

Transparencia radicular y estimación de la edad en una población esquelética proveniente de un cementerio contemporáneo del estado de Hidalgo, México.

Root dentine transparency and age estimation in a skeletal population from a contemporary cemetery in Hidalgo, Mexico.

Luis Alberto Regalado Ruiz,* Andrés del Ángel Escalona,** Carlos Serrano Sánchez**

RESUMEN

La estimación de la edad cronológica en el estudio de restos humanos es una tarea esencial para llegar a conclusiones más objetivas respecto a la persona estudiada, la precisión en el cálculo de este dato es un componente fundamental en estudios en contextos antropológicos y forenses. Una alternativa es la que se basa en la medición de la transparencia de la dentina radicular de los dientes permanentes. En el presente estudio se pone a prueba una técnica de estimación de la edad basada en la medición de la transparencia radicular de dientes procedentes de una colección esquelética de edad conocida. Los dientes incluidos en este estudio fueron uniradiculares, de la segunda dentición y completos en su estructura. Fueron recolectados de restos esqueletizados desenterrados de un cementerio contemporáneo del poblado de Caltimacán, Hidalgo. Los dientes fueron preparados para favorecer el paso de un haz de luz incandescente a través de su raíz. La medición de la transparencia se llevó a cabo con un calibrador digital con precisión de lectura de centésimas de milímetro. **Resultados:** El coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada con base en la tabla de predicción de Bang y Ramm (1970) es alto, mostrando un índice de 0.75. En este estudio la diferencia media en años de la estimación que representa un parámetro importante para establecer la efectividad de una técnica fue de -3.06, lo que significa que las predicciones subestiman la edad real. **Conclusiones:** El empleo de la transparencia radicular muestra bondad en la estimación, aunada a la sencillez en la observación, aunque implica necesariamente la disposición de dientes fuera de su alveolo.

Palabras clave: Dientes, medición edad, transparencia radicular, translucencia dentinaria.

ABSTRACT

The estimation of chronological age in the study of human remains is an essential task in order to reach objective conclusions regarding the person under study. The precision of this estimate is an important component of the study of anthropological and forensic contexts. An alternative approach is based on the measurement of the transparency of radicular dentine of permanent teeth. The present study tests this estimation technique on teeth from a skeletal collection of known age. Study design: the teeth under study are single rooted, structurally complete of secondary dentition. They derive from skeletal remains unearthed in a modern cemetery in the community of Caltimacán, State of Hidalgo. The teeth were prepared so as to favor the passage of the incandescent light beam through the root. transparency measurement was conducted with a digital calibrator that has a precision of hundredths of millimeters. Results: The correlation coefficient between the known and estimated ages based on the prediction table by Bang and Ramm (1970) is high, showing an index of 0.75. With regard to the age difference in the estimate, which represents an important parameter for establishing the technique's efficiency, it was -3.06 in this study, thus indicating that the predictions underestimate the real age. Conclusions: The use of radicular transparency for the estimate shows a good fit and uncomplicated observation, even though it necessarily implies the availability of the teeth outside its alveolus.

Key words: Tooth, age determination, root dentine transparency, dentin translucency.

ANTECEDENTES

La estimación de la edad cronológica en el estudio de restos humanos es una tarea esencial para llegar a conclusiones más objetivas respecto a la persona estudiada. La precisión en el cálculo de este dato es un componente fundamental en estudios en contextos an-

* Facultad de Estudios Superiores Iztacala.

** Instituto de Investigaciones Antropológicas.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Recibido: 28 Septiembre 2016. Aceptado para publicación: 25 Marzo 2017.

tropológicos y forenses; para la antropología el dato de la edad es necesario para inferir sobre aspectos demográficos de una población, mientras que para las ciencias forenses es necesario para la identificación de las personas que fueron víctimas de crímenes o desastres.

Una alternativa interesante para calcular la edad cronológica es la que se basa en la medición de la transparencia de la dentina radicular de los dientes permanentes. Se sabe que el fenómeno de la transparencia es originado por la esclerosis de los túbulos dentinarios, la cual comienza al final de la segunda década de vida en el extremo apical de la raíz y avanza de manera gradual hacia la corona. Una manera de monitorear este rasgo es transmitiendo luz a través de la raíz del diente en cuestión; las áreas escleróticas aparecen transparentes y las normales opacas. Esto da pie al nombre alternativo de transparencia radicular.

Con base en lo anterior, Bang y Ramm (1970)¹ observaron un total de 1,013 dientes entre incisivos, caninos y premolares que en conjunto sumaban 1,132 raíces. Con la ayuda de un calibrador midieron la longitud de cada uno de estos especímenes, posteriormente indagaron sobre la correlación que existía entre la longitud de la transparencia y la edad cronológica, encontrando coeficientes mayores de 0.8 para los tres tipos de dientes. Finalmente, mediante varios análisis de regresión simple establecieron un modelo de estimación de la edad para casos desconocidos con especificación para cada tipo de diente. Este método sirvió de principio para calcular la edad en especímenes antiguos; por ejemplo, Bang (1993)² estimó la edad de un espécimen de aproximadamente 7,000 años de antigüedad gracias a la medición de la longitud de la transparencia de un canino y un segundo premolar de la arcada superior. Beyer-Olsen et al. (1994)³ aplicaron la misma técnica para calcular la edad de 248 individuos pertenecientes a la época medieval. Se compararon sus resultados con otros obtenidos mediante la aplicación de métodos antropológicos, hallando una diferencia significativa ($p = 0.001$) entre ambos métodos. Esta técnica también puede emplearse en casos forenses como el reportado por Kvaal y During (1999)⁴ en el que se calculó la edad cronológica de 25 sujetos que fallecieron en un accidente marítimo, aunque no se sabía la edad cronológica real, consideraron que los datos obtenidos son una buena aproximación.

Regalado y Del Ángel (2008)⁵ aplicaron la técnica de Bang y Ramm (1970)¹ para analizar 18 dientes de personas de edad conocida y encontraron un coeficiente de correlación de 0.96 entre edad conocida y estimada, con un error estándar de 6.59 años.

Lamendin et al. (1992)⁶ propusieron una técnica basada en la medición de la transparencia radicular y la periodontitis en dientes unirradiculares. La transparencia se midió del ápice de la raíz en dirección a la corona, mientras que la periodontitis desde la unión cemento-ensmalte en dirección hasta el ápice, registrando el nivel de recesión gingival. La serie de estudio consistió en dientes obtenidos de personas de edad conocida y el procedimiento mostró una media de error de 10 años entre la edad conocida y la estimada.

Por su parte, Schmitt et al. (2010)⁷ analizaron la propuesta de Lamendin et al. (1992)⁶ respecto a calcular la edad a través de la medición de la periodontitis y la transparencia radicular de manera conjunta. Estos autores reportaron una baja correlación y una diferencia media de 13.67 años entre la edad conocida y la estimada, dato mayor del que Prince y Ubelaker (2002)⁸ reportaron en su estudio aplicando la misma técnica.

Ubelaker y Parra (2008)⁹ compararon los resultados de tres estudios distintos mediante el análisis de dientes obtenidos de individuos de edad conocida del Instituto de Medicina Legal de Lima, Perú. Los autores aplicaron las técnicas de Lamendin et al. (1992),⁶ Bang y Ramm (1970)¹ y finalmente el procedimiento de Prince y Ubelaker (2002).⁸ Observaron un total de 100 dientes entre incisivos y caninos. La media de error fue de 8.3 años en la técnica de Lamendin, de 8.8 años en la de Bang y Ramm y 7.6 en la de Prince y Ubelaker. Estos datos fueron semejantes a los obtenidos en los trabajos originales, por lo que los autores supusieron que no había diferencia en los resultados cuando las técnicas mencionadas se aplican en diferentes poblaciones.

Hay un estudio más reciente (Acharya 2014)¹⁰ en el que se midió la longitud y el área de transparencia radicular de manera digital en cortes de 250 micras realizados en 100 dientes, auxiliados también por un paquete computacional para procesamiento de imágenes. El análisis de regresión reveló una alta correlación entre la longitud de la transparencia con la edad (0.62), así como con el área de la transparencia (0.62). Según el autor, la técnica con cortes favorece la visualización y medición de la transparencia de la dentina radicular. En este estudio se obtuvieron resultados distintos a los que publicaron Lorentsen y Solheim (1989),¹¹ quienes consideran que medir el área da mejores resultados que medir la longitud, aunque ellos mismos reconocen que esto implica una mayor dificultad de procedimiento.

Otra investigación reciente se realizó en especímenes arqueológicos por Tang et al. (2014),¹² quienes consideraban que la transparencia radicular podría experimentar

cambios en sus dimensiones debido al efecto del contexto en el que están depositados; específicamente consideraron que la diagénesis del suelo podía alterar las características naturales de los tejidos dentales, motivo por el cual probaron el funcionamiento de la técnica de Bang y Ramm (1970)¹ en especímenes antiguos. Analizaron 583 dientes unirradiculares obtenidos de una colección osteológica proveniente de la excavación de un cementerio del siglo XVII en Londres. Analizaron también 126 dientes de sujetos de edad conocida en el Museo de Historia Natural de Londres, con antigüedad semejante a la primera colección. Los resultados que obtuvieron muestran una menor correlación que la obtenida por otros autores que aplicaron la misma técnica. El coeficiente en los dientes del cementerio fue de 0.45 y de la colección del Museo de Historia Natural fue de 0.46; estos niveles son menores que los obtenidos por Bang y Ramm (1970),¹ así como los obtenidos por uno de los autores de este artículo en su tesis doctoral (Tang, 2011)¹³ cuyos datos muestran un nivel de correlación de 0.76 también con especímenes arqueológicos, aunque con un número menor de casos. Algunas de las conclusiones a las que llegaron establecen que la técnica tiende a sobreestimar la edad en individuos de 20 a 49 años y a subestimarla en individuos mayores de 60 años.

Según Gibelli et al. (2014)¹⁴ se han estudiado poco las posibles modificaciones de la transparencia radicular por factores ambientales o tafonómicos. Uno de estos factores es el calor extremo al que pueden estar expuestos los dientes en algunos contextos forenses. Para indagar al respecto, los autores realizaron un estudio experimental con dientes obtenidos de autopsias y de la práctica clínica. Se calentó un total de 105 dientes a 50, 100, 150 y 200 °C y la transparencia se midió antes y después del experimento. Los resultados mostraron que el calentamiento provocó una modificación importante en la transparencia, observándose una disminución de 20% en la longitud a 50 °C, 34.6% a 100 °C, 50% a 150 °C y de 77% a 200 °C. Los autores concluyen que existe una alta relación entre la disminución de la transparencia y el incremento de la temperatura, por lo que sugieren tener precauciones al aplicar la técnica en contextos forenses en donde los dientes hayan estado expuestos a altas temperaturas.

Planteamiento del problema

Para calcular la edad a partir de restos esqueléticos existen diversos parámetros que ciertamente reflejan el envejecimiento, pero por desgracia enfrentan varios problemas metodológicos, principalmente porque la mayoría de ellos no pueden ser ubicados en escalas de

medición lineal, sino que su valor depende de la pericia del observador y del instrumento de registro entre otros factores, lo cual puede dar lugar a ciertos errores en la medición e interpretación por la cantidad de variables que deben controlarse. Otro problema común es el estado de conservación del material estudiado, lo que en ocasiones imposibilita la estimación precisa de la edad.

El análisis de los cambios que se presentan en los tejidos del órgano dentario como consecuencia de su propia ontogenia ofrece la posibilidad de obtener indicadores de envejecimiento confiables que se apliquen al diseño de mejores procedimientos para calcular la edad cronológica en contextos antropológicos o forenses.

Objetivo

La estimación de la edad cronológica en el estudio de restos humanos es una tarea esencial para llegar a conclusiones más objetivas respecto a la persona estudiada, la precisión en el cálculo de este dato es un componente fundamental en estudios en contextos antropológicos y forenses. Una alternativa es la que se basa en la medición de la transparencia de la dentina radicular de los dientes permanentes. En el presente estudio se pone a prueba una técnica de estimación de la edad basada en la medición de la transparencia radicular de dientes procedentes de una colección esquelética de edad conocida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los dientes incluidos en este estudio son unirradiculares, de la segunda dentición, completos en su estructura. Fueron recolectados de restos esqueletizados desenterrados de un cementerio contemporáneo del poblado de Caltimacán en el estado de Hidalgo. Este material se logró gracias al apoyo de los responsables y colaboradores del proyecto de investigación «Los restos óseos de dos templos coloniales del estado de Hidalgo desde una perspectiva bioantropológica y forense» (PAPIIT IN407105) dirigido por la Dra. María Villanueva del Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIA-UNAM).

Integración de la serie de estudio

Se diseñó una cédula de identificación individual en la cual se almacenaron algunos datos como la edad, el sexo y la procedencia. Posteriormente, se realizó el registro del número de dientes cariados, así como la severidad de dichas lesiones. Se registró también la enfermedad periodontal, la

cual se evaluó por la pérdida ósea horizontal visible, dicha disminución se midió tomando como referencia la distancia en milímetros entre la unión cemento-esmalte y la cresta ósea subyacente (Llamosas et al. 1998).¹⁵ Finalmente se hizo el registro del número de dientes perdidos, especificando si éstos se perdieron *post mortem* o *ante mortem*.

Con base en el análisis anterior se obtuvo una serie de estudio conformada por 43 restos de edad y sexo conocidos (*Cuadro I*) de quienes se obtuvieron dientes unirradiculares. También se diseñó una base de datos en el paquete estadístico SYSTAT versión 10 (Wilkinson y Coward 2000)¹⁶ que fue de gran utilidad para ordenar la información para un posterior análisis.

Medición de la transparencia radicular

Se decidió seguir el método propuesto de raíces intactas para hacer las observaciones, ya que no hay diferencia significativa entre los valores obtenidos en dientes seccionados e intactos; además de que el corte implica la destrucción parcial de las piezas (Sengupta et al. 1998).¹⁷ Observamos sólo dientes de la segunda dentición, los cuales fueron lavados con agua corriente y colocados en agua destilada para su hidratación, posteriormente fueron limpiados en su superficie para favorecer el paso de un haz de luz incandescente a través de su raíz. La medición de la transparencia así evidenciada se llevó a cabo con un calibrador digital con precisión de lectura de centésimas de milímetro.

A continuación se empleó la longitud de la transparencia para calcular la edad del sujeto siguiendo las ecuaciones propuestas por Bang y Ramm (1970)¹ para cada diente. Con el objetivo de evaluar la bondad de las estimaciones, se calcularon 1) las correlaciones entre la edad cronológica y la edad estimada, por un lado y la

longitud de la transparencia y la edad cronológica, por el otro; 2) la diferencia media entre la edad estimada y la cronológica; y 3) el error estándar del cálculo.

RESULTADOS

En el *cuadro II* y la *figura 1* se muestra el análisis de regresión simple que predice la edad cronológica (variable dependiente) con base en la longitud de la transparencia de la raíz (*Tr*) (variable independiente), con una varianza explicada de 72.5%. La ecuación quedó como sigue:

$$\text{Edad} = 24.88 + 4.41Tr$$

Cuadro II. Análisis de regresión simple para predecir la edad cronológica a partir de la transparencia de la raíz dental.

	Coeficiente de regresión	Error estándar	T	p
Ordenada al origen	24.88	2.73	9.10	< 0.001
Long. transparencia	4.41	0.42	10.41	< 0.001

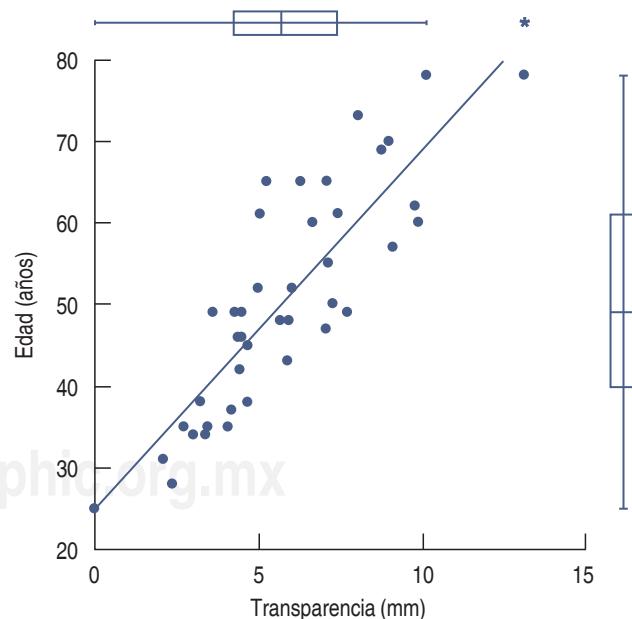


Figura 1. Dispersión de la edad versus la longitud de la transparencia de la raíz dental.

Cuadro I. Distribución de edad y sexo de la serie de estudio.

Edad (años)	Número de hombres	Número de mujeres	Total
19-29	1	1	2
30-39	3	6	9
40-49	5	5	10
50-59	5	2	7
60-69	4	7	11
70-79	1	3	4
Total	19	24	43

Para concluir y con el propósito de evaluar la bondad de las estimaciones con base en la transparencia radicular, comparamos por pares la edad cronológica de estos sujetos y la edad estimada empleando las ecuaciones propuestas por Bang y Ramm (1970, Tabla X)¹ para dientes intactos (Figura 2 y Cuadro III).

DISCUSIÓN

La medición de la transparencia radicular es una técnica que puede realizarse en poco tiempo en comparación con la medición de la pulpa o el conteo de las líneas incrementales o la observación de las pautas de brote dental. Tiene además la ventaja de no ser invasiva. En

este estudio el coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada con base en la tabla de predicción de Bang y Ramm (1970)¹ es alto, mostrando un índice de 0.75; sin embargo, es menor que el obtenido al aplicar la técnica en una serie más pequeña de estudio (Regalado y Del Ángel 2008)⁵ en el que el coeficiente fue de 0.95. En cuanto a la diferencia media en años de la estimación que representa un parámetro esencial para establecer la efectividad de una técnica, en este estudio fue de -3.06, lo que significa que las predicciones están subestimando la edad real; no obstante, esta aproximación es buena si la comparamos con la obtenida en el estudio de 2007 cuya diferencia fue de 3.41 o con 5.15 que se obtuvo en el estudio de Bang y Ramm¹ ya mencionado.

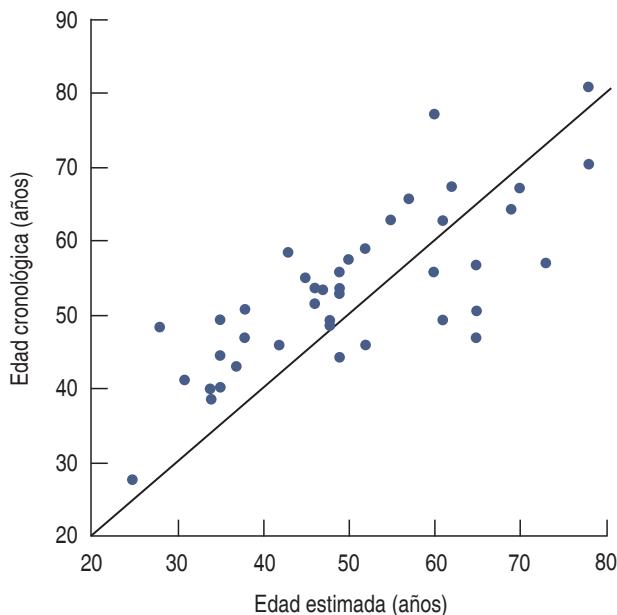


Figura 2. Dispersión de la edad cronológica versus la edad estimada a partir de la longitud de la transparencia radicular.

Cuadro III. Bondad de la estimación de la edad cronológica con base en la transparencia de la raíz.

Correlación (r de Pearson) entre edades conocida y estimada	Diferencia media entre edades conocida y estimada (años)	Error estándar de la diferencia para la estimación de la edad
0.75	-3.06	9.02

CONCLUSIONES

Se considera que las condiciones de salud-enfermedad bucal no tuvieron influencia en los cambios en el tejido analizado en este estudio, tomando en cuenta que los procesos biológicos que implica su ontogenia son de por sí poco influenciables por los cambios ambientales y locales, de tal modo que es necesaria una fuerte presión de estos factores para modificar la pauta de dichos procesos biológicos.

La medición de la transparencia radicular es una técnica que requiere poco tiempo para su ejecución en comparación con la medición de la pulpa o el conteo de las líneas incrementales con la ventaja de no ser invasiva. El coeficiente de correlación entre la edad conocida y la edad estimada es alto mostrando un índice de 0.75 y una diferencia entre edad conocida y estimada de -3.06 años. La técnica de la transparencia radicular en la estimación de la edad es buena, aunque implica necesariamente la disposición de dientes fuera de su alveolo, lo que obligaría a llevar a cabo una extracción si no se tuviese disponible alguno en el contexto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bang G, Ramm E. Determination of age in humans from root dentin transparency. *Acta Odontol Scand*. 1970; 28 (1): 3-35.
2. Bang G. The age of a stone age human skeleton determined by means of root dentin transparency. *Norw Arch Rev*. 1993; 26 (1): 55-57.
3. Beyer-Olsen EM, Bang G, Sellevold BJ. Dental root dentine translucency used in age determination of medieval Norwegians from Trondheim. *Int J Osteoarchaeol*. 1994; 4 (4): 305-310.
4. Kvaal SI, During EM. A dental study comparing age estimations of the human remains from the Swedish warship Vasa. *Int J Osteoarchaeol*. 1999; 9 (3): 170-181.

5. Regalado-Ruiz LA, Del Ángel A. Estimación de la edad con base en la medición de la transparencia de la dentina radicular en dientes permanentes. *Rev ADM.* 2008; 65 (4): 195-199.
6. Lamendin H, Baccino E, Humbert JF, Tavernier JC, Nossintchouk RM, Zerilli A. A simple technique for age estimation in adult corpses: the two criteria dental method. *J Forensic Sci.* 1992; 37 (5): 1373-1379.
7. Schmitt A, Saliba-Serre B, Tremblay M, Martrille L. An evaluation of statistical methods for the determination of age of death using dental root translucency and periodontosis. *J Forensic Sci.* 2010; 55 (3): 590-596.
8. Prince DA, Ubelaker DH. Application of Lamendin's adult dental aging technique to a diverse skeletal sample. *J Forensic Sci.* 2002; 47 (1): 107-116.
9. Ubelaker DH, Parra RC. Application of three dental methods of adult age estimation from intact single rooted teeth to a Peruvian sample. *J Forensic Sci.* 2008; 53 (3): 608-611.
10. Acharya AB. Forensic dental age estimation by measuring root dentin translucency area using a new digital technique. *J Forensic Sci.* 2014; 59 (3): 763-768.
11. Lorentsen M, Solheim T. Age assessment based on translucent dentine. *J Forensic Odontostomatol.* 1989; 7 (2): 3-9.
12. Tang N, Antoine D, Hillson S. Application of the Bang and Ramm age at death estimation method to two known-age archaeological assemblages. *Am J Phys Anthropol.* 2014; 155 (3): 332-351.
13. Tang N. Root dentine translucency and its correlation to chronological age at death in archaeological human remains [Tesis Doctoral]. Reino Unido: University College London; 2011.
14. Gibelli D, De Angelis D, Rossetti F, Cappella A, Frustaci M, Magli F et al. Thermal modifications of root transparency and implications for aging: a pilot study. *J Forensic Sci.* 2014; 59 (1): 219-223.
15. Llamas-Hernández EF, Velázquez NP, Pompa y Padilla JA, Mansilla J, Sentíes-Castellá R. La salud bucal en una muestra de la época virreinal en México. *Rev ADM.* 1998; 55 (3): 130-135.
16. Wilkinson L, Coward M. Linear models I: linear regression. In: *Systat 10 statistics I.* EEUU: SPSS; 2000. pp. I-399ss.
17. Sengupta A, Peter-Shellis R, Whittaker DK. Measuring root dentine translucency in human teeth of varying antiquity. *J Archaeol Sci.* 1998; 25 (12): 1221-1229.

Correspondencia:

Andrés del Ángel Escalona

Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.
Círculo exterior, Ciudad Universitaria,
Del. Coyoacán, 04510, Ciudad de México, México.
Teléfono: 5622 9552
E-mail: delangel@unam.mx