



**UNIVERSIDAD DE TALCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNIDAD DE CARIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE REHABILITACIÓN BUCO MAXILOFACIAL**

**MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO PARA LESIONES DE CARIES RADICULAR.
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA**

Diagnostic methods for root caries lesions. Systematic review of the literature.

Memoria presentada a la Escuela de Odontología de la Universidad de Talca como parte de los requisitos científicos exigidos para la obtención del título de Cirujano Dentista.

ESTUDIANTES: Camila Cid Nuñez

Lidia Contreras Jara

PROFESOR GUÍA: Dr. Rodrigo Giacaman Sarah

Dra. Karla Gambetta

PROFESOR INFORMANTE: Dra. Soraya León Araya

TALCA - CHILE

2020

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2021

INFORMACIONES CIENTÍFICAS DEL(LA) PROFESOR(A) GUÍA

Nombre
Rodrigo A. Giacaman
ORCID
https://orcid.org/0000-0003-3362-5173
Google Scholar
https://scholar.google.com/citations?user=Oa_CitgAAAAJ&hl=es&oi=ao
Correo electrónico
giacaman@utalca.cl
Nombre
Karla Gambetta-Tessini
ORCID
https://orcid.org/0000-0003-2064-9619
Google Scholar
https://scholar.google.com/citations?user=J7Jf7fUAAAAJ&hl=en
Correo electrónico
kgambetta@gmail.com

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme estudiar esta hermosa carrera de la salud. A mi esposo por ser mi apoyo durante estos 6 años y a mi familia por esforzarse en darme la mejor educación y valores para la vida.

Agradezco a mi amiga y compañera Lidia por su compromiso y dedicación en esta investigación, así también a nuestros docentes guía Dr. Rodrigo Giacaman y Dra. Karla Gambetta por su grata compañía y preocupación a lo largo del proceso investigativo.

Camila Constanza Cid Nuñez.

En primer lugar doy gracias a Dios y a la Virgen por permitirme vivir y disfrutar de la vida. A mi familia por ser los promotores de mis sueños, por acompañarme en cada paso y enseñarme día a día a ser una mejor versión de mí.

Agradecer a nuestros tutores Dr. Rodrigo Giacaman y Dra. Karla Gambetta quienes con su apoyo y conocimientos nos guiaron en cada una de las etapas de esta investigación, sin su ayuda no hubiera sido posible llegar a nuestro objetivo. Por último agradecer a Camila por ser una gran compañera en esta investigación, gracias por su incondicionalidad en estos 6 años de carrera y por sobre todo ser una gran amiga.

Lidia Sofía Contreras Jara.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
1.1 Palabras clave.....	1
2. ABSTRACT.....	2
2.1 Keywords.....	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. MÉTODOS.....	6
4.1 Criterios de elegibilidad	6
4.2 Fuentes de Información y Estrategia de búsqueda	7
4.3 Selección de estudios y métodos de extracción datos	9
4.4 Análisis de Calidad y riesgo de sesgo de cada Estudio.	9
4.5 Síntesis de la evidencia.....	10
5. RESULTADOS.....	11
5.1 Proceso de selección y resultados de la búsqueda.....	11
5.2 Análisis cualitativo de los estudios incluidos.....	12
5.3 Riesgo de sesgo y calidad de los estudios	12
5.4 Reproducibilidad intra e inter examinador	18
5.5 Especificidad y Sensibilidad.....	18
5.6 Precisión diagnóstica y Gold Standard.....	19
6. DISCUSIÓN	20
7. REFERENCIAS.....	24

1. RESUMEN

La caries radicular es un desafío en odontología, pues su prevalencia ha ido en aumento en los últimos años a nivel global. Para diagnosticarla se han propuesto distintos métodos, sin embargo, no es claro cuáles han sido validados científicamente para el uso clínico, ni existen estudios que hayan revisado la literatura al respecto. Por lo anterior, esta revisión tiene como objetivo verificar la validez científica de los métodos diagnósticos reportados para lesiones de caries radicular e identificar aquellos que muestren mejor especificidad y sensibilidad, además de reconocer aquellos que posean la mayor reproducibilidad tanto intra como interexaminador. Esta revisión se registró en PROSPERO, siguiendo los criterios PRISMA. Las bases de datos examinadas fueron Medline, Elsevier y Web of Science. Se utilizaron criterios de búsqueda predefinidos basados en la pregunta PICO. La selección de artículos y la extracción de datos se realizó de forma independiente por dos investigadoras. La búsqueda estandarizada arrojó 1242 artículos de los cuales 82 se revisaron a texto completo. Finalmente se incluyeron 16 estudios observacionales, 14 de corte transversal y 2 de cohorte. Los estudios seleccionados mostraron un riesgo de sesgo moderado. A partir de los resultados se concluye que existen instrumentos para la detección de lesiones de caries radicular debidamente validados en la literatura, destacando el método visual-táctil y el de fluorescencia láser. El primero otorga una excelente confiabilidad sin necesidad de equipamiento especial. Respecto de otros métodos con tecnología digital, se sugiere generar evidencia a partir de estudios clínicos, para poder recomendar su uso clínico.

1.1. Palabras clave.

Caries radicular, Diagnóstico, Reproducibilidad, Especificidad, Sensibilidad.

2. ABSTRACT

Root caries is a challenge in dentistry, as its prevalence has been increasing in recent years globally. Different methods have been proposed to diagnose these lesions. However, it is not clear which ones have been scientifically validated for clinical use, nor are there studies that have reviewed the literature in this regard. Therefore, this review aims to verify the scientific validity of the diagnostic methods reported for root caries lesions and to identify those that show the best specificity and sensitivity, in addition to recognizing those that have the highest intra- and inter-examiner reproducibility. This review was registered in PROSPERO, following the PRISMA criteria. The databases examined were Medline, Elsevier, and Web of Science. Predefined search criteria based on the P.I.C.O question were used. Article selection and data extraction was carried out independently by two researchers. The standardized search yielded 1,242 articles, of which 82 were reviewed in full text. Finally, 16 observational studies were included, 14 cross-sectional and 2 cohort. The selected studies showed a moderate risk of bias. From the results, it is concluded that there are instruments for the detection of root caries lesions duly validated in the literature, highlighting the visual-tactile method and the laser fluorescence method. The former provides excellent reliability without the need for special equipment. Regarding other methods with digital technology, it is suggested to generate evidence from clinical studies, in order to recommend their clinical use.

2.1 Keywords

Root caries, Diagnosis, Reproducibility, Specificity, Sensitivity

3. INTRODUCCIÓN

La población a nivel mundial está envejeciendo, lo cual es considerado como uno de los cambios epidemiológicos más grandes de los últimos tiempos (1). Esto en el ámbito odontológico trae grandes desafíos, ya que se ha demostrado que las personas mayores han conservado por más tiempo y en mayor número sus dientes (2), lo que implica que haya un mayor riesgo de caries en esta etapa de la vida, específicamente caries radicular incluso en aquellos sistémicamente sanos (3), pues la prevalencia de esta en las personas mayores oscila entre el 12% a más del 40% (4).

Cabe destacar que la caries de la raíz dentaria puede asociarse a dolor, malestar y pérdida de dientes, contribuyendo esto último a una peor calidad de vida relacionada con la salud bucal (5). De esta manera, la detección temprana de las lesiones de caries radicular conduce a medidas preventivas específicas, tratamiento oportuno y detención de la lesión; proporcionando a los pacientes mayor posibilidad de mantener sus dientes en la boca (6). Sin embargo, la detección de la lesión de caries radicular en una etapa temprana puede ser más compleja en comparación con la lesión coronal, debido a su rápida progresión y la falta de técnicas de diagnóstico fiables (7).

El examen visual táctil es la técnica tradicionalmente aceptada como la herramienta de elección para la detección de lesiones de caries radicular. Esta técnica evalúa la textura, el color, la ubicación, la superficie, el contorno y la cavitación de la lesión (7). Adicionalmente en los últimos años se han logrado avances tecnológicos que han llevado al desarrollo de métodos no convencionales para la detección de lesiones de caries que incluyen fluorescencia láser (DIAGNOdent) o tecnologías basadas en transiluminación, dispositivos de conductancia eléctrica (ECM), entre otras (8).

La medición tradicional de caries en la etapa de cavitación con exclusión de etapas de caries previas a la cavitación (9), ya no puede ser suficiente para reflejar los cambios en la incidencia de caries en las presentes poblaciones que hoy exhiben una tasa global lenta de progresión (10). Además, se ha demostrado que la detección de caries en el nivel de

cavitación da como resultado una subestimación significativa de la experiencia de caries reales en poblaciones (11) Durante muchos años, el registro de lesiones de caries no cavitadas fue evitado deliberadamente debido a la creencia de que no es posible detectar en forma fiable el estadio previo a la cavitación en las etapas de la caries (12). Sin embargo, varios estudios contradicen esta afirmación y se ha demostrado que la fiabilidad inter e intra-examinador no se reduce necesariamente cuando las lesiones de caries no cavitadas se incluyen en el sistema de registro, siempre que los examinadores sean entrenados y calibrados antes del estudio (13)

Para evaluar la calidad de un instrumento de diagnóstico, en general, los indicadores clave o más utilizados en la literatura son, en primer lugar, la **reproducibilidad tanto intra como inter examinador** que corresponde a una estimación de confiabilidad que se utiliza para evaluar la estabilidad de las medidas, examinando en diferentes momentos para las mismas personas o utilizando el mismo estándar (intra-examinador), otra forma es que diferentes observadores puntúan un comportamiento o evento utilizando el mismo instrumento (inter-examinador) (14). Su puntuación oscila en un rango de 0.00 a 1.00, en donde, mientras mayor coeficiente indica mayor confiabilidad de la prueba (14). En segundo lugar, la **sensibilidad y especificidad** que se utilizan para indicar el rendimiento de una prueba en la práctica clínica, la primera mide la capacidad de una prueba o instrumento para producir un resultado positivo para un sujeto que tiene esa enfermedad y la segunda mide la capacidad de la prueba o del instrumento para obtener resultados negativos para una persona que no tiene la enfermedad (15). Cabe mencionar que la sensibilidad y la especificidad están inversamente relacionadas, pues a medida que aumenta la sensibilidad, la especificidad tiende a disminuir y viceversa (16). Otra variable empleada en la validación de tests diagnósticos es la precisión diagnóstica. Este parámetro utiliza la referencia estándar como elemento clave para definir la condición objetivo y la suposición subyacente es que refleja la verdad (17), en otras palabras, compara el diagnóstico realizado con el instrumento de detección contra el gold standard declarado.

El uso de métodos de detección de caries radicular apropiados es un asunto complejo, que debe tener en cuenta las características de la prueba, el propósito de aplicarla y la prevalencia de la enfermedad (7). Como se mencionó anteriormente, se han identificado

varios métodos para el diagnóstico de la caries de la superficie de la raíz, sin embargo, actualmente no se ha reportado en la literatura cuál o cuáles son los sistemas de diagnóstico mejor validados para este tipo de lesiones que son nocivas para la estructura dental, sabiendo que es esencial detectarlas de manera certera para dar un tratamiento adecuado.

Debido a esto, es que el objetivo de este estudio fue desarrollar una revisión sistemática de la literatura siguiendo una metodología que sea reproducible y estandarizada para determinar si existen métodos diagnósticos para lesiones de caries radicular que estén correctamente validados para el uso clínico, mediante la evaluación y comparación de parámetros objetivos y medibles. De esta manera los resultados de esta revisión proveerán información que permita a los clínicos e investigadores la utilización de herramientas diagnósticas validadas científicamente para optimizar la atención odontológica, principalmente enfocadas en una población que envejece a gran velocidad.

4. MÉTODOS

Esta revisión sistemática de la literatura (RSL) fue registrada en PROSPERO (Suplemento 1; S1).([10.5281/zenodo.4292163](https://doi.org/10.5281/zenodo.4292163)) y siguió la guía de lineamientos de la declaración PRISMA del inglés *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses* (18).

4.1 Criterios de elegibilidad

Se realizó esta RSL para responder a la pregunta de investigación: ¿Existen métodos diagnósticos para caries radicular que hayan sido correctamente validados con evidencia científica?. Los criterios de elegibilidad fueron establecidos acorde con la pregunta P.I.C.O (19), desglosada en P (Paciente/Población): Adultos, Adultos Mayores y Caries In Vitro; I (Intervención): Dientes con lesiones de caries radicular evaluados mediante algún método diagnóstico; C (Comparación): Con el gold standard (histología) de ser posible, entre examinadores para calcular la reproducibilidad del método diagnóstico y finalmente entre los métodos convencionales y no convencionales. O (Outcomes): Validez, fiabilidad, precisión, reproducibilidad, especificidad y sensibilidad.

Se incluyeron todos los artículos en los que se indentificaron los términos claves de la revisión en sus títulos, resúmenes o palabras claves. Se seleccionaron los estudios primarios, pudiendo ser estudios clínicos, modelos *in situ* o *in vitro* realizados en humanos adultos o en dientes extraídos que evalúan métodos de diagnóstico para detectar las lesiones de caries de raíz.

Por otra parte, se excluyeron todos los estudios que no indicaron el método de diagnóstico que utilizaron para detectar lesiones de caries radicular, artículos donde no se documentó ninguna de las siguientes variables: reproducibilidad, especificidad, sensibilidad o precisión del método diagnóstico utilizado y por último estudios enfocados en diagnóstico de lesiones de caries coronales, además en aquellos estudios que combinaron los resultados de la caries coronal y radicular fueron excluidos, sólo se incluyeron los valores de caries radicular registrados de forma independiente

4.2 Fuentes de Información y Estrategia de búsqueda

La búsqueda inicial fue realizada en la base de datos electrónica *MEDLINE* vía *PubMed*, también se utilizó *Elsevier* vía *SCOPUS* y *Web of Science*, basada en los elementos P, I y O de la pregunta P.I.C.O, sin restricción de idioma, año o estado de la publicación.

Se determinaron las palabras claves para la estrategia de búsqueda con términos MeSH del inglés *Medical Subject Headings*, combinados con términos libres relacionados a a la pregunta de investigación, se ocupó el operador booleano OR entre los términos dentro de P, I y O, y el operador booleano AND para unirlos entre sí. (Tabla 1)

Tabla 1: Estrategia de búsqueda MedLine vía PubMed. Se indican los términos de búsqueda utilizados para P, I y O.

Base de datos	PATIENT/PROBLEM	INTERVENTION	OUTCOMES
MedLine vía PubMed	“Root Caries” [Mesh] OR “subgingival caries” [All Fields] OR “root caries lesion” [All Fields] OR “Root caries activity” [All Fields]	“Diagnosis” [Mesh] OR “Diagno*” [Mesh] OR “Detection” [All fields] OR “Identification” [All fields] OR “Assessment” [All fields] OR “Index” [All fields]	“Validity”[All fields] OR “Reliability” [All fields] OR “Reproducibility” [Mesh] OR “Specificity” [Mesh] OR “Sensitivity” [Mesh] OR “Predictive value” [Mesh] OR “Likelihood ratio” [All fields] OR “ROC curve” [Mesh] OR “Receiver operating characteristic” [All

			fields] OR “Repeatability” [All fields]
	#P = 869 títulos encontrados	#I = 10,774,124 títulos encontrados	#O = 3,004,728 títulos encontrados
	#P AND #I AND #O = 605 títulos encontrados		
SCOPUS	#P = 630 títulos encontrados	#I = 13,835,240 títulos encontrados	#O = 4,223,659 títulos encontrados
	#P AND #I AND #O = 670 títulos encontrados		
Web of Science	#P = 314 títulos encontrados	#I = 6980 títulos encontrados	#O = 13458 títulos encontrados
	#P AND #I AND #O = 157 títulos encontrados		

Se indican los términos de búsqueda utilizados para P, I y O, además de los resultados obtenidos en las tres bases de datos.

= indica el número de artículos obtenidos para P I y O individualmente, y luego los tres combinados con operador AND.

4.3 Selección de estudios y métodos de extracción datos

La selección de los estudios que fueron incluidos en la revisión, se llevó a cabo utilizando la plataforma EndNote en su versión x9 3.2 Bld 15235 al momento de exportar los títulos de las correspondientes bases de datos consultadas. Para seleccionar los estudios, fueron declarados los criterios tanto de inclusión como exclusión previamente, siendo aquellos que cumplieron con los parámetros buscados los que finalmente fueron incluidos. Los títulos y resúmenes se importaron a la plataforma web Rayyan QCRI, del inglés *Qatar Computing Research Institute*, la cual primeramente permitió eliminar aquellos estudios que estaban duplicados (20). Antes de iniciar el proceso de selección, se calibraron ambas revisoras (CC y LC) obteniendo un coeficiente Kappa de 0.9 clasificado como excelente. Cada etapa de selección fue realizada de forma independiente y en duplicado. Los artículos finalmente seleccionados fueron revisados a texto completo bajo los mismos criterios descritos anteriormente, los desacuerdos que surgieron fueron resueltos por consenso o con la participación de un tercer revisor (RAG).

Todos los estudios que se incluyeron o excluyeron de la investigación fueron consignados en un PRISMA Flow (21) de forma ordenada para llevar a cabo las distintas fases de la RSL (Figura 1).

4.4 Análisis de Calidad y riesgo de sesgo de cada Estudio.

Se realizó un análisis crítico de cada estudio incluido en esta revisión sistemática. De forma independiente, cada revisora evaluó la calidad metodológica y el riesgo de sesgo para así poder minimizar los riesgos de error en el análisis de los estudios, estableciendo transparencia en la síntesis de resultados y conclusiones. El riesgo de sesgo se determinó mediante una estrategia combinada con herramientas modificadas: Rob 2, TorxTool y Maske (22-24), diseñado para estudios observacionales de cohorte y de corte transversal, (Archivo suplementario 2; S2). ([10.5281/zenodo.4292163](https://doi.org/10.5281/zenodo.4292163)). Los resultados del análisis fueron graficados mediante “Traffic light plot” o “semáforo de evaluación”, utilizando RevMan

(25). (Figura 2). Además se evaluó la adherencia a las guías de reporte en las metodologías de los estudios observacionales de forma independiente utilizando el checklist de STROBE (26), (Archivo suplementario 3; S3. ([10.5281/zenodo.4292163](https://doi.org/10.5281/zenodo.4292163)))

4.5. Síntesis de la evidencia

Se realizó una tabla de resumen la cual contiene una síntesis cualitativa de los resultados, incluyendo detalles de referencia, tipo de estudio, método diagnóstico utilizado, número de examinadores y tamaño de la muestra, outcomes reportados (especificidad, sensibilidad, reproducibilidad intra e inter examinador, precisión diagnóstica y gold standard) y los principales hallazgos (Tablas 2 y 3).

Cuando fue posible, se categorizaron los datos entregados para los diferentes outcomes según una escala en donde los valores superiores a 0,75 representaban una concordancia excelente, los valores entre 0,40 y 0,75 presentan una concordancia regular y finalmente rangos por debajo de 0,40 una pobre concordancia (27).

5. RESULTADOS

5.1 Proceso de selección y resultados de la búsqueda

Se identificaron 1242 estudios, de los cuales 1160 fueron excluidos ya que no cumplieron con los criterios de selección iniciales. De los 82 estudios seleccionados para revisión a texto completo, fueron recuperados 16 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión (Figura 1), siendo la principal causa de exclusión la no separación de resultados para diagnóstico coronal del radicular. El listado completo de los documentos puede ser consultado en el archivo suplementario S4 ([10.5281/zenodo.4292163](https://doi.org/10.5281/zenodo.4292163))

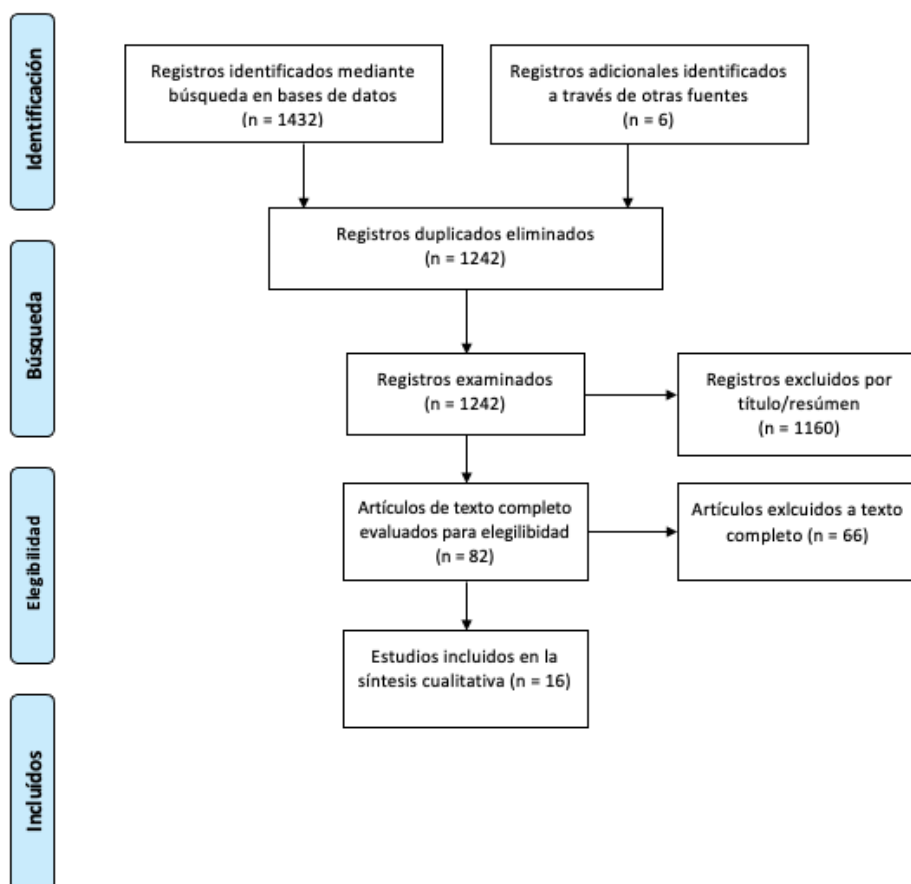


Figura 1. Flujograma Prisma que representa la búsqueda sistemática de la bibliografía sobre métodos diagnósticos para lesiones de caries radicular.

5.2 Análisis cualitativo de los estudios incluidos

Los artículos seleccionados comprendieron 2 estudios observacionales de cohorte (28, 29) y 14 estudios observacionales de corte transversal (30-43). Se revisaron los 16 estudios, extrayendo las principales características y las variables de interés declaradas, donde fueron separados los métodos diagnósticos convencionales de los no convencionales utilizados para detectar lesiones de caries radicular.

Dentro del grupo de convencionales se encontraron 11 estudios que analizaron el método visual-táctil (28-39) y 2 estudian el método radiográfico (36, 39). Por su parte, los no convencionales seleccionados correspondieron a 7 reportes que evaluaron la fluorescencia láser (37-43), 1 la tomografía de coherencia óptica (OCT) (31) y 1 la resistencia eléctrica (43). Cabe señalar que algunos artículos analizaban más de un método de diagnóstico.

En el diseño de los estudios fueron incluidos distintos tamaños muestrales, con un rango de 25 a 6498 dientes sometidos a algún sistema de detección, la cantidad de examinadores encargados de evaluar las muestras fueron entre 1 y 6. Estos datos se encuentran resumidos en la Tabla 2 y 3.

5.3 Riesgo de sesgo y calidad de los estudios

En base a la evaluación del riesgo de sesgo se representó el análisis de cada estudio incluido mediante un *Traffic Light Visualisation* (Figura 2). El nivel de riesgo de sesgo general de los estudios seleccionados fue moderado. Los diferentes criterios sugieren que existen factores de confusión, en el caso del diseño de estudio dichos factores estuvieron dados por la ausencia de controles positivos y negativos, pocos estudios informaron aleatorización y estandarización de sus muestras. Además y a pesar de ser informado, en la mayoría no indica el cálculo del tamaño muestral. En general, los resultados de los estudios fueron descritos de forma clara, haciendo un análisis completo e indicando los métodos estadísticos utilizados de manera transparente. Uno de los dominios más críticos fue la evaluación ciega del desenlace, donde solo 4 (28, 34, 42, 43) de los 16 artículos realizaron cegamiento para el análisis. En virtud de lo anterior, la percepción general de la calidad de

los estudios incluidos es moderada, sin embargo, la mayoría adhiere a los elementos claves a comunicar de los lineamientos STROBE, excepto 3 estudios que no alcanzaron una clasificación excelente (28, 30, 41).

Los dominios pueden ser consultados en detalle en el archivo suplementario S5 ([10.5281/zenodo.4292163](https://zenodo.org/record/4292163))

	Risk of Bias					
	Diseño y Control apropiado	Aleatorización del tratamiento	Cálculo del tamaño muestral	Resultados del estudio	Evaluación ciega	Percepción general de calidad
Ekstrand, Martignon et al. 2008	+	+	?	+	+	+
Fejerskov, Luan et al. 1991	?	●	?	?	?	?
Günther, Park et al. 2020	?	+	?	+	?	?
Haak and Wicht 2004	?	+	?	?	?	?
Karlsson, Johansson et al. 2009	+	+	+	+	+	+
Lee, Darling et al. 2017	?	?	?	+	?	?
Liebe-Harkort, Ástvaldsdóttir et al. 2011	+	+	?	+	?	+
Manji, Fejerskov et al. 1989	?	+	+	+	?	?
Mariño, Fu et al. 2015	?	+	+	+	?	+
Mojon, Favre et al. 1995	?	+	?	+	?	?
Rodrigues, Neuhaus et al. 2010	?	?	?	+	?	?
Rosén, Birkhed et al. 1996	?	?	?	?	+	?
Warren, Cowen et al. 2000	?	?	?	+	?	?
Wicht, Haak et al. 2002	?	+	?	+	+	+
Zhang, McGrath et al. 2009	?	?	?	+	?	+
Zhang, McGrath et al. 2016	+	+	+	+	?	+

Figura 2. Resumen de riesgo de sesgo. Resumen de análisis de riesgo de sesgo de artículos seleccionados, donde “●” indica Alto riesgo, “+” Bajo riesgo y “?” riesgo moderado.

Tabla 2. Validación de métodos diagnósticos convencionales para lesiones de caries radicular, en términos de Especificidad, Sensibilidad, Reproducibilidad intra e interexaminador, Precisión.

Autor/año	Tipo de estudio	Método de diagnóstico / Número de . examinadores	Número Dientes/ Número Superficie	Especificidad/ Sensibilidad	Reproducibilidad Inter examinador	Reproducibilidad Intra examinador	GS// Precisión	Resumen
Fejerskov, Luan et al. 1991 (30)	Transversal	Visual táctil: RCI (sano, activo e inactivo)/1	201/804	-	-	0.88 <i>Kappa statistic</i>	GS no reportado	Número insuficiente de examinadores. Reproducibilidad intraexaminador excelente.
Lee, Darling, et al. 2017	Transversal	Visual táctil: ICDAS II/2	25/100	0.83/0.38	0.53 <i>Kappa statistic</i>	-	Histología	Reproducibilidad moderada interexaminador. Baja sensibilidad pero alta especificidad.
Mariño, Fu et al. 2015 (32)	Transversal	Visual-táctil: visual (color, contorno, superficie, cavitación) táctil (textura de la superficie) *Índice RCI y RDFS/4	28/112	-	>0.9 <i>Kappa statistic</i>	>0.9 <i>Kappa statistic</i>	GS no reportado	La reproducibilidad intra e interexaminador indica un nivel excelente.
Mojon, Favre et al. 1995 (33)	Transversal	Visual-táctil/2	285/1140	-	0.61 <i>Kappa statistic</i>	0.36-0.42 <i>Kappa statistic</i>	GS no reportado	La reproducibilidad inter examinador se clasifica como moderado mientras que la intraexaminador es pobre.
Rosén, Birkhed et al. 1996 (34)	Transversal	Visual táctil (cavitación, decoloración, estructura de la superficie)/3	440/1752	-	0.30-0.51 <i>Kappa statistic</i>	0.46-0.56 <i>Kappa statistic</i>	GS no reportado	La reproducibilidad intra e interexaminador es considerada moderada.
Manji, Fejerskov et al. 1989 (35)	Transversal	Visual táctil (DMFT)/3	No reportado	-	0.66- 0.77 <i>Kappa statistic</i>	0.90- 0.92 <i>Kappa statistic</i>	GS no reportado	La reproducibilidad interexaminador se clasifica como moderada y la intraexaminador es considera excelente.
Liebe-Harkort, Ástvaldsdóttir et al. 2011(36)	Transversal	Visual táctil (Criterio 1 Modern teeth)/4	61/549	0.99/0.25	-	0.18-0.66 <i>Un-weighted Kappa statistic</i>	Histología/0.95	Especificidad casi perfecta mientras que la sensibilidad es muy variable. La reproducibilidad intraexaminador varía en valores que van desde pobre a moderado.
		Radiografía (Criterio 1 Modern teeth)/4		0.92/0.37	-	0.46- 0.66 <i>Un-weighted Kappa statistic</i>	Histología/0.82	Presenta una excelente precisión Tiene una excelente especificidad, por otra parte en la sensibilidad sus valores son fluctuantes. Reproducibilidad interexaminador es considerada moderada.

Precisión excelente.

Warren, Cowen et al. 2000 (29)	Cohorte	Visual táctil (DFS)/4	6498/No reportado	-	0.42-0.66 <i>Kappa statistic</i>	-	GS no reportado	La reproducibilidad interexaminador es clasificada como moderada.
Zhang, McGrath et al. 2016 (37)	Transversal	Visual táctil (Gold standard)/1	No reportado/750	-	-	Con placa dental 0.95 ICC Sin placa dental 0.98 ICC	GS no reportado	La reproducibilidad intraexaminador es excelente.
Zhang, McGrath et al. 2009 (38)	Transversal	Visual táctil/1	5424/4188	-	-	0.98 ICC	GS no reportado	Presenta una excelente reproducibilidad intraexaminador.
Rodrigues, Neuhaus et al. 2010 (39)	Transversal	BW (Radiografía Bitewing)/2		0.31/0.75	0.19 <i>Kappa statistic</i>	0.25-0.29 <i>Kappa statistic</i>	Histología/0.5 CCS	Para los 3 métodos diagnósticos se reporta una especificidad moderada y una excelente sensibilidad.
		VE (examinación visual)/2	43/60	0.42/0.75	0.35 <i>Kappa statistic</i>	0.31-0.32 <i>Kappa statistic</i>	Histología/0.6 CCS	La reproducibilidad intra e interexaminador para los métodos visual táctil y radiográficos es pobre. La precisión diagnóstica es buena.
		BWVE (Examinación visual combinado con radiografía bitewing)/2		0.54/0.81	-	-	Histología/0.69	
Ekstrand, Martignon et al. 2008 (22)	Cohorte	Visual táctil: (evaluación de textura, contorno, ubicación (distancia del margen gingival) y color)/1	100/ 400	0.81/0.86	-	0.86 <i>Un-weighted Kappa statistic</i>	Señal o no Señal del material de impresión	Número insuficiente de examinadores. Alta sensibilidad y especificidad. Excelente reproducibilidad intraexaminador

GS: Gold standard. RCI: Root caries index. RDFS: Root decayed filled surfaces. DMFT: Decayed missing and filled teeth. ICC: Coeficiente de correlación intraexaminador. CCS: Coef. de correlación de Spearman.

Tabla 3. Validación de métodos diagnósticos no convencionales para lesiones de caries radicular, en términos de Especificidad, Sensibilidad, Reproducibilidad intra e interexaminador, Precisión.

Autor/ año	Tipo de estudio	Método diagnóstico/ Número examinadores	Número. Dientes/ Número Superficie	Especificidad/ Sensibilidad	Reproducibilidad interexaminador	Reproducibilidad intraexaminador	G.S./ Precisión	Resumen
Günther, Park et al. 2020 (40)	Transversal	Fluorescencia cuantitativa inducida por luz: /3 Cut off N.R. 1. Pérdida de fluorescencia medida 2. Volúmen de la lesión	No reportado/46	-	0.95 <i>ICC</i>	0.98 <i>ICC</i>	GS no reportado	La reproducibilidad intra e interexaminador es excelente para ambas variables evaluadas en el método diagnóstico.
Haak, Wicht 2004 (41)	Transversal	Fluorescencia Láser (DIAGNODent)/6. Cut off N.R..	103/412	-	0.79-0.88 <i>CCP</i>	0.963 <i>ICC</i>	Histología/ 0.46 <i>CCP</i>	Presenta una excelente reproducibilidad intra e interexaminador. Precisión diagnóstica moderada.
Karlsson, Johansson et al. 2009 (42)	Transversal	Fluorescencia Láser: in vitro/4 Cut off N.R.	84/336	~0.8/~0.8	0.97 <i>ICC</i>	0.99 <i>ICC</i>	Histología/ 0.31 <i>CCS</i>	Excelente especificidad, sensibilidad y reproducibilidad intra e interexaminador. La precisión diagnóstica es pobre.
Lee, Darling et al. 2017 (31)	Transversal	Tomografía de coherencia óptica sensible a la polarización (PS-OCT)/2	25/100	0.67/0.81	-	-	Histología	Presenta una moderada especificidad y una excelente sensibilidad.
Wicht, Haak et al. 2002 (43)	Transversal	Fluorescencia Láser (DIAGNODent)/6 Cut off N.R. Resistencia eléctrica (ECM)/6	103/412	-	0.85 <i>CCK</i>	0.96 <i>ICC</i>	Histología/ 0.45 <i>CCS</i>	La reproducibilidad intra e interexaminador es excelente para ambos métodos diagnósticos. La precisión diagnóstica es moderada para DIAGNODent y ECM con respecto a la profundidad histológica.
Zhang, McGrath et al. 2016 (37)	Transversal	Fluorescencia Láser (DIAGNODent)/1 Cut off: 10 y 15	N.R/ 750	0.75/0.75	-	PD: 0.76 <i>ICC</i> SPD: 0.84 <i>ICC</i>	Visual táctil	Presenta una excelente especificidad y sensibilidad al igual que la reproducibilidad intraexaminador reportado

Zhang, McGrath et al. 2009 (38)	Transversal	Fluorescencia Láser (DIAGNOdent)/1 Cut off: 5 y 10	5424/4188	0.64/0.91	-	0.79 ICC	Visual táctil	La especificidad es clasificada como moderada, mientras que la sensibilidad es excelente. La reproducibilidad intraexaminador es excelente.
Rodrigues, Neuhaus et al. 2010 (39)	Transversal	Fluorescencia Láser (DIAGNOdent)/2 Cut off: 18	43/60	0.54/0.81	0.62 <i>Kappa statistic</i>	0.93-0.97 ICC	Histología/ 0.69 CCS	La especificidad y reproducibilidad inter examinador es moderada, mientras que la sensibilidad y la reproducibilidad intra examinador es considerada excelente. La precisión diagnóstica es buena.

G.S.: Gold standard. NR: No Reportado. ICC: Coeficiente de correlación intraexaminador. CCS: Coeficiente de correlación de Spearman. CCP: Coeficiente de correlación de Pearson. CCK: Coeficiente de correlación de Kendall. PD: Placa Dental. SPD: Sin Placa Dental.

5.4 Reproducibilidad intra e inter examinador

En general se pudo apreciar que el grupo de métodos de diagnóstico convencionales compuesto por la inspección visual-táctil y radiografía poseían mayor variabilidad en cuanto a su reproducibilidad intra e interexaminador, reflejada en amplio rango entre la mejor y peor reproducibilidad reportada. Si bien, la clasificación varió de excelente a pobre, existió una tendencia marcada a la superioridad de la reproducibilidad intraexaminador respecto de la interexaminador, a excepción de un artículo que reportó lo opuesto (33).

Por otra parte, los métodos no convencionales que corresponden a tomografía de coherencia óptica, fluorescencia y resistencia eléctrica, mostraron que la reproducibilidad fue casi uniforme, considerándose como excelente tanto para intra como inter examinador en 6 de los 8 estudios (37, 38, 40-43), mientras que solo uno clasificó su reproducibilidad inter examinador como moderada (39).

5.5 Especificidad y Sensibilidad

En los sistemas de diagnóstico convencionales, tanto visual-táctil como radiográfico hubo una gran heterogeneidad en los resultados, donde algunos de ellos encontraron la especificidad mayor que la sensibilidad (31, 36), mientras que otros observaron lo opuesto (28, 39, 42).

En cuanto a los métodos no convencionales, se evidenció que la sensibilidad fue superior o igual a la especificidad en la totalidad de los artículos (31, 37-39, 42) y que, a diferencia de los convencionales, su clasificación solo varió de moderado a excelente, mostrando una menor dispersión en sus resultados.

5.6 Precisión diagnóstica y Gold Standard

La mayoría de los estudios utilizaron la histología como Gold Standard (31, 36, 39, 41-43), sin embargo, otros tres estudios decidieron ocupar la inspección visual-táctil para cumplir ese rol (28, 37, 38). Así mismo, la precisión diagnóstica fue reportada sólo en 5 estudios (36, 39, 41-43), dentro de los cuales se destacaron los métodos diagnósticos convencionales, ya que tuvieron una mayor similitud con su standard de referencia y por ende, su precisión diagnóstica fue mejor validada.

6. DISCUSIÓN

El presente estudio provee evidencia sobre los métodos de diagnóstico de lesiones de caries radicular convencionales y no convencionales, en cuanto a su validación científica. En términos generales, la inspección visual- táctil y la fluorescencia láser muestran los valores más altos de reproducibilidad intra e interexaminador, sensibilidad y especificidad. De esta manera es posible ratificar la hipótesis de que existen métodos validados para la detección de lesiones de caries radicular.

En los últimos años se ha descrito que la prevalencia de caries radicular ha aumentado debido a la longevidad de la vida y a una mayor conservación de los dientes en boca (44). En una reciente investigación se planteó que 4 de cada 10 adultos podría verse afectado por la caries de raíz a nivel global y que su prevalencia seguirá aumentando en el futuro (45). Con vista en lo anterior, se desprende la necesidad de contar con herramientas diagnósticas más precisas para detectar y monitorear dichas lesiones en el tiempo a fin de conservar el máximo capital biológico y reducir la carga de enfermedad entre los personas mayores (45).

Reportes previos han estudiado la validez de los sistemas de detección de lesiones de caries coronal, donde se afirma que la tecnología de fluorescencia láser tiene una débil asociación con la histología (46) y que cuando se utilizan los criterios de ICDAS II (47) *in vivo*, el dispositivo de fluorescencia láser parece no aportar ninguna ganancia de detección adicional, sino que es más laborioso y costoso (48). Basados en los resultados obtenidos, es posible concluir que los hallazgos de esta RSL enfocada en lesiones de caries radicular parecen concordar lo señalado para lesiones coronales.

Algo semejante ocurre con los estudios de detección de lesiones de caries radicular, donde sostienen que a pesar de la subjetividad inherente a la interpretación de signos clínicos de la detección mediante inspección visual, posee una fiabilidad entre examinadores de buena a excelente en estudios clínicos (7), lo que dice consecuencia con los resultados reportados.

Como producto del análisis de los datos extraídos de los artículos se plantea que la reproducibilidad intra e interexaminador es más variable, específicamente, en el método de inspección visual-táctil, esto debido a que está asociado implícitamente a un factor de subjetividad, donde influye la formación profesional, la experiencia o práctica y la debida calibración que requiere (7). De ahí que los métodos no convencionales intentan reducir ese sesgo con la utilización de un instrumento que mida algún parámetro establecido y su resultado pueda ser categorizado según una escala objetiva para llegar a un diagnóstico.

La especificidad y sensibilidad, por su parte, fueron uno de los puntos más controversiales de esta revisión, debido a la no concordancia de los distintos reportes, por tanto, es necesaria la realización de nuevos estudios clínicos observacionales que midan estas variables de forma más objetiva mediante el uso de gold standard.

En lo que a precisión diagnóstica y gold standard concierne, se encontró una limitada evidencia, ya que pocos estudios informaron estas variables. Sin embargo, es importante señalar que la histología no es la referencia ideal en todos los casos, como comúnmente se piensa (49). Por ejemplo, los estudios clínicos, en donde no es posible realizar cortes histológicos para su examinación, la inspección visual táctil aparece como una buena alternativa. Esta técnica utiliza uno o más examinadores calibrados y entrenados. Los resultados obtenidos mostraron que este método fue el que mostró mayor precisión diagnóstica. En líneas generales, la detección de lesiones mediante evaluación visual-táctil otorga una excelente confiabilidad (medido en reproducibilidad), a bajo costo y sin necesidad de equipamiento especial, sobre todo en sistemas sanitarios con limitados recursos económicos. Si bien, la tecnología de fluorescencia láser pareciera ser la más recomendable, pues presenta una confiabilidad levemente superior a la visual (39), este método puede no ser necesariamente el de elección, toda vez que requiere de entrenamiento del personal de salud, adquisición de equipamiento y probablemente mayor tiempo clínico. Esta técnica tendría una buena aplicación como herramienta para el seguimiento de lesiones a lo largo del tiempo (50), ya que permite comparar una lectura objetiva de una línea base y lecturas secuenciales posteriores.

Los instrumentos evaluados en esta investigación demostraron ser efectivos en discriminar entre una raíz sana o cariada, sin embargo, en el año 1991 Ferjeskov ya planteaba la idea de que una lesión de caries podía estar en estado activo o inactivo y que debido a la naturaleza dinámica del proceso de caries radicular, una lesión activa puede convertirse en inactiva debido a una mejora en higiene oral en conjunto con el uso de pasta fluorada (30). Por ende, es cuestionable el desempeño de los métodos diagnósticos reportados en cuanto a la evaluación de actividad e inactividad de las lesiones, ya que si bien permiten detectar las lesiones de caries de raíz, no abordan la progresión de las mismas a lo largo del tiempo. En consecuencia, un método que no distingue entre lesión activa o inactiva no revela el verdadero estado patológico en los pacientes (51).

Las características de los estudios analizados imponen ciertas limitaciones, pues existe una amplia variabilidad en el número de muestras y examinadores, con un riesgo de sesgo moderado (Figura 2). En segundo lugar, no se evaluó la eficacia de los métodos según el estado de la lesión, entendiendo que una lesión incipiente presenta características histológicas muy distintas a una lesión establecida o cavitada (52), por ende, un método puede ser más o menos preciso dependiendo del tipo de lesión que se esté diagnosticando (53). La tercera limitación dice relación con el análisis cuantitativo de los datos, ya que dada su heterogeneidad no es posible llevar a cabo un meta-análisis. Las principales diferencias estuvieron dadas por las medidas estadísticas de resumen, donde para la medición de una misma variable se reportaron dos o tres medidas estadísticas diferentes, como por ejemplo la reproducibilidad intraexaminador, la cual fue medida con la utilización de Coeficiente de correlación intraexaminador (37, 38, 40-43), Kappa ponderado (30, 32-35, 39) y Kappa no ponderado (28, 36). Además de la cantidad de variables reportadas en cada artículo, en concreto, algunos estudios solo reportaron una variable de interés, por ejemplo, dos estudios reportaron sólo la reproducibilidad intraexaminador (28, 30), lo que en consecuencia no permite la realización de una comparación cuantitativa de las variables estudiadas.

Esta revisión mostró que el método visual combinado con el táctil tiene alta precisión y confiabilidad, pero requiere entrenamiento y calibración. Lo anterior puede ser trasladado al quehacer clínico, particularmente en países en desarrollo, pues facilita la realización de un

adecuado diagnóstico, sin la necesidad de incurrir en gastos para la adquisición de tecnologías sofisticadas, sin perder precisión, ni calidad.

Tomados en su conjunto, los resultados de esta revisión permiten concluir que existen instrumentos para la detección de lesiones de caries radicular debidamente validados en la literatura, destacando el método convencional visual-táctil y el no convencional de fluorescencia láser, los que tienen los valores más altos en reproducibilidad, sensibilidad, especificidad y precisión diagnóstica. Futuros estudios clínicos son necesarios para contar con evidencia de mayor calidad.

7. REFERENCIAS

1. WHO. Life expectancy at birth (years) 2000-2015. . 2015.
2. León S, De Marchi RJ, Tôrres LH, Hugo FN, Espinoza I, Giacaman RA. Oral health of the Latin American elders: What we know and what we should do-Position paper of the Latin American Oral Geriatric Group of the International Association for Dental Research. *Gerodontology*. 2018;35(2):71-7. doi: 10.1111/ger.12318.
3. Hariyani N, Setyowati D, Spencer AJ, Luzzi L, Do LG. Root caries incidence and increment in the population - A systematic review, meta-analysis and meta-regression of longitudinal studies. *J Dent*. 2018;77:1-7. doi: 10.1016/j.jdent.2018.06.013.
4. Griffin SO, Griffin PM, Swann JL, Zlobin N. Estimating rates of new root caries in older adults. *J Dent Res*. 2004;83(8):634-8. doi: 10.1177/154405910408300810.
5. Selwitz RH, Ismail AI, Pitts NB. Dental caries. *Lancet*. 2007;369(9555):51-9. doi: 10.1016/s0140-6736(07)60031-2.
6. Burrow MF, Stacey MA. Management of Cavitated Root Caries Lesions: Minimum Intervention and Alternatives. *Monogr Oral Sci*. 2017;26:106-14. doi: 10.1159/000479352.
7. Banting DW. The diagnosis of root caries. *J Dent Educ*. 2001;65(10):991-6.
8. Baysan A, Lynch E, Ellwood R, Davies R, Petersson L, Borsboom P. Reversal of primary root caries using dentifrices containing 5,000 and 1,100 ppm fluoride. *Caries Res*. 2001;35(1):41-6. doi: 10.1159/000047429.
9. WHO. 2013. Oral health surveys. Basic methods. 5th ed. Geneva.
10. Glass RL, Peterson JK, Bixler D. The effects of changing caries prevalence and diagnostic criteria on clinical caries trials. *Caries Res*. 1983;17(2):145-51. doi: 10.1159/000260663.
11. Ismail AI, Brodeur JM, Gagnon P, Payette M, Picard D, Hamalian T, et al. Prevalence of non-cavitated and cavitated carious lesions in a random sample of 7-9-year-old schoolchildren in Montreal, Quebec. *Community Dent Oral Epidemiol*. 1992;20(5):250-5. doi: 10.1111/j.1600-0528.1992.tb01693.x.
12. WHO. 1997. Oral health surveys basic methods etcG.
13. Pitts NB, Fyffe HE. The effect of varying diagnostic thresholds upon clinical caries data for a low prevalence group. *J Dent Res*. 1988;67(3):592-6. doi: 10.1177/00220345880670031401.
14. Kimberlin CL, Winterstein AG. Validity and reliability of measurement instruments used in research. *Am J Health Syst Pharm*. 2008;65(23):2276-84. doi: 10.2146/ajhp070364.
15. Glaros AG, Kline RB. Understanding the accuracy of tests with cutting scores: the sensitivity, specificity, and predictive value model. *J Clin Psychol*. 1988;44(6):1013-23. doi: 10.1002/1097-4679(198811)44:6<1013::aid-jclp2270440627>3.0.co;2-z.
16. Parikh R, Mathai A, Parikh S, Chandra Sekhar G, Thomas R. Understanding and using sensitivity, specificity and predictive values. *Indian J Ophthalmol*. 2008;56(1):45-50. doi: 10.4103/0301-4738.37595.
17. Leeflang MM. Systematic reviews and meta-analyses of diagnostic test accuracy. *Clin Microbiol Infect*. 2014;20(2):105-13. doi: 10.1111/1469-0691.12474.
18. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000100. doi: 10.1371/journal.pmed.1000100.
19. da Costa Santos CM, de Mattos Pimenta CA, Nobre MR. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2007;15(3):508-11. doi: 10.1590/s0104-11692007000300023.

20. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev.* 2016;5(1):210. doi: 10.1186/s13643-016-0384-4.
21. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Bmj.* 2009;339:b2535. doi: 10.1136/bmj.b2535.
22. Maske TT, van de Sande FH, Arthur RA, Huysmans M, Cenci MS. In vitro biofilm models to study dental caries: a systematic review. *Biofouling.* 2017;33(8):661-75. doi: 10.1080/08927014.2017.1354248.
23. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Bmj.* 2019;366:l4898. doi: 10.1136/bmj.l4898.
24. Schneider K, Schwarz M, Burkholder I, Kopp-Schneider A, Edler L, Kinsner-Ovaskainen A, et al. "ToxRTool", a new tool to assess the reliability of toxicological data. *Toxicol Lett.* 2009;189(2):138-44. doi: 10.1016/j.toxlet.2009.05.013.
25. Schmidt L, Shokraneh F, Steinhausen K, Adams CE. Introducing RAPTOR: RevMan Parsing Tool for Reviewers. *Syst Rev.* 2019;8(1):151. doi: 10.1186/s13643-019-1070-0.
26. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: guidelines for reporting observational studies. *Int J Surg.* 2014;12(12):1495-9. doi: 10.1016/j.ijsu.2014.07.013.
27. Senn S. Review of Fleiss, statistical methods for rates and proportions. *Res Synth Methods.* 2011;2(3):221-2. doi: 10.1002/jrsm.50.
28. Ekstrand K, Martignon S, Holm-Pedersen P. Development and evaluation of two root caries controlling programmes for home-based frail people older than 75 years. *Gerodontology.* 2008;25(2):67-75. doi: 10.1111/j.1741-2358.2007.00200.x.
29. Warren JJ, Cowen HJ, Watkins CM, Hand JS. Dental caries prevalence and dental care utilization among the very old. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(11):1571-9. doi: 10.14219/jada.archive.2000.0086.
30. Fejerskov O, Luan WM, Nyvad B, Budtz-Jorgensen E, Holm-Pederse P. Active and inactive root surface caries lesions in a selected group of 60- to 80-year-old danes. *Caries Research.* 1991;25(5):385-91.
31. Lee RC, Darling CL, Staninec M, Ragadio A, Fried D. Activity assessment of root caries lesions with thermal and near-IR imaging methods. *J Biophotonics.* 2017;10(3):433-45. doi: 10.1002/jbio.201500333.
32. Mariño RJ, Fu CS, Giacaman RA. Prevalence of root caries among ambulant older adults living in central Chile. *Gerodontology.* 2015;32(2):107-14. doi: 10.1111/ger.12060.
33. Mojon P, Favre P, Chung JP, Budtz-Jørgensen E. Examiner agreement on caries detection and plaque accumulation during dental surveys of elders. *Gerodontology.* 1995;12(1):49-55. doi: 10.1111/j.1741-2358.1995.tb00130.x.
34. Rosén B, Birkhed D, Nilsson K, Olavi G, Egelberg J. Reproducibility of clinical caries diagnoses on coronal and root surfaces. *Caries Res.* 1996;30(1):1-7. doi: 10.1159/000262129.
35. Manji F, Fejerskov O, Baelum V. Pattern of dental caries in an adult rural population. *Caries Res.* 1989;23(1):55-62. doi: 10.1159/000261155.
36. Liebe-Harkort C, Ástvaldsdóttir Á, Tranaeus S. Visual and radiographic assessment of dental caries by osteologists: a validity and reliability study. *International Journal of Osteoarchaeology.* 2011;21(1):55-65. doi: 10.1002/oa.1107.
37. Zhang W, McGrath C, Lo E, Zhang W, McGrath C, Lo ECM. Effectiveness of DIAGNOdent in Detecting Root Caries Without Dental Scaling Among Community-dwelling Elderly. *ORAL HEALTH & PREVENTIVE DENTISTRY.* 2016;14(6):555-61.

38. Zhang W, McGrath C, Lo E, Zhang W, McGrath C, Lo ECM. A comparison of root caries diagnosis based on visual-tactile criteria and DIAGNOdent in vivo. *JOURNAL OF DENTISTRY*. 2009;37(7):509-13.
39. Rodrigues JA, Neuhaus KW, Hug I, Stich H, Seemann R, Lussi A. In vitro detection of secondary caries associated with composite restorations on approximal surfaces using laser fluorescence. *Oper Dent*. 2010;35(5):564-71. doi: 10.2341/09-332-l.
40. Günther E, Park KJ, Meißner T, Kottmann T, Schmalz G, Haak R, et al. Assessment of non-cavitated root caries lesions by quantitative light-induced fluorescence -an in vivo feasibility study. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2020:101671. doi: 10.1016/j.pdpdt.2020.101671.
41. Haak R, Wicht MJ. Caries detection and quantification with DIAGNOdent: prospects for occlusal and root caries? *Int J Comput Dent*. 2004;7(4):347-58.
42. Karlsson L, Johansson E, Tranaeus S. Validity and reliability of laser-induced fluorescence measurements on carious root surfaces in vitro. *Caries Res*. 2009;43(5):397-404. doi: 10.1159/000239754.
43. Wicht MJ, Haak R, Stützer H, Strohe D, Noack MJ. Intra- and interexaminer variability and validity of laser fluorescence and electrical resistance readings on root surface lesions. *Caries Res*. 2002;36(4):241-8. doi: 10.1159/000063928.
44. Bansal V SR, Veerasha K, Kumar A, Gambhir R. 2011. Root caries - a problem of growing age. *J Dent Adv*. 3(1):418-422.
45. Pentapati KC, Siddiq H, Yeturu SK. Global and regional estimates of the prevalence of root caries - Systematic review and meta-analysis. *Saudi Dent J*. 2019;31(1):3-15. doi: 10.1016/j.sdentj.2018.11.008.
46. Jablonski-Momeni A, Ricketts DN, Rolfsen S, Stoll R, Heinzl-Gutenbrunner M, Stachniss V, et al. Performance of laser fluorescence at tooth surface and histological section. *Lasers Med Sci*. 2011;26(2):171-8. doi: 10.1007/s10103-010-0768-y.
47. Dikmen B. Icdas II criteria (international caries detection and assessment system). *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2015;49(3):63-72. doi: 10.17096/jiufd.38691.
48. Kühnisch J, Berger S, Goddon I, Senkel H, Pitts N, Heinrich-Weltzien R. Occlusal caries detection in permanent molars according to WHO basic methods, ICDAS II and laser fluorescence measurements. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2008;36(6):475-84. doi: 10.1111/j.1600-0528.2008.00436.x.
49. Braun A, Guiraud LM, Frankenberger R. Histological validation of ICDAS II and radiological assessment of occlusal carious lesions in permanent teeth. *Odontology*. 2017;105(1):46-53. doi: 10.1007/s10266-016-0245-6.
50. Diniz MB, Campos PH, Sanabe ME, Duarte DA, Santos MT, Guaré RO, et al. Effectiveness of Fluorescence-based Methods in Monitoring Progression of Noncavitated Caries-like Lesions on Smooth Surfaces. *Oper Dent*. 2015;40(6):E230-41. doi: 10.2341/15-036-l.
51. Guivante-Nabet C, Tavernier JC, Trevoux M, Berenhole C, Berdal A. Active and inactive caries lesions in a selected elderly institutionalised French population. *International Dental Journal*. 1998;48(2):111-22. doi: 10.1111/j.1875-595X.1998.tb00469.x.
52. Schüpbach P, Guggenheim B, Lutz F. Human root caries: histopathology of advanced lesions. *Caries Res*. 1990;24(3):145-58. doi: 10.1159/000261258.
53. Kim HE, Kim BI. Early caries detection methods according to the depth of the lesion: An in vitro comparison. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018;23:176-80. doi: 10.1016/j.pdpdt.2018.06.014.