



Comparación de los métodos de Nolla, Demirjian y Moorrees en la estimación de la edad dental con fines forenses

Comparison of Nolla, Demirjian and Moorrees methods for dental age calculation for forensic purposes

Viviana María Martínez Gutiérrez,* Ana Isabel Ortega-Pertuz*

RESUMEN

Objetivo: El propósito de este estudio fue comparar tres métodos de estimación de la edad dental (ED) con fines forenses. **Material y métodos:** Se seleccionaron 512 radiografías panorámicas de sujetos de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela, de ambos sexos (272 hembras y 240 varones), con edades cronológicas (EC) entre 6-18 años. Se asignaron los estadios de maduración propuestos por Nolla, Moorrees et al y Demirjian et al a siete dientes mandibulares permanentes del lado izquierdo, la ED fue calculada de acuerdo con la metodología de cada autor. Se obtuvo la EC en la cual se observaron los diferentes estadios de maduración, así como las diferencias de media entre la EC y la ED estimada por cada método mediante un test de Student para muestras relacionadas. **Resultados:** En general, las hembras alcanzaron los estadios de maduración a edades más tempranas que los varones. Se evidenció en el total de la muestra, una sobreestimación de la edad para el método de Demirjian et al (-0.14 ± 1.45), mientras que para el de Nolla y Moorrees et al se observó una subestimación, esta subestimación fue mayor para el método de Moorrees et al (2.63 ± 2.09) que para el de Nolla (0.42 ± 1.38), siendo que las diferencias encontradas entre la EC y la ED fueron estadísticamente significativas. **Conclusión:** Se determinó que para el total de la muestra, el método de Demirjian et al fue el más preciso.

ABSTRACT

Objective: The purpose of the present study was to compare three methods for calculation of dental age (DA) to be used for forensic purposes. **Material and methods:** 512 panoramic X-rays of subjects of both genders living in Maracaibo, State of Zulia, Venezuela were selected (272 females, 240 males). Selected subjects were in the 6-18 years chronological age (CA) range. Maturation stages of Nolla, Moorrees et al and Demirjian et al were assigned to seven permanent teeth of the left side, and DA was calculated according to methodology of each author. CA was obtained where different stages of maturation were observed, as well as mean difference between DA and CA as calculated with each method were obtained with a t student test for related samples. **Results:** In general, females reached maturation stages at earlier ages than males. The total sample revealed age over-estimation for the Demirjian method (-0.14 ± 1.45), whereas, a sub-calculation was observed for the Nolla and Moorrees et al method. This under-estimation was greater for the Moorrees et al method (2.63 ± 2.09) when compared to Nolla method (0.42 ± 1.38) and differences between DA and CA were found to be statistically significant. **Conclusion:** In the total studied sample, it was determined that Demirjian et al method was the most accurate.

Palabras clave: Desarrollo dental, edad dental, método de Nolla, método de Moorrees, método de Demirjian.

Key words: Dental development, dental age, Nolla method, Moorrees method, Demirjian method.

INTRODUCCIÓN

La edad dental (ED) es considerada un indicador confiable de la edad cronológica (EC) y ha sido utilizada tanto en la práctica odontológica, con la finalidad de determinar si la maduración dental del paciente está dentro del promedio para su grupo de edad, como en la ciencia forense para la estimación de la edad en individuos vivos sin documentos válidos de identificación o fallecidos.¹⁻³ En este sentido, la determinación de la ED durante la infancia (0-14 años) incluye todos los grupos dentarios en proceso de maduración, mientras que en la adolescencia y adultez temprana (14-21 años) se emplean los terceros molares, debido a que los mismos todavía se encuentran en desarro-

* Área de Odontología Forense, Instituto de Investigaciones, Facultad de Odontología, Universidad del Zulia, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

Recibido: julio 2016.

Aceptado: febrero 2017.

© 2017 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>

llo durante este periodo. La estimación forense de la edad en niños y adolescentes también comprende la valoración de indicadores antropométricos, caracteres sexuales secundarios y la evaluación radiográfica de la maduración esquelética, siendo importante el reconocimiento de desórdenes del desarrollo que pudieran influenciar el cálculo de la edad.⁴⁻⁶

Entre los métodos utilizados para evaluar la maduración dental en radiografías, se encuentran los de Nolla,⁷ Moorrees et al,⁸ y Demirjian et al.¹ El método de Nolla⁷ divide el desarrollo dentario en 11 estadios que abarcan desde «0», el cual denota la ausencia de la cripta, hasta el cierre apical de los dientes mono- y multirradiculares; para su aplicación puede seleccionarse un cuadrante de la maxila o mandíbula, o la arcada completa, incluyendo o no el tercer molar. A cada diente es asignado un estadio, el cual representa una puntuación, dichas puntuaciones se suman y se obtiene un puntaje, el cual es transformado en ED mediante tablas de referencia para cada sexo.

Aunque el método de Moorrees et al⁸ propone la asignación de estadios de maduración para la corona y la raíz, éstos varían en número de acuerdo a si el diente es mono- o multirradicular. Una vez seleccionado el estadio, la ED es inferida mediante gráficos que permiten conocer la edad, a la cual se observa dicho estadio en ese diente en particular, esto posibilita calcularla mediante la evaluación de un único elemento dentario o por medio del promedio de las edades correspondientes a los estadios asignados a un grupo de dientes.

Por su parte, el método de Demirjian et al¹ presenta ocho estadios de maduración denominados con las letras A hasta la H, los cuales representan la formación de los siete dientes mandibulares del lado izquierdo. A cada estadio le corresponde una puntuación, luego se suman las puntuaciones y el resultado es transformado en ED, utilizando tablas de referencia para cada sexo. Para la asignación de los estadios, los autores proponen además de ilustraciones esquemáticas, la descripción de los mismos e imágenes radiográficas.

Se han realizado diversos estudios para evaluar la aplicabilidad de estos métodos en individuos con características étnicas, socioeconómicas y ambientales diferentes a las de las muestras empleadas para su elaboración, siendo que la mayoría de ellos han sido realizados en sujetos de origen europeo,⁹⁻¹¹ asiático,¹² africano¹³ y provenientes de Oceanía.¹⁴ En Latinoamérica se han reportado investigaciones en individuos argentinos,¹⁵ brasileños,^{16,17} chilenos,¹⁸ colombianos,¹⁹ paraguayos,²⁰ peruanos^{21,22} y mexicanos.²³

En muestras de origen venezolano, destacan los trabajos de Cruz-Landeira et al² en amerindios de Mé-

rida, estado Mérida, zona andina del país, Medina³ en niños provenientes del área metropolitana de Caracas y en el occidente, Tineo et al,²⁴ y Ortega-Pertuz et al²⁵ en individuos de Maracaibo, estado Zulia.

Considerando que son escasos los estudios realizados sobre la maduración dental en latinoamericanos y en particular de venezolanos, y que la ED es un indicador importante en el diagnóstico forense de la edad, este trabajo tiene como propósito comparar los métodos de Nolla⁷ Moorrees et al⁸ y Demirjian et al¹ en una muestra de individuos provenientes de Maracaibo, estado Zulia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Muestra

La población estuvo constituida por radiografías panorámicas de pacientes consultantes del Centro Integral de Atención al Niño (CIAN) y del archivo del Área de Odontología Forense del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia. La muestra consistió de 512 radiografías panorámicas de sujetos de ambos sexos (272 hembras y 240 varones), con edades cronológicas entre los 6-18 años. Para la selección de las radiografías se consideraron los siguientes criterios de inclusión: ausencia de enfermedades sistémicas, así como talla y peso acordes con la EC según registro en la historia clínica previa; imágenes con contraste, densidad adecuadas y distorsión mínima; presencia de los siete dientes mandibulares permanentes del lado izquierdo, en caso de ausencia de algún elemento dentario se consideró el homólogo del lado opuesto; ausencia de patologías extensas y de anomalías de número, forma, tamaño o posición que pudieran alterar la odontogénesis.

Los grupos de edad para cada sexo, fueron conformados de tal manera que cada grupo estuvo constituido por al menos 10 individuos, con diferencias de 11 meses entre estos. La edad real fue calculada restando la fecha de nacimiento a la fecha de la obtención de la radiografía.

Procedimiento y técnicas

Obtención de las imágenes radiográficas

Las radiografías seleccionadas en el CIAN fueron digitalizadas mediante una cámara fotográfica (Sony Cyber-shot DSC-W650, Sony Corporation, Tokyo, Japan), con una resolución de 300 dpi. Para la obtención de la imagen, la radiografía fue colocada sobre un ne-

gatoscopio de escritorio, en un ambiente con luz disminuida, sin flash y enmarcada por cartulina negra mate. Posteriormente, dichas imágenes fueron almacenadas en un computador y transformadas a escala de grises para su interpretación. Las radiografías panorámicas seleccionadas del Área de Odontología Forense, estuvieron disponibles en físico para su análisis.

Análisis de la maduración dental y cálculo de la ED

Todas las imágenes panorámicas digitales y convencionales fueron evaluadas por un único observador previamente calibrado, el cual sólo tenía conocimiento del sexo del individuo. Las imágenes digitales se analizaron utilizando el software Adobe Photoshop, versión CS6 (Adobe System Incorporated, San José, CA, USA) y el operador pudo utilizar los recursos de brillo, contraste y magnificación de dicho software. Las radiografías panorámicas convencionales fueron colocadas sobre un negatoscopio de escritorio, con una máscara negra mate para mejorar la observación de las mismas, en un ambiente con luz disminuida. Para todos los métodos estudiados se evaluaron únicamente los siete dientes inferiores permanentes izquierdos.

Al aplicar el método de Nolla,⁷ se realizó la evaluación radiográfica del grado de mineralización de los dientes permanentes estudiados y se asignó el estadio correspondiente, el cual representó una puntuación de acuerdo con el método. Siguiendo las instrucciones de la autora, cuando el diente se encontraba entre dos estadios se agregó un valor de 0.5 a la puntuación, en el caso de mostrar un desarrollo ligeramente mayor que el estadio descrito se sumó 0.2 a la puntuación asignada, si el diente mostraba un desarrollo levemente menor al estadio siguiente se agregó 0.7. Las puntuaciones obtenidas fueron sumadas y el resultado transformado en ED por medio de las tablas estandarizadas para cada sexo.

En el caso del método de Moorrees et al⁸ se identificaron los estadios propuestos por el método en los dientes estudiados, luego a cada diente se le asignó una edad de acuerdo con el estadio alcanzado utilizando la tabla elaborada por Smith,²⁶ y luego estas edades se promediaron para obtener la ED del individuo. La selección de los estadios y el cálculo de la ED por el método de Demirjian et al¹ fueron realizados siguiendo el procedimiento descrito por el autor. Los datos se registraron en una ficha diseñada para tal fin.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 (Statistical Package for

the Social Sciences, SPSS Inc. Chicago, Ill, USA). Se obtuvieron estadísticos descriptivos (media, desviación estándar) de las edades cronológicas a las cuales se observaron los diferentes estadios de maduración de los métodos estudiados. Asimismo, se calcularon las medias de las edades dentales determinadas por cada método en los grupos de edad, para ambos sexos. Se determinaron las diferencias de media entre la EC y las edades dentales obtenidas por cada método, mediante una prueba T de Student para muestras relacionadas, por ello en este estudio, un símbolo negativo denotó una sobreestimación de la edad y uno positivo una subestimación. El nivel de significancia asumido fue de $p < 0.05$.

RESULTADOS

En los *cuadros I a III*, se muestran los resultados de las medias de las edades cronológicas obtenidas para los estadios de maduración de cada método. En general, las hembras alcanzaron dichos estadios a edades más tempranas que los varones en los tres métodos aplicados.

En el *cuadro IV* se presenta la diferencia de media entre la EC y la ED calculada por cada método utilizado en este estudio. Se observó en el total de la muestra, una sobreestimación de la edad para el método de Demirjian et al,¹ mientras que para los de Nolla⁷ y Moorrees et al⁸ se verificó una subestimación, esta subestimación es mayor para el método de Moorrees et al.⁸ Las diferencias encontradas entre las variables fueron estadísticamente significativas, siendo que el método de Demirjian et al¹ presentó la menor diferencia con la EC. Para ambos sexos, se observó una sobreestimación de la edad calculada por el método de Demirjian et al¹ siendo esto significativo en los varones, mientras que para los métodos de Nolla⁷ y de Moorrees et al⁸ se verificó una subestimación con diferencias estadísticamente significativas, entre estos dos últimos, el de Moorrees et al⁸ presentó la mayor subestimación.

En los *cuadros V y VI* se observan las medias y diferencias de medias entre la EC y la ED estimadas mediante los tres métodos de este estudio, distribuidas por sexo y grupo etario. En las hembras (*Cuadro V*), se evidenció una sobreestimación de la edad para el método de Nolla⁷ en los grupos de seis y ocho años de edad, mientras que en los grupos de siete y 9-18 se observó una subestimación de la edad con una variación entre 0.02 ± 0.51 a 2.61 ± 0.30 años, siendo estas diferencias estadísticamente significativas para los grupos de 11 y 16-18 años. El método de Moorrees et al⁸ presentó una consistente subestimación de la edad en todos los

grupos con una variación entre 0.20 ± 1.14 a 7.61 ± 0.31 años, siendo estas diferencias estadísticamente significativas, con excepción del grupo de seis años.

Para el método de Demirjian et al¹ se verificó una sobreestimación de la edad en los grupos 6-11 años,

siendo estadísticamente significativa, variando entre -0.51 ± 1.13 a -1.29 ± 1.18 años. A partir del grupo de 12-18 se observó una subestimación de la edad, siendo estas diferencias estadísticamente significativas, sólo para los grupos de 15-18 años.

Cuadro I. Medias y desviaciones estándar de las edades cronológicas (años) en las que se observaron los estadios de maduración del método de Nolla, ambos sexos.

Estadios	Sexo	Dientes													
		37		36		35		34		33		32		31	
		M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
10	Hem	16.37	1.74	13.41	2.85	15.63	2.02	15.10	2.17	14.96	2.21	13.27	2.89	13.00	2.99
	Var	16.53	1.68	13.59	2.91	16.02	1.84	15.48	2.01	15.81	1.87	13.63	2.85	13.13	3.11
9	Hem	13.07	1.51	8.53	1.59	12.48	1.80	11.76	1.76	11.10	1.77	8.72	1.44	7.70	1.07
	Var	13.40	1.58	8.63	1.76	12.55	1.32	11.62	1.08	11.80	1.56	8.70	1.49	8.05	1.65
8	Hem	11.50	1.55	7.86	2.20	10.23	1.36	9.79	1.23	9.00	1.52	6.94	0.59	7.51	1.78
	Var	11.63	1.42	7.66	1.69	10.62	1.50	10.07	1.68	8.93	1.19	7.06	0.99	7.62	1.98
7	Hem	9.72	1.29	-	-	9.07	1.42	8.30	1.36	7.21	0.84	6.86	0.25	-	-
	Var	9.97	1.31	6.40	0.34	8.90	1.54	8.23	1.21	7.27	0.91	9.07	2.10	6.90	-
6	Hem	8.17	1.54	-	-	7.56	1.63	7.09	0.91	6.30	-	-	-	-	-
	Var	8.38	1.61	-	-	7.61	1.21	7.31	1.27	7.92	2.00	6.90	-	-	-
5	Hem	7.13	1.00	-	-	7.15	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-
	Var	7.17	1.29	-	-	6.25	0.07	6.90	-	-	-	-	-	-	-
4	Hem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Var	6.20	-	-	-	6.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hem = Hembras; Var = Varones; M = Media; DE = Desviación estándar.

Cuadro II. Medias y desviaciones estándar de las edades cronológicas (años) en las que se observaron los estadios de maduración del método de Moorrees y col., ambos sexos.

Estadios	Sexo	Dientes													
		37		36		35		34		33		32		31	
		M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
Cr ^{3/4}	Hem	7.25	0.49	-	-	6.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Var	6.90	0.83	-	-	7.08	1.49	6.30	-	-	-	-	-	-	-
CrC	Hem	7.58	1.12	-	-	7.54	1.61	6.72	0.44	-	-	-	-	-	-
	Var	8.02	1.15	-	-	7.29	0.99	6.97	0.91	-	-	-	-	-	-
Ri	Hem	9.04	2.19	-	-	8.66	1.60	7.48	0.80	6.36	0.40	-	-	-	-
	Var	8.40	1.05	-	-	8.55	1.22	8.03	1.28	7.28	1.29	-	-	-	-
R ^{1/4}	Hem	9.65	1.41	-	-	8.70	0.80	8.80	1.18	7.31	0.80	6.58	0.39	-	-
	Var	9.91	1.45	6.50	0.34	9.50	1.44	8.54	1.18	7.54	0.86	6.80	0.56	-	-
R ^{1/2}	Hem	11.07	1.28	6.15	0.21	10.63	1.37	9.43	1.14	7.92	0.78	6.75	0.63	6.00	-
	Var	11.36	1.41	7.64	1.71	9.70	0.78	9.54	1.29	8.51	0.91	7.71	2.00	6.43	0.41
R ^{3/4}	Hem	11.10	1.42	7.87	1.36	10.61	1.11	10.39	1.16	9.53	1.51	7.11	0.38	6.84	0.48
	Var	11.55	0.77	7.60	1.85	11.64	1.58	10.80	1.82	9.30	1.08	7.65	1.20	6.95	1.06
Rc	Hem	11.14	0.52	7.00	0.47	11.04	1.87	11.14	1.39	10.53	1.54	9.30	3.51	6.85	0.44
	Var	12.27	1.02	7.30	0.94	11.88	1.20	11.33	1.01	11.22	1.33	7.78	1.19	7.37	1.53
A ^{1/2}	Hem	13.53	1.31	8.81	1.59	12.82	1.60	11.81	1.76	11.36	1.96	8.66	1.20	7.98	1.03
	Var	13.62	1.58	8.76	1.80	12.92	1.24	11.88	1.12	12.63	1.49	8.88	1.47	8.35	1.65
Ac	Hem	16.52	1.63	13.40	2.85	15.63	2.02	15.10	2.17	14.96	2.21	13.27	2.89	12.98	2.99
	Var	16.54	1.75	13.63	2.87	16.05	1.82	15.48	2.01	15.81	1.87	13.63	2.85	13.13	3.12

Hem = Hembras; Var = Varones; M = Media; DE = Desviación estándar.

Cuadro III. Medias y desviaciones estándar de las edades cronológicas (años) en las que se observaron los estadios de maduración del método de Demirjian y col., ambos sexos.

		Estadios de maduración											
Dientes	Sexo	C		D		E		F		G		H	
		M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE
37	Hem	-	-	7.85	1.29	9.88	1.41	10.74	1.72	12.86	1.52	16.47	1.64
	Var	8.65	2.47	7.99	1.64	9.95	1.47	10.91	1.44	13.35	1.56	16.58	1.55
36	Hem	-	-	-	-	-	-	6.60	0.42	8.53	1.66	13.41	2.84
	Var	-	-	-	-	6.60	0.42	7.62	1.98	8.49	1.78	13.60	2.83
35	Hem	6.80	-	7.27	1.30	8.81	1.52	1.10	1.48	12.73	1.62	12.73	1.62
	Var	7.22	1.43	7.56	1.25	8.51	1.46	10.59	1.48	12.57	1.35	16.00	1.78
34	Hem	-	-	6.87	0.41	7.86	1.00	9.75	1.29	11.72	1.71	15.13	2.15
	Var	-	-	-	-	6.60	0.42	7.62	1.98	8.49	1.78	13.60	2.83
33	Hem	-	-	-	-	6.97	0.43	9.08	1.48	11.25	1.86	15.10	2.15
	Var	-	-	8.46	2.05	7.18	1.00	9.05	1.43	11.93	1.60	15.83	1.87
32	Hem	-	-	-	-	6.90	0.30	6.94	0.58	8.93	1.58	13.28	2.91
	Var	-	-	-	-	6.90	0.63	7.45	1.52	8.72	1.48	13.59	2.82
31	Hem	-	-	-	-	-	-	7.08	0.36	7.80	1.42	12.96	3.00
	Var	-	-	-	-	6.10	-	7.51	1.52	8.08	1.65	13.13	3.06

Hem = Hembras; Var = Varones; M = Media; DE = Desviación estándar.

Cuadro IV. Medias y diferencia de media entre la edad cronológica y la edad dental estimada por los diferentes métodos estudiados.

Método	Sexo (n)	EC (DE)	ED (DE)	EC-ED (DE)	IC (95%)		Sig. [‡]
					Máx.	Mín.	
Nolla	Hem (272)	12.30 (3.34)	11.79 (3.07)	0.51 (1.41)	0.34	0.68	0.00*
Moorrees			9.44 (1.51)	2.86 (2.14)	2.60	3.11	0.00*
Demirjian			12.34 (2.74)	-0.03 (1.45)	-0.21	0.13	0.65
Nolla	Var (240)	12.22 (3.47)	11.90 (2.95)	0.32 (1.35)	0.15	0.49	0.00*
Moorrees			9.84 (1.87)	2.38 (2.01)	2.13	2.64	0.00*
Demirjian			12.49 (2.95)	-0.26 (1.44)	-0.44	-0.08	0.00*
Nolla	Total (512)	12.27 (3.40)	11.84 (3.01)	0.42 (1.38)	0.30	0.54	0.00*
Moorrees			9.63 (1.70)	2.63 (2.09)	2.45	2.82	0.00*
Demirjian			12.41 (2.83)	-0.14 (1.45)	-0.27	-0.01	0.02*

‡ Prueba t para muestras relacionadas.

Hem = Hembras; Var = Varones; EC = Edad cronológica; ED = Edad dental; DE = Desviación estándar; IC = Intervalo de confianza; Máx. = Máximo; Mín. = Mínimo; Sig. = Significancia (p < 0.05).

En los varones (*Cuadro VI*), se evidenció una sobreestimación de la edad en los grupos de 6-8 y 13 años para el método de Nolla,⁷ siendo estas diferencias estadísticamente significativas para los grupos de seis y siete años. En los grupos de nueve, 10, 12, 14 y 15, se observó una subestimación de la edad. En los grupos 11, 16-18 años se evidenció una subestimación de la edad con una variación entre 0.50 ± 0.97 a 2.50 ± 0.58 años, con diferencias estadísticamente significativas. El método de Moorrees et al⁸ presentó una subestimación de la edad variando entre

$0.45 \pm (0.82)$ a $6.64 \pm (0.30)$ con diferencias estadísticamente significativas para todos los grupos.

Para el método de Demirjian et al¹ se observó una consistente sobreestimación de la edad con diferencias estadísticamente significativas entre la EC y ED en los grupos de 6-14 años las cuales variaron entre -0.22 ± 1.15 a -1.26 ± 0.73 años con excepción del grupo de 15 años. A partir de los 16 años se verifica una subestimación de la edad variando entre $0.75 \pm (0.98)$ a $2.34 \pm (0.30)$ con diferencias estadísticamente significativas.

Se construyeron gráficos que representan la comparación entre las medias de la EC y la ED estimada por los tres métodos en los grupos de edad, para ambos sexos (*Figuras 1 y 2*). Se observó mayor cercanía para el método de Nolla⁷ y el de Demirjian et al¹ en relación con la EC. El método de Moorrees et al⁸ fue el menos próximo con la EC, mostrando una subestimación.

DISCUSIÓN

La ED es incluida en el diagnóstico forense de la edad de individuos donde los elementos dentarios se encuentren en proceso de maduración.^{4,5} En esta investigación se estimó la ED de acuerdo con los métodos de Nolla,⁷ Moorrees et al,⁸ y Demirjian et al¹ y ésta

Cuadro V. Medias y diferencia de media entre la edad cronológica y la edad dental estimada por los diferentes métodos estudiados por grupo de edad para las hembras.

GE (n)	Métodos	EC (DE)	ED (DE)	EC-ED (DE)	IC (95%)		Sig. [‡]
					Máx.	Mín.	
6 (13)	Nolla	6.58 (0.31)	7.15 (1.06)	-0.56 (1.14)	0.12	-1.26	0.09
	Moorrees		6.38 (1.08)	0.20 (1.14)	0.89	-0.48	0.53
	Demirjian		7.87 (1.01)	-1.29 (1.18)	-0.57	-2.00	0.00*
7 (17)	Nolla	7.49 (0.29)	7.47 (0.51)	0.02 (0.51)	0.29	-0.24	0.85
	Moorrees		6.79 (0.62)	0.70 (0.57)	0.99	0.40	0.00*
	Demirjian		8.11 (0.49)	-0.61 (0.39)	-0.41	-0.82	0.00*
8 (21)	Nolla	8.47 (0.30)	8.80 (1.16)	-0.33 (1.09)	0.16	-0.83	0.17
	Moorrees		7.90 (0.63)	0.56 (0.57)	0.82	0.30	0.00*
	Demirjian		9.65 (1.13)	-1.18 (1.05)	-0.70	1.16	0.00*
9 (20)	Nolla	9.30 (0.28)	9.00 (0.97)	0.30 (0.99)	0.76	-0.16	0.19
	Moorrees		8.13 (0.74)	1.16 (0.75)	1.51	0.81	0.00*
	Demirjian		10.14 (1.00)	-0.84 (1.05)	-0.35	-1.33	0.00*
10 (27)	Nolla	10.40 (0.30)	10.14 (0.98)	0.25 (1.06)	0.68	-0.16	0.21
	Moorrees		8.91 (0.67)	1.49 (0.79)	1.80	1.17	0.00*
	Demirjian		10.92 (1.06)	-0.51 (1.15)	-0.05	-0.97	0.02*
11 (31)	Nolla	11.33 (0.24)	10.64 (1.01)	0.69 (1.09)	1.09	0.29	0.00*
	Moorrees		9.43 (0.73)	1.90 (0.84)	2.21	1.59	0.00*
	Demirjian		11.85 (1.07)	-0.51 (1.13)	-0.09	-0.92	0.01*
12 (25)	Nolla	12.36 (0.31)	11.82 (1.66)	0.54 (1.62)	1.24	-0.15	0.12
	Moorrees		9.94 (0.65)	2.42 (0.64)	2.70	2.14	0.00*
	Demirjian		12.30 (1.57)	0.06 (1.43)	0.68	-0.05	0.83
13 (30)	Nolla	13.51 (0.26)	13.03 (1.89)	0.46 (1.92)	1.21	-0.28	0.21
	Moorrees		10.30 (0.57)	3.19 (0.61)	3.42	2.95	0.00*
	Demirjian		13.36 (1.44)	0.14 (1.46)	0.69	-0.41	0.60
14 (24)	Nolla	14.41 (0.26)	13.91 (1.61)	0.49 (1.60)	1.17	-0.18	0.14
	Moorrees		10.58 (0.29)	3.83 (0.379)	3.98	3.67	0.00*
	Demirjian		14.04 (1.45)	0.36 (1.39)	0.95	-0.22	0.21
15 (21)	Nolla	15.36 (0.26)	15.00 (1.54)	0.36 (1.45)	1.02	-0.30	0.26
	Moorrees		10.76 (0.29)	4.59 (0.29)	4.73	4.45	0.00*
	Demirjian		15.16 (1.30)	0.19 (1.23)	0.75	-0.36	0.47
16 (15)	Nolla	16.53 (0.28)	15.66 (0.89)	0.86 (0.98)	1.41	0.31	0.00*
	Moorrees		10.95 (0.25)	5.57 (0.38)	5.79	5.36	0.00*
	Demirjian		15.78 (0.63)	0.75 (0.75)	1.16	0.33	0.00*
17 (13)	Nolla	17.58 (0.28)	16.00 (0.00)	1.58 (0.28)	1.75	1.41	0.00*
	Moorrees		10.95 (0.00)	6.63 (0.28)	6.80	6.46	0.00*
	Demirjian		16.00 (0.00)	1.58 (0.28)	1.75	1.41	0.00*
18 (15)	Nolla	18.61 (0.30)	16.00 (0.00)	2.61 (0.30)	2.78	2.44	0.00*
	Moorrees		11.00 (0.19)	7.61 (0.31)	7.78	7.43	0.00*
	Demirjian		16.00 (0.00)	2.61 (0.30)	2.78	2.44	0.00*

[‡] Prueba t para muestras relacionadas.

GE = Grupo de edad; Hem = Hembras; Var = Varones; EC = Edad cronológica; ED = Edad dental; DE = Desviación estándar; IC = Intervalo de confianza; Máx. = Máximo; Mín. = Mínimo; Sig. = Significancia (p < 0.05).

fue comparada con la EC de los sujetos estudiados, con la finalidad de conocer cuál de éstos resultaba más preciso en la estimación de la edad.

Al identificar en las radiografías de la muestra los estadios de maduración propuestos por cada método se evidenció que independientemente del método empleado, las hembras alcanzaron los estadios a edades

más tempranas que los varones, lo cual coincide con lo reportado por otros autores.¹¹⁻²⁴

Para el método de Nolla,⁷ los resultados expresan una subestimación de la edad para el total de la muestra en ambos sexos, los valores obtenidos fueron menores a los evidenciados en niños de Bangladés,²⁷ Turquía²⁸ y Reino Unido.²⁷ Con relación a mues-

Cuadro VI. Medias y diferencia de media entre la edad cronológica y la edad dental estimada por los diferentes métodos estudiados por grupo de edad para los varones.

GE (n)	Métodos	EC (DE)	ED (DE)	EC-ED (DE)	IC (95%)		Sig. [‡]
					Máx.	Mín.	
6 (15)	Nolla	6.45 (0.29)	7.42 (0.93)	-0.97 (0.94)	-0.42	-1.51	0.00*
	Moorrees		5.95 (0.61)	0.50 (0.67)	0.89	1.11	0.01*
	Demirjian		7.72 (0.64)	-1.26 (0.73)	-0.83	-1.69	0.00*
7 (15)	Nolla	7.36 (0.31)	8.20 (0.56)	-0.83 (0.64)	-0.47	-1.19	0.00*
	Moorrees		6.90 (0.74)	0.45 (0.82)	0.91	-0.00	0.05*
	Demirjian		8.20 (0.54)	-0.84 (0.55)	-0.53	-1.14	0.00*
8 (22)	Nolla	8.77 (1.29)	9.06 (1.21)	-0.29 (0.80)	0.06	-0.64	0.10
	Moorrees		8.02 (1.06)	0.75 (0.90)	1.15	0.35	0.00*
	Demirjian		9.78 (1.54)	-1.00 (1.04)	-0.54	-1.46	0.00*
9 (19)	Nolla	9.44 (0.37)	9.42 (0.90)	0.02 (0.92)	0.46	-0.42	0.91
	Moorrees		8.36 (0.94)	1.08 (0.94)	1.53	0.62	0.00*
	Demirjian		9.95 (1.46)	-0.51 (1.42)	0.17	-1.20	0.13
10 (18)	Nolla	10.36 (0.26)	10.00 (1.37)	0.36 (1.44)	1.08	-0.35	0.29
	Moorrees		9.18 (0.89)	1.18 (0.93)	1.64	0.71	0.00*
	Demirjian		11.08 (1.59)	-0.71 (1.66)	0.11	-1.54	0.08
11 (30)	Nolla	11.40 (0.29)	10.90 (0.95)	0.50 (0.97)	0.86	0.13	0.00*
	Moorrees		9.97 (0.84)	1.43 (0.91)	1.77	1.09	0.00*
	Demirjian		11.62 (1.13)	-0.22 (1.15)	0.21	-0.65	0.30
12 (25)	Nolla	12.46 (0.31)	12.20 (1.08)	0.26 (1.15)	0.73	-0.21	0.27
	Moorrees		10.63 (0.61)	1.82 (0.69)	2.10	1.53	0.00*
	Demirjian		12.99 (1.14)	-0.53 (1.18)	-0.04	-1.02	0.03*
13 (17)	Nolla	13.40 (0.25)	13.58 (1.27)	-0.18 (1.27)	0.47	-0.83	0.56
	Moorrees		11.15 (0.42)	2.25 (0.46)	2.49	2.01	0.00*
	Demirjian		14.55 (1.09)	-1.14 (1.08)	-0.58	-1.70	0.00*
14 (18)	Nolla	14.45 (0.31)	13.94 (1.14)	0.51 (1.30)	1.18	-0.16	0.12
	Moorrees		11.29 (0.33)	3.15 (0.56)	3.45	2.86	0.00*
	Demirjian		15.04 (1.01)	-0.58 (1.17)	0.01	-1.19	0.05*
15 (17)	Nolla	15.38 (0.23)	15.11 (1.53)	0.26 (1.59)	1.08	-0.55	0.50
	Moorrees		11.53 (0.34)	3.84 (0.43)	4.06	3.62	0.00*
	Demirjian		15.47 (1.34)	-0.09 (1.36)	0.60	-0.79	0.78
16 (14)	Nolla	16.40 (0.28)	15.21 (1.47)	1.18 (1.41)	2.00	0.36	0.00*
	Moorrees		11.48 (0.55)	4.91 (0.51)	5.21	4.61	0.00*
	Demirjian		15.65 (1.05)	0.75 (0.98)	1.31	0.18	0.01*
17 (19)	Nolla	17.61 (0.24)	16.00 (0.00)	1.61 (0.24)	1.73	1.49	0.00*
	Moorrees		11.70 (0.00)	5.91 (0.24)	6.03	5.79	0.00*
	Demirjian		15.97 (0.00)	1.61 (0.24)	1.73	1.49	0.00*
18 (11)	Nolla	18.31 (0.32)	15.81 (0.60)	2.50 (0.58)	2.89	2.10	0.00*
	Moorrees		11.67 (0.09)	6.64 (0.30)	6.85	6.44	0.00*
	Demirjian		15.97 (0.09)	2.34 (0.30)	2.55	2.14	0.00*

[‡] Prueba t para muestras relacionadas.

GE = Grupo de edad; Hem = Hembras; Var = Varones; EC = Edad cronológica; ED = Edad dental; DE = Desviación estándar; IC = Intervalo de confianza; Máx. = Máximo; Mín. = Mínimo; Sig. = Significancia (p < 0.05).

tras latinoamericanas, se observó una subestimación próxima a la encontrada en argentinos¹⁵ y peruanos²¹ e inferior a la evidenciada en brasileños.¹⁷ Particularmente en venezolanos, Medina³ reportó valores superiores a los del presente estudio.

Con relación al método de Moorrees et al,⁸ los resultados obtenidos muestran una subestimación de la edad tanto en las hembras como en los varones para el total de la muestra, en discordancia con lo encontrado en colombianos:¹⁹ los valores de subestimación encontrados en la presente investigación son superiores a los reportados en sudafricanos²⁹ y en venezolanos.³

Con respecto al método de Demirjian et al¹ se observó una consistente sobrestimación de la edad. En los varones, la sobreestimación de la edad fue mayor que la obtenida en iraníes y menor para ambos sexos, que la reportada en individuos provenientes de Arabia Saudita,¹² Australia,¹⁴ Bélgica,⁹ España,¹⁰ Francia¹¹ y

Senegal.¹³ En Latinoamérica los valores obtenidos en esta investigación fueron menores que los reportados en argentinos,¹⁵ brasileños,¹⁶ chilenos,¹⁸ paraguayos,²⁰ y peruanos.²² En venezolanos, dicha sobrestimación fue observada en niños del área metropolitana de Caracas³ y zulianos,^{24,25} mientras que en merideños² la edad fue subestimada al aplicar el método.

Al comparar las diferencias encontradas entre la EC y la ED para el total de la muestra, pudo evidenciarse que el método de Demirjian et al¹ mostró el menor valor para ambos sexos, lo que coincide con lo observado en individuos provenientes de Bangladés y el Reino Unido,²⁷ mientras que en indios³⁰ y turcos³⁰ el método de Nolla⁷ fue más preciso. Los hallazgos reportados en el presente trabajo, coinciden con los de Gutiérrez²¹ en peruanos, quien comparó los métodos de Nolla⁷ y Demirjian et al¹ y los observados por Medina³ en venezolanos.

Cuando se analizaron las diferencias de medias entre la EC y la ED estimadas mediante los tres métodos de este estudio, distribuidas por sexo y grupo etario, se pudo observar para el método de Nolla⁷ en ambos sexos, y el de Demirjian et al¹ sólo en las hembras, que los grupos comprendidos entre los nueve y los 15 años no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Por otra parte, en los grupos de edad comprendidos entre los 6-9 y 15-18 años las diferencias entre la EC y la ED estimadas por los tres métodos fueron estadísticamente significativas. Esta dinámica entre los grupos de edad puede verse influenciada por la variabilidad en el proceso de maduración dentario que presenta la muestra estudiada, en comparación con los individuos de la muestra utilizada para la construcción de los métodos originales.

Las diferencias encontradas entre la ED estimadas por los tres métodos, y la EC de la muestra estudiada, expresa claramente la influencia ejercida por factores genéticos y ambientales como la herencia, nutrición, estado de salud del individuo, raza, nivel socioeconómico, factores climáticos, entre otros, los cuales intervienen y modifican el proceso de desarrollo humano y éstos varían entre una población y otra, por lo cual se hace ineludible la adaptación de estos métodos a las muestras de estudio cuyas características son diferentes a las de los sujetos utilizados en las muestras de los métodos originales.^{2,3,9-30}

Los tres métodos aplicados presentan utilidad en el diagnóstico forense de la edad, considerando aceptable un margen de error de $\pm 2-3$ años en la estimación de la ED, tomando en consideración que la ED debe ser utilizada en conjunto con el estudio de la talla, el peso, la presencia de los caracteres sexuales secundarios y la edad ósea.⁴⁻⁶

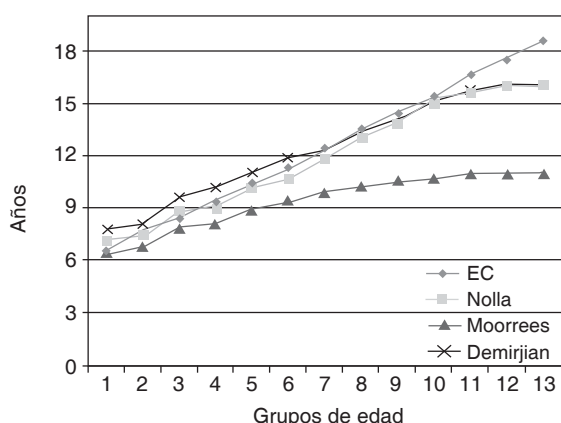


Figura 1. Comparación de las medias de la EC y la ED estimada por los tres métodos para las hembras.

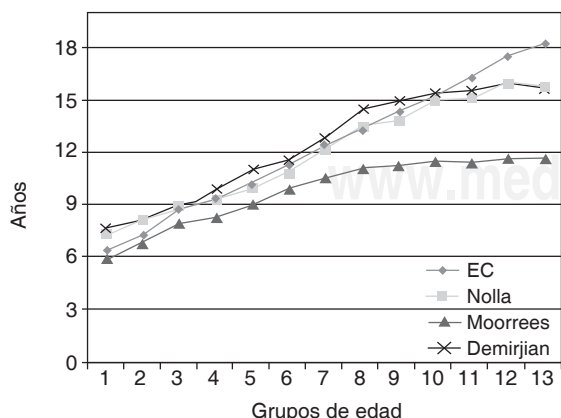


Figura 2. Comparación de las medias de la EC y la ED estimada por los tres métodos para los varones.

CONCLUSIONES

Los estadios de maduración dental asignados mediante los métodos estudiados, fueron alcanzados a edades cronológicas más tempranas en las hembras. Se verificó que para los métodos de Nolla⁷ y Moorrees et al⁸ se obtuvo una subestimación de la edad, entre ellos, el de Moorrees et al⁸ presentó la mayor subestimación, considerándose este último el menos preciso de ambos, mientras que se observó una sobreestimación para el método de Demirjian et al.¹

De los tres métodos aplicados el de Demirjian et al.¹ presentó mayor precisión en la estimación de la edad dental para el total de la muestra estudiada. Aunque los métodos evaluados mostraron aplicabilidad para la estimación de la edad con fines forenses, es necesario adaptarlos a las poblaciones en estudio, debido a que las mismas presentan características étnicas, factores ambientales y condiciones socioeconómicas diferentes a las de las poblaciones empleadas para la estandarización de dichos métodos. La ED debe ser valorada en conjunto con la talla, el peso, la presencia de los caracteres sexuales secundarios y la edad ósea, para un adecuado cálculo de la edad.

REFERENCIAS

- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Human Biol.* 1973; 45 (2): 211-227.
- Cruz-Landeira A, Linares-Argote J, Martínez-Rodríguez M, Rodríguez-Calvo MS, Otero XL, Concheiro L. Dental age estimation in Spanish and Venezuelan children. Comparison of Demirjian and Chaillet's scores. *Int J Legal Med.* 2010; 124: 105-112.
- Medina AC. *Comparación de cinco métodos de estimación de maduración dental en un grupo de niños venezolanos* [Trabajo para optar a la categoría de Profesor Asociado]. Caracas: Universidad Central de Venezuela; 2011.
- Prieto JL, Barbería E, Ortega R, Magaña C. Evaluation of chronological age based on third molar development in the Spanish population. *Int J Legal Med.* 2005; 119 (6): 349-354.
- Olze A, Reisinger W, Geserick G, Schmeling A. Age estimation of unaccompanied minors. Part II. Dental aspects. *Forensic Sci Int.* 2006; 159 Suppl 1: S65-S67.
- Study Group of Forensic Age Estimation of the German Association of Forensic Medicine. *Criteria for age estimation in living individuals*. [Citado el 11 de Julio de 2016]. Disponible en: https://campus.unimuenster.de/fileadmin/einrichtung/agfad/empfehlungen/empfehlung_strafverfahren_eng.pdf
- Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 27: 254-266.
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res.* 1963; 42 (6): 1490-1502.
- Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001; 46 (4): 893-895.
- Feijóo G, Barbería E, De Nova J, Prieto JL. Permanent teeth development in a Spanish sample. Application to dental age estimation. *Forensic Sci Int.* 2012; 214 (1-3): 213.e1-213.e6.
- Urzel V, Bruzek J. Dental age assessment in children: a comparison of four methods in a recent French population. *J Forensic Sci.* 2013; 58 (5): 1341-1347.
- Al-Emran S. Dental age assessment of 8.5 to 17 Year-old Saudi children using Demirjian's method. *J Contemp Dent Pract.* 2008; 9 (3): 64-71.
- Ngom PI, Faye M, Ndoye-Ndiaye F, Diagne F, Yam AA. Applicability of standard of Demirjian's method for dental maturation in Senegalese children. *Dakar Med.* 2007; 52 (3): 196-203.
- Flood SJ, Franklin D, Turlach BA, McGeachie J. A comparison of Demirjian's four dental development methods for forensic age estimation in South Australian sub-adults. *J Forensic Leg Med.* 2013; 20 (7): 875-883.
- Pobletto A, Giménez E. Edad dentaria: adecuación regional de los métodos de Nolla y Demirjian. *UNCuyo.* 2012; 6 (2): 37-42.
- Eid RM, Simi R, Friggi MN, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to 14 years using Demirjian's method. *Int J Paediatr Dent.* 2002; 12 (6): 423-428.
- Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS, Haiter-Neto F. Dental maturity as an indicator of chronological age: radiographic assessment of dental age in a Brazilian population. *J Appl Oral Sci.* 2007; 15 (2): 99-104.
- Cadenas RI, Celis CC, Hidalgo RA, Schilling QA, San Pedro VJ. Estimación de edad dentaria utilizando el método de demirjian en niños de 5 a 15 años de Curicó, Chile. *Int J Odontostomat.* 2014; 8 (3): 453-459.
- Corral C, García F, García J, León P, Herrera AM, Martínez C et al. Edad cronológica vs. edad dental en individuos de 5 a 19 años: un estudio comparativo con implicaciones forenses. *Colomb Med.* 2010; 41 (3): 215-223.
- Funk B, Costa M, Charmeux A. Estudio comparativo y evaluación de la validez de dos métodos de estimación de la edad dental en una muestra de niños de la población paraguaya: métodos de Demirjian y Willems. *Paraguay Oral Res.* 2015 [Citado el 11 de julio de 2016]; 4 (1). Disponible en: <http://www.paraguayoral.com.py/revista/a4v1/A4N1-ART1.pdf>
- Gutiérrez DT. *Comparación de la precisión de los métodos de Nolla y Demirjian para estimarla edad cronológica de niños peruanos* [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2015.
- Peña CE. *Estimación de la edad dental usando el método de Demirjian en niños peruanos* [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
- Arciniegas NM, Ballesteros M, Meléndez A. Análisis comparativo entre la edad ósea, edad dental y edad cronológica. *Rev Mex Ortodon.* 2013; 1 (1): 33-37.
- Tineo F, Espina de Ferreira AI, Barrios F, Ortega A, Ferreira J. Estimación de la edad cronológica con fines forenses, empleando la edad dental y la edad ósea en niños escolares en Maracaibo, estado Zulia. *Acta Odontol Venez.* 2006; 44 (2): 184-191.
- Ortega-Pertuz AI, Martínez VM, Barrios F. Maduración dentaria en jóvenes venezolanos mediante el método de Demirjian y colaboradores. *Acta Odontol Venez.* 2014 [Citado el 11 de julio de 2016]; 52 (3). Disponible en: <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/3/art13.asp>
- Smith, Holly B. *Standards of human tooth formation and dental age assessment*. In: Kelley MA, Spencer CL editors. *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991. pp. 143-168.
- Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006; 159 Suppl 1: S68-S73.

28. Nur B, Kusgoz A, Bayram M, Celikoglu M, Nur M, Kayipmaz S et al. Validity of Demirjian and Nolla methods for dental age estimation for Northeastern Turkish children aged 5-16 years old. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012; 17 (5): e871-e877.
29. Phillips VM, van Wyk Kotze TJ. Testing standard methods of dental age estimation by Moorrees, Fanning and Hunt and Demirjian, Goldstein and Tanner on three South African children samples. *J Forensic Odontostomatol*. 2009; 27 (2): 20-28.
30. Rai B, Anand SC. Tooth developments: an accuracy of age estimation of radiographic methods. *World J Med Sci*. 2006; 1 (2): 130-132.

Dirección para correspondencia:
Viviana María Martínez Gutiérrez
E-mail: vivianammartinezg@gmail.com