

Investigación preliminar sobre diagnóstico en patología dental con imagen digitalizada

E. Berástegui¹
J. Pumarola¹
E. Brau²
C. Canalda²

¹ Profesor Asociado
² Catedrático

Patología y Terapéutica Dental
Facultad de Odontología
Universidad de Barcelona

Correspondencia:
Dra. E. Berástegui
C/ Tiro 2-4, 1^ª3^a
08035 Barcelona

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio sobre diferentes zonas patológicas existentes en radiografías periapicales utilizadas habitualmente en clínica de odontoestomatología mediante software de análisis de imagen en el sistema IBAS 2000 (Interactive Bild Analysis System) con el objetivo de llegar a un diagnóstico óptimo. Fueron estudiados 15 casos clínicos con patología patente en las películas radiográficas y analizadas éstas, mediante captación de la imagen con cámara de vídeo, filtro de paso alto, pseudocolor y densitometría de las zonas patológicas seleccionadas. Los resultados del estudio dieron a las zonas más objetividad y clarividencia de las imágenes a la vez que se cuantificó la densitometría de los niveles de gris de 0 a 256, poniéndose de manifiesto que las zonas cariosas o radiolúcidas son densitométricamente inferiores a las zonas radiopacas. Como conclusiones creemos que el análisis de la imagen digitalizada fue un instrumento más preciso para llegar al diagnóstico, ya que la medición densitométrica permitió evaluar la variabilidad

existente entre esmalte, dentina coronal y radicular, caries, lesiones apicales, tejido pulpar y hueso circundante.

PALABRAS CLAVE

Imagen procesada por ordenador; Radiografía dental; Densitometría radiográfica.

ABSTRACT

A study was carried out about the different pathologic areas in (periapical) dental radiographies by means of processing computer assisted image using the system IBAS 2000 (Interactive Bild Analysis System) to get an optimum diagnostic. Fifteen clinic cases with obvious pathology were studied in the radiographic films and analysed with a videocamera, pseudocolour and densitometry of the selectioned areas. The results of the investigation showed the areas more as precisely and the same

444 *time the densitometry of the levels from 0 to 256 was quantified, showing that the areas with caries (radiobright) are inferior in densitometry than (radiopaque) areas.*

As a conclusion we think that the digital image analysis was an instrument more precise since the densitometric measurement let us to evaluate the existent variability among enamel, coronal and radicular dentine, caries, apical injuries, dental pulp and surrounding bone.

KEY WORDS

Image processing computer assisted; Dental radiographs; Radiographic densitometry.

INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones de los avances informáticos y más especialmente los relacionados con el proceso digital de imagen son muy extensos en todos los sectores de la actividad clínico-hospitalaria.

De forma especial, están presentes en el conjunto de actividades denominadas proceso o diagnóstico de imagen médica en cuya descripción se incluyen sectores relacionados con imágenes, básicamente en el entorno de la radiología y técnicas afines.

En el campo de la investigación también pueden aplicarse estos sistemas informáticos, y la procedencia de las imágenes puede ser de señales de barrido lento (microscopía electrónica de barrido), microanálisis, espectroscopía o láser.

Gröndahl y cols.⁽¹⁾ investigaron sobre el diagnóstico de caries interproximales en radiografías de aleta de mordida, digitalizando las imágenes mediante procesos de computadorización, llegando a la conclusión que con menores dosis de rayos X se puede llegar a mejorar el diagnóstico con estos sistemas de ayuda complementaria.

Okano y cols.⁽²⁾ en sus trabajos complementarios al anterior simularon los niveles de gris de caries interproximales en radiografías de aleta de mordida llegando a las mismas conclusiones.

Tyndall y cols.⁽³⁾ estudiaron los cambios en cortical

ósea en lesiones periapicales comparando radiografías convencionales Ektaspeed con las imágenes computarizadas de las mismas mediante sustracción de imagen en hueso mandibular de fantasmas, realizando una ventana en él y simulando la lesión ósea correspondiente.

Pitts⁽⁴⁾ realizó un estudio sobre imágenes radiológicas interproximales con ayuda de análisis de la imagen computarizada detectando las lesiones de caries y midiendo la densidad de éstas hasta 256 niveles de gris en radiografías de aleta de mordida.

Mol y cols.⁽⁵⁾ definieron el aumento de objetividad en el diagnóstico de lesiones óseas mediante el análisis de imagen digitalizada, aportando también la posibilidad de determinar áreas y volumen de la lesión ósea apical mediante transiluminación de las radiografías.

Wahner y cols.^(6, 7) en sus estudios sobre densitometría ósea describieron la densitometría radiológica (fotodensitometría) y las condiciones de realización de estos estudios, aportando también sus conclusiones de densitometría ósea en el esqueleto humano.

Brown y cols.⁽⁸⁾ establecieron los principios de densitometría con una fuente radioactiva y un captador de fotones mediante la lectura directa de la zona ósea a explorar determinando el porcentaje de hueso cortical y trabecular en diferentes regiones.

Kaffe y cols.⁽⁹⁾ estudiaron densitométricamente las diferencias existentes entre radiografías ultra-speed y ektaspeed demostrando una resolución semejante entre ellas en cuanto a contraste y definición de imágenes.

También ha sido aplicado al diagnóstico de la edad de las personas según los dientes estudiados; López y cols.⁽¹⁰⁾ realizaron un estudio de un total de 173 incisivos inferiores y superiores mediante IBAS-1 aplicando 19 parámetros morfológicos. Estos resultados son importantes aplicados a Medicina Legal.

Otras aplicaciones de análisis de imagen fueron utilizadas por Engelke y cols.⁽¹¹⁾ en implantología con hidroxiapatita para observar el hueso periférico post-intervención quirúrgica.

La propuesta del estudio de Okano y cols.⁽¹²⁾ fue determinar el cambio óseo después de la terapia

periodontal mediante análisis cuantitativo de sustracción digital a uno, tres y seis meses post-tratamiento.

Heaven y cols.⁽¹³⁾ realizaron un estudio comparativo cuantitativo con dos técnicas diferentes para valorar densitométricamente en las radiografías los cambios de los dientes estudiados *in vitro*.

También otros autores como Katz y cols.⁽¹⁴⁾ midieron densitométricamente la radiopacidad de conos de gutapercha comparándolos con la dentina radicular y dos tipos diferentes de películas radiográficas.

Verdonschot y cols.⁽¹⁵⁾ realizaron estudios sobre el área de restauraciones circulares y superficies radiculares expuestas mediante el sistema de análisis de la imagen.

OBJETIVOS

El objetivo del presente estudio fue analizar radiografías periapicales, utilizadas habitualmente en odontostomatología para diagnóstico de caries, lesiones periodontales o periapicales, con análisis de imagen computadorizado mediante el sistema IBAS-2000 para conocer si permitía incrementar la objetividad en el diagnóstico.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se investigó sobre 15 radiografías periapicales de casos clínicos tomados de pacientes seleccionados por presentar dudas en cuanto al diagnóstico radiológico con diferentes tipos de patología en diferentes zonas del aparato estomatognático. Las películas utilizadas fueron Kodak ultraspeed intraorales (DF-58, Eastman, Rochester, EE.UU.). Se realizaron con aparato Trophy (Francia) de cono corto, 50 Kv, 8 mA y 1 seg de exposición.

Se procesaron las películas con líquido dental Kodak, revelando las mismas según recomienda el fabricante.

El estudio de las imágenes computadorizadas se realizó en los servicios científico-técnicos de la Universidad de Barcelona.

De cara a la mejor visualización de las diferentes regiones o zonas anatómicas existentes en cada radiografía se llevó a cabo un tratamiento de la imagen, mediante software de análisis de imagen en el sistema

IBAS 2000 (Interactive Bild Analysis System) (Fig. 1). Este sistema consta esencialmente de:

- Procesador de imagen IBAS-IPS, dotado de estructura "pipeline" y especializado en el proceso digital de imágenes, con memoria de imagen de 4 MB y conversión análogo/digital para la conexión de cámara de TV.
- Ordenador para el control del sistema basado en Host Z-80, con memoria RAM de 64 KB, disco duro de 40 MB y diversas unidades de discos flexibles (8" y 5 1/4").
- Periféricos de captura de imagen (cámara de TV), control interactivo (tablero digital) e impresión de resultados (impresora matricial).

Podemos resumir el proceso seguido de la siguiente forma:

- A) *Captación de la imagen*, mediante cámara de vídeo RCA. Digitalización de la imagen en 512 x 512 pixels y 256 niveles de gris.
- B) *Filtro de paso alto*: dado que los contornos de los objetos y los cambios bruscos de nivel de gris, están asociados con las altas frecuencias que componen una imagen, podemos destacar estos cambios eliminando las altas frecuencias (tal como se muestran en la figura 9 de resultados) para realizar la información.
- C) *Normalización*: el segundo paso es la ampliación del histograma de niveles de gris de la imagen hasta el máximo de 256 en que podemos trabajar. Con esto se obtiene un aumento del contraste.
- D) *Pseudocolor*: dado que el ojo humano es mucho más sensible a los cambios de color que a las variaciones en el nivel de gris de una imagen, se utiliza una paleta de falso color, de forma que cada color de gris toma otro color distinto. Así podemos distinguir mejor las diferentes regiones de la radiografía. Una vez observamos éstas con claridad, seleccionamos zonas significativas dentro de cada una de estas regiones y comparamos sus respectivos niveles de gris en la imagen original, como se observa en la figura 3 de resultados.
- E) *Determinación de la densitometría*: en las zonas coloreadas de cada radiografía se realizó una delimitación del contorno que poseía una coloración diferente a la de zonas próximas. En cada una de estas zonas se determinó la densitometría, o cuantificación



Figura 1. Sistema IBAS 2000.



Figura 2. Caso clínico núm. 1 con pseudocolor y delimitación de zonas medidas densitométricamente.

del nivel de gris de 0 a 256, obteniendo así, numéricamente la radiolucidez o radiopacidad de la zona radiológica seleccionada mostrada en color.

De cada radiografía se obtuvieron cinco fotografías tomadas de la pantalla del monitor videográfico con cámara Mamiya (Japón) y película Kodak de 100 ASA.

La primera de las fotografías fue tomada de la radiografía original, la segunda de la imagen contrastada con filtros, la tercera con la radiografía original en pseudocolor, la cuarta con la imagen en pseudocolor, junto con las zonas donde se realizaron las mediciones densitométricas y la quinta en las zonas investigadas sustraídas de la imagen total.

Los ejemplos de estas radiografías tomadas se observan en las figuras 11, 9, 7, 3 y 6 respectivamente, correspondientes a los casos clínicos indicados en el apartado de resultados.

RESULTADOS

Del presente estudio podemos destacar la posibilidad de extraer resultados densitométricos entre las distintas radiografías y según las zonas anatómicas estudiadas. De los 15 casos estudiados hemos seleccionado los que más representan e ilustran el objetivo de este trabajo.

Para poder interpretar los resultados destacamos que la escala de grises de las radiografías (del negro al

blanco total) se midió densitométricamente con las radiografías pseudocoloreadas del 0 al 256 identificando con la paleta de colores los distintos tonos del gris radiológico.

Caso nº 1

Se aprecia la radiolucidez a nivel del tercio inferior de la raíz en el 22 que afecta a periodonto, junto con reabsorción dentinaria externa, así como lesión cariosa a nivel del tercio coronal.

En el 23 se aprecian caries de corona y cuello.

Si comparamos los valores densitométricos observamos que la lesión radicular del 22 es de 120, y la del cuello 105. En el 23 la caries de cuello fue de valor 117 y en la zona radicular más densa de 155 (Fig. 2).

Caso nº 2

El 46 tiene corona completa y los valores densitométricos para las caries distales de 46 y 45 fueron respectivamente 57 y 65. En el 46 la furca dio valor de 68 y las zonas del tercio apical de las raíces mesial y distal es de 76 y 71 en las cuales se aprecian lesiones apicales (Fig. 3).

Caso nº 3

Vemos lesión apical en el 25 con antecedentes qui-

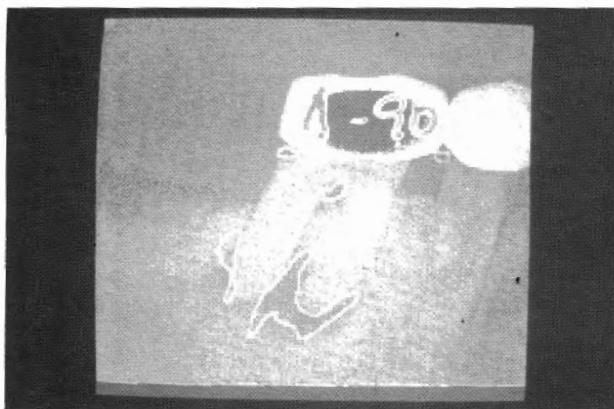


Figura 3. Caso clínico núm. 2 con pseudocolor y mediciones densitométricas.

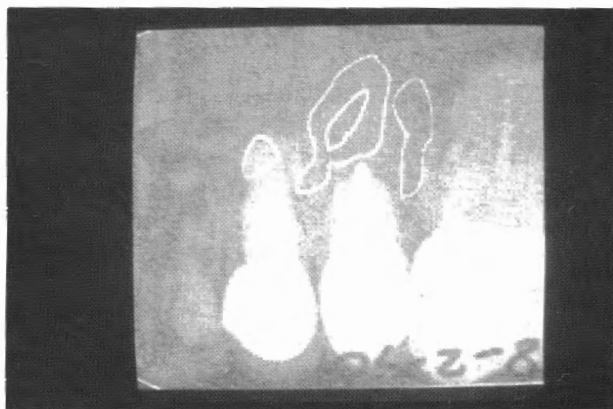


Figura 4. Caso clínico núm. 3 con pseudocolor y mediciones densitométricas.



Figura 5. Caso clínico núm. 4.

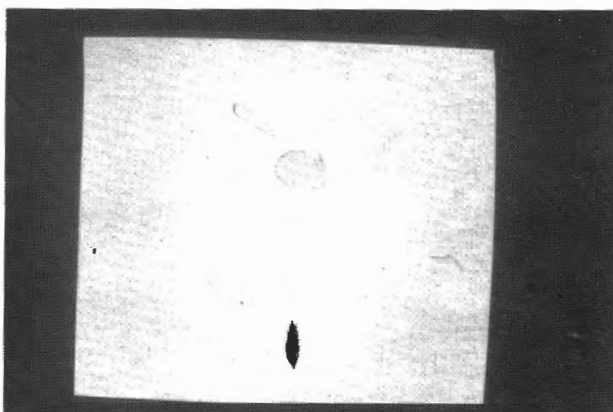


Figura 6. Áreas del caso clínico núm. 5 donde se han realizado las mediciones densitométricas sustraídas de la imagen coloreada.

rúrgicos y fistula periapical crónica. El centro de la lesión fue de valor densitométrico 48, la periferia de 53 y la zona lateral 63. En el 24 con raíz sana, el valor fue de 81 en la zona dentinaria del tercio apical (Fig. 4).

Caso nº 4

En el control a los seis meses del caso anterior, los valores fueron semejantes.

Caso nº 5

En este caso se puso de manifiesto la zona del

esmalte del 46 con 152 de valor densitométrico y en el 45 el valor en zona careosa de esmalte y dentina fue de 78. En las zonas radiculares fue de 100 y 107 respectivamente (Fig. 5). En la figura 5 vemos la zona donde se realizó la medición sustraída de la imagen central.

Caso nº 6

En él teníamos un 46 con caries. En este caso tomamos nueve valores densitométricos de zonas diversas para poner de relieve las diferencias entre esmalte sano de 146, dentina 132, 133 y caries en

448

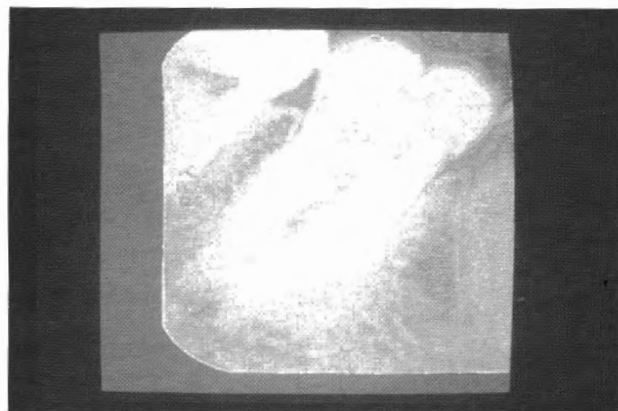


Figura 7. Caso clínico núm. 6 con pseudocolor.

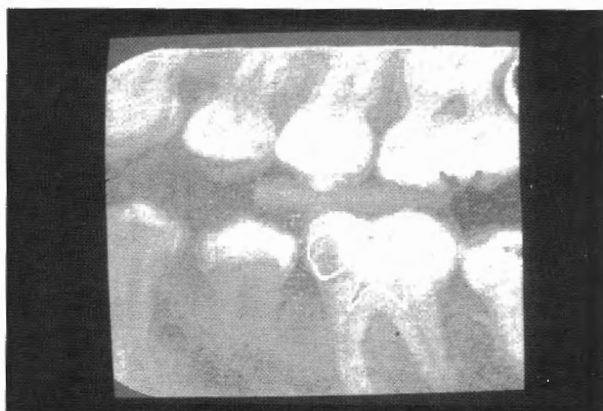


Figura 8. Caso clínico núm. 7 con pseudocolor (radiografía con aleta de mordida).

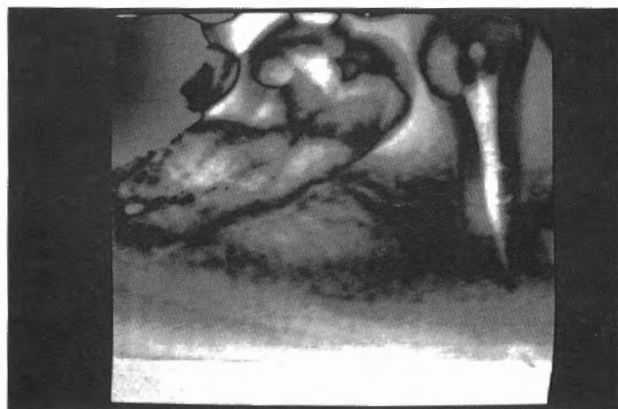


Figura 9. Caso clínico núm. 8 con contraste de gris aumentado.



Figura 10. Caso clínico núm. 9 con pseudocolor (pieza endodonciada).

dentina esmalte de 116 y 103 respectivamente. La zona del ligamento periodontal dio valores de 101 y 102 (Fig. 7).

Caso nº 7

El esmalte de los molares superior e inferior proporcionó valores de 212, 217 y la caries en el molar inferior era más avanzada que el superior con valores de 69 y 110 respectivamente. Los valores del esmalte en premolar y molar fueron de 195 y 212 en la arcada superior.

El valor en el 46, de la dentina reaccional próxima a la pulpa fue de 168, valor intermedio entre esmalte-caries 217/69 respectivamente e igualmente la pulpa fue en el superior-inferior 109/75 (Fig. 8).

Caso nº 8

En el 45 el conducto radicular principal obturado con Sealapex dio una densidad de 158, superior a la de los conductos laterales (127), los cuales se hacen más patentes con el pseudocolor (Figs. 9 y 10).



Figura 11. Caso clínico núm. 9. Imagen radiológica original en la que se realizó la pseudocoloración y medición densitométrica.

Caso nº 9

La imagen de reabsorción dentinaria externa en 22 y caries en 21 nos dio valores de 40 y el hueso circundante 58. La caries mesial del 22 y distal del 21 dieron valores de 22 y 38 poniendo de manifiesto la diferencia de profundidad entre ellos (Fig. 11).

DISCUSIÓN

Los casos clínicos expuestos fueron tomados de diferentes zonas anatómicas, por tanto las densidades varían, así como la edad de las personas exploradas, y no podemos correlacionar los resultados entre sí o entre distintas radiografías, pero sí intraradiográficos, es decir, dentro de la misma radiografía, comparar entre diferentes tejidos, ya sean normales o patológicos.

La obtención de las radiografías también tiene importancia ya que la distancia al foco, la inclinación de éste o el proceso de revelado puede variar la densidad de las zonas a explorar, especialmente en relación con los niveles de gris que estamos estudiando.

En el caso nº 1 vemos mayor afectación de la pieza 22 que las 23 en la caries del cuello.

En la zona apical del 46 (caso nº 2) se observa mayor lesión apical en la raíz distal aunque fue más extensa la mesial.

La lesión apical con corona y perno (caso nº 3)

proporcionó información acerca de la extensión de la lesión, la diferenciación entre la zona central más afectada que la periférica y la raíz del 24 con valor superior a ésta.

En el caso nº 5 la zona del esmalte del 46 (de valor más alto) se comparó con el 45, en el que la dentina estaba seriamente afectada.

El caso del molar con caries (nº 6) nos proporcionó las diferencias dentro de la misma pieza, entre esmalte y dentina sanas comparadas con las zonas careadas.

En la radiografía de aleta de mordida (caso nº 7) se puso de manifiesto las profundidades de la caries entre los primeros molares superior o inferior; así como los valores intermedios entre caries y tejido pulpar correspondientes a dentina reaccional en el molar inferior.

Si valoramos el 45 al que se le había practicado un tratamiento de conductos (caso nº 8), podremos poner de relieve la nitidez con la que se aprecian los conductos laterales, difíciles de observar en la radiografía convencional.

La caries del 22, en el caso nº 10, fue de profundidad mayor que la del 21, así como la lesión periapical de densidad inferior al hueso circundante.

Por los resultados obtenidos en este estudio se aprecia que no podemos hablar de valores de normalidad entre pacientes ya que facilitaría para ello unas tablas de referencia en relación con la edad, sexo y zona anatómica a estudiar de las mismas.

En la actualidad hay tablas que están realizadas en otras zonas anatómicas del organismo y en relación con el aparato locomotor para estudiar la densidad ósea, utilizando como fuente radioactiva el gadolinio 153Gd para la lectura directa sobre paciente^(6, 7), cosa que no sabemos se disponga en el campo de la odontoestomatología.

Otras situaciones clínicas diferentes, serían indicación de estudio mediante el IBAS 2000, cuando se desee cuantificar áreas de lesión medidas en unidades de superficie, así como densidad de los materiales de obturación en operatoria dental y endodoncia.

CONCLUSIONES

1. La imagen coloreada nos proporciona mejor resolución que las radiografías convencionales.

- 450
2. Las imágenes con filtro de paso alto proporcionan más contraste que los grises de las imágenes radiológicas y por tanto más facilidad en el diagnóstico de la extensión de la lesión.
 3. Los distintos colores corresponden cada uno a un nivel de gris de la radiografía. Dentro del mismo color, pueden ser estructuras anatómicas diferentes, de densidad equivalente.
 4. Las zonas de idéntico color, orientan hacia una densitometría objetiva semejante, ya que la podemos cuantificar.
 5. Los valores densitométricos obtenidos dentro de cada radiografía son comparables entre ellos, pero no con otras películas radiográficas.
 6. La gravedad de las caries o destrucción de tejido dentario así como las lesiones periapicales se pueden valorar densitométricamente tomando zonas sanas como valor de referencia normal dentro del mismo caso clínico.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a la Sra. Francisca Peiró, licenciada en Ciencias Físicas, de los Servicios Científicos Técnicos de la Universidad de Barcelona por su colaboración en el estudio

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Gröndahl HG, Gröndahl K, Okano T, Webber RL. Statistical contrast enhancement of subtraction image for radiographic caries diagnosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;**53**:219-223.
- 2 Okano T, Gröndahl K, Webber RL. Effect of quantum noise on the detection of incipient proximal caries. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;**53**:212-218.
- 3 Tyndall DA, Kapa SF, Bagnell CHP. Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region. *J Endod* 1990;**16**:173-178.
- 4 Pitts NB. Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. *Oral Surg Oral Pathol* 1984;**58**:358-366.
- 5 Mol A, Van der Stelt PF. Digital image analysis for the diagnosis of periapical bone lesions: a preliminary study. *Int Endod J* 1989;**22**:299-302.
- 6 Wahner HW, Dunn WL, Riggs L. Assessment of bone mineral. Part 1. *J Nucl Med* 1984;**25**:1134-1141.
- 7 Wahner HW, Dunn WL, Riggs L. Assessment of bone mineral. Part 2. *J Nucl Med* 1984;**25**:1241-1253.
- 8 Brown ML, Wahner HW. *Principles of densitometry and radionuclide bone imaging and densitometry*. Churchill Livingstone, New York, 1988:287-308.
- 9 Kaffe I, Littner MM, Juspet ME. Densitometric evaluation of intraoral x ray films: ektaspeed versus ultraspeed. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;**57**:338-342.
- 10 López NN, Canteras M, Luna A. Age estimation by IBAS image analysis of teeth. *Forensic Sci Int* 1990;**45**:143-150.
- 11 Engelke W, de Walk S, Ruttimann LL. The diagnostic value of subtraction radiography in the assessment of granular hydroxylapatite implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;**69**:636-641.
- 12 Okano T, Mera T, Ohki M, Ishikawa I, Yamada N. Digital subtraction of radiograph in the evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990;**69**:258-262.
- 13 Heaven TJ, Firestone AR, Feagin FF. Quantitative radiographic measurement of dentinal lesions. *J Dent Res* 1990;**69**:51-54.
- 14 Katz A, Kaffe I, Littner M, Tagger M, Tamse A. Densitometric measurement of radiopacity of guttapercha cones and root dentin. *J Endod* 1990;**16**:211-213.
- 15 Verdonschot EH, Sanders AJ, Plasschaert AJ. A computer aided image analysis system for area measurement of tooth root surfaces. *J Periodontal* 1990;**6**:275-280.