

Estimación de la edad por aposición de dentina secundaria en una muestra de la población de Bogotá entre 21 y 50 años de edad

Age Estimation through Secondary Dentine Apposition in a Sample Population between 21-50 Years of Age from Bogotá, Colombia

29

Univ Odontol. 2009 Ene-Jun; 28(60): 29-38. ISSN 0120-4319

ODONTOLOGÍA LEGAL Y FORENSE

Gladys Avendaño García

Odontóloga, Universidad Metropolitana, Barranquilla, Colombia.
Especialista en Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Yolanda María Rodríguez García

Odontóloga, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
Especialista en Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Luz Dary Escobar Velásquez

Odontóloga, Colegio Odontológico Colombiano, Bogotá, Colombia.
Especialista en Antropología Forense, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
Odontóloga Legal y Forense.
Coordinadora del Posgrado en Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
Directora del trabajo de grado.

RESUMEN

Antecedentes: La aposición de dentina secundaria se ha propuesto como un indicador biológico en diversos métodos de estimación de edad en identificación humana. **Objetivo:** Determinar la relación entre la aposición de dentina secundaria y la edad cronológica de una muestra de población adulta de Bogotá, con el objeto de ajustar un modelo matemático para estimar la edad en adultos, con fines de identificación forense. **Métodos:** El estudio fue de tipo descriptivo correlacional. La muestra de estudio consistió en 107 individuos (49 hombres, 58 mujeres) con edades conocidas entre 21 y 50 años, a quienes se les tomó una radiografía periapical digital de incisivos centrales superiores para analizar métricamente la cámara y el conducto radicular, utilizando el programa Scion Image, versión Beta 4.0.2. **Resultados:** El coeficiente de correlación de Pearson más alto fue el de proporción b/B (-0,59), seguido de las mediciones simple b y c, cuyos coeficientes fueron -0,56 y -0,43, respectivamente. Los modelos matemáticos mostraron un margen de error de 7,1 años. **Conclusiones:** Existe una relación inversa entre la aposición de dentina secundaria con la edad. Las mediciones realizadas a nivel radicular y los anchos mostraron mayor correlación con edad. El primer modelo matemático fue: $Edad=56,07-140,61b/B$ con $R^2=0,36$. El segundo modelo con mediciones simples fue: $Edad=38,72-26,35b+5,52B-0,72LTP$ con un $R^2=0,38$. Este método de estimación de edad en adultos no requiere cortes histológicos, lo que permite aplicarlo en individuos vivos y muestras arqueológicas.

PALABRAS CLAVE

Dentina secundaria, determinación de la edad por los dientes, odontología forense, cámara pulpar.

ÁREA TEMÁTICA

Odontología forense

ABSTRACT

Background: Secondary dentine apposition has been used as a biological indicator in multiple methods for age estimation in human identification. **Aim:** Determine the correlation between secondary dentine apposition and chronological age in a sample of population from Bogotá aged 21-50 years and develop a multiple linear regression model, which could be used to estimate biological age of adults for forensic identification purposes. **Methods:** This study was correlational descriptive. The sample consisted of 107 individuals (49 men, 58 women) aged between 20 and 51 years. Periapical radiographs of upper incisors were used to carry out metric analysis of pulpar camera and root conduct. **Results:** Pearson's correlation coefficient between age and ratio b/B was -0.59 and for b and c they were -0.56 y -0.43 respectively. The multiple regression analysis showed a mean error of 7.1 years. **Conclusions:** Correlation between secondary dentine apposition and age was negative. Measurements on root and width were better indicators of age. First formulae was $Age=56.07-140.61b/B$ and $R^2=0.36$. Second model with simple measurements was: $Age=38.72-26.35b+5.52B-0.72LTP$ and $R^2=0.38$. This method for age estimation in adults does not require histological sections and can be used in living individuals and archeological samples.

KEY WORDS

Secondary dentine, age determination by teeth, forensic dentistry, dental pulp cavity.

THEMATIC FIELD

Forensic dentistry

Artículo correspondiente al trabajo de grado de las dos primeras autoras para optar al título de especialistas en Odontología Legal y Forense, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Avendaño García G, Rodríguez García YM, Escobar Velásquez LD. Estimación de la edad por aposición de dentina secundaria en una muestra de la población de Bogotá entre 21 y 50 años. Univ Odontol. 2009 Ene-Jun; 28(60): 29-38.

Recibido para evaluación 04-09-2008
Aceptado para publicación 08-09-2008

Disponible en
<http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revUnivOdontologica/>

INTRODUCCIÓN

La acción de identificar consiste en establecer la individualidad de una persona, determinando los signos que la distinguen de las demás.¹ Por consiguiente, la identificación es un proceso comparativo y reconstructivo que tiende a ubicar a una persona desconocida dentro de un universo biosocial conocido.² Así es como la determinación de la edad dentro de la problemática de la identificación humana involucra un proceso comparativo basado en múltiples indicadores biológicos que se observan en una población conocida.

Se han usado algunos cambios histológicos y fisiológicos de los tejidos del organismo que suceden con el envejecimiento como parámetros o indicadores para la estimación de la edad biológica. Los tejidos dentarios no escapan a la influencia de estos cambios, que se presentan tanto en su estructura interna como externa. Entre los cambios externos se encuentran la retracción gingival, la reabsorción radicular, el cambio de color, la aposición de cemento y la caries. Por su parte, los cambios en la composición química, la pérdida de agua de la dentina, la aposición de dentina secundaria, la transparencia radicular y la racemización de aminoácidos son cambios regresivos que se presentan en la parte interna de la estructura dentaria.³

Uno de estos indicadores biológicos y que ha sido propuesto en múltiples métodos para determinar la edad en adultos es la aposición de dentina secundaria, que se produce mediante un proceso fisiológico por medio del cual la pulpa vital continúa depositando dentina en las paredes de la cámara y el conducto radicular lentamente a lo largo de la vida, de tal forma que el volumen que ocupa disminuye a tal punto que en edades avanzadas puede quedar reducida a un pequeño espacio de tejido en la raíz. Los depósitos principales de dentina secundaria se encuentran en toda la periferia de la cámara pulpar y alcanzan mayor espesor en su piso, techo y paredes.⁴

Durante décadas, los investigadores⁵⁻¹⁷ han propuesto métodos que utilizan la aposición de la dentina secundaria como variable, valorada mediante medios histológicos y radiográficos —estos últimos cuantifican la reducción de la cámara pulpar y el conducto radicular a través de métodos no invasivos y permiten ser utilizados en personas vivas—, en muestras de arqueología y cuando no es permitido seccionar el diente.

El desarrollo de la prueba en estas investigaciones difiere en cada una —conforme al tipo de diente predictor y las técnicas radiográficas utilizadas—, así como en los rangos de edad e individuos de la muestra de estudio, que fueron de diversas poblaciones. Sin embargo, todas tienen como objetivo común determinar la aplicabilidad de la aposición de dentina secundaria como indicador biológico para determinar la edad en adultos, dentro del proceso de identificación forense.

A partir de los estudios realizados en poblaciones escandinavas, italianas, americanas y francesas, muchos investigadores¹⁸⁻²¹ se han dado a la labor de validar estos métodos en diversas poblaciones. En el caso de Colombia, el trabajo de investigación en una población de Bogotá, realizado por Escobar y colaboradores,²² contó con una muestra de 181 individuos (87 hombres y 94 mujeres) con edades conocidas entre 20 a 67 años, quienes reunían los criterios de inclusión necesarios. En ese estudio se analizó métricamente la cámara y el conducto radicular en radiografías periapicales del canino inferior izquierdo, utilizando dos programas (AutoCAD y Scion Image). Por último, mediante un análisis de regresión, se ajustó un modelo para ser utilizado como método de estimación de edad en adultos.

El objetivo de este estudio fue establecer si la aposición de dentina secundaria es un parámetro para determinar la edad en una muestra entre 21 y 50 años, a fin de fijar un modelo estadístico de regresión que mostrara márgenes de error menores a los calculados en la investigación previa, realizada en población de Bogotá. Para ello se utilizó la radiografía digital con la técnica del paralelismo y el incisivo central superior como diente predictor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación fue descriptivo correlacional, dado que el objetivo del estudio fue establecer la relación que existe entre la aposición de dentina secundaria y la edad, mediante el análisis métrico de la cámara pulpar y el conducto radicular del incisivo central superior.

La población de referencia fueron individuos adultos (hombres y mujeres) de Bogotá, con edades comprendidas entre 20 y 51 años, distribuidos en seis grupos por cada cinco años, así: 21-25, 26-30, 31-35, 36-40, 41-45, 46-50. La muestra estuvo compuesta por 107 personas con edades conocidas que asistieron a la Facultad de Odontología de la Pontificia Universidad Javeriana, y quienes debían reunir los siguientes criterios de inclusión: ser colombiano de nacimiento, residir en la ciudad de Bogotá, presentar los incisivos centrales superiores sanos, sin caries ni restauraciones, no presentar ninguna alteración sistémica, ni estar bajo tratamiento médico prolongado con corticoides y no estar en embarazo. Una vez se le explicó a la persona el objetivo del estudio, de manera voluntaria, ésta aceptó participar en la investigación, firmando el documento del consentimiento informado.

La radiografía se tomó utilizando la técnica del paralelismo, para lo cual se fijó previamente una guía radiopaca (balín) de 4,75 milímetros (mm) con cera de mordida sobre el borde incisal del incisivo central superior izquierdo. Esta guía se puso con el fin de calibrar el tamaño real de la imagen, para su posterior análisis métrico. Se ubicó el

sensor en el posicionador de película tipo Rinn EndoRay, lo que permitió orientar el rayo central perpendicular a la película, reduciendo la distorsión.

De esta manera se pudo obtener una imagen más exacta. El equipo de rayos X que se utilizó fue Trophy Trex modelo CCX digital, operado a 70 kilovoltios (kV) y 8 miliamperios (mA), con un tiempo de exposición de 0,08 segundos. Entre tanto, el radiovisógrafo utilizado fue Pro Image EVA®. Este equipo pertenece al área de Radiología de la clínica de alta complejidad de la Facultad de Odontología de la Pontificia Universidad Javeriana. Una vez obtenidas las radiografías, éstas se registraron en el radiovisógrafo y posteriormente se grabaron en formato BMP con su respectivo número de identificación del caso en una memoria USB de un gigabyte (GB), marca LG®. Fueron excluidas las radiografías que no cumplieron con la calidad y contraste adecuados por errores en la técnica, o en las cuales el diente de elección presentara alteraciones radiculares, calcificaciones pulpares, reabsorción radicular o enfermedad periodontal.

Las mediciones se realizaron usando el programa Scion Image versión Beta 4.0.2. Para calibrar la imágenes 1:1 se utilizó la función del programa para este fin, tomando la guía radiopaca de referencia. Posteriormente, la corona se dividió de la raíz a partir de una línea trazada desde la unión ameloementaria, mesial a la distal, conforme al estudio realizado por Drusini y colaboradores.¹⁵ A su vez, la raíz se dividió en tres tercios iguales y se trazó una línea a estos niveles sobre las cuales se realizaron mediciones del ancho radicular y pulpar.

Igualmente, se midieron la longitud total del diente, la longitud pulpar coronal y la longitud total pulpar, tomando como referencia las mediciones realizadas por Solheim, Kvaal y Solheim y Kvaal y colaboradores.¹¹⁻¹³ Adicionalmente, se hicieron mediciones del ancho máximo pulpar coronal, tomando como referencia el estudio de Woods y colaboradores.⁹ Las siguientes fueron las mediciones tomadas:

Mediciones coronales (figura 1):

- Altura coronal (AC): desde la línea ameloementaria hasta el borde incisal.¹⁵
- Altura de la cavidad pulpar coronal (APC): desde la línea ameloementaria hasta el cuerno pulpar más alto.¹⁵
- Ancho máximo pulpar coronal (AMPC): de mesial a distal inmediatamente debajo de los cuernos pulpares.⁹

Mediciones radiculares (figura 1):

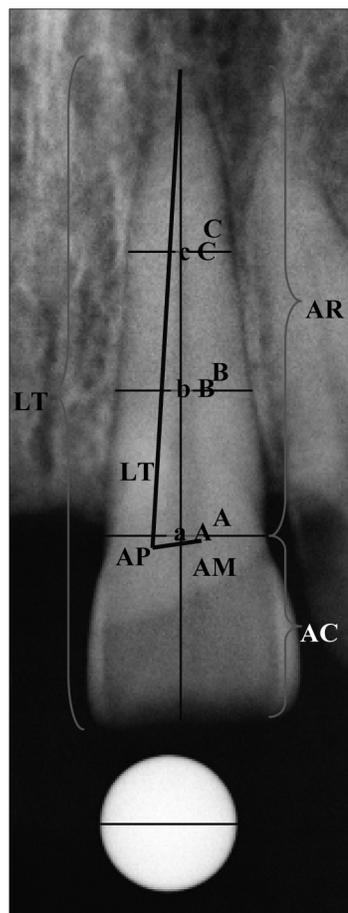
- Altura radicular (AR): desde la unión ameloementaria hasta el ápice de la raíz.
- Ancho de la raíz en la unión ameloementaria (A): sobre la línea ameloementaria de mesial a distal.¹¹⁻¹³
- Ancho de la pulpa en la unión ameloementaria (a): sobre la línea ameloementaria de mesial a distal.¹¹⁻¹³

- Ancho de la raíz en el punto medio entre las mediciones A y C (B): punto medio entre las mediciones A y C.
- Ancho de la pulpa en el punto medio entre las mediciones A y C (b): punto medio entre las mediciones A y C.
- Ancho de la raíz en el punto medio entre el ápice y las mediciones B y b (C): punto medio entre el ápice y las mediciones B y b.
- Ancho de la pulpa en el punto medio entre el ápice y las mediciones B y b (c): punto medio entre el ápice y las mediciones B y b.¹¹

Mediciones de la longitud total del diente y longitud total pulpar (figura 1):

- Longitud total del diente (LTD): desde el borde incisal hasta el ápice radicular.
- Longitud total pulpar (LTP): desde el cuerno pulpar más alto hasta el ápice radicular.¹⁷

FIGURA 1
MEDICIONES EN EL DIENTE



Para el análisis métrico, además de tomar las medidas simples anteriormente descritas, se calcularon proporciones para compensar la distorsión de la técnica radiográfica y la variabilidad odontométrica entre los pacientes. Las proporciones se calcularon como se describe: APC/AC, LTP/LTD, AMPC/A, a/A, b/B, c/C.

Análisis estadístico

Se elaboró una base de datos en formato .xls, de Microsoft Excel®, que luego fue exportada a formato .sav para el procesamiento con el paquete estadístico SPSS® 11.0 para Windows®.²³

En primera instancia, se realizó un análisis descriptivo univariado, construyendo tablas y gráficas, elaboradas con los estadígrafos de tendencia central y dispersión, según la medición de las variables. Posteriormente, se procesó el análisis inferencial comparativo que permitió poner a prueba las hipótesis de nulidad de igualdad de medias, para lo cual se construyeron y graficaron los intervalos del 95% de confianza para los promedios. No paramétricamente, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para la comparación intergrupo con base en la transformación de rangos, a fin de valorar las diferencias entre los promedios de medidas no relacionadas y relacionadas.²⁴

Se aplicó un análisis correlacional con el coeficiente de Pearson para identificar las relaciones significativas entre variables, pero en particular con la variable edad, que luego se trató como variable criterio, y con base en ello hubo un modelamiento multivariable con la técnica de regresión lineal múltiple. Para ajustar el modelo de análisis de regresión se fue adicionando cada variable, paso a paso, para potenciar la capacidad predictiva, utilizando la técnica *Step Waise Forward*, que inicialmente toma todos los predictores y el modelo selecciona las variables más significativas.

RESULTADOS

Descripción muestral

La muestra del estudio estuvo conformada por 107 casos, de los cuales 45,8% eran de sexo masculino y 54,2% de sexo femenino. El promedio de edad fue de 33,9±9,0 años, que osciló entre un mínimo de 21 y un máximo de 50, como se había definido en los criterios de inclusión. El grupo etáreo de 26 a 30 mostró la mayor representación, pues llegó a ser del 27,1% mientras que el grupo de 36 a 40 años fue el minoritario, con el 11,2%. Finalmente, se analizaron los dientes que conformaron la muestra y se encontró que 17,8% correspondían al incisivo central superior derecho (11) y 82,2% al incisivo central superior izquierdo (21).

Análisis comparativo

En las medidas simples, ancho de la raíz en la unión amelocementaria (A), ancho de la pulpa en la unión amelocementaria (a), ancho de la raíz en el punto medio entre la unión amelocementaria y el punto C (B), ancho de la pulpa en el punto medio entre la unión amelocementaria y el punto C (b) y ancho de la raíz entre la medida B y el

ápice (C), hay evidencia de diferencias significativas. Fue mayor el promedio mostrado por los hombres que el de las mujeres. Lo anterior permite afirmar que el sexo en estos pacientes genera efectos diferenciales sólo en estas medidas, entre todas las consideradas.

Se puede apreciar que los valores de *p* de las medidas *b* y *c* son los únicos que mostraron diferencias significativas entre el conjunto de medidas realizadas (figuras 2 y 3). En las medidas *b* y *c*, el grupo de 46 a 50 años presentó el menor valor mientras que el de 21 a 25 años fue el que registró más alto. Por consiguiente, en ambas variables (*b* y *c*) los valores promedio decrecen progresivamente a medida que se aumenta la edad.

FIGURA 2

PROMEDIOS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE LA MEDIDA SIMPLE
B SEGÚN LOS GRUPOS ETÁREOS

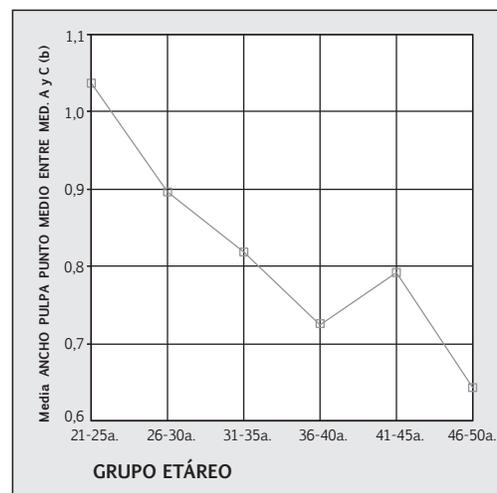
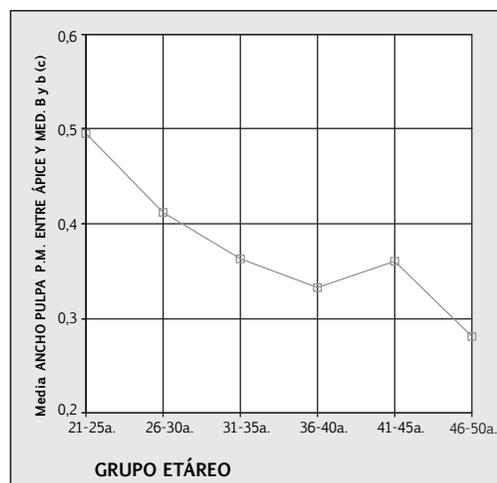


FIGURA 3

PROMEDIOS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE LA MEDIDA SIMPLE
C SEGÚN LOS GRUPOS ETÁREOS



Respecto a las proporciones por grupos etáreos, se muestran los promedios y sus respectivos intervalos de confianza. Las medidas proporcionales b/B y c/C por grupos etáreos mostraron diferencias significativas al presentar valores de $p < 0,05$ (figuras 4 y 5).

FIGURA 4

PROMEDIOS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE LA PROPORCIÓN b/B SEGÚN LOS GRUPOS ETÁREOS

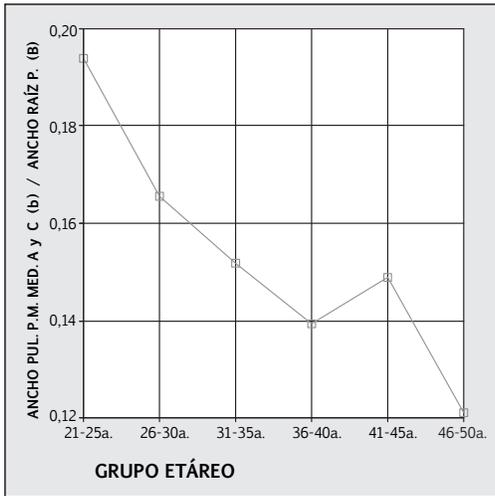
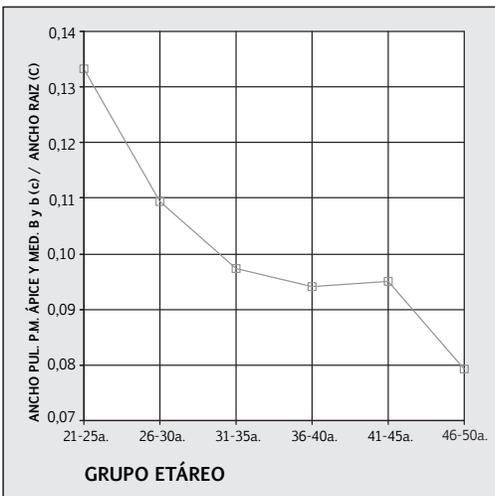


FIGURA 5

PROMEDIOS E INTERVALOS DE CONFIANZA DE LA PROPORCIÓN c/C SEGÚN LOS GRUPOS ETÁREOS



Análisis correlacional

Se realizó la matriz de correlaciones a fin de evaluar la correlación lineal simple con base en el modelo de Pearson entre las medidas simples y la edad, variable de interés que fue estimada para el estudio (tabla 1). Se describió que sólo las medidas a, A, b y c superan el valor de significancia ($p < 0,05$) bajo una hipótesis bilateral. De hecho, se podría afirmar que a mayor edad, las

medidas a, A, b y c asumen los menores valores dentro del grupo, dado que la correlación fue significativa inversa o negativa.

Al analizar las correlaciones entre los predictores, expresados en términos proporciones, con la variable criterio edad, se pudo apreciar que hay correlación significativa inversa con a/A, b/B y c/C, lo cual permite afirmar que en estos pacientes, quienes tienen una edad mayor, igualmente presentan un menor valor en las medidas dentales a/A, b/B y c/C con un nivel de significancia $p < 0,05$ (tabla 2).

Con base en el análisis correlacional, se ajustó un modelo predictivo utilizando la técnica de regresión múltiple *Step Waise Forward*, que busca estimar el comportamiento de la variable edad a partir de la selección progresiva de los predictores, que en este caso son las mediciones del conducto radicular. El resumen del modelo ajustado muestra que la correlación múltiple fue de $R = 0,60$, y que el coeficiente de determinación, de $R^2 = 0,36$, lo que significa que el 36% de la variabilidad observada en la edad de la muestra se puede atribuir a la variabilidad del predictor seleccionado, que fue b/B (tabla 3). Es importante tener en cuenta que de las medidas proporcionales evaluadas, sólo b/B mostró ser un predictor significativo.

El modelo de regresión propuesto para las medidas proporcionales es:

$$\text{Edad} = 56,07 - 140,61 \text{ b/B (tabla 4).}$$

Error típico de estimación: 7,2 años.

Con base en las correlaciones entre las medidas simples y la edad, se ajustó el modelo de regresión, donde el modelo *Step Waise Fordward* seleccionó las variables b, B y LTP como predictores significativos, que dieron en conjunto un $R^2 = 0,379$, lo cual significa que estas variables explican 37,9% de la variabilidad de la edad (tabla 5).

El modelo de regresión propuesto para las medidas simples es:

$$\text{Edad} = 38,72 - 26,35 \text{ b} + 5,52 \text{ B} - 0,79 \text{ LTP (tabla 6).}$$

Error típico de estimación: 7,1 años.

DISCUSIÓN

La estimación de la edad a través de los dientes se ha convertido en materia de investigación importante en las últimas décadas, ya que éstos proveen información útil a partir de los procesos de formación y erupción dental en población infantil y subadulta, así como de los cambios degenerativos que se suceden en éstos durante el envejecimiento.

Por otra parte, la relevancia de los dientes como elementos de identificación está evidenciada principalmente en su resistencia, que les permite soportar altas

TABLA 1

MATRIZ DE CORRELACIONES DE LAS MEDIDAS SIMPLES

		Sexo	Edad	LTD	LTP	AC	AR	APC	AMPC	a	A	b	B	c
Edad	r	,012	1	-,156	-,182	-,082	-,141	-,109	-,141	-,265*	-,233*	-,531*	-,071	-,439*
	p	,899	.	,108	,061	,399	,146	,263	,147	,006	,016	,000	,466	,000
LTD	r	-,149	-,156	1	,881	,510*	,917*	,192*	,224*	,241*	,163	,104	,151	,178
	p	,126	,108	.	,000	,000	,000	,048	,021	,012	,093	,288	,119	,067
LTP	r	-,091	-,182	,881*	1	,196	,925	,486*	,300*	,197*	,196*	,112	,154	,225*
	p	,353	,061	,000	.	,043	,000	,000	,002	,042	,043	,251	,113	,020
AC	r	-,191*	-,082	,510*	,196*	1	,125	,205*	,239*	,185	,025	,073	,064	,104
	p	,049	,399	,000	,043	.	,199	,034	,013	,056	,797	,454	,511	,285
AR	r	-,084	-,141	,917*	,925*	,125	1	,125	,146	,192*	,176	,085	,145	,157
	p	,391	,146	,000	,000	,199	.	,198	,132	,047	,069	,381	,136	,107
APC	r	-,017	-,109	,192*	,486*	,205	,125	1	,402*	,010	,080	,037	,041	,193*
	p	,862	,263	,048	,000	,034	,198	.	,000	,918	,413	,703	,672	,046
AMPC	r	-,125	-,141	,224*	,300*	,239*	,146	,402*	1	,720*	,435*	,378*	,323*	,313*
	p	,199	,147	,021	,002	,013	,132	,000	.	,000	,000	,000	,001	,001
a	r	-,247*	-,265*	,241*	,197*	,185	,192*	,010	,720*	1	,572*	,560*	,494*	,366*
	p	,010	,006	,012	,042	,056	,047	,918	,000	.	,000	,000	,000	,000
A	r	-,377*	-,233*	,163	,196*	,025	,176	,080	,435*	,572*	1	,615*	,777*	,547*
	p	,000	,016	,093	,043	,797	,069	,413	,000	,000	.	,000	,000	,000
b	r	-,205*	-,531*	,104	,112	,073	,085	,037	,378*	,560*	,615*	1	,559*	,768*
	p	,035	,000	,288	,251	,454	,381	,703	,000	,000	,000	.	,000	,000
B	r	-,295*	-,071	,151	,154	,064	,145	,041	,323*	,494*	,777*	,559*	1	,472*
	p	,002	,466	,119	,113	,511	,136	,672	,001	,000	,000	,000	.	,000
c	r	-,178	-,439*	,178	,225*	,104	,157	,193*	,313*	,366*	,547*	,768*	,472*	1
	p	,067	,000	,067	,020	,285	,107	,046	,001	,000	,000	,000	,000	.
C	r	-,221*	-,108	,219*	,261*	,015	,246*	,071	,226*	,385*	,617*	,497*	,713*	,553*
	p	,022	,266	,023	,007	,878	,011	,466	,019	,000	,000	,000	,000	,000

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TABLA 2

MATRIZ DE CORRELACIONES DE LAS PROPORCIONES

		Edad	Sexo	APC/AC	LTP/LTD	AMPC/A	a/A	b/B	c/C
Edad	r	1	,012	-,099	-,147	-,061	,205*	-,599**	-,473**
	p	.	,899	,309	,131	,533	,035	,000	,000
Sexo	r	,012	1	,008	,031	,005	-,131	-,100	-,118
	p	,899	.	,935	,749	,958	,178	,306	,227
APC/AC	r	-,099	,008	1	,746**	,369**	-,043	,036	,209
	p	,309	,935	.	,000	,000	,657	,711	,031
LTP/LTD	r	-,147	,031	,746**	1	,243*	-,001	,072	,171
	p	,131	,749	,000	.	,012	,994	,463	,078
AMPC/A	r	-,061	,005	,369**	,243*	1	,657**	,189	,122
	p	,533	,958	,000	,012	.	,000	,052	,212
a/A	r	-,205*	-,131	-,043	-,001	,657**	1	,340**	,126
	p	,035	,178	,657	,994	,000	.	,000	,196
b/B	r	-,599**	-,100	,036	,072	,189	,340**	1	,702**
	p	,000	,306	,711	,463	,052	,000	.	,000
c/C	r	-,473**	-,118	,209*	,171	,122	,126	,702**	1
	p	,000	,227	,031	,078	,212	,196	,000	.

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

TABLA 3

RESUMEN DEL MODELO PREDICTIVO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE*

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	,599**	,359	,353	7,2065

* Variable dependiente: EDAD.

** Variables predictoras: (Constante), b/B.

TABLA 4

ECUACIÓN DE REGRESIÓN PREDICATIVA DE LA EDAD A PARTIR DE LAS MEDIDAS DENTALES

Modelo	Coeficientes*					Intervalo de confianza para B al 95%	
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Límite inferior	Límite superior
	B	Error típ.	Beta	t			
1 (Constante)	56,076	2,973		18,862	,000	50,181	61,971
b/B	-140,619	18,340	-,599	-7,668	,000	-176,983	-104,255

* Variable dependiente: EDAD.

TABLA 5

RESUMEN DEL MODELO DE REGRESIÓN*

Modelo	R	R ²	R ² corregida	Error típ. de la estimación
1	,531**	,282	,275	7,6291
2	,596***	,355	,343	7,2611
3	,616****	,379	,361	7,1603

* Variable dependiente: EDAD.

** Variables predictoras: (Constante), b.

*** Variables predictoras: (Constante), b, B.

**** Variables predictoras: (Constante), b, B, LTP.

TABLA 6

ECUACIÓN DE REGRESIÓN

Modelo	Coeficientes*					Intervalo de confianza para B al 95%	
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.	Límite inferior	Límite superior
	B	Error típ.	Beta	t			
3 (Constante)	38,726	8,420		4,599	,000	22,027	55,424
b	-26,352	3,487	-,708	-7,558	,000	-33,267	-19,437
B	5,521	1,492	,349	3,700	,000	2,561	8,481
LTP	-,792	,399	-,156	-1,988	,050	-1,582	-,002

* Variable dependiente: EDAD.

temperaturas, impactos físicos y efectos taxonómicos,²² lo que los convierte a veces en la única evidencia útil y disponible para estimar la edad de un individuo y obtener su posterior identificación.

Dentro del complejo proceso de identificación humana, determinar la edad ha sido siempre una de las mediciones más difíciles de hacer, sobre todo en adultos.²⁵ Los cambios en los tejidos del diente que se suceden con el envejecimiento se han utilizado como marcadores o indicadores biológicos, a partir de los cuales múltiples métodos se han propuesto.

Investigaciones previas han presentado la aposición de la dentina secundaria como variable predictora de la edad biológica, valorada a través de medios histológicos y radiológicos. Estos últimos medios cuantifican la disminución del espacio de la cámara pulpar y el conducto radicular como expresión indirecta del depósito continuo de la dentina secundaria.²² Los métodos de referencia que utiliza la aposición de dentina secundaria han sido realizados en muestras de poblaciones foráneas, por lo que es necesario validarlos en la población colombiana, para establecer parámetros científicos que sustenten el proceso de identificación.

El objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la aposición de dentina secundaria y la edad cronológica de una muestra de población de Bogotá, entre 21 y 50 años, a efectos de ajustar un modelo matemático para estimar la edad biológica en adultos, con fines de identificación forense. La muestra de estudio consistió en 107 individuos (49 hombres y 58 mujeres) que asistieron a la Facultad de Odontología de la Pontificia Universidad Javeriana y a quienes se les tomó una radiografía periapical digital del incisivo central superior para posteriormente realizar un análisis métrico de la cámara pulpar y el conducto radicular.

La distribución de la muestra estuvo equilibrada por individuos de los sexos masculino y femenino, dividida en seis grupos etáreos por cada cinco años, tomando en consideración que a los 20 años termina el proceso de formación y maduración dental y que las edades de individuos involucrados en hechos delictivos en el país y muertes violentas están dentro del rango de 18 a 45 años de edad.

Con base en el trabajo realizado por Escobar y colaboradores²² y teniendo en cuenta sus recomendaciones, se estableció el desarrollo de la prueba, en el cual se utilizó la técnica radiográfica digital, por sus numerosas ventajas, como la reducción en el tiempo de exposición, imágenes digitales con un óptimo contraste en fracciones de segundos y análisis inmediato de los resultados. La técnica de paralelismo fue utilizada con el objeto de obtener una óptima orientación radiográfica y reducción de la distorsión de las imágenes.

La elección del incisivo central superior izquierdo, como diente unirradicular para este trabajo, fue sustentada en los estudios previos que han mostrado que este diente es uno de los mejores predictores en los métodos de estimación de edad.^{11-13,25-26} En los casos en que el incisivo central superior izquierdo se encontraba afectado por caries o materiales restaurativos o la imagen radiográfica no era óptima, el diente que se seleccionó fue el incisivo central superior derecho.

El análisis métrico de la cámara y el conducto radicular se realizó utilizando el programa Scion Image versión Beta 4.0.2 para Windows, de los Institutos Nacionales de Salud, de los Estados Unidos, el cual es de fácil manejo y permite realizar mediciones de manera ágil, simple y confiable.

Por medio de un análisis comparativo se pudo observar que las mediciones *b* y *c* fueron las únicas que mostraron diferencias significativas al hacer el análisis diferencial con los grupos etáreos, donde el grupo de 46 a 50 años presentó el menor valor; mientras que el de 21 a 25 presentó el valor más alto, lo cual determinó que en ambas variables el valor promedio decrece a medida que aumenta la edad. Ello confirma la relación

inversa entre la edad y la aposición de dentina secundaria radicular.

En el análisis correlacional se observó una correlación significativa de las medidas simples *b* y *c* y de las proporciones *b/B* y *c/C*, esto es, en los individuos de mayor edad se presentó un menor valor en estas medidas, siendo la correlación de *b* (-0,53) y *B* (-0,47); de la proporción *b/B* (-0,59), y de *c/C* (-0,47), con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Esta correlación es inversa, y esto demuestra que a medida que aumenta la edad, disminuyen las dimensiones de la cámara pulpar y el conducto radicular. Es importante destacar que las mediciones dentales, tanto simples como proporciones, mostraron una mejor correlación en la zona radicular.

Los resultados obtenidos en esta investigación se compararon con los estudios referenciados para hacer este estudio. Es importante destacar que las investigaciones anteriores difieren de ésta, en cuanto a la técnica radiográfica empleada, el diente utilizado, el tamaño de la muestra y la población.

En esta investigación la medición que mostró el coeficiente de correlación más alto fue el de la medida proporcional *b/B* (-0,59), que para el estudio de Solheim¹¹ correspondería a la proporción entre ancho total de la pulpa en $\frac{1}{4}$ de la raíz, SCQ y la proporción entre ancho pulpar en el punto medio de la raíz SM, cuyos coeficientes de correlación calculados para los incisivos superiores fueron -0,53 y -0,41, respectivamente.

En un segundo estudio, realizado dentro del mismo grupo de investigación de Kvaal y Solheim,¹² los coeficientes de correlación obtenidos fueron en SPCQ (ancho total de la pulpa en $\frac{1}{4}$ de la raíz) de -0,47; en el SPM (ancho pulpar en el punto medio de la raíz) de -0,34; y en el SPA (ancho pulpar en $\frac{1}{4}$ apical radicular), de -0,24.

Por otra parte, el estudio de Kvaal y colaboradores¹³ arrojó coeficientes de correlación para los dientes 11 y 21 en el nivel A (ancho pulpar y radicular en la unión amelocementaria) de -0,68; para el nivel B (ancho pulpar y radicular en el punto medio entre los niveles A y C) de -0,62, y para el nivel C (ancho pulpar y radicular en el punto medio radicular) de -0,58.

En un proyecto realizado por Cameriere y colaboradores¹⁶ sobre las mediciones dentales *a*, *b* y *c*, el nivel *a* (ancho pulpar radicular en la unión amelocementaria) arrojó un coeficiente de correlación de -0,31; el nivel *b* (ancho pulpar radicular en el punto medio entre la unión amelocementaria y el nivel medio de la raíz), de -0,38, y el nivel *c* (ancho pulpar radicular en el nivel medio de la raíz), de -0,42. Las discrepancias en los resultados de los estudios mencionados pueden estar relacionadas no sólo con el tipo de radiografía utilizada, sino también por el diente y la población.

CONCLUSIÓN

A partir de esta investigación se pudo inferir que existe una relación inversa entre la aposición de dentina secundaria, expresada de manera indirecta a través del análisis métrico de la cámara pulpar y el conducto radicular con la edad de la muestra estudiada. Las mediciones *b* y *c* fueron las únicas que mostraron diferencias significativas al hacer el análisis diferencial con los grupos etáreos, donde el grupo de 46 a 50 años presentó el menor valor, mientras que el de 21 a 25 presentó el valor más alto, lo cual determinó que en ambas variables el valor promedio decrece a medida que aumenta la edad y corrobora la relación inversa entre la edad y la aposición de dentina secundaria radicular.

Las medidas proporcionales *b/B* y *c/C* muestran diferencias significativas respecto de los grupos etáreos. Se observó que en el grupo de los hombres los promedios de las mediciones simples fueron mayores que en el de las mujeres, debido a la variabilidad odontométrica, por el dimorfismo sexual.

El primer modelo para estimación de edad que se ajustó con mediciones proporcionales mostró una correlación múltiple de $R=0,60$ y el $R^2=0,36$ con un error típico de estimación de 7,2 años. El modelo de regresión ajustado fue: edad=56,076-140,619 *b/B*. El segundo modelo que se ajustó con mediciones simples mostró una correlación múltiple de $R=0,61$ y el $R^2=0,38$ con un error típico de estimación de 7,1 años. El modelo de regresión ajustado fue: Edad=38,726-26,352 *b*+5,521 *B*-0,792 LTP.

Cabe resaltar que el uso de la radiografía digital permitió obtener muestras de alta calidad y confiabilidad, fácil manejo, almacenaje y menor tiempo en las tomas radiográficas. El programa Scion Image versión Beta 4.0.2 utilizado para las mediciones dentales fue de fácil consecución y manejo; adicionalmente, la técnica utilizada en el estudio no requirió la extracción ni destrucción del diente, lo cual resalta su utilidad no sólo en cadáveres, sino en individuos vivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moya V, Roldán B, Sánchez JA. Odontología legal y forense. Barcelona: Masson; 1994.
2. Rodríguez JV. La antropología forense en la identificación humana. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2004.
3. Bang G. Age changes in teeth: developmental and regressive. En: Iscan MY (editor). Age markers in the human skeleton. Springfield: Charles C. Thomas; 1989. p. 211-35.
4. Gómez de Ferraris ME, Campos Muñoz A. Histología y embriología bucodental. 2ª ed. Madrid: Panamericana; 2002.
5. Gustafson G. Age determination on teeth. J Am Dent Assoc. 1950 Jul; 41(1): 45-54.
6. Johanson G. Age determination from teeth. Odontologisk Revy. 1971; 22(suppl): 1-126.
7. Philippas GG. Influence of occlusal wear and age on formation of dentin and size of pulp chamber. J Dent Res. 1960 Nov-Dec; 40(6): 1186-98.
8. Kilian J, Vlček E. Age determination from teeth in the adult. En: Iscan MY (editor). Age markers in the human skeleton. Springfield: Charles C. Thomas; 1989. p. 255-75.
9. Woods MA, Robinson QC, Harris EF. Age-progressive changes in pulp widths and root lengths during adulthood: a study of American blacks and whites. Gerodontology. 1990 summer; 9(2): 41-9.
10. Prapanpoch S, Dove SB, Cottone JA. Morphometric analysis of the dental pulp chamber as a method of age determination in humans. Am J Forensic Med Pathol. 1992 Mar; 13(1): 50-5.
11. Solheim T. Amount of secondary dentin as an indicator of age. Scand J Dent Res. 1992 Aug; 100(4): 193-9.
12. Kvaal S, Solheim T. A non-destructive dental method for age estimation. J Forensic Odontostomatol. 1994 Jun; 12(1): 6-11.
13. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T. Age estimation of adults from dental radiographs. Forensic Sci Int. 1995 Jul; 74(3): 175-85.
14. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. J Forensic Odontostomatol. 2001 Jun; 19(1): 9-17.
15. Drusini AG, Toso O, Ranzato C. The coronal pulp cavity index: A biomarker for age determination in human adults. Am J Phys Anthropol. 1997 Jul; 103(3): 353-63.
16. Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Variations in pulp/tooth area ratio as an indicator of age: a preliminary study. J Forensic Sci. 2004 Mar; 49(2): 317-9.
17. Paewinsky E, Pfeiffer H, Brinkmann B. Quantification of secondary dentine formation from orthopantomograms--a contribution to forensic age estimation methods in adults. Int J Legal Med. 2005 Jan; 119(1): 27-30.
18. Ajmal M, Mody B, Kumar G. Age estimation using three established methods. A study on Indian population. Forensic Sci Int. 2001 Nov; 122(2-3): 150-4.
19. Willems G, Moulin-Romsee C, Solheim T. Non destructive dental-age calculation methods in adults: intra- and inter-observer effects. Forensic Sci Int. 2002 May; 126(3): 221-6.
20. Soomer H, Ranta H, Lincoln MJ, Penttilä A, Leibur E. Reliability and validity of eight dental age estimation methods for adults. J Forensic Sci. 2003 Jan; 48(1): 149-52.
21. Bosmans N, Ann P, Aly M, Willems G. The application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. Forensic Sci Int. 2005 Oct; 153(2-3): 208-12.
22. Escobar Velásquez LD. Estimación de edad en población adulta de Bogotá D. C. a partir de la aposición de dentina secundaria, valorada mediante el análisis radiográfico y métrico de la cámara pulpar y el conducto radicular del canino inferior [tesis de posgrado en odontología legal y forense]. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2005.
23. Ferran M. SPSS para Windows: Programación y análisis estadístico. Madrid: McGraw-Hill; 1996.
24. Siegel S, Castellan NJ. Estadística no paramétrica aplicadas a las ciencias de la conducta. 4ª ed. México: Trillas; 1995.
25. Iscan MY, Helmer RP. Forensic analysis of the skull. New York: Wiley-Liss; 1993.
26. Lamendin H, Baccino E, Tavernier JC, Nossintchouk RM, Zerilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. J Forensic Sci. 1992 Sep; 37(5): 1373-9.

CORRESPONDENCIA

Luz Dary Escobar Velásquez
Departamento del Sistema Bucal
Facultad de Odontología
Pontificia Universidad Javeriana
Carrera 7 N° 40-62, edificio 26
Bogotá, Colombia
escobar.luz@javeriana.edu.co

Gladys Avendaño García
glavenga@hotmail.com.

Yolanda María Rodríguez García
yolanditam@hotmail.com