
CORRELATION OF CLINICAL AND RADIOGRAPHIC DIAGNOSIS OF CARIOUS LESIONS IN POSTERIOR TEETH¹

CORRELACIÓN DEL DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y RADIOGRÁFICO DE LA LESIÓN DE CARIES EN DIENTES POSTERIORES¹

JESÚS ALBERTO HERNÁNDEZ², MARÍA ALEJANDRA CARDOZO³,

MARÍA CRISTINA ARANGO⁴, JUDY ELENA VILLAVICENCIO⁵

ABSTRACT. Introduction: dental caries is a public health problem affecting a large percentage of the population. The carious process is highly variable and has periods of progression that alternate with periods of stability of the damaged tissue. There are different techniques to diagnose dental caries, including clinical and radiographic evaluation. **Objective:** the objective of this study was to establish correlation between the clinical and radiographic caries diagnosis suggested by ICCMSTM, in deciduous and permanent molars of a school population. **Methods:** descriptive study evaluating a sample for convenience of 1174 proximal and occlusal tooth surfaces of permanent and deciduous molars, taken from the database of 35 outpatients treated at the school of dentistry, who were clinically and radiographically evaluated for caries as recommended by the ICCMSTM based on bitewing x-rays. **Results:** the clinical and radiographic diagnosis was correlated in 1174 proximal and occlusal surfaces, with 0.41 Spearman's rank correlation coefficient ($p < 0,05$). The findings suggest that 95.6% of teeth diagnosed as healthy coincided with the clinical and radiographic results; in early mild stages, there was coincidence in only 8.16% and 6.4% respectively. **Conclusions:** there is low correlation between the clinical diagnosis of caries and the radiographic examination, in relation to ICCMSTM standards.

Key words: dental caries, coronal x-ray, non-parametric statistics.

RESUMEN. Introducción: la caries dental es un problema de salud pública que afecta a un gran porcentaje de la población. El proceso de actividad de la caries es muy variable y presenta periodos de progresión que alternan con periodos de detención del tejido dañado. Actualmente existen diversas técnicas para el diagnóstico de caries dental, entre las cuales se encuentra la evaluación clínica y radiográfica. **Objetivo:** el objetivo de este estudio consistió en establecer la correlación entre el diagnóstico clínico de caries y el diagnóstico radiográfico propuesto por el ICCMSTM, en molares temporales y permanentes de una población escolar. **Métodos:** estudio descriptivo, en el que se evaluó una muestra por conveniencia de 1174 superficies dentales proximales y oclusales de molares permanentes y temporales, tomada de la base de datos de 35 pacientes atendidos en área extramural de la escuela de odontología, los cuales fueron evaluados clínica y radiográficamente para caries según lo propuesto por el ICCMSTM a partir de radiografías aleta de mordida. **Resultados:** se correlacionó el diagnóstico clínico y radiográfico en 1174 superficies proximales y oclusales con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,41 ($p < 0,05$). Se encontró que el 95,6% de los dientes diagnosticados como sanos coincidió con los resultados clínicos y radiográficos; en estadios iniciales y moderados se encontró coincidencia solo en el 8,16% y 6,4% respectivamente. **Conclusiones:** hay baja correlación entre el diagnóstico clínico de caries y el examen radiográfico, según lo propuesto por ICCMSTM.

Palabras clave: caries dental, radiografía coronal, estadística no paramétrica.

Hernández JA, Cardozo MA, Arango MC, Villavicencio JE. Correlación del diagnóstico clínico y radiográfico de la lesión de caries en dientes posteriores. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2017; 28(2): 341-353. DOI: 10.17533/udea.rfo.v28n2a7 URL: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v28n2a7>

1 Institutional affiliation: Universidad del Valle. Internal call for submissions 1-2014, for the formation of a research projects bank.
2 Specialist in Pediatric Dentistry, Professor at Universidad del Valle. Email: jesus.hernandez@correounivalle.edu.co
3 Specialist in Pediatric Dentistry and Maxillary Orthopedics. Email: m.alejandrabc10@gmail.com
4 Specialist in Pediatric Dentistry and Maxillary Orthopedics, Professor at Universidad del Valle. Email: titiarango25@yahoo.com
5 Specialist in Pediatric Dentistry, Professor at Universidad del Valle. Email: judyvila07@gmail.com

1 Institución encargada: Universidad del Valle. Convocatoria interna 1-2014 para la conformación del banco de proyectos de investigación.
2 Especialista en Odontología Pediátrica, docente Universidad del Valle. Correo electrónico: jesus.hernandez@correounivalle.edu.co
3 Especialista en Odontología Pediátrica y Ortopedia Maxilar. Correo electrónico: m.alejandrabc10@gmail.com
4 Especialista en Odontología Pediátrica y Ortopedia Maxilar, Docente Universidad del Valle. Correo electrónico: titiarango25@yahoo.com
5 Especialista en Odontología Pediátrica, Docente de la Universidad del Valle. Correo electrónico: judyvila07@gmail.com

INTRODUCTION

Understanding dental caries, its progression and proper diagnosis in early stages has become a challenge in clinical practice, research, and prevention.¹

Tooth decay is a dynamic disease affecting the tooth's surface in contact with biofilm, resulting in mineral loss, which leads to the localized destruction of the tooth's hard tissue. During the early stages of the carious lesions there is an increase in enamel micro-porosity, which clinically appears as opacity or a stain that can be either white or brown. As micro-porosity increases, tooth structure collapses forming a cavity. This process is slow, and according to the evidence it can be stopped before the cavity appears.¹ However, while currently there is a decrease in caries prevalence nationwide, the percentage of this disease is still high, as reported in the 2014 National Oral Health Survey in Colombia (Estudio Nacional de Salud Bucal en Colombia –ENSAB IV), which showed that caries prevalence at age 5 was 52.38%, at age 12 it was 37.4%, and at age 15 it was 44.5%.²

The carious process is highly variable, with periods of progression alternating with periods of stability; therefore, diagnostic methods must seek to detect the aforementioned changes, in order to determine the stage at which the disease can be arrested. In consequence, the development of an effective diagnostic method has been the goal of many researchers for a long time.^{1, 3, 4}

Conventional caries diagnostic approaches include the visual-tactile method and the radiographic method, which are relatively accurate³⁻⁵ but have been modified to improve effectiveness. Therefore, within the visual-tactile method there have multiple systems of caries classification, which tend to report the initial carious lesions due to changes in their pattern of presentation.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el entendimiento de la caries dental, su progresión y su adecuado diagnóstico en etapas tempranas se ha convertido en un reto para la práctica clínica, la investigación y la prevención.¹

Se entiende que la caries dental es una enfermedad dinámica que ocurre en la superficie del diente, en contacto con la biopelícula, y que produce pérdida de minerales, lo cual lleva a la destrucción localizada del tejido duro del diente. Durante las etapas tempranas del inicio de la lesión se puede observar aumento en la microporosidad del esmalte, la cual se puede ver clínicamente como una opacidad o mancha blanca o café. A medida que aumenta la microporosidad, la estructura dental colapsa formando una cavidad. Este proceso es lento, y se ha descubierto que puede ser detenido antes de que se produzca la cavidad.¹ No obstante, a pesar de que en la actualidad se evidencia a nivel nacional una disminución de la prevalencia de caries, el porcentaje de esta enfermedad sigue siendo alto según lo reportado en el último Estudio Nacional de Salud Bucal en Colombia (ENSAB IV) en el 2014, el cual mostró que la prevalencia de caries a los 5 años fue de 52,38%, a los 12 de 37,4% y a los 15 años de 44,5%.²

El proceso de actividad de la caries es muy variable, presentando períodos de progresión que alternan con períodos de detención; por eso los métodos de diagnóstico deben apuntar a la detección de los cambios anteriormente nombrados, para poder determinar la etapa en la cual la enfermedad puede ser detenida. Es por eso que durante muchos años el desarrollo de un método diagnóstico efectivo ha sido el objetivo de muchos investigadores.^{1, 3, 4}

Dentro de los métodos tradicionales de diagnóstico de caries dental se encuentran el visual táctil y el radiográfico, los cuales ofrecen un desempeño relativamente bueno,³⁻⁵ aunque han sufrido modificaciones para mejorar su eficacia. Es así como, dentro del método visual táctil, ha habido múltiples sistemas de clasificación de la caries, los cuales tienden a reportar las lesiones iniciales de caries, debido a los cambios en su patrón de presentación.

The International Caries Classification and Management System (ICCMS™) uses a simplified version of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS).⁶ In an attempt to improve traditional methods, unify concepts, establish treatment decisions, and better detect this type of lesions, mainly at the interproximal level, several authors recommend a combination of the visual examination with other diagnostic aids. The most commonly used complementary technique is coronal x-rays or bite-wing x-rays, which is very helpful in detecting proximal lesions.⁶⁻¹⁰

X-rays are useful to detect advanced tooth decay, since the demineralized tooth area allows a greater filtration of x-rays, showing as a radiolucent zone. The opposite occurs in early lesions, which do not have sufficient demineralization to be detected through x-ray. On the other hand, intraoral radiography may reveal interproximal caries, which could go unnoticed by clinicians during regular examination, but early lesions are difficult to detect by x-ray methods, especially if they are located in enamel only. Even experienced clinicians may disagree on the presence of decay by x-ray methods. Some can identify lesions on intact surfaces (false positives), while others fail to detect evident lesions (false negatives). This is why coronal x-ray as an additional diagnostic method is a useful complement to diagnose and accurately treat dental caries. *In vitro* studies have shown that this is the most reliable method to diagnose caries in the dentin middle third, compared with just visual inspection.^{4,5}

Like visual diagnostic methods, the radiographic technique has undergone changes thanks to technological advances. The conventional technique with x-ray film used to be popular in the past, while today digitized media is available, yielding better results by increasing image contrast. The 1991 studies by Wenzel et al found

El sistema internacional de clasificación y manejo de caries (ICCMS™) utiliza una forma simplificada del sistema Internacional de Detección y Valoración de Caries (ICDAS).⁶ Como un intento por mejorar los métodos tradicionales, unificar conceptos y tratar de establecer decisiones de tratamiento, así como para aumentar la detección de estas lesiones, principalmente a nivel interproximal, varios autores recomiendan el uso combinado del examen visual con otras ayudas diagnósticas. La técnica complementaria más utilizada es la de las radiografías coronales o de aleta de mordida, la cual es de gran ayuda para la detección de lesiones proximales.⁶⁻¹⁰

La radiografía es útil para detectar caries avanzadas, debido a que la zona desmineralizada del diente permite una mayor filtración de los rayos X, evidenciándose como una zona radiolúcida. Lo contrario ocurre en las lesiones tempranas, las cuales aún no tienen suficiente desmineralización para ser detectadas por medio de la radiografía. Por otra parte, la radiografía intraoral puede revelar caries interproximales, que podrían pasar desapercibidas para el clínico durante un examen, pero las lesiones incipientes son difíciles de detectar por métodos radiográficos, especialmente cuando están solo en esmalte. Inclusive cuando el clínico es experimentado, puede haber desacuerdos en la presencia o no de caries a nivel radiográfico. Algunos pueden identificar lesiones en la superficie que se encuentran intactas (falsos positivos), mientras otros no detectan lesiones evidentes (falsos negativos). Es así como el uso de radiografía coronal como método de diagnóstico adicional es válido para el diagnóstico complementario y el tratamiento correcto de la caries dental. Algunos estudios *in vitro* han demostrado que este es el método más fiable a la hora de diagnosticar caries en tercio medio de dentina, comparado con solo el examen visual.^{4,5}

Al igual que los métodos de diagnóstico visual, la técnica radiográfica ha sufrido modificaciones gracias a los avances tecnológicos. Anteriormente se utilizaba la técnica convencional con la película en físico para rayos X, mientras que hoy en día se cuenta con medios digitalizados, por medio de los cuales se han obtenido mejores resultados al aumentar el contraste de imagen. En los estudios de Wenzel et al en 1991, los autores encontraron

out increased effectiveness in digital radiographs, concluding that this technique improves diagnosis, compared with visual inspection, as it increases sensitivity without losing specificity.^{7, 11}

The sensitivity of radiographic images reported in several studies is low; however, it remains the complementary technique of choice for most clinicians. The 2011 study by Diniz et al reported 44% sensitivity and 94% specificity.¹²

Currently, coronal x-rays are recommended for patients over 5 years of age, in order to reduce the underreporting occurring in interproximal lesions. Radiographically, the ICCMS™ classifies posterior tooth surfaces in various degrees according to progression, enabling good reproducibility and accuracy of this classification system.^{13, 14}

The ICCMS™ integrated the ICDAS evaluation with the proposed radiographic evaluation to detect caries lesions and their depth, in order to provide more comprehensive information to plan, manage, and properly diagnose tooth decay.¹⁵⁻¹⁸

The goal of this study was to establish correlation between clinical and radiographic diagnosis of dental caries as proposed by the ICCMS™, in deciduous and permanent molars in a school population.

MATERIALS AND METHODS

A descriptive study was conducted using the clinical and radiographic database of 35 kids (20 girls and 15 boys) aged 6 to 8 years, who were treated in a public school of the city of Cali, Colombia. The sample was chosen for convenience and the analysis unit consisted of 1260 permanent and deciduous molar surfaces. The surfaces had been previously evaluated for caries and were entered in each patient's medical record following the ICCMS™, which regroups the ICDAS criteria in four categories:

mayor efectividad en las radiografías digitales, lo que permitió concluir que esta alternativa mejora el diagnóstico, en comparación con la inspección visual, pues aumenta su sensibilidad sin pérdida de especificidad.^{7, 11}

La sensibilidad de las imágenes radiográficas reportada en diferentes estudios es baja; a pesar de esto, sigue siendo la técnica complementaria escogida por la mayoría de los clínicos. En el estudio de Diniz et al en el año 2011 se reportó una sensibilidad del 44% y una especificidad del 94%.¹²

En la actualidad, se recomienda la toma de radiografías coronales a partir de los 5 años de edad, con el fin de disminuir el subregistro que se presenta de las lesiones interproximales. El ICCMS™ clasifica radiográficamente las superficies dentales posteriores en diferentes grados, según la progresión, lo que ha permitido una buena reproducibilidad y exactitud de este sistema de clasificación.^{13, 14}

El ICCMS™ integró la evaluación del ICDAS con la evaluación radiográfica propuesta para detectar la lesión de caries y su profundidad, con el fin de dar una información más amplia para planificar, gestionar y diagnosticar adecuadamente la caries dental.¹⁵⁻¹⁸

El objetivo de este estudio consistió en establecer la correlación entre el diagnóstico clínico y radiográfico de caries dental según la propuesta del ICCMS™, en molares temporales y permanentes de una población escolar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, utilizando los datos clínicos y radiográficos de la base de datos de 35 niños (20 niñas y 15 niños) de 6 a 8 años de edad, los cuales son atendidos en una institución educativa pública de la ciudad de Cali. La muestra fue escogida por conveniencia y la unidad de análisis consistió en 1260 superficies de molares permanentes y temporales. Las superficies habían sido previamente evaluadas para caries dental, y consignadas en la historia clínica según el sistema de clasificación ICCMS™, el cual reagrupa los criterios de ICDAS en cuatro categorías:

0 = healthy; A = initial decay in enamel, showing a white and/or brown lesion spot in either dry or wet surface (ICDAS codes 1 and 2); B = moderate decay, including the micro-cavitated lesion and the dentine lesion with an underlying shade (ICDAS codes 3 and 4), and C = severe caries, cavitated lesions with visible dentin (ICDAS codes 5 and 6). The data were entered by a dentist standardized in this index, with a 0.80 Kappa index.

Patients had bitewing x-rays taken at Universidad del Valle, all by a single assistant using the X digital GX 770 equipment (Intra Oral X-Ray System/ User Manual Dentsplay-Gendex). The x-rays were analyzed and entered in a form for caries reading and classification by the ICCMS™. The radiographic criteria included were: R: 0 Not Radiolucent, RA: early stage, which includes: RA1 (radiolucency in the ½ outer enamel), RA2 (radiolucency in the ½ internal enamel ± ADJ (amelodentinal junction), RA3 (radiolucency limited to the ⅓ outer dentine). RB: mild stage, which includes RB4 (radiolucency that reaches the ⅓ half of the dentin), RC: extensive stage, which includes RC5 (radiolucency reaching the ⅓ inner dentin, clinically cavitated), and RC6 (pulp radiolucency, clinically cavitated). The following data were taken into account: occlusal, mesial, and distal surfaces of first and second deciduous molars and first permanent molars, for a total of 36 surfaces per patient. The analysis was performed by two dentists previously standardized as inter- and intra-examiner, in the radiographic system proposed by ICCMS™, with a 0.80 Kappa index.¹³

The inclusion criteria were: mesial, occlusal, and distal surfaces of deciduous and permanent molars that were entered as part of the clinical and radiographic analysis of the medical records. The exclusion criteria were: molar surfaces that were not present in the x-ray or the odontogram, or whose crowns were not erupted in at least ⅔; 86 surfaces were excluded accordingly, leaving 1174 surfaces to analyze. Due to the greater applicability of

0 = sano; A = caries inicial en esmalte, en donde se observa lesión en mancha blanca y/o café en superficie seca y/o húmeda (códigos ICDAS 1 y 2); B = caries moderada, donde se incluye la lesión microcavitada y la lesión con sombra subyacente de dentina (códigos ICDAS 3 y 4), y C = caries severa, lesiones cavitadas con dentina visible (códigos ICDAS 5 y 6). Los datos fueron consignados por un odontólogo estandarizado en este índice, con un índice de Kappa de 0,80.

A estos pacientes se les tomaron radiografías coronales en la Universidad del Valle, por un solo asistente, con el equipo de rayos X digital GX 770 (Intra Oral X-Ray System/ User Manual Dentsplay-Gendex). Estas fueron analizadas y reportadas en un formato de lectura y clasificación de caries propuesta por el ICCMS™. Los criterios radiográficos incluidos fueron: R: 0 No Radiolúcido, RA: Estadio inicial que incluye: RA1 (radiolucidez en el ½ externo del esmalte), RA2 (radiolucidez en el ½ interno del esmalte ± UAD (unión amelodentinal), RA3 (radiolucidez limitada al ⅓ externo de la dentina). RB: Estadio moderado, que incluye RB4 (radiolucidez que alcanza el ⅓ medio de la dentina), RC: Estadio extenso, que incluye RC5 (radiolucidez que alcanza el ⅓ interno de la dentina, clínicamente cavitada) y RC6 (radiolucidez en pulpa, clínicamente cavitada). Se tomaron en cuenta los reportes de las superficies dentales mesiales, oclusales y distales de primer y segundo molar temporal y de los primeros molares permanentes, con un total de 36 superficies por paciente. El análisis fue realizado por dos odontólogos previamente estandarizados inter e intraexaminador, en el sistema de registro radiográfico propuesto por ICCMS™, con un índice de Kappa de 0,80.¹³

Los criterios de inclusión fueron: superficies mesiales, oclusales y distales de molares temporales y permanentes, que se encontraran registradas en el análisis clínico y radiográfico de las historias clínicas. Se excluyeron superficies de molares que no se encontraran presentes en la radiografía o en el odontograma, o cuyas coronas no hubieran erupcionado al menos en ⅔, por lo cual fueron excluidas 86 superficies, quedando con un total de 1174 superficies a analizar. Debido a la mayor aplicabilidad de

bitewing x-rays to evaluate interproximal surfaces, a new analysis was performed with just the interproximal surfaces (806 surfaces).

Statistical analysis

The collected data were digitized in an Excel spreadsheet, which included the clinical and radiographic diagnoses per surface and tooth number. Contingency tables were made to find the frequencies of coincidence of clinical and radiographic diagnoses. Due to their ordinal nature, the clinical and radiographic diagnoses were correlated by Spearman's correlation coefficient with 0.05 alpha, using the Epi-info statistical package, version 6.0, and Stata 11®.

The Institutional Board of Human Ethics Assessment of Universidad del Valle School of Health approved this project's protocol by means of Agreement No 08-015. This study was funded by an internal call for projects at Universidad del Valle.

RESULTS

The clinical and radiographic diagnosis was correlated in 1174 coronal and proximal surfaces with 0.41 Spearman's correlation coefficient ($p < 0.05$). Table 1 lists the results of the clinical and radiographic correlation of all surfaces, showing clinical and radiographic coincidence of a healthy diagnosis in 95.9% of cases. In early stages of tooth decay, there was 8.16% coincidence; however, 89.12% of clinically detectable lesions in early stages were recorded as healthy from a radiographic perspective.

The clinical diagnosis of mild lesions showed that coincidence with the moderate radiographic level was 6.45%. Concerning lesions clinically diagnosed as severe, 40.58% showed coincidence with the radiographic diagnosis, while 31.88% of these lesions were recorded as healthy from a radiographic perspective.

la radiografía coronal para evaluar superficies interproximales, se realizó un análisis subsecuente con sólo las superficies interproximales (806 superficies).

Análisis estadístico

Los datos recogidos fueron digitalizados en una base de datos en el programa Excel, la cual incluía diagnóstico clínico y radiográfico por superficie y número de diente. Se realizaron tablas de contingencia para encontrar las frecuencias de la coincidencia de los diagnósticos clínicos y radiográficos. Ambas variables, el diagnóstico clínico y el radiográfico, por su naturaleza ordinal, fueron correlacionadas mediante el coeficiente de correlación de Spearman con un alfa de 0,05, con el uso del paquete estadístico Epi-info versión 6.0 y Stata 11®.

El Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle aprobó el protocolo de este proyecto por medio del Acta No 08-015. Este estudio fue financiado por convocatoria interna de la Universidad del Valle.

RESULTADOS

Se correlacionó el diagnóstico clínico y radiográfico en 1174 superficies proximales y coronales, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,41 ($p < 0,05$). En la tabla 1 se pueden observar los resultados de la correlación clínica y radiográfica de todas las superficies, en donde se encontró coincidencia clínica y radiográfica del diagnóstico sano en el 95,9% de los casos. En cuanto a estadios iniciales de caries, se observó una coincidencia del 8,16%; sin embargo, el 89,12% de las lesiones clínicamente detectables en estadio temprano fueron registradas como sanas radiográficamente.

Cuando se diagnosticó clínicamente lesiones moderadas, la coincidencia con el grado moderado radiográfico fue de 6,45%. En las lesiones diagnosticadas clínicamente como severas, el 40,58% presentaron coincidencia con el diagnóstico radiográfico, mientras que el 31,88% de estas lesiones fueron registradas como sanas radiográficamente.

Table 1. Clinical and radiographic correlation of dental caries in proximal and occlusal surfaces according to ICCMS™

Clinical diagnosis proposed by ICCMS™		Radiographic diagnosis				
		Healthy	Early stage	Mild stage	Severe stage	Total
Healthy (0)	n	889	25	5	8	927
	%	95.9	2.70	0.54	0.86	100
First visual change in enamel (1) Change visually detected in enamel (2)	n	131	12	2	2	147
	%	89.12	8.16	1.36	1.36	100
Microcavity detected in enamel (3) Underlying dark shade in dentin (4)	n	19	9	2	1	31
	%	61.29	29.03	6.45	3.23	100
Detectable cavity with exposed dentin (5) Extensive cavity with exposed dentin (6)	n	22	7	12	28	69
	%	33.88	10.14	17.39	40.79	100
TOTAL	n	1061	53	21	39	1174
	%	90.37	4.51	1.79	3.32	100

Tabla 1. Correlación clínica y radiográfica de caries dental en superficies proximales y oclusales, según el ICCMS™

Diagnóstico clínico propuesto por ICCMS™		Diagnóstico radiográfico				
		Sano	Estadio inicial	Estadio moderado	Estadio extenso	Total
Sano (0)	n	889	25	5	8	927
	%	95,9	2,70	0,54	0,86	100
Primer cambio visual en esmalte (1) Cambio visual detectado en esmalte (2)	n	131	12	2	2	147
	%	89,12	8,16	1,36	1,36	100
Microcavidad detectada en esmalte (3) Sombra oscura subyacente de dentina (4)	n	19	9	2	1	31
	%	61,29	29,03	6,45	3,23	100
Cavidad detectable con dentina visible (5) Cavidad extensa con dentina visible (6)	n	22	7	12	28	69
	%	33,88	10,14	17,39	40,79	100
TOTAL	n	1061	53	21	39	1174
	%	90,37	4,51	1,79	3,32	100

Table 2 shows the results excluding the analysis of occlusal surfaces, leaving a total of 806 interproximal surfaces with 0.48 Spearman's correlation coefficient ($p < 0.05$). There was also a higher proportion of surfaces clinically and radiographically diagnosed in early stages (17.50%); similarly, the percentage of coincidence in mild stages was 16.67%, and there was 82.35% coincidence in severe stages.

En la tabla 2 se muestran los resultados excluyendo del análisis las superficies oclusales, después de lo cual queda un total de 806 superficies interproximales, con un coeficiente de correlación de Spearman de 0,48 ($p < 0,05$). Se obtuvo además una mayor proporción de superficies diagnosticadas clínica y radiográficamente en estadios iniciales (17,50%); de forma similar, el porcentaje de coincidencia en estadios moderados fue de 16,67% y se encontró una coincidencia de 82,35% en los estadios severos.

Table 2. Clinical and radiographic correlation of dental caries in proximal surfaces, according to ICCMS™

Clinical diagnostic - ICDAS™ codes		Radiographic diagnosis				
		Healthy	Early stage	Mild stage	Severe stage	Total
Healthy (0)	n	684	23	2	3	712
	%	96.07	3.23	0.28	0.42	100
First visual change in enamel (1) Change visually detected in enamel (2)	n	38	7	1	0	46
	%	82.61	15.22	2.17	0.00	100
Microcavity detected in enamel (3) Underlying dark shade in dentin (4)	n	4	6	2	0	12
	%	33.33	50.00	16.67	0.00	100
Detectable cavity with exposed dentin (5) Extensive cavity with exposed dentin (6)	n	11	4	7	14	36
	%	30.56	11.11	19.44	38.89	100
Does not apply	n	737	40	12	17	806
	%	91.22	4.96	1.49	2.11	100

Tabla 2. Correlación clínica y radiográfica de caries dental en superficies proximales, según el ICCMS™

Diagnóstico clínico códigos ICDAS™		Diagnóstico radiográfico				
		Sano	Estadio inicial	Estadio moderado	Estadio extenso	Total
Sano (0)	n	684	23	2	3	712
	%	96,07	3,23	0,28	0,42	100
Primer cambio visual en esmalte (1) Cambio visual detectado en esmalte (2)	n	38	7	1	0	46
	%	82,61	15,22	2,17	0,00	100
Microcavidad detectada en esmalte (3) Sombra oscura subyacente de dentina (4)	n	4	6	2	0	12
	%	33,33	50,00	16,67	0,00	100
Cavidad detectable con dentina visible (5) Cavidad extensa con dentina visible (6)	n	11	4	7	14	36
	%	30,56	11,11	19,44	38,89	100
No Aplica	n	737	40	12	17	806
	%	91,22	4,96	1,49	2,11	100

DISCUSSION

Caries detection by radiographic means is only possible if the amount of demineralization is such that produces a change in radiation density. Bitewing x-rays have proved to be very useful to detect caries in interproximal and occlusal surfaces of deciduous and permanent molars, since direct visual inspection is not possible in all cases, as interproximal surfaces are wide and their contacts prevent correct diagnosis.^{19, 20} This is why x-rays as a diagnostic complement is more important in clinical than in epidemiological terms.

DISCUSIÓN

La detección de la caries por medios radiográficos solo es posible si la cantidad de desmineralización ha sido tal que logre un cambio en la densidad radiológica. Las radiografías de aleta de mordida han demostrado ser de gran utilidad para detectar caries en las superficies interproximales y oclusales de molares temporales y permanentes, ya que la inspección visual directamente no se puede realizar en todos los casos, debido a que las superficies interproximales son anchas y los contactos impiden su correcto diagnóstico.^{19, 20} Es así como la toma de radiografía como complemento diagnóstico resulta más importante en el ámbito clínico que en el epidemiológico.

The present study showed low correlation between the caries categories proposed by the ICCMS™ in relation to the radiographic system proposed, in analyzing both proximal and occlusal surfaces and interproximal surfaces only; this is due perhaps to the minimal mineral loss in early lesions, which cannot be radiographically perceived. In addition, the overlying of enamel in the occlusal area can mask the mineral loss process.

The DMF index is the international standard that the WHO has been using for the control of dental caries. This index gives an average of decayed (cavitated), missed, and filled teeth, providing a report of affected teeth or surfaces. In order to achieve early detection of caries in early stages, multiple systems of caries classification have been created, and while aiming at early diagnosis, they require specific clinical conditions and the clinician's standardization. The ICCMS™ system proposes a series of combined caries categories, based on the ICDAS classification system, sorting them out according to depth—which is an effective alternative in both clinical practice and education, research, and epidemiology—.⁶ In addition, for a comprehensive diagnosis it proposes the ICDAS/ICCMS™ radiographic system, categorizing lesions according to radiographic depth.

The present study showed that when lesions were clinically classified as initial according to the ICCMS™, 82.61% were radiographically reported as healthy. Again, the difficulty in radiographic diagnosis of early lesions may be related to the percentage of demineralization, as it has been reported that 30 to 40% of mineral loss is necessary for the radiographic detection of enamel caries.²¹⁻²³

In lesions classified as mild per the ICCMS™, 61.29% were radiographically classified as healthy. These results agree with the study by Bertella et al in 2012 on the x-ray pattern

En el presente estudio se encontró una baja correlación entre las categorías de caries propuestas por el ICCMS™, con relación al sistema de registro radiográfico propuesto, al analizar tanto superficies proximales y oclusales, como superficies interproximales exclusivamente; esto se debe quizá a la poca pérdida de mineral de las lesiones iniciales, las cuales no logran ser percibidas radiológicamente. Además, la superposición del esmalte en la zona oclusal podría enmascarar el proceso de pérdida de mineral.

El índice COP ha sido la referencia internacional utilizada por la OMS para el control de la caries dental. Este índice da un promedio de dientes cariados (cavitados) obturados y perdidos, y hace un reporte de dientes afectados o superficies afectadas. Con el afán de lograr una detección temprana de la caries desde sus primeros estadios, se han creado múltiples sistemas de clasificación de caries, los cuales, a pesar de que pretenden hacer el diagnóstico temprano, requieren de unas condiciones clínicas específicas y de una estandarización del odontólogo. El sistema ICCMS™ propone unas categorías combinadas de caries, basadas en el sistema de clasificación de ICDAS, ordenándolas según la profundidad que alcanzan, lo cual es una alternativa efectiva tanto en la práctica clínica como en la educación, la investigación y la epidemiología.⁶ A su vez, para el diagnóstico integral propone la implementación del sistema de registro radiográfico ICDAS/ICCMS™, categorizando la lesión según la profundidad radiográfica.

El presente estudio permitió descubrir que cuando las lesiones eran reportadas clínicamente como iniciales según el ICCMS™, el 82,61% eran registradas sanas radiológicamente. De nuevo, la dificultad de diagnóstico radiográfico de lesiones tempranas podría estar relacionada con el porcentaje de desmineralización, ya que se reporta que una pérdida mineral del 30-40% es necesaria para la detección radiográfica de caries de esmalte.²¹⁻²³

En las lesiones clasificadas como moderadas según el ICCMS™, el 61,29% fue clasificado radiológicamente como sano. Estos resultados concuerdan con el estudio de Bertella et al en el 2012, acerca del patrón radiográfico

of mild lesions on permanent molars, evaluating the association between enamel fissure and radiographic features, finding out that 67.4% of these lesions did not show radiographic radiolucidity.^{12, 22}

A second analysis was conducted excluding the occlusal surfaces, since coronal x-rays have proven to be more effective in interproximal surfaces. This analysis yielded a greater coincidence of surfaces that are clinically and radiographically diagnosed in early and mild stages. This change may be explained because the use of bitewing x-rays for occlusal caries diagnosis has been questioned, since they have been considered more useful for interproximal lesions. Nevertheless, the study by Ricketts et al found out that x-rays are better than visual examination for the diagnosis of occlusal caries only. However, the use of bitewing x-rays to diagnose these lesions should be considered as a complement to visual diagnosis instead of a highly sensitive diagnostic aid.^{5, 13, 14}

Research results indicate that bitewing x-rays could add substantial information to the visual examination, allowing clinicians make better treatment decisions. Similarly, Rodrigues et al, in 2008, concluded that the clinical classification system combined with x-rays improved diagnosis, and suggested this combination for caries diagnosis.^{12, 23}

Other studies, such as the one by Lobo et al, have shown that bitewing x-rays can add information to the visual examination concerning the stage of the carious process in more advanced stages, including hidden cavities.^{12, 24} Similar results were obtained in the present study, where extensive cavities coincided in a higher percentage with the radiographic diagnosis, indicating that bitewing x-ray examination provides more accurate information in advanced stages. In 1991, Tveit et al found out that x-rays were more successful in the

de las lesiones moderadas en molares permanentes, en donde se evaluó la asociación entre la ruptura del esmalte y las características radiográficas, encontrando que el 67,4% de estas lesiones no presentaban radiolucidez radiográfica.^{12, 22}

Se decidió hacer un segundo análisis excluyendo las superficies oclusales, ya que el uso de las radiografías coronales ha evidenciado ser más efectivo en superficies interproximales. En este análisis se obtuvo una mayor coincidencia de las superficies diagnosticadas clínica y radiográficamente en estadios tempranos y moderados. Este cambio tal vez se deba a que el uso de radiografía de aleta de mordida para el diagnóstico de caries oclusales ha sido cuestionado, ya que siempre se le ha atribuido valor para lesiones interproximales; sin embargo, en el estudio de Ricketts et al se encontró que las radiografías son mejores que el examen visual solo para el diagnóstico de caries oclusales. Sin embargo, el uso de la radiografía de aleta de mordida en el diagnóstico de estas lesiones debe considerarse como un complemento de diagnóstico visual y no como una ayuda de diagnóstico altamente sensible.^{5, 13, 14}

Los resultados de las investigaciones indican que las aletas de mordida podrían añadir información sustancial al examen visual, llevando a los examinadores a tomar decisiones de tratamiento más acertadas. De igual forma, Rodrigues et al, en el 2008, concluyeron que el sistema de clasificación clínico combinado con la radiografía mejoró el diagnóstico, y sugirieron esta combinación para la detección de caries.^{12, 23}

Otros estudios, como el de Lobo et al, han demostrado que las radiografías aleta de mordida pueden agregar información al examen visual acerca del estadio del proceso de caries en etapas más avanzadas, incluyendo las caries ocultas.^{12, 24} Resultados similares se obtuvieron en la presente investigación, en donde las caries extensas coincidieron en un mayor porcentaje con el diagnóstico radiográfico, lo cual indica que el examen con radiografía de aleta de mordida genera información más acertada en estadios avanzados. Tveit et al, en 1991 encontraron que la radiografía tuvo mayor éxito en el diagnóstico de

diagnosis of dentine caries, where 100% of deep lesions were correctly diagnosed.²⁵

In the same way, Mitropoulos et al, in 2010, noted that visual inspection was more accurate than x-rays in the detection of initial enamel lesions, while the opposite happened in extensive lesions, which may indicate that x-rays are more useful to diagnose deep lesions.¹⁸

The present study makes useful contributions to the knowledge on the use of radiographs as a diagnosis method accompanied by the clinical diagnosis proposed by the ICCMS™, recognizing the importance of x-rays to define the depth of dentin lesions, rather than using them for early diagnosis.

Within the limitations of this study is the fact that the results are applicable exclusively to the evaluated population, and that the sample size, while being for convenience, fails to represent the entire population of this age; in addition, it has the limitations of this type of design. Further research is required to evaluate diagnosis and to make comparison with different methods, as well as studies on clinical and radiographic classification, helping the decision making process. Additional studies on clinical and radiographic correlation are also recommended, using different clinical and radiographic classification systems, using coronal x-ray in order to determine the most useful and accurate method in the clinical practice.

CONCLUSIONS

Based on the results of this study, the following conclusions can be drawn:

- There is low clinical and radiographic correlation in the early stages of tooth decay, according to the criteria used by the ICCMS™.

caries de dentina, en donde el 100% de las lesiones profundas fueron correctamente diagnosticadas.²⁵

Del mismo modo, Mitropoulos et al, en el 2010, observaron que el examen visual tuvo mayor precisión que la radiografía en la detección de lesiones iniciales en esmalte, mientras que en lesiones extensas sucedió lo contrario, lo que podría indicar un aumento del valor diagnóstico de las radiografías para las lesiones profundas.¹⁸

La presente investigación aporta información útil al conocimiento sobre el uso del método de diagnóstico radiográfico acompañado del diagnóstico clínico propuesto por el ICCMS™, reconociendo la importancia del uso de la radiografía para definir la profundidad de la lesión en dentina, más que para el diagnóstico temprano de esta.

Dentro de las limitaciones de este estudio, se encuentra el hecho de que los resultados son aplicables exclusivamente a la población evaluada, y que el tamaño de la muestra, al ser por conveniencia, no logra representar a toda la población de esta edad; además, tiene las limitaciones propias de este tipo de diseño. Se sugiere realizar futuras investigaciones que permitan la evaluación diagnóstica y su comparación por diversos métodos, así como estudios sobre la forma de clasificación clínica y radiográfica que permitan un complemento en la toma de decisión del paciente. Se recomienda además adelantar estudios sobre la correlación clínica y radiográfica, utilizando diferentes sistemas de clasificación tanto clínicos como radiográficos, utilizando la radiografía coronal con el fin de determinar cuál puede ser el más cercano y más útil en la práctica clínica.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados de este estudio, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Existe una baja correlación clínica y radiográfica en los estadios iniciales de caries dental según los criterios utilizados por el ICCMS™.

- The clinical and radiographic correlation increases in mild and severe stages.
- Bitewing x-ray is a complement in the correct diagnosis of interproximal caries, and is useful to confirm the presence of caries in this area when needed.
- Additional studies are needed to evaluate correct diagnosis and to compare different methods.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare not having any conflict of interest.

CORRESPONDING AUTHOR

Jesús Alberto Hernández Silva
 Universidad del Valle
 (+57) 314 887 1384
 jesus.hernandez@correounivalle.edu.co
 Calle 5 # 38-10, oficina 707
 Cali, Colombia

- La correlación clínica y radiográfica aumenta en los estadios moderados y severos.
- La radiografía coronal es un complemento en el correcto diagnóstico de caries interproximal, y es útil para confirmar la presencia de caries en esta zona cuando se amerite.
- Se necesitan estudios adicionales que permitan evaluar un correcto diagnóstico y la comparación por diversos métodos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

CORRESPONDENCIA

Jesús Alberto Hernández Silva
 Universidad del Valle
 (+57) 314 887 1384
 jesus.hernandez@correounivalle.edu.co
 Calle 5 # 38-10, oficina 707
 Cali, Colombia

REFERENCES / REFERENCIAS

1. Ismail AI. Clinical diagnosis of precavitated carious lesions. *Community Dent Oral Epidemiol* 1997; 25(1): 13-23.
2. Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. IV Estudio nacional de salud bucal. ENSAB IV: para saber cómo estamos y saber qué hacemos. Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2014.
3. Fejerskov O, Kidd E. Dental caries: the disease and its clinical management. 2 ed. Singapore: Blackwell Munksgaard; 2008.
4. Ricketts DN, Kidd EA, Smith BG, Wilson RF. Clinical and radiographic diagnosis of occlusal caries: a study in vitro. *J Oral Rehabil* 1995; 22(1): 15-20.
5. Pereira AC, Eggertsson H, Martinez-Mier EA, Mialhe FL, Eckert GJ, Zero DT. Validity of caries detection on occlusal surfaces and treatment decisions based on results from multiple caries-detection methods. *Eur J Oral Sci* 2009; 117(1): 51-57. DOI: 10.1111/j.1600-0722.2008.00586.x URL: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2008.00586.x>
6. Pitt NB, Ismail AI, Martignon S, Ekstrand K, Douglas VA, Longbottom C. ICCMS™ guide for practitioners and educators. London: King's College London; 2014.
7. Angmar-Månsson B, ten-Bosch JJ. Advances in methods for diagnosing coronal caries: a review. *Adv Dent Res* 1993; 7(2): 70-79. DOI: 10.1177/08959374930070021801 URL: <https://doi.org/10.1177/08959374930070021801>

8. Friedman J, Marcus MI. Transillumination of the oral cavity with the use of fiber optics. *J Am Dent Assoc* 1970; 80(4): 801-809.
9. Hernández JR, Gómez JF. Determinación de la especificidad y sensibilidad del ICDAS y fluorescencia Láser en la detección de caries in vitro. *Rev ADM* 2012; 69(3): 120-124.
10. Rock WP, Kidd EA. The electronic detection of demineralisation in occlusal fissures. *Br Dent J* 1988; 164(8): 243-247.
11. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in non-cavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72(5): 621-626.
12. Diniz MB, Lima LM, Eckert G, Zandona AG, Cordeiro RC, Pinto LS. In vitro evaluation of ICDAS and radiographic examination of occlusal surfaces and their association with treatment decisions. *Oper Dent* 2011; 36(2): 133-142. DOI: 10.2341/10-006-L URL: <https://doi.org/10.2341/10-006-L>
13. Ekstrand KR, Ricketts DN, Kidd EA: Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth of the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997; 31(3): 224-231.
14. Ricketts DN, Ekstrand KR, Kidd EA, Larsen T. Relating visual and radiographic ranked scoring systems for occlusal caries detection to histological and microbiological evidence. *Oper Dent* 2002; 27(3): 231-237.
15. Pitts NB, Ekstrand KR. ICDAS Foundation. International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and its International Caries Classification and Management System (ICCMS™): methods for staging of the caries process and enabling dentists to manage caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2013; 41(1): e41–e52. DOI: 10.1111/cdoe.12025 URL: <https://doi.org/10.1111/cdoe.12025>
16. Pitts NB, Stamm J. International Consensus Workshop on Caries Clinical Trials (ICW-CCT): final consensus statements: agreeing where the evidence leads. *J Dent Res* 2004; 83: C125–C128
17. Ismail AI, Sohn W, Tellez M. The International Caries Detection and Assessment System (ICDAS): an integrated system for measuring dental caries. *Community Dent Oral Epidemiol* 2007; 35(3): 170–178. DOI: 10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x URL: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.2007.00347.x>
18. Mitropoulos P, Rahiotis C, Stamatakis H, Kakaboura A. Diagnostic performance of the visual caries classification system ICDAS II versus radiography and micro-computed tomography for proximal caries detection: an in vitro study. *J Dent* 2010; 38(11): 859-867. DOI: 10.1016/j.jdent.2010.07.005 URL: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.005>
19. White S, Pharoah MJ. *Radiología oral: principios e interpretación*. 4 ed. Madrid: Harcourt; 2002.
20. Arango MC, Zapata AM, Saldarriaga A. *Caries dental en escolares incluyendo evaluación radiográfica de lesiones proximales*. [Tesis de grado Especialista en Odontopediatría]. Medellín: Universidad CES. Facultad de Odontología; 2014
21. Ari T, Ari N. The performance of ICDAS-II using low-powered magnification with light-emitting diode headlight and alternating current impedance spectroscopy device for detection of occlusal caries on primary molars. *ISRN Dent* 2013; 2013: 276070. DOI: 10.1155/2013/276070 URL: <https://doi.org/10.1155/2013/276070>
22. Bertella N, Moura dos S, Alves LS, Damé-Teixeira N, Fontanella V, Maltz M. Clinical and radiographic diagnosis of underlying dark shadow from dentin (ICDAS 4) in permanent molars. *Caries Res*, 2013; 47(5): 429-432. DOI: 10.1159/000350924 URL: <https://doi.org/10.1159/000350924>
23. Rodrigues JA, Hug I, Diniz MB, Lussi A. Performance of fluorescence methods, radiographic examination and ICDAS II on occlusal surfaces in vitro. *Caries Res* 2008; 42(4): 297-304. DOI: 10.1159/000148162 URL: <https://doi.org/10.1159/000148162>
24. Lobo MM, Pecharki GD, Gushi LL, Silva DD, Cypriano S, Meneghim MC et al. Occlusal caries diagnosis and treatment. *Braz J Oral Sci* 2003; 2(6): 239-244.
25. Tveit AB, Espelid I, Fjelltveit A. Radiographic diagnosis of occlusal caries. *J. Dent. Res* 1991; 70(Suppl 1): 494.