

Medición de la radiodensidad utilizando radiología digital en el diagnóstico de lesiones periapicales de origen odontogénico

Radiographic density measurements with digital radiography in the diagnostic of periapical lesion from odontogenic source

Álvaro Percy Olarte Velásquez¹, Mauro Milko Echevarría Chong²,
Iris Karen Vela Sandoval² y Romina Grisel Gómez Ruiz²

Recibido: julio 2012

Aceptado: marzo 2013

RESUMEN

Como el aspecto clínico de lesiones patológicas constantemente cambia y el impacto sobre el diagnóstico temprano es crucial, solamente la evaluación visual de las radiografías no puede ser suficiente o bastante exacta. El propósito de la presente investigación fue determinar la posibilidad de aplicar la medición de la densidad en radiografía digital para diferenciar quistes periapicales de granulomas periapicales. El material consistió de 22 dientes indicados para extraer. Antes de las extracciones se obtuvieron radiografías periapicales digitales utilizando un sistema digital Digora, RVG and Dixi 2 en pacientes cuyas edades estuvieron comprendidas entre los 22 y 88 años con un promedio de 44,36 años. El diagnóstico definitivo se obtuvo por un estudio histopatológico por medio de un software informático. Se midió las densidades máxima y mínima cerca del límite de la lesión, luego se calculó la diferencia entre la densidad máxima y mínima. Fue posible diferenciar quistes de granulomas sobre la base de la diferencia de densidades entre el máximo y mínimo medido cerca del límite de la lesión. Cuando la diferencia excedió a 85,6 la lesión fue diagnosticada como quiste y cuando estuvo por debajo de 45,9, se diagnosticó granuloma. El diagnóstico entre granuloma y quiste coincidió en 17 casos: 2 quistes y 15 granulomas. La combinación de dos criterios, el cálculo de las diferencias de densidades y el tamaño muy grande de la lesión, incrementa la posibilidad diagnóstica de diferenciar granuloma de quiste. Quistes periapicales podrían ser diferenciados de granulomas periapicales por la medición de densidad en radiología digital a causa de una marcada diferencia.

Palabras claves: lesión radiolúcida, lesión periapical, enfermedad periapical, radiografía dental digital.

ABSTRACT

As clinical picture of pathological lesions constantly change and impact on early diagnostics is crucial, solely visual evaluation of radiograms may not be sufficient or exact enough. The purpose of this research was to determine possibilities of application of digital radiography density measurements in differentiation of periapical granulomas and periapical cysts. The material consisted of 22 teeth to extract. Before extraction digital periapical radiograms was obtained using Digora, RVG and Dixi 2 digital radiography systems in patients aged 22 to 88 years, mean age of the patient was 44,36 years. The diagnostic's periapical tissue definitive was obtained with histopathology study. By means of Digora 2.0 software there were measured maximum and minimum densities along a line, then there was calculated the difference between maximum and minimum density. It was possible to differentiate granulomas and cysts on the basis of the difference between maximum and minimum density in linear measurement. When the difference exceeded 85,6 the lesion was a cyst and when it was below 45,9 a

¹ Facultad de Odontología. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). San Marcos/Las Crisnejas s/n, San Juan Bautista, Loreto, Perú. alvaropercy@hotmail.com

² Facultad de Odontología. UNAP. San Juan Bautista, Loreto, Perú.

granuloma was diagnosed. Diagnostic between granuloma and cyst coincide in 17 cases: 2 cysts and 15 granulomas. Combination of two criteria, the calculated difference between densities and the largest dimension of a lesion, increased diagnostic possibilities of radiological differentiation of granulomas and radicular cysts. Periapical cyst could be differentiated from periapical granulomas by digital radiography density measurements because of a marked difference.

Key words: radiolucent lesion, periapical lesion, periapical disease, dental radiography digital.

INTRODUCCIÓN

La literatura esta repleta con reportes que los quistes y granulomas periapicales son visualmente distinguibles cuando son de pequeño o moderado tamaño (Goaz y White, 1994). Esta literatura fue bien revisada por Shrout *et al.* (1993). La capacidad de distinguir entre estas lesiones radiográficamente, podría proporcionar una importante herramienta para estudiar la eficacia de procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos para el tratamiento de estas condiciones. La secuela más común de pulpitis es el granuloma periapical, se presenta en aproximadamente el 50% de patológicas radiolúcidas. Una secuela menos común, la segunda, es el quiste radicular, el cual se desarrolla a partir de un granuloma periapical; este último es hallado menos frecuentemente (Block *et al.*, 1976).

El estudio de Shrout *et al.* (1993) describe un método radiométrico que propone diferenciar entre quiste y granuloma periapical. Sus casos fueron muy convincentes cuando ellos usaron datos no corregidos por variaciones en la densidad y contraste. Cuando la densidad fue corregida con el uso de una técnica adicional, la diferencia entre quiste y granuloma desaparecía. A causa de la disponibilidad de razones consistentes para corregir la densidad y contraste y por el pequeño tamaño de la muestra utilizada en el reporte original, White SC replicó este estudio teniendo en consideración estos factores (White *et al.*, 1994).

Como el aspecto clínico de lesiones patológicas constantemente cambia y el

impacto sobre el diagnóstico temprano es crucial, solamente la evaluación visual de las radiografías no puede ser suficiente o bastante exacta (Rózylo-Kalinowska, 2007). Por lo tanto, es importante seguir investigando mediante métodos objetivos y cuantitativos para la detección y monitoreo de signos patológicos y síntomas de baja intensidad. Es indispensable cómo el punto focal de la medicina cambia de tratamientos para el diagnóstico temprano y previsión de procesos patológicos avanzados. El argumento es de suma importancia en el diagnóstico de granulomas y quistes periapicales como su identificación y diferenciación, lo cual tiene decisiva influencia en la elección de un abordaje conservador o quirúrgico y de esta manera sobre los resultados y éxitos del tratamiento. Sin embargo, podría recordarse que es algo dificultoso clasificar apropiadamente estas lesiones histológicamente debido a una transformación de quiste a granuloma, y para variar el contenido de la capa epitelial puede cambiar sin que esté relacionado con algún hallazgo radiológico (White y Pharoah, 2004); por lo tanto, aunque las radiografías son una herramienta diagnóstica útil, no es sorprendente que la evaluación de estas imágenes podría no dar suficiente información exacta y dejar una mixtura de tratamientos a elegir.

Otros estudios han tratado de aprovechar las bondades de las radiografías digitales como es el de identificar la presencia o ausencia de la lámina dura, pero al parecer los autores concluyeron que el diagnóstico de las lesiones periapicales no puede ser hecho sobre la base de la presencia o

ausencia de una lámina radioopaca, sino que requiere de una examinación de secciones seriadas histológicamente (Ricucci *et al.*, 2006). Otras investigaciones estudiaron las imágenes digitalizadas de quistes y granulomas periapicales utilizando tomografía computarizada de haz cónico, "cone-beam", obteniendo resultados significativos; sin embargo, esta tecnología aún no está a disposición de los odontólogos de la práctica privada en nuestro medio (Nicopoulou-Karayianni *et al.*, 2002; Kizili y Energin, 1990). Los estudios de Shrouf *et al.* (1993), White *et al.* (1994), Rózylo-Kalinowska (2007), Kizilil y Energin (1990) y Yeon-Hwa y Keon-Il (1999), con sus diferentes tecnologías y particularidades, son pioneros en tratar de aplicar la radiología digital en la identificación de quistes y granulomas periapicales; en la actualidad los resultados aún no son concluyentes.

El objetivo de la presente investigación fue comparar el valor diagnóstico que ofrece la radiología digital con el estudio histopatológico de lesiones periapicales en dientes extraídos por diversos motivos en pacientes atendidos en el año 2011 en el Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial de la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

MATERIAL Y MÉTODO

El presente estudio fue de tipo no experimental, transversal, correlacional, descriptivo. El universo del estudio utilizado fueron los pacientes atendidos en el Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial de la Clínica Odontológica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana durante el primer y segundo semestre del año 2011. La muestra obtenida fue de 22 pacientes. El diseño del muestreo fue del tipo no probabilístico e intencional, es decir una

vez obtenida la muestra por medio de la radiografía convencional y constatándose la lesión periapical, se tomó una segunda radiografía, utilizando para ello un sistema digital Digora, RVG and Dixi 2; posteriormente, se procedió a la obtención de la lesión por medio de procedimientos de cirugía: exodoncia y curetaje alveolar con o sin incisión, para ello se aplicó el "Protocolo de exodoncia simple" que se utiliza en la Clínica. Fueron incluidos todos los pacientes que acuden para una extracción dental de un diente monorradicular sin tratamiento de conducto y que presenten una lesión periapical (según radiografía convencional). Fueron excluidos todos los dientes multirradiculares y todos aquellos dientes que tengan fístula y tratamiento de conducto (según radiografía convencional).

El estudio de radiología digital consistió en medir la radiodensidad mínima y máxima cerca de los límites de la lesión, la diferencia de estas dos medidas y la radiodensidad de la lesión (zona de interés); en estos dos últimos casos el *software* calculó un promedio con su respectiva desviación estándar. El estudio histopatológico de las lesiones periapicales de los dientes extraídos fue realizado por el Laboratorio de Patología Oral de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Los datos fueron analizados estadísticamente por medio del programa SPSS para Windows y la prueba t de Student.

RESULTADOS

El objetivo de la presente investigación fue comparar el valor diagnóstico que ofrece la radiología digital en comparación con el estudio histopatológico de lesiones periapicales en dientes extraídos por diversos motivos en pacientes atendidos en el año 2011 en el Servicio de Cirugía Bucal y Maxilofacial de la Clínica Odontológica de

la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Solo se llegaron a recolectar 22 muestras de dientes extraídos. La tabla 1 muestra los 22 casos según: edad, sexo, diente, inspección clínica, tipo de diagnóstico (pulpar y periapical). El diagnóstico con radiología digital coincide en 17 casos con el diagnóstico histopatológico, de los cuales 2 eran quistes y 15 granulomas.

La tabla 2 muestra la distribución del tipo de lesión periapical: quiste o granuloma, y tipo de examen de diagnóstico: radiología digital o diagnóstico histopatológico.

La tabla 3 muestra los resultados de las mediciones de las densidades en los granulomas periapicales; círculo se refiere a la densidad promedio de la lesión periapical y línea a las densidades mayor o menor según el diámetro mayor o menor que presente la lesión.

La tabla 4 muestra la misma información que la tabla 3, pero relacionada con los quistes periapicales.

La tabla 5 muestra los resultados estadísticos para los promedios de las densidades para quistes y granulomas y las densidades del área de interés, densidad mínima y máxima, y la diferencias de estas dos.

Tabla 1. Relación de casos y algunas características demográficas y de diagnóstico pulpar y periapical.

N.º DE CASO	EDAD	SEXO	DIENTE	INSPECCIÓN CLÍNICA	DIAGNÓSTICO		
					PULPAR	RX	BIOPSIA
1	45	F	1.1	Remanente radicular	PCI	Granuloma	Granuloma
2	49	M	2.1	Caries coronal	NP	Granuloma	Quiste
3	44	F	3.2	FX coronaria	NP	Granuloma	Quiste
4	66	F	4.1	Atrición	NP	Granuloma	Granuloma
5	33	F	1.3	Atrición	PAI	Quiste	Granuloma
6	33	F	3.4	FX coronaria	NP	Granuloma	Granuloma
7	27	F	2.1	Remanente radicular	PCI	Granuloma	Granuloma
8	22	F	4.6	Caries coronal	PCI	Granuloma	Granuloma
9	66	F	4.2	Atrición	NP	Granuloma	Granuloma
10	45	F	1.2	Caries coronal	PCI	Quiste	Quiste
11	48	F	4.1	Caries coronal	PAI	Granuloma	Granuloma
12	24	F	4.6	Caries oclusal	NP	Granuloma	Granuloma
13	49	M	1.1	Caries coronal	NP	Quiste	Granuloma
14	31	F	1.2	Caries coronal	NP	Granuloma	Granuloma
15	31	F	1.1	Caries coronal	NP	Granuloma	Granuloma
16	31	F	2.2	Caries coronal	NP	Granuloma	Granuloma
17	88	M	2.1	Caries coronal	NP	Granuloma	Quiste
18	88	M	1.1	Caries coronal	NP	Granuloma	Granuloma
19	26	M	3.6	Caries coronal	NP	Granuloma	Granuloma
20	48	F	3.2	FX coronaria	NP	Granuloma	Granuloma
21	33	F	4.5	FX coronaria	NP	Granuloma	Granuloma
22	49	M	1.1	Caries coronal	NP	Quiste	Quiste

NP: necrosis pulpar

PAI: pulpitis aguda irreversible

PCI: pulpitis crónica irreversible

Tabla 2. Tipo de lesión periapical y tipo de examen de diagnóstico.

TIPO DE LESIÓN PERIAPICAL	DIAGNÓSTICO CON RADIOLOGÍA DIGITAL		DIAGNÓSTICO HISTOPATOLÓGICO	
	N.º	%	N.º	%
Quiste	4	18,18	5	22,72
Granuloma	18	81,82	17	77,28
TOTALES	22	100,00	22	100,00

Tabla 3. Resultados de las mediciones de las densidades en los granulomas periapicales.

N.º DE CASO	CÍRCULO		LÍNEA				
	PROM-C	DE-C	MÍN	MÁX	DIFER	PROM-L	DE-L
1	101	5,5	80	135	55	110	11,2
2	84,2	4,9	64	101	37	82,9	12,7
3	69	4,1	70	119	49	95,8	8,9
4	109,8	4,7	106	157	51	138,9	7,3
5	101,6	3,4	78	121	43	100,2	9,1
6	77,3	4,9	76	111	35	89,8	6,6
7	70,6	3,8	58	101	43	9,5	7,1
8	100	4,2	91	123	32	103,3	6,3
9	100,3	4,9	100	139	39	107,2	12,9
10	103,4	3,9	91	137	46	112,6	7,4
11	105,1	4,9	101	126	25	115,2	5,2
12	87	3,8	95	147	52	118	16,6
13	78,3	2,9	62	96	34	78,8	5,9
14	61,8	4,7	51	103	52	79,8	11,6
15	95,6	3,9	75	119	44	101,2	9,1
16	100,1	2,9	88	126	38	110,5	8
17	101,7	3,8	104	167	63	131,7	14,7
	90,99	4,19	81,76	125,18	43,41	99,14	9,45

PROM-C: densidad promedio del área de interés**DE-C:** desviación estándar del área de interés**MÍN:** densidad mínima al lado de una línea**MÁX:** densidad máxima al lado de una línea**DIFER:** diferencia entre el máximo y mínimo al lado de una línea**PROM-L:** densidad promedio al lado de una línea**DE-L:** desviación estándar al lado de una línea

Tabla 4. Resultados de las mediciones de las densidades en los quistes periapicales.

N.º DE CASO	CÍRCULO		LÍNEA				
	PROM-C	DE-C	MÍN	MÁX	DIFER	PROM-L	DE-L
1	48,8	6	22	98	76	39,7	15,8
2	50,4	2,7	41	119	78	64,8	20,4
3	39,8	2,8	19	131	112	57,6	24,7
4	48,1	5,9	13	109	96	58,6	18,8
5	90,9	4,4	74	154	80	107,4	14,3
	55,60	4,36	33,80	122,20	88,40	65,62	18,80

- PROM-C:** densidad promedio del área de interés
DE-C: desviación estándar del área de interés
MÍN: densidad mínima al lado de una línea
MÁX: densidad máxima al lado de una línea
DIFER: diferencia entre el máximo y mínimo al lado de una línea
PROM-L: densidad promedio al lado de una línea
DE-L: desviación estándar al lado de una línea

Tabla 5. Análisis estadístico de los valores para las densidades de los granulomas vs. quistes.

	PROMEDIO	PROMEDIO	TEST	df	p	DE		prof. F	pc
	GRANULOMA	QUISTE	VALOR			GRANULOMA	QUISTE	v	v
DENSIDAD MEDIA DEL ÁREA DE INTERÉS	90,988	55,600	7,0089	218	0,0000	32,8274	38,9837	1,4456	0,0776
DENSIDAD MÍNIMA AL LADO DE UNA LÍNEA	81,764	33,800	12,9801	218	0,0000	31,9925	30,8762	1,0989	0,6002
DENSIDAD MÁXIMA AL LADO DE UNA LÍNEA	125,176	122,200	0,6092	218	0,4278	28,0034	31,0002	1,1313	0,3561
DIFERENCIA DE DENSIDADES MÍN-MÁX	43,411	88,400	-20,902	218	0,0000	14,1158	19,2019	1,5998	0,0069
DENSIDAD MEDIA AL LADO DE UNA LÍNEA	99,141	65,620	7,0098	218	0,0000	29,3198	33,1192	1,1894	0,3199

- df:** factor de conversión de densidades
p: nivel de significancia ($p \leq 0,05$)
DE: desviación estándar de la densidad de la imagen
prof. F: factor de profundidad de la imagen digital
v: valor
pc: valor de p corregido

DISCUSIÓN

Las radiografías tienen varias limitaciones. En primer lugar, como la fotografía, la radiografía proporciona una imagen bidimensional de la realidad tridimensional. Aunque la fotografía bidimensional es plana, se puede

usar indicios ópticos para evaluar la profundidad de la imagen (Holtzmann *et al.*, 1998).

La endodoncia es la ciencia y el arte que comprende: etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y sus repercusiones

en la región apical y periapical y en consecuencia en todo el organismo (White y Pharoah, 2004).

Las radiografías, convencionales o digitales, son rutinariamente usadas para el diagnóstico definitivo (Linenberg *et al.*, 1964). Radiográficamente, las lesiones inflamatorias periapicales usualmente son radiolúcidas con bordes bien definidos o corticalizados. Desplazan estructuras adyacentes y expanden los bordes corticales de los maxilares pudiendo exceder los 10 mm, es en este momento que se puede asemejar a un quiste radicular. Sin embargo, el diagnóstico diferencial no puede ser realizado solo por el aspecto radiológico, por lo tanto, los signos y síntomas clínicos podrían ser tomados en consideración (Kizili y Energin, 1990; Goaz y White, 1994). La transformación de un granuloma a quiste es un proceso gradual y se basa en la formación de una capa de epitelio bien definido, así no es esperado que la naturaleza de la lesión impida el diagnóstico radiológico. Lesiones muy grandes por encima de los 16 mm usualmente no producen dificultades diagnósticas. Lesiones pequeñas, que miden entre 8 y 16 mm son un problema. Además, generalmente se cree que en las radiografías no presentan bordes definidos en las lesiones inflamatorias, como los granulomas o quistes periapicales, siendo el examen histológico el que nos sugiere el diagnóstico. La correlación entre el diagnóstico inicial sobre la base de la radiografía e histología es cerca del 60% (Barbieri *et al.*, 2006). De acuerdo con algunos autores, está en duda si es posible diferenciarlo entre granuloma o quiste periapical.

La aplicación de la radiología digital como aporte al diagnóstico de la patología periapical no es nueva. ShROUT *et al.* (1993), White *et al.* (1994), Yeon-Hwa y Keon-Il (1999), lo estudiaron escaneando radiografías y utilizando programas informáticos para

averiguar si es posible contribuir al diagnóstico de la patología periapical leyendo la radiodensidad de las radiografías. Solamente ShROUT *et al.* (1993) concluyeron que el análisis radiométrico podría ayudar al diagnóstico periapical, mientras que White *et al.* (1994) dicen lo contrario. Existen otros estudios que utilizan una tecnología más sofisticada, CB-CT (cone-beam computed tomography) (Simon *et al.*, 2006; Stavropoulos y Wenzel, 2007), los cuales utilizan otra técnica para medir la radiodensidad.

Por otro lado, Rózylo-Kalinowska (2007) utilizando otra tecnología, concluyó que sí era posible utilizar radiología digital para el diagnóstico de la patología periapical. Por consiguiente, en nuestra investigación no se usan radiografías convencionales escaneadas; su calidad depende de algunos factores tales como tipo de film, parámetros de exposición, procesado (con máquina o manual) y almacenado de las radiografías. Nuestro material consistió solo de radiografías digitales directas, como él constantemente garantiza la calidad de la imagen radiográfica debido a una corrección de la imagen.

Nuestros resultados son semejantes a los de Rózylo-Kalinowska (2007). También creemos que cuanto más grande es la imagen radiolúcida, esta tiende a ser quiste periapical (mayor de 16 mm) y cuanto más pequeña es la imagen radiolúcida tiende a ser granuloma periapical (menor de 8 mm). El problema está en aquellas imágenes con un tamaño entre 9 y 15 mm. También creemos que cuanto más densa (más grises negros) es la imagen tiende a ser quiste periapical y cuanto menos densa se observa tiende a ser granuloma periapical, existiendo nivel de densidad media en el cual las imágenes radiolúcidas periapicales no son fáciles de diagnosticar.

Sobre la base de los resultados obtenidos en los estudios discutidos anteriormente, los

autores de la presente investigación decidieron, apoyados en la diferencia calculada entre los valores de densidad máximo y mínimo, medido solo a una línea como un medio objetivo de poder diferenciar granulomas y quistes radiculares. Hubo valores que se encontraban en los límites (borderline) de diferencia de densidades, permitiendo una cierta distinción de granulomas de quistes. Sin embargo, la diferencia de densidades en el rango de 41,8 a 89,2 no permite la clasificación de la lesión de alguno de los grupos (quistes o granulomas). Criterios adicionales tales como diámetro de la lesión podrían ser usados.

Creemos que se necesitan más investigaciones que apoyen nuestros resultados, tal vez utilizando otros sistemas digitales o utilizando una muestra de mayor tamaño, entre otros.

CONCLUSIONES

Las imágenes que tienen un promedio de radiodensidad mayor de 89,2 tienden a ser quistes periapicales; las imágenes que tienen un promedio de radiodensidad menor de 41,8 tienden a ser granulomas periapicales.

El 81,8% de las lesiones periapicales fueron granulomas periapicales cuando se utilizó radiología digital; el 77,2% de las lesiones periapicales fueron granulomas periapicales cuando se hizo el estudio histopatológico.

El diagnóstico con radiología digital y el diagnóstico histopatológico coincidieron en 17 de 22 casos (quistes y granulomas periapicales). De los 17 casos que coincidieron en el diagnóstico, dos fueron quistes periapicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbieri G, Flores J, Escribano M *et al.* 2006. Actualización en radiología dental:

Radiología convencional vs. digital. *Av Odontostomatol.* [online]. Vol. 22, no. 2 [citado 2007-08-01], pp. 131-139.

Block RM, Bushell A, Rodrigues H, Langeland K. 1976. A histopathologic, histobacteriologic and radiographic study of periapical endodontic surgical specimens. *Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 42: 656-78.

Goaz PW, White SC. 1994. Radiología oral, principios e interpretación. 3ra edición. Mosby/Doyma Libros.

Holtzmann DJ, Johnson WT, Southard TE *et al.* 1998. Storage-phosphor computed radiography versus film radiography in the detection of pathologic periradicular bone loss in cadavers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 86(1): 90-97.

Kizili Z, Energin K. 1990. An evaluation of radiographic and histopathological findings in periapical lesions. *J Marmara Univ Dent Fac*; 1(1): 16-23.

Linenberg WB, Waldron CA, De Laune GC. 1964. A clinical, roentgenographic, and histopathologic evaluation of periapical lesions. *Oral Surg*; 17(4): 467-72.

Nicopoulou-Karayianni K, Bragger U, Patrikiou A, Stassinakis A, Lang NP. 2002. Image processing for enhanced observer agreement in the evaluation of periapical bone changes. *Int Endod J*, Jul; 35(7): 615-22.

Ricucci D, Mannocci F, Ford TR. 2006. A study of periapical lesions correlating the presence of a radiopaque lamina with histological findings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, Mar; 101(3): 389-94.

- Rózyło-Kalinowska I. 2007. Digital radiography density measurements in differentiation between periapical granulomas and radicular cysts. *Med Sci Monit.* 2007 May; 13 Suppl 1: 129-36 (3).
- Shrout MK, Hall JM, Hildebolt CE. 1993. Differentiation of periapical granulomas and radicular cysts by digital radiometric analysis. *OSOMOP* 1993 Sep; 76(3): 356-61.
- Simon JH, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. 2006. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod* 2006, Sep; 32(9): 833-7. Epub 2006 Jul 7.
- Stavropoulos A, Wenzel A. 2007. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Investig* 2007, Mar; 11(1): 101-6. Epub 2006 Oct 18.
- White SC, Pharoah MJ. 2004. *Oral Radiology*. 5rd ed. (St. Louis), Mosby.
- White SC, Sapp P, Seto BG, Mankovich NJ. 1994. Absence of radiometric differentiation between periapical cysts and granuloma. *Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*; 78: 650-4.
- Yeon-Hwa J, Keon-Il L. 1999. Comparison of digital radiographic features between radicular cysts and periapical granuloma. *J Korean Oral Maxillofac Radiol*: 29 239-52.