

Comparación de la eficacia de tres métodos dentales para estimar la edad de personas de 13 a 23 años

Carlos Suárez-Canlla ^{1,a}, Hugo Caballero-Cornejo ^{1,b},
Jhames Oré-De La Cruz ^{1,c}, Jorge Mezzich-Gálvez ^{1,d},
Dayssi Villa-Palomino ^{2,e}, Katherine Herrera-Cotrina ^{3,e}

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Lima, Perú.

² Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del Ministerio Público; Lima, Perú.

³ Institución Prestadora de Servicios de Salud independiente, Lima, Perú.

^a Doctor en Estomatología.

^b Doctor en Educación.

^c Doctor en Administración.

^d Doctor en Salud Pública.

^e Especialista en Odontología Forense.

Comparison of the efficacy of three dental methods for estimating the age of persons aged 13 to 23 years

Correspondencia:

Carlos Suárez-Canlla: csuarezc@unmsm.edu.pe
Calle Germán Amezaga N° 375, Facultad de Odontología
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Ciudad Universitaria, Lima 1, Cercado de Lima, Lima, Perú.
ORCID: 0000-0003-4719-1409

Coautores:

Hugo Caballero-Cornejo: hcaballeroc@unmsm.edu.pe

ORCID: 0000-0002-7901-8523

Jhames Oré-De La Cruz: jored@unmsm.edu.pe

ORCID: 0000-0003-2384-4874

Jorge Mezzich-Gálvez: jmezzichg@unmsm.edu.pe

ORCID: 0000-0002-2636-0149

Dayssi Villa-Palomino: dj16_sd19@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-5275-4782

Katherine Herrera-Cotrina: katherineherreracontrina@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7574-2509

Editora:

Rosse Mary Falcón-Antenucci

Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Perú.

Conflicto de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento: ninguna.

Recibido: 13/08/20

Aceptado: 05/11/20

Publicado: 15/02/21

Resumen

Objetivo. Comparar la eficacia de tres métodos dentales (Demirjian, Gleiser-Hunt modificado y análisis morfométrico) para estimar la edad de personas de 13 a 23 años a partir del desarrollo radicular de los terceros molares inferiores. **Métodos.** La muestra estuvo conformada por 978 ortopantomografías de personas con edad cronológica y sexo (484 varones y 494 mujeres) conocidos. El desarrollo radicular de las molares fue clasificado según los métodos señalados. Se tomó el 10% de la muestra para una segunda clasificación que permitió establecer la concordancia entre ellas. Se correlacionaron los estadios de desarrollo radicular – obtenidos con los métodos mencionados – y la edad cronológica para obtener: 1) el índice de correlación y determinación 2) las fórmulas de regresión que predicen la edad y 3) la diferencia entre la edad cronológica real y la edad dental estimada para cada uno de los métodos. **Resultados.** El método Gleiser-Hunt modificado obtuvo el menor residual que fue resultado de la diferencia entre la edad cronológica y dental, así como el mejor índice de correlación con la edad cronológica. La diferencia entre la edad cronológica y dental fue de 1,55, 1,68 y 2,11 para los métodos Gleiser-Hunt modificado, Demirjian y análisis morfométrico respectivamente. **Conclusiones.** El método Gleiser-Hunt modificado resultó más eficaz para predecir la edad de personas e individuos de 13 a 23 años.

Palabras clave: Ciencias forenses; Tercer molar; Odontología forense (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Objective. To compare the efficacy of three dental methods (Demirjian, modified Gleiser-Hunt, and morphometric analysis) based on the root development of the lower third molars to determine age estimation on 13 to 23-years-old participants. **Methods.** The sample included 978 orthopantomographs of people with known chronological age and sex (484 men and 494 women). The root development of the molars was classified according to the indicated methods. The concordance of the sample was performed based on a second classification of 10% of the sample. The stages of root

development - obtained with the aforementioned methods - and the chronological age were correlated to obtain: 1) the correlation and determination index 2) the regression formulas that predict age and 3) the difference between the real chronological age and the estimated dental age for each method. **Results.** The modified Gleiser-Hunt method obtained the lowest residual result of the difference between chronological and dental age, as well as the best correlation index with chronological age. The difference between chronological and dental age was 1.55, 1.68 and 2.11 for the modified Gleiser-Hunt, Demirjian and morphometric analysis methods respectively. **Conclusions.** The modified Gleiser-Hunt method was more effective in predicting the age of people and individuals aged 13 to 23-years-old.

Keywords: Forensic sciences; Third molar; Forensic odontology (source: MeSH NLM).

Introducción

Para estimar la edad biológica de individuos de 13 a 23 años de edad se utilizan varios indicadores óseos y dentales. Así, la formación y calcificación dental es uno de los indicadores más confiables que permite calcular la edad de un individuo hasta aproximadamente los 16 años, debido a que la segunda molar permanente termina de formarse y calcificarse alrededor de esa edad^{1,2}. Sin embargo, el tercer molar tiene un proceso de formación y calcificación radicular que oscila entre los 13 a 23 años de vida y puede utilizarse como un parámetro biológico para calcular la edad de personas, cadáveres y restos óseos humanos que se encuentran incluidos en este grupo etario^{1,3-19}.

Publicaciones en torno a la relación entre la edad cronológica y el desarrollo radicular del tercer molar - para lograr estimar la edad de un individuo a partir del desarrollo de su raíz - muestran correlaciones buenas y muy buenas entre dichas variables^{1,4-10,12-14,16,18,22-26}. De esta forma, el método Demirjian ha sido utilizado en distintas investigaciones para clasificar el desarrollo radicular del tercer molar porque ofrece una descripción gráfica y literal que, según la literatura internacional, tiene escaso error intra e inter-observador al momento de clasificar el desarrollo de la raíz^{1,6-8,20,21,25}. Sin embargo, otros investigadores utilizan clasificaciones como el método modificado de Gleiser-Hunt, el cual divide el desarrollo dental en un mayor número de etapas^{11,17,19}. Esta clasificación sugiere mejor exactitud al momento de predecir la edad gracias a sus diez estadios, pero algunos investigadores mencionan que, al momento de asignar un estadio en particular a una pieza dental en formación, esta resulta subjetiva debido a que no se conoce la futura longitud de la corona y raíz completamente formada^{3,8,15,20,21}.

Así, ambos métodos (Demirjian y Gleiser-Hunt modificado) utilizan una escala categórica o cualitativa para medir el desarrollo del tercer molar. El análisis morfométrico, a diferencia de los anteriores, utiliza una escala numérica o cuantitativa milimétrica para medir el desarrollo del tercer molar: proporciones entre la raíz incompleta y la raíz completa prevista - a partir de las longitudes de la corona y raíz - de estos molares; el uso de estas proporciones le brinda al análisis morfométrico, mayor objetividad con respecto a los otros métodos³.

El desarrollo del tercer molar es clasificado, muy a menudo, de manera categórica (método Demirjian, Gleiser-Hunt modificado) y, en pocas ocasiones, de manera numérica (método del análisis morfométrico) por distintos investigadores. Todas estas clasificaciones del desarrollo del tercer molar tienen sus respectivas bondades y limitaciones, así como ventajas y desventajas una respecto de otra. Para cualquiera de estos métodos, el objetivo es el mismo: predecir con mayor exactitud la edad cronológica de un individuo a partir de un estadio en particular que le otorga uno u otro método.

El motivo que llevó a desarrollar el presente estudio fue su aplicación en casos relacionados a la odontología forense, por ejemplo; la estimación de la edad de personas sub-adultas y adultos jóvenes, la predicción probabilística de la mayoría o minoría de edad de una persona, así como el cálculo de la edad durante el proceso de identificación de individuos sin identidad. Por todo esto, la investigación tuvo como objetivo comparar la eficacia de tres métodos dentales (Demirjian, Gleiser-Hunt modificado o el análisis morfométrico) para estimar la edad de personas de 13 a 23 años a partir del desarrollo radicular de los terceros molares inferiores.

Métodos

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo y de tipo observacional. La población estuvo constituida por 1747 radiografías panorámicas del Centro de Diagnóstico por Imágenes Hugo Aguayo entre los meses de enero y agosto del 2010 de la ciudad de Lima - Perú. Al tratarse de un estudio de tipo intencional y no probabilístico, la selección de la muestra tuvo como criterio de inclusión: ortopantomografías de personas de 13 a 23 años con la respectiva fecha de nacimiento del paciente, y, como criterios de exclusión: (a) patologías dentales relacionadas a la forma, tamaño y/o estructura (b) anomalías de posición que impidan hacer las observaciones correctamente, (c) distorsiones groseras que alteren la correcta forma de la imagen radiológica del tercer molar (d) ausencia de uno o ambos terceros molares. La muestra quedó constituida por 978 ortopantomografías (equivalente a 1658 imágenes de terceros molares mandibulares) de personas de 13 a 23 años de edad y sexo conocidos. La identidad de los integrantes de la muestra fue reemplazada por un código numérico. El investigador responsable fue el único que tuvo acceso a los

códigos e identidad de las personas. La Unidad de Posgrado de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se aseguró de que las identidades de las personas se mantuvieran en reserva.

El desarrollo radicular de los terceros molares fue medido utilizando los métodos Demirjian, Gleiser-Hunt modificado y el análisis morfométrico. Para asignar un estadio de desarrollo a las molares en formación - a través de los métodos Demirjian y Gleiser-Hunt modificado - se comparó su desarrollo con los diagramas que se muestran en las figuras 1 y 2. De otro lado, el análisis morfométrico tuvo por objeto predecir la longitud radicular final - en milímetros - de un tercer molar en

formación a partir de la “proporción corona sobre raíz promedio” (C/R promedio) que se obtuvo de 100 terceros molares cuyo desarrollo radicular estaba completo. La C/R promedio obtenido fue de 0,574. Luego, se halló la altura de las coronas (h) de los terceros molares - integrantes de la muestra - cuyas raíces estaban en formación. Con la altura de la corona obtenida (h) y la C/R calculada (0,574) se pudo predecir la longitud radicular final prevista (Lf) de los terceros molares a través de la fórmula: $Lf = h / (C/R \text{ promedio})$. Con el valor de “Lf” conseguido, se procedió a establecer la proporción entre la longitud de la raíz en formación (Ri) y la longitud radicular final prevista de todas las molares en desarrollo

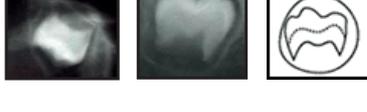
A		Las puntas de las cúspides están mineralizadas, pero aún no están unidas.
B		Las cúspides mineralizadas están unidas y la morfología coronal está definida.
C		La corona está formada casi a la mitad; la cámara pulpar es evidente y está ocurriendo la deposición dentinal.
D		La formación coronaria está completa hasta la unión dentinoadamantina. La cámara pulpar tiene una forma trapezoidal.
E		Ha empezado la formación de la bifurcación interradicular. La longitud radicular es menor que la longitud coronaria.
F		La longitud radicular es al menos tan grande como la longitud coronaria. Las raíces tienen terminales infundibuliformes.
G		Las paredes radiculares son paralelas, pero los ápices permanecen abiertos.
H		Los extremos apicales de las raíces están completamente cerrados, y la membrana periodontal tiene un ancho uniforme alrededor de la raíz.

Figura 1. Estadios de desarrollo de dientes multirradiculares según Demirjian y colaboradores.

(fuente: Senn *et al.* 2009)

Estadio	Puntuación	Descripción
Formación de la corona		
1	1	½ de corona calcificada
2	2	¾ de corona calcificada
3	3	Corona completamente calcificada
Formación de la raíz		
4	4	Comienzo de formación radicular
5	5	¼ de raíz calcificada
6	6	½ de raíz calcificada
7	7	¾ de raíz calcificada
8	8	Formación radicular casi completa, conductos radiculares terminalmente divergentes.
9	9	Formación radicular completa, conductos radiculares terminalmente paralelos
10	10	Formación radicular completa, conductos radiculares terminalmente convergentes.

				
Crown 1/2	Crown 3/4	Crown complete	Root initial	Root 1/4
				
Root 1/2	Root 3/4	Root complete	Apex 1/2	Apex complete

Figura 2. Estadios de desarrollo de acuerdo a una modificación de la técnica de Gleiser and Hunt.

(fuente: Gunst et al. 2003)¹⁹

que conformaron la muestra de estudio. Proporción que se representó así: R_i/R_c , donde R_i : raíz incompleta y R_c : raíz completa prevista³. Para obtener las proporciones antes citadas (C/R promedio y R_i/R_c) se hallaron las alturas de las coronas y raíces de los 100 terceros molares ya mencionados. Esto se logró trazando tres rectas paralelas entre sí: la primera unió los límites amelocementarios, las otras dos rectas pasaron tangencialmente por el ápice de la cúspide coronal más alta y por el ápice de la raíz más larga. Posteriormente se trazaron perpendiculares que unieron las rectas paralelas antes trazadas, la longitud de dichas perpendiculares determinaron la longitud de la corona y raíz respectivamente³ (Figuras 3 y 4).

Luego de medir el desarrollo de los terceros molares por los métodos Demirjian, Gleiser-Hunt modificado y el análisis morfométrico, se escogieron al azar - tres meses después - 98 ortopantomografías (10% de la muestra) para una segunda medición del desarrollo radicular a través de los tres métodos mencionados. Esto con el fin de obtener el error intra-observador de cada uno de los métodos y establecer cual fue mayor. El estadístico Kappa y el coeficiente de correlación intraclass evaluaron dicho error intra-observador para cada método respectivamente. Se halló la edad cronológica de las personas integrantes de la muestra al momento de la toma radiográfica expresada en decimales.

Se correlacionó, a través de la "r de Pearson", la edad decimal con cada una de las clasificaciones y proporciones obtenidas por los métodos ya citados para obtener el índice de correlación y determinación entre estas variables y, con estos valores determinar cuál método mostró mejor relación con la edad real. El análisis de regresión obtuvo las fórmulas para cada uno de los tres métodos, las cuales permitieron: 1) estimar la edad dental a través del desarrollo radicular de las molares y 2) hallar las diferencias (residual) entre la edad cronológica real y la edad dental estimada para cada uno de los tres métodos. Se compararon estas tres diferencias para poder determinar

el método que presentó mayor exactitud o menor diferencia entre la edad cronológica y dental.

La regresión lineal simple y múltiple permitieron - a través de las fórmulas resultantes - predecir la edad a partir de los terceros molares inferiores por cada método tanto para varones y mujeres, así como el pronóstico de la edad de un individuo sin considerar su sexo. Los tres métodos permitieron predecir también - en términos porcentuales y probabilísticos - si una persona es mayor o menor de 18 años. Previamente a todo esto se verificó que los datos presenten distribución normal aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Las pruebas fueron trabajadas a un nivel de significancia de 5%.

Para demostrar la eficacia entre los métodos - Demirjian, Gleiser-Hunt modificado y el análisis morfométrico - el investigador consideró como requisito más importante la menor diferencia entre la edad real y la edad estimada (exactitud), el segundo requisito - en orden de importancia - fue la mejor concordancia que guardaron las clasificaciones y proporciones del desarrollo radicular y, por último, el índice de correlación y determinación.

Resultados

Las edades de las 978 personas que conformaron la muestra de estudio fueron distribuidas a través de las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión. La edad media de la muestra fue 17,559 años (varones: 17,600 - mujeres: 17,519) y la desviación estándar 3,066 años (varones: 3,042 - mujeres: 3,091). La edad mínima y máxima (rango) va desde los 13,003 hasta los 23,981 años (varones: 13,020 a 23,959 y mujeres: 13,003 a 23,981).

La distribución de las radiografías panorámicas por edad y sexo fue como sigue: para el sexo femenino el número de radiografías ascendió a 494 (50,51%) y para el sexo masculino a 484 (49,49%) que hacen un total de 978 (100%), los detalles de la distribución de las ortopantomografías por edad se muestran en la tabla 1.

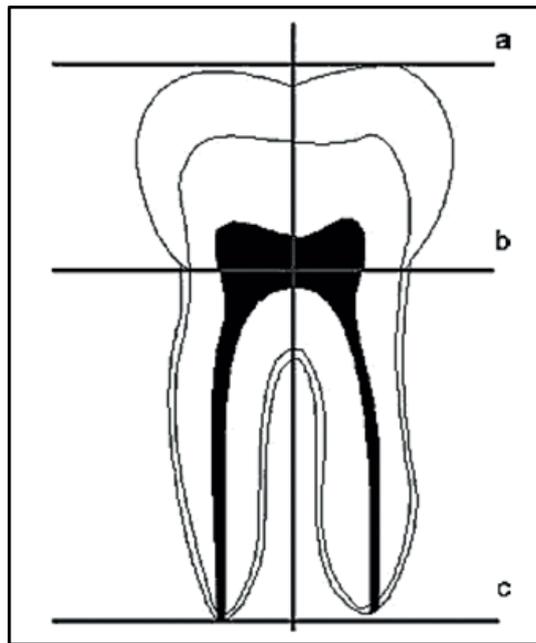


Figura 3. Las tres líneas paralelas pasan por los puntos de referencia anatómicos considerados para las mediciones del análisis morfométrico: (a) el ápice de la cúspide coronal más alta, (b) el límite amelo-cementario y (c) el ápice de la raíz más larga.
(fuente: Santoto *et al.* 2014) ³



Figura 4. Ortopantomografías digitales que muestra el trazado de líneas paralelas y perpendiculares para establecer la longitud de la corona y raíz de los terceros molares que requiere el análisis morfométrico.

Tabla 1. Número de placas radiográficas panorámicas por edad según sexo

Sexo	Edad											
	13 a	14 a	15 a	16 a	17 a	18 a	19 a	20 a	21 a	22 a	23 a	Total
Varones	71 (7,26%)	54 (5,52%)	61 (6,24%)	34 (3,48%)	50 (5,11%)	49 (5,01%)	35 (3,58%)	47 (4,81%)	38 (3,89%)	25 (2,56%)	20 (2,04%)	484 (49,49%)
Mujeres	79 (8,08%)	54 (5,52%)	58 (5,93%)	38 (3,89%)	53 (5,42%)	52 (5,32%)	30 (3,07%)	44 (4,50%)	38 (3,89%)	28 (2,86%)	20 (2,04%)	494 (50,51%)
Total	150 (15,34%)	108 (11,04%)	119 (12,17%)	72 (7,36%)	103 (10,53%)	101 (10,33%)	65 (6,65%)	91 (9,30%)	76 (7,77%)	53 (5,42%)	40 (4,09%)	978 (100%)

Se evaluaron 1658 imágenes radiográficas de terceros molares que estuvieron distribuidos entre varones y mujeres. Para el caso de los varones se evaluaron 146 ortopantomografías que contuvieron un solo tercer molar (146 molares) y 338 ortopantomografías que contuvieron dos terceros molares (676 molares) que hacen un total de 822 terceros molares evaluados. En las mujeres se evaluaron 152 ortopantomografías que contuvieron un solo tercer molar (152 molares) y 342 ortopantomografías que contuvieron dos terceros molares (684 molares) que hacen un total de 836 terceros molares evaluados.

La tabla 2 muestra los coeficientes de correlación y determinación (r : 0,82 y r^2 : 0,67), así como los valores relacionados a la regresión simple (residual: 1,76) entre los estadios de desarrollo radicular - clasificados a través del método Demirjian - y la edad cronológica de todos los integrantes de la muestra (varones y mujeres). El mejor modelo de regresión - el cual incluyó a los dos terceros molares - mostró coeficientes de correlación/determinación (r : 0,84 y r^2 : 0,70) más cercanos a la unidad y un residual (1,68) menor.

El mejor modelo de regresión permitió hallar una fórmula (de regresión) para el pronóstico de la edad sin tener en consideración el sexo. Edad = $8,82+0,61(m38)+0,88(m48)$, donde m38 y m48 representan el estadio de desarrollo radicular clasificado por el método Demirjian. El modelo de regresión permitió hallar también las fórmulas para el pronóstico de la edad tanto para varones: Edad= $8,51+1,12(m38)+0,39(m48)$ y mujeres: Edad= $8,96+0,71(m38)+0,78(m48)$.

En la tabla 3 se muestran los coeficientes de correlación y determinación (r : 0,85 y r^2 : 0,72), así como los valores relacionados a la regresión simple (residual: 1,62) entre los estadios de desarrollo radicular - clasificados a través del método Gleiser-Hunt modificado - y la edad cronológica de todos los integrantes de la muestra (varones y mujeres). El mejor modelo de regresión - el cual incluyó también a los dos terceros molares - mostró coeficientes de correlación/determinación (r : 0,86 y r^2 : 0,74) más cercanos a la unidad y un residual (1,55) menor.

El mejor modelo de regresión permitió hallar una fórmula (de regresión) para el pronóstico de la

Tabla 2. Coeficientes de correlación y regresión entre los estadios de Demirjian y la edad cronológica

Regresión lineal simple	Intercepto	Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Pieza 38	9,312	1416	1696,527	0,819	0,671	1,76	<0,05
Pieza 48	9,310	1,414	1619,006	0,814	0,663	1,78	<0,05
Regresión lineal múltiple		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	P
Constante		8,821					<0,05
Pieza 38		0,605	802,536	0,839	0,703	1,679	<0,05
Pieza 48		0,881					<0,05
Mejor modelo (paso a paso)		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Constante		8,821					<0,05
Pieza 38		0,605	802,536	0,839	0,703	1,679	<0,05
Pieza 48		0,881					<0,05

Tabla 3. Coeficientes de correlación y regresión entre los estadios de Gleiser-Hunt modificado y la edad cronológica

Regresión lineal simple	Intercepto	Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Pieza 38	10,697	1,018	2147,139	0,849	0,721	1,623	<0,05
Pieza 48	10,738	1,010	2009,948	0,842	0,710	1,656	<0,05
Regresión lineal múltiple		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Constante		10,369					<0,05
Pieza 38		0,667	998,759	0,864	0,747	1,551	<0,05
Pieza 48		0,387					<0,05
Mejor modelo (paso a paso)		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Constante		10,369					<0,05
Pieza 38		0,667	998,759	0,864	0,747	1,551	<0,05
Pieza 48		0,387					<0,05

edad sin tener en consideración el sexo. Edad = $10,37+0,67(m38)+0,39(m48)$. Al igual que la tabla anterior, se halló las fórmulas para el pronóstico de la edad para varones: Edad = $10,18+0,89(m38)+0,17(m48)$ y mujeres: Edad = $10,46+0,55(m38)+0,51(m48)$.

En la tabla 4 se muestran los coeficientes de correlación y determinación ($r: 0,71$ y $r^2: 0,50$), así como los valores relacionados a la regresión simple (residual: 2,17) entre las proporciones Ri/Rc del análisis morfométrico con la edad cronológica de todos los integrantes de la muestra. De igual forma, el mejor modelo de regresión mostró coeficientes de correlación/determinación ($r: 0,73$ y $r^2: 0,53$) que se acercaron más a la unidad y un residual (2,11) menor.

Al igual que las tablas precedentes, el mejor modelo de regresión permitió hallar una fórmula para el pronóstico de la edad sin tener en consideración el sexo. Edad = $13,49+3,45(m38)+3,43(m48)$ y las fórmulas para el pronóstico de la edad para varones: Edad = $13,35 + 2,87 (m38) + 3,88 (m48)$ y mujeres: Edad = $13,53 + 4,26 (m38) + 2,92 (m48)$ respectivamente.

La tabla 5 muestra la probabilidad porcentual de que una persona o individuo sea mayor o menor de 18 años utilizando el método Demirjian. Cuando el desarrollo radicular del tercer molar estuvo entre los estadios A y F hubo mayor probabilidad de que se trate de una persona menor de edad. Por el contrario, hubo mayor probabilidad de que una persona o individuo sea mayor de 18 años cuando el desarrollo radicular estuvo en el estadio H.

El método Gleiser-Hunt modificado mostró que una persona o individuo es menor de 18 años cuando el desarrollo radicular estuvo entre los estadios 1 y 6. Al contrario, la probabilidad de mayoría de edad ascendió significativamente cuando el desarrollo radicular estuvo en el estadio 10 (Tabla 6).

La tabla 7 muestra una diferencia significativa entre las medias de las proporciones Ri/Rc de sub-adultos y adultos para ambos terceros molares y para ambos sexos; así como una diferencia significativa entre sus límites superior e inferior. En relación a la pieza N° 38, los varones menores de 18 años presentaron una media Ri/Rc de 0,540; mientras que los mayores de 18 años obtuvieron

Tabla 4. Coeficientes de correlación y regresión entre las proporciones Ri/Rc del análisis morfométrico y la edad cronológica

Regresión lineal simple	Intercepto	Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Pieza 38	13,790	6,529	839,740	0,709	0,502	2,168	<0,05
Pieza 48	13,752	6,468	807,716	0,704	0,495	2,183	<0,05
Regresión lineal múltiple		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Constante		13,490					<0,05
Pieza 38		3,446	382,319	0,728	0,530	2,114	<0,05
Pieza 48		3,427					<0,05
Mejor modelo (paso a paso)		Coefficiente regresión	F	r	r ²	Residual	p
Constante		13,490					<0,05
Pieza 38		3,446	382,319	0,728	0,530	2,114	<0,05
Pieza 48		3,427					<0,05

Tabla 5. Probabilidad porcentual de que un individuo tenga al menos 18 años de edad por los estadios de Demirjian según el sexo

Estadio	Pieza N° 38				Pieza N° 48			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	<18	≥18	<18	≥18	<18	≥18	<18	≥18
A	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
B	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	88,89	11,11
C	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
D	100,00	0,00	97,56	2,44	100,00	0,00	97,96	2,04
E	95,52	4,48	94,57	5,43	95,45	4,55	94,51	5,49
F	90,77	9,23	79,10	20,90	91,03	8,97	79,10	20,90
G	59,26	40,74	39,02	60,98	52,11	47,89	40,91	59,09
H	10,92	89,08	13,51	86,49	13,79	86,21	14,46	85,54

Tabla 6. Probabilidad porcentual de que un individuo tenga al menos 18 años de edad por los estadios de Gleiser-Hunt según el sexo

Estadio	Pieza Nº 38				Pieza Nº 48			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18
1	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	66,67	33,33
2	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
3	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00
4	100,00	0,00	97,50	2,50	100,00	0,00	97,78	2,22
5	100,00	0,00	96,49	3,51	100,00	0,00	96,88	3,13
6	91,94	8,06	94,55	5,45	91,55	8,45	90,91	9,09
7	93,55	6,45	75,00	25,00	91,18	8,82	81,25	18,75
8	72,00	28,00	35,14	64,86	66,67	33,33	43,75	56,25
9	40,74	59,26	42,00	58,00	38,00	62,00	36,59	63,41
10	11,30	88,70	12,33	87,67	14,16	85,84	14,63	85,37

Tabla 7. Distribución de las proporciones Ri/Rc por grupos etarios (< 18 y ≥ 18) y sexo

Indicador estadístico	Pieza Nº 38				Pieza Nº 48			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18	< 18	≥ 18
Interv. confianza 95%								
Media Ri/Rc	0,540	0,828	0,404	0,827	0,550	0,844	0,420	0,834
Límite inferior	0,493	0,804	0,364	0,796	0,504	0,820	0,379	0,801
Límite superior	0,587	0,852	0,444	0,859	0,596	0,869	0,461	0,866
Desv. típ.	0,349	0,136	0,313	0,161	0,340	0,140	0,317	0,168
Mínimo	0,000	0,397	0,000	0,207	0,000	0,406	0,000	0,254
Máximo	1,294	1,187	1,126	1,209	1,297	1,180	1,173	1,288
Rango	1,294	0,791	1,126	1,002	1,297	0,774	1,173	1,035

una media de 0,828. En ese mismo sentido, las mujeres menores y mayores de 18 años, presentaron una media Ri/Rc de 0,404 y 0,827 respectivamente. Así, las medias y los límites superior e inferior de la proporción Ri/Rc permiten clasificar a una persona o individuo como sub-adulto o adulto (< o ≥ de 18 años).

El estadístico Kappa demostró la concordancia que hubo entre la primera y segunda clasificación del desarrollo radicular a través de los métodos Demirjian ($k=0,777$) y Gleiser-Hunt modificado ($k=0,775$). Asimismo, se demostró la concordancia entre las proporciones Ri/Rc obtenidas en distintos momentos a través del análisis morfométrico cuyo valor fue 0,967.

El índice de correlación y determinación más próximo a la unidad lo alcanzó el método de Gleiser-Hunt modificado seguido del método Demirjian y el análisis morfométrico. La menor diferencia entre la edad cronológica y dental la obtuvo el método Gleiser-Hunt modificado seguido del método Demirjian, pero, la mayor diferencia entre las edades cronológica y dental la presentó el análisis morfométrico que sea aprecian como residual en la tabla 8.

Adicionalmente los resultados de esta investigación mostraron una infra y sobreestimación de la edad para cada uno de los estadios de Demirjian: infraestimación de la edad cronológica para los estadios C y H; y una sobreestimación para los estadios D, E, F y G. Respecto al método Gleiser-Hunt modificado, hubo infraestimación de la edad cronológica para los estadios 8 y 10; y una sobreestimación para los estadios 4, 5, 6, 7 y 9.

Discusión

El método Gleiser-Hunt modificado presentó mayor exactitud o menor diferencia entre la edad cronológica real y la edad dental estimada (1,551 años); los otros métodos mostraron diferencias mayores. Así, el método Demirjian mostró una diferencia entre 1,76 a 1,78 años cuando empleó la regresión lineal simple, pero, el mejor modelo de regresión obtuvo una diferencia de 1,67 años; esto indicó un aumento en la exactitud en 0,10 años que no representó una ganancia significativa. Mincer¹⁶ reportó esta misma tendencia: mejor predicción de la edad al utilizar los cuatro terceros molares en la regresión múltiple. Arany⁸ - utilizando el mismo método - reportó una diferencia de 1,6 años y Solari¹⁴ una

diferencia de 3 y 2,6 años en mujeres y hombres respectivamente. Sin embargo; la mejor exactitud fue reportada por Prieto ⁷ quien halló una diferencia de -0,10 y 0,07 años para los terceros molares inferiores izquierdos y derechos respectivamente.

En relación a los métodos Gleiser-Hunt modificado y el análisis morfométrico, el presente estudio mostró una mejora en la predicción etaria en 0,10 y 0,06 años respectivamente al utilizar la regresión múltiple. Sin embargo, los investigadores que utilizaron el método Gleiser-Hunt para predecir la edad no reportan diferencias entre la edad cronológica y dental. Tampoco hay referencias respecto a este punto utilizando el análisis morfométrico.

Respecto a la concordancia, los índices Kappa obtenidos para los métodos Demirjian y Gleiser-Hunt modificado difirieron por escasos dos milésimos (0,777 vs 0,775), y solo por estos dos milésimos, el método Demirjian tuvo mejor concordancia respecto del método Gleiser-Hunt modificado. Olze ²⁰ reportó un error intra-observador mínimo para los dos métodos, pero a diferencia de la presente investigación, el método Gleiser-Hunt modificado tuvo mejor concordancia ($k=0,975$) que el método Demirjian ($k=0,957$); dicho sea de paso, las concordancias reportadas por este investigador también difirieron por escasos milésimos. Respecto al análisis morfométrico, el índice de correlación intraclase (CCI) mostró una concordancia muy buena. Estos resultados permitieron inferir que estos instrumentos (o métodos) pueden medir adecuadamente desarrollo dental.

Por otro lado, Gunst ¹¹ y Mesotten ¹⁹ también hallaron una buena concordancia entre las clasificaciones realizadas a través del método Gleiser-Hunt modificado. Esta concordancia también fue reportada para el método Demirjian, así; Kasper ¹, Blankenship ⁵, Orhan ⁶, Prieto ⁷ y Arany ⁸ reportan un error intra-observador no significativo que permite catalogar a este método como un adecuado instrumento de medición.

Cameriere ² realizó mediciones a la apertura apical de los terceros molares inferiores en desarrollo, así como a su distancia ocluso-apical para establecer longitudes que lleven a estimar la edad de un individuo en tránsito a los 18 años. En este sentido, el investigador no halló diferencias significativas entre las mediciones realizadas en momentos distintos: error intra e inter-observador. Esta investigación también realizó mediciones - en momentos diferentes a los molares en desarrollo - con el objeto de determinar el error intra-observador y; aunque aquí no se tomaron los mismos referentes anatómicos para las mediciones, tanto la presente investigación como la de Cameriere presentaron un error intra-observador bastante minúsculo que llevó a concluir que la concordancia entre las mediciones fue muy buena.

Respecto a la relación entre el desarrollo dental y la edad cronológica, el método Gleiser-Hunt modificado obtuvo el mejor índice de correlación que los otros dos métodos. Sin embargo; al comparar las correlaciones que obtuvieron los métodos Gleiser-Hunt modificado

y Demirjian se apreció que existe una mínima diferencia entre ellos (0,864 VS 0,839). Olze ²⁰ también halló correlaciones similares para los métodos Gleiser-Hunt modificado ($r=0,879$) y Demirjian ($r=0,879$); y, al igual que en esta investigación, las correlaciones difirieron por escasos milésimos. El índice de correlación obtenido por el análisis morfométrico estuvo por debajo de las correlaciones obtenidas con los métodos Demirjian y Gleiser-Hunt modificado. Al margen de estas diferencias; se pudo inferir que la relación entre las variables no fue producto del azar, sino que posibilitó predecir el comportamiento de una en relación a la otra, o más precisamente pronosticar la edad a partir del desarrollo dental medido a través de uno de los métodos mencionados.

En relación al párrafo precedente, Mincer ¹⁶ reporta unos coeficientes de determinación entre 0,37 a 0,46 para los terceros molares de manera independiente, los cuales mejoraron al utilizar los cuatro terceros molares en la regresión múltiple ($r^2=0,50$). Asimismo, Prieto ⁷ reportó unos coeficientes de determinación de 0,54 en varones y 0,45 en mujeres; la presente investigación - utilizando los dos molares mandibulares en la regresión múltiple - halló un resultado similar. Del mismo modo, Gunst ¹¹ y Mesotten¹⁹ obtuvieron un índice de correlación muy bueno al relacionar los estadios del método Gleiser-Hunt modificado con la edad cronológica, resultado que es muy similar a lo reportado en este estudio. Respecto al análisis morfométrico, no se hallaron investigaciones - que al utilizar este método - reporten sus coeficientes de correlación.

El método Demirjian, en la presente investigación reportó una infraestimación de la edad cronológica para los estadios C y H; y una sobreestimación para los estadios D, E, F y G. Por su parte, Mincer ¹⁶ reportó resultados similares, es decir, una sobreestimación para los estadios D, E, F y G; así como una escasa diferencia entre la edad cronológica y dental para el estadio H. Kasper¹ reportó una sobreestimación para los grupos etarios menores, así como una infraestimación para los grupos etarios mayores. Respecto a los investigadores que utilizaron el método Gleiser-Hunt modificado y el método del análisis morfométrico para predecir la edad, no hacen referencia a este respecto.

Liversidge ¹⁸ en su investigación - utilizó el método Demirjian - y reportó que hubo personas de corta edad con sus dientes en los últimos estadios de maduración y personas de mayor edad con sus dientes en los primeros estadios de maduración, ello le permitió concluir que la heterogeneidad del desarrollo dental es una característica propia de los dientes. Estos hallazgos reportados son congruentes con lo aquí hallado, pues se encontró radiografías de terceros molares en personas de 17 años con estadios de desarrollo A, B y C. Así, es probable hallar personas menores de 13 años cuyo desarrollo radicular - de sus terceros molares - se encuentren en los estadios D, E o F. Investigadores - que utilizan métodos distintos al de Demirjian para clasificar el desarrollo dental - no reportan dicha heterogeneidad ^{11,15,19-21}.

Por todo lo antes mencionado; el método Gleiser-Hunt modificado fue más eficaz que el método Demirjian pero, dicha eficacia no tuvo una diferencia considerable. En consecuencia, si se requiere estimar la edad de una persona o individuo cuya identidad y/o edad se encuentran en duda deberían utilizarse los dos métodos en conjunto, pues el método Gleiser-Hunt modificado ofrece mayor exactitud para pronosticar la edad y el método Demirjian más confianza al momento de asignar un estadio de desarrollo. De otro lado; el análisis morfométrico presentó menor exactitud para predecir la edad, esto se debió – probablemente - a que la predicción final de la longitud de la raíz no es exacta, sino que es un estimado cuyos límites de confianza guardan relación con las medidas de tendencia central y dispersión. Por consiguiente, es muy probable que la predicción de la longitud final de la raíz haya constituido un sesgo que no permitió hallar una correlación más alta respecto a los otros métodos; sesgo que seguramente influyó en la exactitud del diagnóstico de la edad.

Es importante mencionar que las diferencias entre la edad cronológica y dental - inherentes a cada uno de los métodos – deben considerarse si se decide aplicar las fórmulas de regresión aquí expuestas en los distintos casos forenses, especialmente si dichos casos guardan relación con contextos en los que la identificación juega un rol relevante en el ámbito jurídico y humanitario.

En conclusión; el método Gleiser-Hunt modificado fue más eficaz para el pronóstico de la edad respecto de los métodos Demirjian y el análisis morfométrico.

Referencias bibliográficas

1. Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR. Reliability of third molar development for age estimation in a Texas hispanic population: a comparison study. *J Forensic Sci* [Internet]. 2009 [citado en marzo de 2.014]; 54:651-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01031.x>
2. Cameriere R, Ferrante D, De Angelis D, Scarpino F, Galli F. The comparison between measurement of open ápices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18-year old in living subjects. *Int J Legal Med* [Internet]. 2008 [citado en marzo de 2.014]; 122:493-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-008-0279-6>
3. Santoro V, Lozito P, Mastrorocco N, Introna F. Morphometric analysis of third molar root development by an experimental method using digital orthopantomographs. *J Forensic Sci* [Internet]. 2008 [citado en abril de 2.014]; 53:1-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00767.x>
4. Prieto JL. La maduración del tercer molar y el diagnóstico de la edad. Evolución y estado actual de la cuestión. *Cuad Med forense* [Internet]. 2008 [citado en abril de 2.014]; 14:11-24. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1135-76062008000100003.
5. Blankenship JA, Mincer HH, Anderson KM, Woods MA, Burton EL. Third molar development in the estimation of chronologic age in American blacks as compared with whites. *J Forensic Sci* [Internet]. 2007 [citado en mayo de 2.014]; 52:1-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2006.00356.x>
6. Orhan K, Ozer L, Orhan AI, Dogan S, Paksoy CS. Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2007 [citado en mayo de 2.014]; 165:46-51. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.02.046>
7. Prieto JL, Barbería E, Ortega R. Evaluation of chronological age based on third molar development in the spanish population. *Int J Legal Med* [Internet]. 2005 [citado en junio de 2.014]; 119:349-54. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00414-005-0530-3>
8. Arany S, Lino M, Yoshioka N. Radiographic survey of third molar development in relation to chronological age among japanese juveniles. *J Forensic Sci* [Internet]. 2004 [citado en junio de 2.014]; 49:534-8. <https://pdfs.semanticscholar.org/62f9/c28f848a181cdb9537969817f61a5ee22f95.pdf>
9. De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2004 [citado en julio de 2.014]; 146S:S9-S12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2004.09.021>
10. Chaillet N, Willems G, Demirjian A. Dental maturity in Belgian children using Demirjian's method and polynomial functions: new standard curves for forensic and clinical use. *J Forensic Odontostomatol* [Internet]. 2004 [citado en julio de 2.014]; 2:18-27. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16223016/>
11. Gunst K, Mesotten K, Carbonez A, Willems G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2003 [citado en agosto de 2.014]; 136:52-7. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0379-0738\(03\)00263-9](https://doi.org/10.1016/s0379-0738(03)00263-9)
12. Garamendi PM, Landa MI. Estimación de la edad en torno a 18 años. Revisión bibliográfica. *Cuad Med forense* [Internet]. 2003 [citado en agosto de 2.014]; 31:13-24. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/cmff/n31/Art02.pdf>
13. Garamendi PM, Landa MI, Ballesteros J, Solano MA. Estimación forense de la edad en torno a los 18 años. Estudio en una población de inmigrantes indocumentados de origen Marroquí. *Cuad Med forense* [Internet]. 2003 [citado en setiembre de 2.014]; 31:25-35. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1135-76062003000100004
14. Solari AC, Abramovitch K. The accuracy and precision of third molar development as an indicator of chronological age in Hispanics. *J Forensic Sci* [Internet]. 2002 [citado en setiembre de 2.014]; 47:531-5. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/11322973_The_accuracy_and_precision_of_third_molar_development_as_indicator_of_chronological_age_in_Hispanics
15. Liversidge HM, Molleson TI. Developing permanent tooth length as an estimate of age. *J Forensic Sci* [Internet]. 1999 [citado en octubre de 2.014]; 44:917-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10486941/>

16. Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci* [Internet]. 1993 [citado en octubre de 2.014]; 38:379-90. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/0f70/7ee40931c8c3aada75c2479d25b95ad86770.pdf>
17. Kullman L, Johanson G, Akesson L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J* [Internet]. 1992 [citado en noviembre de 2.014]; 16:161-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1455327/>
18. Liversidge HM. Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2010 [citado en noviembre de 2.014]; 201:95-101. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1455327/>
19. Mesotten K, Gunst K, Willems G. Chronological age determination based on the root development of a single third molar: a retrospective study based on 2513 OPGs. *J Forensic Odontostomatol* [Internet]. 2003 [citado en noviembre de 2.014]; 21:31-5. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/8949313_Chronological_age_determination_based_on_the_root_development_of_a_single_third_molar_A_retrospective_study_based_on_2513_OPGs
20. Olze A, Bilang D, Shmidt S, Wernecke K, Geserick G, Schmeling A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med*. [Internet]. 2004 [citado en diciembre de 2.014]; 119:22-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15538611/>
21. Dhanjal K, Bhardwaj H, Liversidge H. Reproducibility of radiographic stage assessment of third molars. *Forensic Sci Int*. [Internet]. 2006 [citado en diciembre de 2.014]; Suppl 1:S74-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16530998/>
22. Ashifa N, Kumar M, Ulaganambi S. Estimation of age using third molar development. A radiological cross-sectional study. *Am J Med Pathol*. [Internet]. 2020 [citado en octubre de 2.020]; 41(2):115-8. Disponible en: https://journals.lww.com/amjforensicmedicine/Abstract/2020/06000/Estimation_of_Age_Using_Third_Molar_Development__A.6.aspx
23. Mathew AL, Cherian SA, Mathew R. Chronological age estimation based on mandibular third molar development from digital panoramic radiograph in a south Kerala population. *J Ora Med*. [Internet]. 2017 [citado en octubre de 2.020]; 1(1):1-3. Disponible en: <https://www.imedpub.com/articles/chronological-age-estimation-based-on-mandibular-third-molar-development-from-digital-panoramic-radiograph-in-a-south-kerala-popul.php?aid=21590>
24. Pilloud M, Heim K. A test of age estimation methods on impacted third molars in males. *J Forensic Sci*. [Internet]. 2019 [citado en octubre de 2.020]; 64(1):196-200. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29975991/>
25. Barbosa T, Cauduro da Rosa G, Marques M, Nogueira de Oliveira R, Ribeiro R. Third molar development by Demirjian's stages and age estimation among Brazilians. *Forensic Imaging* [Internet]. 2020 [citado en octubre de 2.020]; 20:200353. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.fri.2020.200353>
26. Lutalo C, Kutesa A, Munabi I, Kabenge C, Buwembo W. Accuracy of the lower third molar radiographic imaging to estimate age among Ugandan young people. *BMC Res Notes* [Internet]. 2019 [citado en octubre de 2.020]; 12:652. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4686-1>

