

Precisión de métodos de estimación de edad dental de Demirjian, Willems I y II en una población cusqueña

Accuracy of Demirjian, Willems I and II dental age estimation methods in a Cusquenian population

Elflori Ricardo Rios Florez ^{1,a}, Mirna Mayra Palomino Soto ^{1,b}

¹ Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

^a Maestro en Docencia Universitaria.

^b Maestro en Odontología Forense.

Correspondencia:

Elflori Ricardo Rios Florez: 100077640@cientifica.edu.pe
Urb. Tío Pasaje Los Rosales Y-11. Wanchaq. Cusco. Perú
ORCID: 0000-0003-0675-7656

Coautores:

Mirna Mayra Palomino Soto: mpalomino@cientifica.edu.pe
ORCID: 0000-0003-0927-5521

Editores:

Eliberto Ruiz Ramirez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

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

Recibido: 11/02/22

Aceptado: 25/08/22

Publicado: 21/10/22

Resumen

Objetivo. Determinar la precisión de los métodos de estimación de edad dental propuestos por Demirjian, Willems I y su modificación Willems II con la edad cronológica en radiografías panorámicas digitales de pacientes entre 6 y 16 años atendidos en el centro radiológico CERADENT Cusco – Perú, de enero a junio del 2021. **Métodos.** Este trabajo fue de tipo descriptivo, transversal y retrospectivo, donde se evaluaron 220 radiografías panorámicas digitales de pacientes de ambos sexos (6-16 años), se consignó los estadios de maduración dental propuestos por Demirjian et al. en cada pieza dental de la hemiarcada inferior izquierda para posteriormente determinar la edad dental mediante los métodos de Willems I, II y Demirjian. **Resultados.** Se aplicó la prueba Willcoxon para determinar la diferencia de medias entre la edad cronológica y la edad dental estimada según cada método. Para el total de la muestra se evidenció que el método de Demirjian fue el más preciso, presentando una ligera subestimación de edad en algunos rangos etarios para ambos sexos, seguido del método de Willems II y finalmente el menos preciso fue el método de Willems I, existiendo diferencias mínimas entre estos métodos, también se evidenció similitudes entre los resultados obtenidos a través de los métodos de Willems I y II. **Conclusiones.** El método del Demirjian fue el más preciso para poder estimar la edad dental en una población cusqueña, sin embargo, al no existir diferencias amplias entre los métodos estudiados, los tres métodos resultan buenos estimadores de edad.

Palabras clave: Odontología forense; Determinación de la edad por los dientes; Germen dentario; Investigación dental; Radiografía panorámica (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Objective. To determine the accuracy of the dental age estimation methods proposed by Demirjian, Willems I and its modification Willems II with the chronological age in digital panoramic radiographs of patients between 6 and 16 years of age attended at the CERADENT Cusco - Peru radiological center, from January to June 2021. **Methods.** It was a descriptive, cross-sectional and retrospective study in which 220 digital panoramic radiographs of patients of both sexes (6-16 years) were evaluated. The stages of dental maturation proposed by Demirjian et al. were recorded in each dental piece of the lower left hemiarch to subsequently determine the dental age by means of the Willems I, II and Demirjian methods. **Results.** The Willcoxon test was applied to determine the difference in means between the chronological age and the estimated dental age according to each method. For the total sample, it was found that the Demirjian method was the most

accurate, presenting a slight underestimation of age in some age ranges for both sexes, followed by the Willems II method and finally the least accurate was the Willems I method, there were minimal differences between these methods, there were also similarities between the results obtained through the Willems I and II methods. **Conclusions.** The Demirjian method was the most accurate method for estimating dental age in a Cusquenian population; however, since there were no wide differences between the methods studied, the three methods were good age estimators.

Keywords: Forensic dentistry; Age determination by teeth; Tooth germ; Dental research; Panoramic radiography (source: MeSH NLM).

Introducción

La edad de las personas constituye una parte fundamental de sus datos biológicos y desarrolla un rol indispensable para la identificación, no solo de personas vivas, sino también de fallecidas^{1,2}. Sin embargo, existen situaciones en donde no se dispone de documentos de identificación confiables; por tal motivo, la edad debe determinarse mediante varios métodos, que se basan, principalmente en el desarrollo físico, esquelético y dental^{1,3}. Es así, que la edad dental (ED) estimada mediante la evaluación imagenológica del desarrollo de los dientes es considerada un indicador confiable de la edad cronológica (EC) debido a que la maduración de los mismos presenta un curso sistematizado y controlado por la genética, siendo afectado de menor manera por factores locales y medioambientales⁴⁻⁹. La edad dental ha sido empleada en diversas ciencias como la endocrinología, pediatría, ortodoncia entre otras; siendo en el campo forense una de las más empleadas ya que cumple con fines legales, forenses y civiles^{3,6}.

El número de piezas dentales requeridas para un método específico varía según los lineamientos determinados por cada autor para su correcto análisis. El método más empleado para estimar la edad dental en niños y adolescentes es el método de Demirjian^{10,11}, el cual se basa en la calcificación de los dientes permanentes del lado izquierdo mandibular, examinando desde el incisivo central hasta el segundo molar, donde rigen 8 estadios de maduración designados con letras (A- H) a los cuales posteriormente se les asignan valores numéricos según al sexo, los que deberán ser sumados y ubicados en otra tabla para expresar la edad en años¹²⁻¹⁴. Willems *et al.*¹⁵ modificaron este método después de un estudio realizado el 2001, el cual reveló que el método de Demirjian sobrestimaba la edad en una población caucásica belga. El método adaptado, más tarde se conoció como método de Willems I (WI), este conserva los estadios de Demirjian, pero emplea otras tablas de valores que expresan la edad dental directamente en años teniendo en cuenta el sexo^{2,15}. Para 2010 los autores publican una nueva tabla de referencia, Willems II (WII), tomando en cuenta ambos sexos en conjunto, sugiriendo que puede ser empleada cuando el sexo del individuo es desconocido¹⁶.

Rezende *et al.*¹⁷ evaluaron los métodos de Cameriere y Willems I para la estimación de edad dental el año 2020 en una muestra brasileña que constaba en 180 radiografías panorámicas digitales de niños entre 6 y 14 años de edad,

donde el método de Willems I mostró una sobreestimación de -0,47 años para el sexo femenino mientras que -0,39 para el sexo masculino concluyendo que el método de Willems es más confiable para la estimación de edad.

Paz *et al.*¹⁸ evaluaron y compararon la validez y precisión del método de Willems I, Nolla y Demirjian para estimar la edad dental en una población española el año 2020, cuya muestra consistía en 604 ortopantomografías de niños entre 4 y 13 años de edad en donde el método de Willems I sobreestimó la edad de los niños en 0,35 años y en las niñas 0,17 años concluyendo que el método de Willems I es el más apropiado para la estimación de edad debido a su precisión.

Por otra parte, Quispe *et al.*⁷ compararon la edad cronológica y la edad dentaria según el método de Willems I en radiografías panorámicas de pacientes de 4 a 15 años de la ciudad de Huaraz en el año 2019, teniendo una muestra de 799 radiografías panorámicas concluyendo que el método de Willems I no fue un buen estimador de edad dental para una población peruana.

Los métodos de Demirjian y Willems I son los métodos más empleados en Latinoamérica para la estimación de edad dental, por lo que se consideró importante realizar una comparación de estos con el método de Willems II debido a que es un método más reciente y con poca bibliografía.

El presente estudio se justifica porque la investigación proporcionará información detallada sobre los métodos de estimación de edad dental propuestos por Demirjian, Willems I y II; ya que en el Perú no existen estudios previos donde se realice una comparación de estos tres métodos en una población cusqueña. En el aspecto práctico, porque surge la necesidad de corroborar si estos métodos son funcionales en una población peruana, por otra parte, se afianzará el correcto uso de los métodos estudiados y finalmente en el ámbito social, porque la estimación de edad en niños y adolescentes, está ligado estrechamente con la práctica de sus deberes y derechos englobando desde acontecimientos criminales hasta compensaciones económicas por procesos en materia civil.

El propósito de esta investigación fue determinar la precisión de los métodos de estimación de edad dental propuestos por Demirjian, Willems I y su modificación Willems II con la edad cronológica en radiografías panorámicas digitales de pacientes entre 6 y 16 años atendidos en el

centro radiológico CERADENT S.A.C. de la ciudad de Cusco – Perú durante los meses de enero a junio del 2021.

Métodos

Diseño del estudio, población muestral y criterios de muestreo. El presente estudio de investigación fue cuantitativo, descriptivo, transversal y retrospectivo; aprobado por el comité de ética de la Universidad Científica del Sur (Constancia N.º 365-CIEI-CIENTIFICA-2021) así como también por las autoridades competentes del Centro Radiológico CERADENT S.A.C de la ciudad de Cusco. El tamaño muestral se determinó mediante la fórmula de comparación de muestras emparejadas, obtenida a través del Software EPIDAT 4,2 con un nivel de confianza del 95%, coeficiente de correlación de 0,95, potencia del 80% y las desviaciones estándar esperadas de 2,92 y 2,78 dando como resultado una muestra de 220 radiografías panorámicas digitales las cuales se seleccionaron al azar (101 varones y 119 mujeres) de edades comprometidas entre los 6 y los 16 años de edad las que se mantuvieron en confidencialidad y fueron codificadas numéricamente del 1 al 220. La selección de la muestra se realizó satisfaciendo los criterios de inclusión que fueron: Radiografías panorámicas digitales de pacientes atendidos en el centro radiológico CERADENT S.A.C entre 6 y 16 años de edad, radiografías panorámicas digitales que presenten los siete dientes permanentes mandibulares (Desde el incisivo central hasta la segunda molar) de la hemiarcada inferior izquierda, radiografías panorámicas digitales nítidas, con buen contraste y ausencia de anomalías dentales de número, forma, tamaño o posición en piezas dentales de la hemiarcada inferior izquierda. Por otra parte, los criterios de exclusión tomados en cuenta fueron: Radiografías panorámicas digitales de pacientes que presenten aparatología ortodóntica fija y removible y radiografías panorámicas digitales de pacientes con patologías óseas y fracturas mandibulares asociadas a la hemiarcada inferior izquierda.

Cálculo de la edad cronológica y la estimación de la edad dental. La edad cronológica (EC) se determinó mediante el sistema decimal mediante la diferencia entre la fecha en la que se tomó la radiografía panorámica digital y la fecha de nacimiento documentada, apoyándonos de la tabla de conversión de edad cronológica a decimales.

Se evaluaron tres métodos de estimación de edad dental (ED) Demirjian, Willems I y Willems II. Las etapas de calcificación dental se analizaron en siete dientes permanentes del lado izquierdo de la mandíbula excluyendo la tercera molar según los estadios propuestos por Demirjian et al. donde rigen 8 etapas de mineralización (A-H) desde el inicio de calcificación en la parte superior de la cripta en forma de conos o estadio A hasta los ápices completamente cerrados o estadio H, para el método de Demirjian la ED se calculó por puntuaciones específicas autoponderadas para cada etapa dental, tomando en cuenta el sexo, las cuales serán sumadas para posteriormente ser expresadas en años a través de una tabla de conversión. En lo que concierne al método de Willems I se emplean tablas de valores ajustados basados en el

análisis de regresión en una muestra belga, el cual nos da valores expresados directamente en años tomando en cuenta el sexo y finalmente el método de Willems II utiliza una tabla de valores ajustados expresando valores directamente en años sin considerar el sexo.

Reproductibilidad de las medidas. El investigador principal fue debidamente capacitado con una especialista en Odontología Forense para evaluar radiografías panorámicas digitales y determinar el estadio de mineralización de las piezas dentales. Antes de comenzar con el estudio el investigador principal se capacitó en tres etapas, la primera fue netamente teórica, en la segunda etapa se evaluaron 32 radiografías panorámicas digitales, seleccionadas al azar, en dos momentos diferentes, con una diferencia de 10 días y en la tercera etapa se compararon los resultados de la evaluación del investigador principal con los resultados de la especialista. Se empleó el coeficiente kappa de Cohen para determinar las concordancias inter e intraobservador las cuales fueron 0,98 y 1,00 respectivamente.

Análisis estadístico. La información obtenida a través de los métodos de estimación de ED fue analizada de forma colectiva e independiente para cada grupo etario y sexo, donde se aplicó la prueba de normalidad de Kolmogorov – Smirnov y Shapiro – Wilk donde se encontró que no existe una distribución normal de los datos por lo que se evaluaron con la prueba de Wilcoxon. Se determinó la diferencia de medias entre la EC y la ED para cada sexo y grupo etario. La ausencia de error y la diferencia absoluta de la media o la mediana son enfoques que se tomaron en cuenta para evaluar la precisión de una técnica de estimación de ED. Liverside et al. determinó que es más importante la ausencia de error, incluido el error medio absoluto (EMA) para determinar la precisión de un método; por ende, la precisión de los métodos de Demirjian, Willems I y Willems II se determinaron empleando el EMA21. Se empleó el coeficiente de correlación de rangos de Spearman para determinar la correlación entre la EC y la ED en los tres métodos estudiados. Los datos fueron analizados con el software IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 26,0. Para todos los análisis estadísticos se trabajó con una significancia de $p < 0,05$.

Resultados

Se analizaron 220 radiografías panorámicas digitales de pacientes entre 6 y 16 años atendidos en el centro radiológico CERADENT S.A.C. de la ciudad de Cusco – Perú, donde la precisión de la estimación de la edad dental se definió como la capacidad de predecir la edad cronológica a través de un método de estimación de edad dental (Demirjian, Willems I y Willems II) y fue medida como la diferencia entre ambas ²¹⁻²⁴. La edad dental obtenida de cada método se comparó con la edad cronológica de cada radiografía panorámica digital, realizando una diferencia entre los valores obtenidos, donde un resultado positivo indica una sobreestimación y una cifra negativa una subestimación.

En la tabla 1 se muestra la distribución de la muestra según grupos etarios y sexo, así como también las medias

Tabla 1. Distribución y porcentaje de la muestra según grupo etario y sexo, comparación de la edad dental y la edad cronológica según los métodos de Demirjian, Willems I y Willems II, entre ambos sexos

Edad	Varones (%)	Media EC (DS)	Método	Media ED (DS)	ED-EC	EMA	P	Mujeres (%)	Media EC (DS)	Método	Media ED (DS)	ED-EC	EMA	P
6-6,9	10 (4,5%)	6,686 (0,21)	D	7,384 (0,53)	0,698 (0,50)	0,63 (0,48)	<0,001	9 (4,1%)	6,493 (0,34)	D	7,473 (0,43)	0,98 (0,36)	0,63 (0,48)	0,015
			W I	6,521 (0,28)	-0,165 (0,31)	0,24 (0,15)	0,095			W I	6,349 (0,22)	-0,144 (0,27)	0,17 (0,15)	0,092
			W II	6,592 (0,39)	-0,094 (0,17)	0,19 (0,21)	0,205			W II	6,314 (0,44)	-0,179 (0,39)	0,25 (0,21)	0,311
7-7,9	9 (4,1%)	7,518 (0,33)	D	7,796 (0,31)	0,278 (0,24)	0,42 (0,35)	<0,001	14 (6,4%)	7,639 (0,45)	D	7,391 (0,28)	-0,248 (0,35)	0,39 (0,53)	0,048
			W I	7,389 (0,51)	-0,129 (0,38)	0,18 (0,15)	0,107			W I	7,419 (0,67)	-0,220 (0,27)	0,21 (0,46)	0,093
			W II	7,533 (0,43)	-0,015 (0,32)	0,07 (0,29)	0,704			W II	7,546 (0,43)	-0,093 (0,39)	0,11 (0,31)	0,134
8-8,9	14 (6,4%)	8,511 (0,34)	D	8,429 (0,47)	-0,082 (0,51)	0,20 (0,37)	0,266	7 (3,1%)	8,472 (0,39)	D	8,497 (0,32)	0,025 (0,25)	0,10 (0,31)	0,328
			W I	8,331 (0,49)	-0,18 (0,35)	0,37 (0,15)	0,005			W I	8,032 (0,61)	-0,440 (0,38)	0,29 (0,42)	<0,001
			W II	8,256 (0,43)	-0,255 (0,34)	0,44 (0,29)	<0,001			W II	8,154 (0,38)	-0,318 (0,25)	0,27 (0,23)	0,004
9-9,9	3 (1,4%)	9,628 (0,48)	D	9,145 (0,23)	-0,483 (0,42)	0,46 (0,36)	0,047	7 (3,1%)	9,734 (0,52)	D	9,098 (0,26)	-0,636 (0,43)	0,33 (0,36)	<0,001
			W I	9,396 (0,54)	-0,232 (0,57)	0,22 (0,64)	0,059			W I	9,598 (0,47)	-0,136 (0,38)	0,16 (0,64)	0,129
			W II	9,518 (0,36)	-0,11 (0,29)	0,13 (0,41)	0,721			W II	9,475 (0,31)	-0,259 (0,25)	0,21 (0,41)	0,097
10-10,9	9 (4,2%)	10,525 (0,35)	D	10,869 (0,51)	0,344 (0,42)	0,26 (0,44)	0,140	7 (3,1%)	10,501 (0,26)	D	10,852 (0,34)	0,351 (0,30)	0,24 (0,39)	0,216
			W I	10,368 (0,83)	-0,157 (0,57)	0,15 (0,32)	0,244			W I	10,238 (0,43)	-0,263 (0,27)	0,18 (0,42)	0,071
			W II	10,398 (0,68)	-0,127 (0,29)	0,11 (0,27)	0,736			W II	10,412 (0,28)	-0,089 (0,36)	0,10 (0,31)	0,457
11-11,9	14 (6,4%)	11,559 (0,32)	D	11,681 (0,83)	0,122 (0,48)	0,23 (0,54)	0,464	13 (5,9%)	11,617 (0,44)	D	11,742 (0,52)	0,125 (0,43)	0,25 (0,39)	0,732
			W I	11,032 (0,67)	-0,527 (0,57)	0,42 (0,49)	<0,001			W I	11,117 (0,49)	-0,500 (0,51)	0,40 (0,46)	<0,001
			W II	11,052 (0,61)	-0,507 (0,29)	0,37 (0,53)	<0,001			W II	11,228 (0,57)	-0,389 (0,29)	0,33 (0,31)	0,008
12-12,9	14 (6,4%)	12,556 (0,30)	D	12,517 (0,79)	-0,039 (0,51)	0,19 (0,38)	0,689	15 (6,8%)	12,426 (0,29)	D	12,569 (0,54)	0,143 (0,37)	0,19 (0,45)	0,724
			W I	11,987 (0,73)	-0,569 (0,47)	0,31 (0,65)	<0,001			W I	12,017 (0,61)	-0,409 (0,52)	0,28 (0,43)	<0,001
			W II	11,960 (0,78)	-0,596 (0,49)	0,36 (0,81)	0,001			W II	12,004 (0,58)	-0,422 (0,49)	0,37 (0,76)	<0,001
13-13,9	12 (5,4%)	13,480 (0,35)	D	13,227 (0,66)	-0,253 (0,48)	0,25 (0,38)	0,660	14 (6,4%)	13,528 (0,37)	D	13,358 (0,60)	-0,170 (0,57)	0,21 (0,59)	0,129
			W I	12,753 (0,62)	-0,727 (0,35)	0,37 (0,65)	<0,001			W I	12,983 (0,63)	-0,545 (0,49)	0,36 (0,37)	<0,001
			W II	12,745 (0,64)	-0,735 (0,51)	0,41 (0,81)	<0,001			W II	12,896 (0,57)	-0,632 (0,46)	0,40 (0,52)	<0,001
14-4,9	5 (2,3%)	14,494 (0,31)	D	13,904 (0,61)	-0,590 (0,38)	0,38 (0,38)	0,051	18 (8,2%)	14,481 (0,49)	D	14,607 (0,48)	0,126 (0,52)	0,26 (0,41)	0,136
			W I	13,704 (0,75)	-0,790 (0,63)	0,46 (0,65)	<0,001			W I	14,297 (0,34)	-0,184 (0,45)	0,31 (0,34)	0,038
			W II	13,780 (0,76)	-0,714 (0,57)	0,40 (0,81)	<0,001			W II	14,089 (0,69)	-0,392 (0,61)	0,38 (0,59)	0,017
15-15,9	7 (3,1%)	15,599 (0,31)	D	15,210 (0,23)	-0,389 (0,41)	0,42 (0,34)	0,339	14 (6,4%)	15,617 (0,26)	D	15,723 (0,35)	0,106 (0,47)	0,29 (0,45)	0,257
			W I	15,111 (0,97)	-0,488 (0,72)	0,51 (0,53)	0,008			W I	15,429 (0,62)	-0,188 (0,58)	0,32 (0,67)	0,039
			W II	15,155 (0,92)	-0,444 (0,63)	0,47 (0,76)	0,004			W II	15,198 (0,58)	-0,419 (0,43)	0,45 (0,55)	<0,001
16-16,9	4 (1,8%)	16,132 (0,11)	D	16,000 (0,10)	-0,132 (0,21)	0,28 (0,15)	0,053	1 (0,5%)	16,023 (0,10)	D	16,000 (0,21)	-0,023 (0,32)	0,19 (0,31)	0,067
			W I	15,448 (0,31)	-0,684 (0,27)	0,35 (0,48)	0,043			W I	15,532 (0,42)	-0,491 (0,33)	0,28 (0,45)	0,048
			W II	15,690 (0,20)	-0,442 (0,35)	0,31 (0,37)	0,031			W II	15,231 (0,38)	-0,792 (0,27)	0,39 (0,42)	<0,001

DS: Desviación estándar; EC: Edad cronológica; ED: Edad dental; EMA: Error absoluto medio; D: Método de Demirjian; WI: Método de Willems I; WII: Método de Willems II. Los valores en negrita indican significancia estadística (p < 0,05).

con sus respectivas desviaciones estándar de EC, ED, ED – EC, EMA y el valor de p para la estimación de edad dental obtenido por cada método. Encontramos que el método de Demirjian (D) subestimó la edad cronológica (EC) en varones de 8, 9, 12, 13, 14, 15 y 16 años (-0,082; -0,483; -0,039; -0,253; -0,590; -0,389; -0,132; respectivamente), mientras que en mujeres subestimó la EC en las edades de 7, 9, 13 y 16 años (-0,248; -0,636; -0,170; -0,023, respectivamente), en lo que respecta a los métodos de Willems I (W I) y Willems II (W II) ambos presentan una tendencia a subestimar la edad cronológica en ambos sexos y en todos los grupos etarios estudiados.

Del total de la muestra estudiada (tabla 2) la diferencia de medias entre la edad dental (ED) y la edad cronológica (EC) fue significativa en todos los métodos de estimación de edad dental excepto en el método de Demirjian tanto en varones (0,0532) como en mujeres (0,214). Al evaluar la muestra en sub grupos según al sexo (varones y mujeres) y el total de la muestra, se demostró que el método de Demirjian es el más preciso al momento de estimar la edad dental debido a que presentó el EMA más bajo en los tres grupos, en comparación a los otros métodos estudiados (EMA: varones 0,43, mujeres 0,37, total 0,21) seguido del método de Willems II (EMA: varones 0,61, mujeres 0,45, total 0,37) y finalmente el

método menos preciso fue el de Willems II (EMA: varones 0,57, mujeres 0,52, total 0,49).

Se aplicó la prueba de coeficiente de correlación de Spearman para analizar la diferencia de medias entre la edad dental y la edad cronológica. En la tabla 3 se evidencia que todos los métodos de estimación de edad dental tuvieron una buena correlación lineal (con valores comprendidos en un rango de 0,949 a 0,986) la cual fue estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

Discusión

La estimación de la edad dental es solicitada en varias ciencias con objetivos legales y forenses,²⁵⁻²⁷ en estos casos es de particular importancia la precisión del método aplicado en dicho proceso, es decir en que magnitud la diferencia entre la edad dental estimada y la edad cronológica se aproximan a “0”^{13,28}. En el ámbito forense, una diferencia de +/- 0,5 a +/- 1 año entre la edad dental y cronológica es considerada aceptada¹³.

El presente trabajo de investigación demostró la precisión de los métodos de Willems I, Willems II y Demirjian en la estimación de la edad dental para ser aplicados en el ámbito forense en una muestra Cusqueña. Teniendo en cuenta que del total de la muestra analizada los métodos de Willems I y Willems II subestimaron la edad tanto en varones como en mujeres y el método de Demirjian sobreestimó la edad

Tabla 2. Comparación de la edad dental y la edad cronológica para los métodos de Demirjian, Willems I y Willems II en varones, mujeres y la muestra total

Sexo	Media EC (DS)	Método	Media ED (DS)	ED-EC (DS)	EMA	p
Varones	11,121 (2,87)	D	11,277 (2,75)	0,156 (0,68)	0,43 (0,35)	0,053
		W I	10,816 (2,65)	-0,305 (0,76)	0,57 (0,39)	<0,001
		W II	10,576 (2,69)	-0,545 (0,97)	0,61 (0,42)	<0,001
Mujeres	11,660 (2,95)	D	11,531 (2,70)	-0,129 (0,43)	0,37 (0,28)	0,214
		W I	11,112 (2,89)	-0,548 (0,57)	0,52 (0,48)	<0,001
		W II	11,384 (2,79)	-0,276 (0,50)	0,45 (0,52)	<0,001
Total	11,413 (2,92)	D	11,415 (2,72)	0,002 (0,38)	0,21 (0,29)	0,682
		W I	10,976 (2,78)	-0,437 (0,56)	0,49 (0,43)	<0,001
		W II	11,013 (2,77)	-0,400 (0,43)	0,37 (0,37)	<0,001

DS: Desviación estándar; EC: Edad cronológica; ED: Edad dental; EMA: Error absoluto medio; D: Método de Demirjian; WI: Método de Willems I; WII: Método de Willems II. Los valores en negrita indican significancia estadística ($p < 0,05$)

Tabla 3. Correlación entre la edad dental y la edad cronológica según la prueba de correlación de Spearman para los métodos de Demirjian, Willems I y Willems II en varones, mujeres y el total de la muestra

Método	Valores r/p	Varones	Mujeres	Total
Demirjian	Valores r	0,962	0,966	0,981
	Valores p	<0,001	<0,001	<0,001
Willems I	Valores r	0,949	0,973	0,967
	Valores p	<0,001	<0,001	<0,001
Willems II	Valores r	0,986	0,954	0,983
	Valores p	<0,001	<0,001	<0,001

DS: Desviación estándar; EC: Edad cronológica; ED: Edad dental; EMA: Error absoluto medio; D: Método de Demirjian; WI: Método de Willems I; WII: Método de Willems II. Los valores en negrita indican significancia estadística ($p < 0,05$)

para varones en los grupos etarios de 6, 7, 10 y 11 años y subestimó la edad para mujeres en las edades de 7, 9, 13 y 16 años, se encontró que el método de Demirjian es el más preciso seguido del método de Willems II y el menos preciso fue el método de Willems I discrepando con Rezende *et al.*¹⁷ quienes señalaron en su estudio que el método de Willems I es fiable para la estimación de edad debido a que presentó una sobreestimación de -0,47 años para el sexo femenino y -0,39 años para el sexo masculino, sin embargo, en la presente investigación se encontró que el método de Willems I subestimó la edad en -0,42 y -0,32 para el sexo masculino y femenino respectivamente¹⁷⁻³⁰.

Por otra parte, Paz *et al.*¹⁸ llegaron a concluir que el método de Willems I es el más apropiado para estimar la edad dental en comparación con los métodos de Demirjian y Nolla resultado discrepante con nuestra investigación donde encontramos que el método de Demirjian es el más preciso, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferencias de medias con la edad cronológica, estas discrepancias pueden ser consecuentes a que las cantidades de las muestras que se emplearon en cada estudio no fueron homogéneas además del factor étnico y el medio geográfico donde se desarrolló cada investigación.

Los resultados propuestos por Quispe *et al.*⁷ mencionan que el método de Willems I no es un buen indicador de la edad dental, resultados con los que diferimos en nuestra investigación, donde consideramos que los tres métodos empleados en la presente investigación son apropiados para estimar la edad dental.

En nuestra investigación se halló que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la edad dental estimada por los métodos de Willems I y Willems II, pudiéndose emplear cualquiera de los dos según el contexto lo requiera, coincidiendo con lo expuesto por Ortega *et al.*¹³ Quienes mencionan que la precisión de los métodos Willems I y II son apropiadas para la estimación de edad dental siendo aplicables en el contexto forense.

Uno de los hallazgos relevantes del presente estudio es que el método de Demirjian es el más preciso para estimar la edad dental en ambos sexos, coincidiendo con otros reportes de literatura³¹⁻³⁶. Por otra parte, se encontró que los métodos de Willems I y II presentan una mayor precisión en los rangos de edad de 6 a 9 años, mientras que de los 10 hasta los 16 años el método de Demirjian presenta una mayor precisión, coincidiendo por con el estudio de Ortega *et al.*¹³.

Este estudio es pionero en comparar los métodos de Demirjian, Willems I y Willems II motivo por el cual los resultados se evaluaron cuidadosamente, la limitación del estudio fue el contexto sanitario de la pandemia del COVID-19 que se atraviesa, pues este factor interviniente nos llevó a distribuir en tiempos cortos el periodo de recolección de datos, del mismo modo evitar horarios donde la afluencia de pacientes fue excesivo a fin de minimizar el riesgo de algún posible contagio por tal motivo el periodo de recolección de datos fue prolongado.

Para el presente estudio, la estimación de edad dental de una población cusqueña a través del método de Demirjian fue más precisa en ambos sexos y en el grupo de la muestra total. Sin embargo, las diferencias entre los métodos estudiados no son muy marcadas, por lo que los tres métodos son buenos estimadores de la edad dental. Considerando la importancia de la estimación de edad en las ciencias forenses, se recomienda realizar más estudios abordando estos tres métodos en distintas poblaciones y con mayor número de muestra a fin de generar aportes al campo del conocimiento. Como se mencionó anteriormente, el método de Willems I fue el menos preciso de los métodos estudiados por lo que se recomienda una modificación de este método ajustándose a una población peruana. Se concluye que el método de Demirjian es más preciso para la estimación de la edad dental en una población cusqueña seguido del método de Willems II y el menos preciso fue el método de Willems I, estos dos últimos presentan una precisión similar entre ellos. Sin embargo, los tres métodos son apropiados para poder estimar la edad dental en una población cusqueña.

Referencias bibliográficas

1. Kihara EN, Gichangi P, Liversidge HM, Butt F, Gikenye G. Dental age estimation in a group of Kenyan children using Willems' method: a radiographic study. *Ann Hum Biol.* 2017;44(7):614–21. DOI: 10.1080/03014460.2017.1371794
2. Bedek I, Dumančić J, Lauc T, Marušić M, Čuković-Bagić I. New model for dental age estimation: Willems method applied on fewer than seven mandibular teeth. *Int J Legal Med [Internet].* 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];134(2):735–43. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-019-02066-5>
3. Altan H, Altan A, Akinci Sozer O. Dental age estimation in southern Turkish children: Comparison of demirjian and Willems methods. *Iran J Pediatr [Internet].* 2017 [citado el 1 de marzo de 2022];27(6):e11726. Disponible en: <https://brief.lan/ijp/articles/11726.html>
4. Hegde S, Patodia A, Dixit U. A comparison of the validity of the Demirjian, Willems, Nolla and Häavikko methods in determination of chronological age of 5-15 year-old Indian children. *J Forensic Leg Med [Internet].* 2017 [citado el 1 de marzo de 2022]; 50:49–57. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1752928X17300884>
5. Esan TA, Schepartz LA. Accuracy of the Demirjian and Willems methods of age estimation in a Black Southern African population. *Leg Med (Tokyo) [Internet].* 2018 [citado el 1 de marzo de 2022];31:82–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1344622317303024>
6. Yang Z, Geng K, Liu Y, Sun S, Wen D, Xiao J, et al. Accuracy of the Demirjian and Willems methods of dental age estimation for children from central southern China. *Int J Legal Med [Internet].* 2019 [citado el 1 de marzo de 2022];133(2):593–601. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-018-1924-3>
7. Quispe Llanca E. Maduración dental de niños y adolescentes de la ciudad de Huaraz – Perú utilizando el método

- de Willems. Un estudio comparativo. 2019 [citado el 1 de marzo de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/7200>
8. Kelmendi J, Vodanović M, Koçani F, Bimbashi V, Mehmeti B, Galić I. Dental age estimation using four Demirjian's, Chaillet's and Willems' methods in Kosovar children. *Leg Med (Tokyo)* [Internet]. 2018 [citado el 1 de marzo de 2022];33:23–31. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1344622317303759>
 9. Medina AC, Blanco L. Accuracy of dental age estimation in Venezuelan children: comparison of Demirjian and Willems methods. *Acta Odontol Latinoam* [Internet]. 2014 [citado el 1 de marzo de 2022];27(1):34–41. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-48342014000100005&script=sci_abstract
 10. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol* [Internet]. 1973 [citado el 1 de marzo de 2022];45(2):211–27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4714564/>
 11. Cadenas de Llano-Pérula M, Kihara E, Thevissen P, Nyamunga D, Fieuws S, Kanini M, et al. Validating dental age estimation in Kenyan black children and adolescents using the Willems method. *Med Sci Law* [Internet]. 2021 [citado el 1 de marzo de 2022];61(3):180–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0025802420977379>
 12. Aguirre Rueda EJ. Comparación de la edad cronológica y la edad dental según el método de Demirjian en pacientes de 5 a 16 años que acudieron al Centro Radiológico Dr. Virgilio Aguirre Cadena, Guayaquil-Ecuador. Período 2014 – 2015. 2017 [citado el 1 de marzo de 2022]; Disponible en: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/677>
 13. Ortega-Pertuz AI, Piña-D'Abreu MS. Comparación de los métodos de Willems I y Willems II en la estimación forense de la edad en niños venezolanos. *Rev esp med leg* [Internet]. 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];46(1):4–11. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-193984>
 14. Kurniawan A, Agitha SRA, Margaretha MS, Utomo H, Chusida A, Sosiawan A, et al. The applicability of Willems dental age estimation method for Indonesian children population in Surabaya. *Egypt J Forensic Sci* [Internet]. 2020;10(5):1–4. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s41935-020-0179-6>
 15. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci* [Internet]. 2001 [citado el 1 de marzo de 2022];46(4):893–5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11451073/>
 16. Willems G, Thevissen PW, Belmans A, Liversidge HM. Willems II. Non-gender-specific dental maturity scores. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2010 [citado el 1 de marzo de 2022];201(1–3):84–5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073810002124>
 17. Rezende Machado AL, Borges BS, Cameriere R, Palhares Machado CE, Alves da Silva RE. Evaluation of Cameriere and Willems age estimation methods in panoramic radiographs of Brazilian children. *J Forensic Odontostomatol* [Internet]. 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];3(38):8–15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33507162/>
 18. Paz Cortés MM, Rojo R, Alía García E, Mourelle Martínez MR. Accuracy assessment of dental age estimation with the Willems, Demirjian and Nolla methods in Spanish children: Comparative cross-sectional study. *BMC Pediatr* [Internet]. 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];20(1):361. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12887-020-02247-x>
 19. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill education, 2017.
 20. Sánchez Carlessi, Hugo y Reyes Meza, Carlos. *Metodología y diseños en la investigación científica*. Perú: s.n., 2015.
 21. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2006 [citado el 1 de marzo de 2022];159 Suppl 1: S68-73. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073806000764>
 22. Urzel V, Bruzek J. Dental age assessment in children: a comparison of four methods in a recent French population. *J Forensic Sci* [Internet]. 2013 [citado el 1 de marzo de 2022];58(5):1341–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.12221>
 23. Ozveren N, Serindere G. Comparison of the applicability of Demirjian and Willems methods for dental age estimation in children from the Thrace region, Turkey. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2018 [citado el 1 de marzo de 2022];285:38–43. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073818300318>
 24. Esan TA, Yengopal V, Schepartz LA. The Demirjian versus the Willems method for dental age estimation in different populations: A meta-analysis of published studies. *PLoS One* [Internet]. 2017 [citado el 1 de marzo de 2022];12(11):e0186682. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0186682>
 25. Ambarkova V, Galić I, Vodanović M, Biočina-Lukenda D, Brkić H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2014 [citado el 1 de marzo de 2022];234:187.e1-187.e7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073813004696>
 26. Zhai Y, Park H, Han J, Wang H, Ji F, Tao J. Dental age assessment in a northern Chinese population. *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2016 [citado el 1 de marzo de 2022];38:43–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1752928X15002176>
 27. Metsäniitty M, Waltimo-Sirén J, Ranta H, Fieuws S, Thevissen P. Dental age estimation in Somali children using the Willems et al. model. *Int J Legal Med* [Internet]. 2018 [citado el 1 de marzo de 2022];132(6):1779–86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-018-1926-1>
 28. Sehrawat JS, Singh M. Willems method of dental age estimation in children: A systematic review and meta-analysis. *J Forensic Leg Med* [Internet]. 2017 [citado el 1 de marzo de 2022];3(38):8–15. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33507162/>

- de 2022]; 52:122–9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1752928X17301312>
29. Lee S-S, Kim D, Lee S, Lee U-Y, Seo JS, Ahn YW, et al. Validity of Demirjian's and modified Demirjian's methods in age estimation for Korean juveniles and adolescents. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2011 [citado el 1 de marzo de 2022];211(1–3):41–6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073811001939>
 30. Baghdadi ZD. Dental maturity in Saudi children using the Demirjian method: a comparative study and new prediction models. *ISRN Dent* [Internet]. 2013 [citado el 1 de marzo de 2022]; 2013:390314. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/390314/>
 31. Galić I, Vodanović M, Cameriere R, Nakaš E, Galić E, Selimović E, et al. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian-Herzegovian children age groups 6-13. *Int J Legal Med* [Internet]. 2011 [citado el 1 de marzo de 2022];125(2):315–21. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00414-010-0515-8>
 32. Franco A, Thevissen P, Fieuws S, Souza PHC, Willems G. Applicability of Willems model for dental age estimations in Brazilian children. *Forensic Sci Int* [Internet]. 2013;231(1–3): 401.e1–4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379073813003009>
 33. Gelbrich B, Carl C, Gelbrich G. Comparison of three methods to estimate dental age in children. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];24(7):2469–75. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-019-03109-2>
 34. Gonçalves LS, Machado ALR, Gaêta-Araujo H, Recalde TSE, Oliveira-Santos C, Silva RHA da. A comparison of Demirjian and Willems age estimation methods in a sample of Brazilian non-adult individuals. *Forensic Imaging* [Internet]. 2021 [citado el 1 de marzo de 2022];25(200456):200456. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666225621000270>
 35. Carrizo AL, Quevedo-Piña ML, Ortega-Pertuz AI. Maduración de Dientes Permanentes en Niños Venezolanos entre 3 y 6 años: Aplicabilidad en la Estimación de la Edad Dental con Fines Forenses. *Int J Odontostomatol* [Internet]. 2020 [citado el 1 de marzo de 2022];14(3):430–41. Disponible en: <https://acortar.link/SQCsbj>
 36. Aragón HH, Wuscovi LF, Gordillo ME, López ME. Precisión de los métodos Demirjian y Willems para la estimación de la edad de niños del norte de Argentina. *J Clin Med Res*. 2019;1(1):1-10.