse A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J.* 1999;32(4):283-6.
- Yoshino K, Ito K, Kuroda M, Sugihara N. Prevalence of vertical root fracture as the reason for tooth extraction in dental clinics. *Clin Oral Investig.* 2015;19(6):1405-9.
- Fayad MI, Nair M, Levin MD, Benavides E, Rubinstein RA, Barghan S, et al. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics 2015 Update. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(4):508-12.
- Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao C V. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root c. *J Endod.* 2010;36(9):1547-51.
- Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of Five Cone Beam Computed Tomography Systems for the Detection of Vertical Root Fractures. *J Endod.* 2010;36(1):126-9.
- Melo SLS, Bortoluzzi EA, Abreu M, Corrêa LR, Corrêa M. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *J Endod.* 2010;36(11):1879-82.
- Fuss Z, Lustig J, Katz A, Tamse A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *J Endod.* 2001;27(1):46-8.
- Hasan S, Singh K, Salati N. Cracked tooth syndrome: Overview of literature. *Int J Appl Basic Med Res.* 2015;5(3):164-8.
- Alonso, A.A. et A. Cap 14. Oclusion mutuamente compartida. In: *Oclusion y Diagnostico en Rehabilitacion oral.* 2004. p. 389-410.
- Sutherland SE, Matthews DC. Conducting systematic reviews and creating clinical practice guidelines in dentistry: lessons learned. *J Am Dent Assoc.* 2004;135(6):747-53.
- Gutmann JL, Solomon E. Evidence - Based /Guest Editorial. *J Endod.* 2009;35(8):1093.
- Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA G. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336-41.
- Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of

- AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol.* 2007;7(10):1–7.
21. Yaylali IE, Alaçam T. Critical Assessment of Search Strategies in Systematic Reviews in Endodontics. *J Endod.* 2016;42(6):854–60.
 22. Bossuyt PM, Leeflang MM. Chapter 6: DEveloping criteria for including studies. In: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy.* 2008.
 23. Khan KS, Kunz R, Kleijnen J, Antes G. Five steps to conducting a systematic review. *J R Soc Med.* 2003;96:118–21.
 24. Gao X, Xu W. [Analysis of vertical root fracture with two different techniques of root canal preparation]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2012;21(3):321–4.
 25. Dai L, Tong W, Guo J. [The role of occlusal factors in the occurrence of vertical root fracture]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2013;22(1):68–71.
 26. Rapisarda E, Tarantello M, Pappalardo S. [The vertical root fracture]. *Minerva Stomatol.* 2001;50(1–2):31–40.
 27. Cohen S, Berman LH, Blanco L, Bakland L, Kim JS. A Demographic Analysis of Vertical Root Fractures. *J Endod.* 2006;32(12):1160–3.
 28. Malhotra N, Kundabala M, Acharaya S. A review of root fractures: diagnosis, treatment and prognosis. *Dent Update.* 2011;38(9):615–6, 619–20, 623–4 passim.
 29. Touré B, Boucher Y. Acute apical periodontitis and vertical root fracture of the same tooth: a case report. *J Oral Sci.* 2013;55(2):187–90.
 30. Meister F, Lommel TJ., Gerstein H, Bell WA. An additional clinic observation in two cases of vertical root fracture. *Oral Surg.* 1981;52(1):91–6.
 31. Baageel T, Allah E, Bakalka GT, Jadu F, Yamany I, Jan AM, et al. Vertical root fracture: Biological effects and accuracy of diagnostic imaging methods. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(2):93–104.
 32. Lin LM, Langeland K. Vertical root fracture. *J Endod.* 1982;8(12):558–62.
 33. Rhodus NL. An unusual vertical root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1991;71(3):376.
 34. Wang P, Su L. Clinical observation in 2 representative cases of vertical root fracture in nonendodontically treated teeth. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2009;107(4):e39–42.
 35. Chavda R, Mannocci F, Andiappan M, Patel S. Comparing the in vivo diagnostic accuracy of digital periapical radiography with cone-beam computed tomography for the detection of vertical root fracture. *J Endod.* 2014;40(10):1524–9.
 36. Sugaya T, Nakatsuka M, Inoue K, Tanaka S, Miyaji H, Sakagami R, et al. Comparison of fracture sites and post lengths in longitudinal root fractures. *J Endod.* 2015;41(2):159–63.
 37. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A. Cone-beam Computed Tomography for Detecting Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review. *J Endod.* 2016;42(2):177–85.
 38. Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *Eur J Dent.* 2015;9(2):293–303.
 39. Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: value of CT in detection. *Radiology.* 1999;210(2):545–9.
 40. Tang L, Zhou X, Wang Y, Zhang L, Zheng Q, Huang D. Detection of vertical root fracture using cone beam computed tomography: report of two cases. *Dent Traumatol.* 2011;27(6):484–8.
 41. Edlund M, Nair MK, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: A clinical study. *J Endod.* 2011;37(6):768–72.
 42. Wang P, He W, Sun H, Lu Q, Ni L. Detection of vertical root fractures in non-endodontically treated molars using cone-beam computed tomography: A report of four representative cases. *Dent Traumatol.* 2012;28(4):329–33.
 43. Metska ME, Aartman IHA, Wesselink PR, Özok AR. Detection of vertical root fractures in vivo in endodontically treated teeth by cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2012;38(10):1344–7.
 44. Moule a J, Kahler B. Diagnosis and management of teeth with vertical root fractures. *Aust Dent J.* 1999;44(2):75–87.
 45. Yiit Özer S, Ünlü G, Deer Y. Diagnosis and treatment of endodontically treated teeth with vertical root fracture: Three case reports with two-year follow-up. *J Endod.* 2011;37(1):97–102.
 46. Miyagaki DC, Marion J, Randi Ferraz CC. Diagnosis of vertical root fracture with cone-beam computerized tomography in endodontically treated teeth: Three case reports. *Iran Endod J.* 2013;8(2):75–9.
 47. Tsesis I, Rosen E, Tamse A, Taschieri S, Kfir A. Diagnosis of Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth Based on Clinical and Radiographic Indices: A Systematic Review. *J Endod.* 2010;36(9):1455–8.
 48. PradeepKumar AR, Shemesh H, Jothilatha S, Vijayabharathi R, Jayalakshmi S, Kishen A. Diagnosis of Vertical Root Fractures in Restored Endodontically Treated Teeth: A Time-dependent Retrospective Cohort Study. *J Endod.* 2016;42(8):1175–80.
 49. Fayad MI, Ashkenaz PJ, Johnson BR. Different representations of vertical root fractures detected

- by cone-beam volumetric tomography: A case series report. *J Endod.* 2012;38(10):1435–42.
50. Komatsu K, Abe Y, Yoshioka T, Ishimura H, Ebihara A, Suda H. Differential diagnosis of vertical root fractures using reconstructed three-dimensional models of bone defects. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2014;43(8):1–9.
 51. Eskandarloo A, Asl AM, Jalalzadeh M, Tayari M, Hosseinipناه M, Fardmal J, et al. Effect of time lapse on the diagnostic accuracy of cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures. *Braz Dent J.* 2016;27(1):16–21.
 52. Okitsu M, Takahashi H, Yoshioka T, Iwasaki N, Suda H. Effective factors including periodontal ligament on vertical root fractures. *Dent Mater J.* 2005;24(1):66–9.
 53. Bhaskar U, Logani A, Shah N. True vertical tooth root fracture: Case report and review. *Contemp Clin Dent.* 2011;2(3):265–8.
 54. Rosen E, Beitlitum I, Tamse A, Taschieri S, Tsisis I. Implant-associated Vertical Root Fracture in Adjacent Endodontically Treated Teeth: A Case Series and Systematic Review. *J Endod.* 2016;42(6):948–52.
 55. Ramachandra SS, Hans MK, Shetty SB. Vertical root fracture - a diagnostic dilemma. *Dent Update.* 2010;35(5):338.
 56. Rosen E, Tsisis I, Tamse A, Bjørndal L, Taschieri S, Givol N. Medico-legal aspects of vertical root fractures in root filled teeth. *Int Endod J.* 2012;45(1):7–11.
 57. Barkhordar RA, Kempler D, Knapp J. Mesiodistal root fracture. Three case reports. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1988;65(3):343–8.
 58. Hoehn MM, Downs RH, LaBounty GL, Nespeca JA. Osteomyelitis of the maxilla with associated vertical root fracture and *Pseudomonas* infection. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1988;66(4):494–8.
 59. Nicopoulou-Karayianni K, Bragger U, Lang NP. Patterns of periodontal destruction associated with incomplete root fractures. *Dentomaxillofacial Radiol.* 1997;26(6):321–6.
 60. Gao YJ, Yin XM, Wu HJ. Relationship between vertical root fracture and the habits of chewing betel nut. *Hunan Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 2001;26(2):161–2.
 61. Matusow RJ. Resolution of fused vertical molar root bridge abutment fracture: report of case. *J Am Dent Assoc.* 1988;116(6):658–60.
 62. Huang J-S. Vertical root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1993;76(1):129–30.
 63. Zou X, Liu D, Yue L, Wu M. The ability of cone-beam computerized tomography to detect vertical root fractures in endodontically treated and nonendodontically treated teeth: A report of 3 cases. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2011;111(6):797–801.
 64. Thomas G. The diagnosis and treatment of the cracked tooth syndrome. *Aust Prosthodont J.* 1989;3:63–7.
 65. Quieroz Freitas P, Santos Rabelo Jr PM, Coelho Alves CM, Carvahó Souza S de F. The diagnostic challenge of vertical root fracture in endodontically treated teeth A case report. *Rev Odonto Cienc.* 2012;27(1):82–6.
 66. Chen Q, Zhang X. The value of cone beam computed tomography in detecting suspicious vertical root fractures of molars on periapical radiographs. *Chinese J Stomatol.* 2014;49(9):513–6.
 67. Hannig C, Dullin C, Hülsmann M, Heidrich G. Three-dimensional, non-destructive visualization of vertical root fractures using flat panel volume detector computer tomography: An ex vivo in vitro case report. *Int Endod J.* 2005;38(12):904–13.
 68. Llena-Puy MAC, Forner-Navarro L, Barbero-Navarro I. Vertical root fracture in endodontically treated teeth: A review of 25 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(5):553–5.
 69. Chan CP, Lin CP, Tseng SC, Jeng JH. Vertical root fracture in endodontically versus nonendodontically treated teeth: a survey of 315 cases in Chinese patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;87(4):504–7.
 70. Yang SF, Rivera EM, Walton RE. Vertical root fracture in nonendodontically treated teeth. *J Endod.* 1995;21(6):337–9.
 71. Haueisen H, Gärtner K, Kaiser L, Trohorsch D, Heidemann D. Vertical root fracture: prevalence, etiology, and diagnosis. *Quintessence Int.* 2013;44(7):467–74.
 72. Rajan RM, Kandasamy D, Kumar PS. Vertical tooth fracture: reunion with a miniature lag screw. *N Y State Dent J.* 2009;75(4):44–6.
 73. TÜRP JC, GOBETTI JP. The Cracked Tooth Syndrome: an Elusive Diagnosis. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(10):1502–7.
 74. Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis. *Br Dent J.* 2010;208(10):459–63.
 75. Geurtsen W, Schwarze T, Günay H. Diagnosis, therapy, and prevention of the cracked tooth syndrome. *Quintessence Int.* 2003;34(6):409–17.
 76. Greenhalgh T, Peacock R. Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ.* 2005;331(7524):1064–5.
 77. Suebnukarn S, Ngamboonsirisingh S, Rattanabanlang A. A Systematic Evaluation of the Quality of Meta-analyses in Endodontics. *J Endod.* 2010;36(4):602–8.
 78. Whiting P, Westwood M, Burke M, Sterne J, Glanville J. Systematic reviews of test accuracy

- should search a range of databases to identify primary studies. *J Clin Epidemiol.* 2008;61(4).
79. Mileman PA, Van Den Hout WB. Evidence-based diagnosis and clinical decision making. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2009;38(1):1–10.
 80. Touré B, Faye B, Kane AW, Lo CM, Niang B, Boucher Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: A prospective study. *J Endod.* 2011;37(11):1512–5.
 81. Liao W-C, Tsai Y-L, Wang C-Y, Chang M-C, Huang W-L, Lin H-J, et al. Clinical and Radiographic Characteristics of Vertical Root Fractures in Endodontically and Nonendodontically Treated Teeth. *J Endod.* 2017;1–7.
 82. Pedullà E, Genovesi F, Rapisarda S, La Rosa GRM, Grande NM, Plotino G, et al. Effects of 6 Single-File Systems on Dentinal Crack Formation. *J Endod.* 2017;43(3):456–61.
 83. Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu MK. The Ability of Different Nickel-Titanium Rotary Instruments To Induce Dentinal Damage During Canal Preparation. *J Endod.* 2009;35(2):236–8.
 84. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod.* 1989;15(11):512–6.
 85. Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod.* 2014;40(9):1443–6.
 86. Shemesh H, Roeleveld AC, Wesselink PR, Wu MK. Damage to root dentin during retreatment procedures. *J Endod.* 2011;37(1):63–6.
 87. Dane A, Capar ID, Arslan H, Akçay M, Uysal B. Effect of Different Torque Settings on Crack Formation in Root Dentin. *J Endod.* 2016;42(2):304–6.
 88. Gergi RM, Osta NE, Naaman AS. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *Eur J Dent.* 2015;9(4):508–12.
 89. Zhou X, Jiang S, Wang X, Wang S, Zhu X, Zhang C. Comparison of dentinal and apical crack formation caused by four different nickel-titanium rotary and reciprocating systems in large and small canals. *Dent Mater J.* 2015;34(6):903–9.
 90. de Oliveira BP, Câmara AC, Duarte DA, Heck RJ, Antonino ACD, Aguiar CM. Micro-computed Tomographic Analysis of Apical Microcracks before and after Root Canal Preparation by Hand, Rotary, and Reciprocating Instruments at Different Working Lengths. *J Endod.* 2017;1–5.
 91. Perez F, Rouqueyrol-Pourcel N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: A scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2005;99(3):383–7.
 92. Mai S, Kim YK, Arola DD, Gu L sha, Kim JR, Pashley DH, et al. Differential aggressiveness of ethylenediamine tetraacetic acid in causing canal wall erosion in the presence of sodium hypochlorite. *J Dent.* 2010;38(3):201–6.
 93. Simezo AP, da Silveira Bueno CE, Cunha RS, Pelegrine RA, Rocha DGP, de Martin AS, et al. Comparative Analysis of Dentinal Erosion after Passive Ultrasonic Irrigation versus Irrigation with Reciprocating Activation: An Environmental Scanning Electron Study. *J Endod.* 2016;43(1):141–6.
 94. Marending M, Paqué F, Fischer J, Zehnder M. Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. *J Endod.* 2007;33(11):1325–8.
 95. Zhang K, Kim YK, Cadenaro M, Bryan TE, Sidow SJ, Loushine RJ, et al. Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin. *J Endod.* 2010;36(1):105–9.
 96. Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *J Endod.* 2012;38(8):1110–3.
 97. Madarati AA, Qualtrough AJE, Watts DC. Vertical fracture resistance of roots after ultrasonic removal of fractured instruments. *Int Endod J.* 2010;43(5):424–9.
 98. Soares P V., Santos-Filho PCF, Queiroz EC, Araújo TC, Campos RE, Araújo CA, et al. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. *J Prosthodont.* 2008;17(2):114–9.
 99. Awawdeh L, Hemaidat K, Al-Omari W. Higher Maximal Occlusal Bite Force in Endodontically Treated Teeth Versus Vital Contralateral Counterparts. *J Endod.* 2017;1–5.
 100. Barani A, Bush MB, Lawn BR. Role of multiple cusps in tooth fracture. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014;35:85–92.
 101. Lawn BR, Bush MB, Barani A, Constantino PJ, Wroe S. Inferring biological evolution from fracture patterns in teeth. *J Theor Biol.* 2013;338:59–65.
 102. Chai H. On crack growth in molar teeth from contact on the inclined occlusal surface. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2015;44:76–84.
 103. Safari A, Jowkar Z, Farzin M. Evaluation of the relationship between bruxism and premature occlusal contacts. *J Contemp Dent Pract.* 2013;14(4):616–21.
 104. Ehrmann EH, Tyas MJ. Cracked tooth syndrome: diagnosis, treatment and correlation

- between symptoms and post-extraction findings. Aust Dent J. 1990;35(2):105–12.
105. Signore A, Benedicenti S, Covani U, Ravera G. A 4- to 6-year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. Int J Prosthodont. 2007;20(6):609–16.
106. Quintessence S, May I, Issue V. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. 2017;22(5):38714089.
107. Griffin JD. Efficient, conservative treatment of symptomatic cracked teeth. Compend Contin Educ Dent. 2006;27(2):93-102, 112.
108. Homewood CI. Cracked tooth syndrome--incidence, clinical findings and treatment. Aust Dent J. 1998;43(4):217–22.
109. Liu HH, Sidhu SK. Cracked Teeth — Treatment Rationale and Case Management: Case Reports. Quintessence Int Oper Dent. 1995;26(7):485–92.
110. Chai H, Tamse A. Fracture mechanics analysis of vertical root fracture from condensation of gutta-percha. J Biomech. 2012;45(9):1673–8.
111. Takeuchi N, Yamamoto T, Tomofuji T, Murakami C. A retrospective study on the prognosis of teeth with root fracture in patients during the maintenance phase of periodontal therapy. Dent Traumatol. 2009;25(3):332–7.
112. Dutra KL, Pachêco-Pereira C, Bortoluzzi EA, Flores-Mir C, Lagravère MO, Corrêa M. Influence of Intracanal Materials in Vertical Root Fracture Pathway Detection with Cone-beam Computed Tomography. J Endod. 2017;1–6.
113. de Oliveira BP, Câmara AC, Duarte DA, Gomes ASL, Heck RJ, Antonino ACD, et al. Detection of Apical Root Cracks Using Spectral Domain and Swept-source Optical Coherence Tomography. J Endod. 2017;1–4.



UNIVERSIDAD
ANDINA DEL CUSCO
“Acreditada Internacionalmente”