



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**

**ESTIMACIÓN DE LA EDAD BASADA EN EL
VOLUMEN DE LA CÁMARA PULPAR DE PRIMERAS
MOLARES SUPERIORES MEDIANTE
TOMOGRAFÍAS COMPUTARIZADAS EN UNA
MUESTRA DE ADULTOS EN LIMA**

TESIS

Para optar el título profesional de: Cirujano dentista

AUTOR

Molina Susano, Edson Brandon (0000-0003-2154-1159)

ASESOR DE TESIS

Dr. Andrés Agurto Huerta

Lima, 15 de Noviembre de 2017

DEDICATORIA

Dedico esta investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante en mi formación profesional.

A mis padres, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su confianza.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional en cada momento para guiarme a culminar mi carrera profesional. Y a mis profesores, gracias por su tiempo y apoyo así como las enseñanzas que me transmitieron durante el desarrollo de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi familia por apoyarme y haber confiado en mí en todo momento, por los valores que me han inculcado, por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Y sobre todo porque los considero un excelente ejemplo de vida a seguir.

Agradezco al Instituto de Diagnóstico Maxilofacial IDM por la confianza y las facilidades que me fue otorgado para ejecutar la presente investigación. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente y de aprender nuevas cosas.

Agradecimiento especial al Dr. Andrés Agurto Huerta por ser mi mentor. Gracias por ser un gran amigo y por todas sus enseñanzas brindadas durante el inicio, desarrollo y culminación de este estudio.

A mi asesor el Dr Reneé Pereyra Elías por haber sido parte fundamental en la presente investigación con su sabiduría y su colaboración brindada durante la elaboración de este proyecto.

Índice de contenidos

RESUMEN	6
ABSTRACT	8
MARCO TEÓRICO.....	10
OBJETIVOS	12
HIPÓTESIS.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Diseño y lugar de estudio.....	14
Participantes, reclutamiento.....	14
Aspectos éticos.....	14
Definición de variables	14
Análisis estadístico y Establecimiento del modelo matemático	16
RESULTADOS.....	17
FIGURA 1.....	19
FIGURA 2.....	20
FIGURA 3.....	21
TABLA 1	22
TABLA 2	23
TABLA 3	24
DISCUSIÓN	26
CONCLUSIONES	29
REFERENCIAS.....	30
ANEXOS	35
ANEXO 1.....	35
ANEXO 2.....	36
ANEXO 3.....	37
ANEXO 4.....	38

Índice de tablas

TABLA 1 : Características de la edad cronológica y el volumen de las cámaras pulpares en población peruana en una clínica privada (N=300)	22
TABLA 2 : Resumen de los estudios que investigaron la relación entre la edad y la pulpa mediante la relación del volumen total del diente y/o el volumen de cámara pulpar	23
TABLA 3 : Resumen de los estudios que investigaron la relación entre la edad y la pulpa mediante la relación del volumen total del diente y/o el volumen de cámara pulpar	24

RESUMEN

Objetivo: Estimar la edad basada en el volumen de la cámara pulpar de primeras molares superiores permanentes mediante tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) obtenidas en un centro radiológico de Lima, 2016.

Materiales y métodos: Estudio transversal que incluyó a 300 primeras molares superiores permanentes sanas y vistas en CBCT para establecer un modelo matemático de 99 mujeres y 95 pacientes varones entre 11 y 70 años. Todas las imágenes CBCT se adquirieron por el equipo PROMAX 3D de la Empresa Planmeca® y se reconstruyeron con un tamaño vóxel de 0,16 mm. Posteriormente, las imágenes se exportaron como conjuntos de datos DICOM y se importaron en una imagen 3D de segmentación automática y software de conteo de vóxeles ROMEXIS 3.4.0.R para el cálculo de los volúmenes de la cámara pulpar. Un análisis de regresión lineal se llevó a cabo con la edad como variable dependiente y el volumen de la cámara pulpar como variable independiente para establecer un modelo matemático. Se consideró a una persona como *cluster*. Inicialmente, evaluamos la correlación (Coeficiente de Pearson) entre la edad real y el volumen de la cámara pulpar. Para identificar la exactitud del modelo matemático se evaluó el error estándar para calcular el intervalo de confianza al 95% de los estimados. Además, se comparó los coeficientes de determinación entre la muestra total con ambos sexos.

Resultados: La correlación entre la edad cronológica y el volumen de la cámara pulpar fue de -0.83 . El modelo matemático de estimación para toda la muestra fue: $EDAD = -1.197444 * (\text{volumen de la cámara pulpar}) + 61.33765$. Las regresiones fueron estadísticamente

significativas ($p < 0,001$). El coeficiente de determinación (R^2) para la muestra total fue de 0.695. Sin embargo, al estratificar por sexo fue más alto (0.733) en el sexo femenino. El modelo mostró una precisión de ± 4.94 años en la edad estimada.

Conclusión: El volumen de la cámara pulpar explica el 70% de la variabilidad de la edad, por lo tanto podría ser un indicador útil para la estimación de la edad humana con una exactitud razonable.

Palabras claves: Determinación de la edad por los dientes; odontología forense; volumen de la cámara pulpar; primera molar; tomografía computarizada de haz cónico; Perú.

ABSTRACT

Objectives: Estimate the age based on the volume of pulp of first permanent molars using cone beam computed tomography (CBCT) in an adult's sample in Lima, 2016.

Materials and methods: Transversal study including 300 first molars permanent healthy and seen on CBCT to establish a mathematical model of 99 women and 95 male patients between 11 and 70 years. All CBCT images were purchased by equipment PROMAX 3D from Company Planmeca® and rebuilt with a voxel size of 0.16 mm. Later, the images were exported as DICOM datasets and imported into a 3D segmentation automated image and ROMEXIS 3.4.0.R voxel counting software for the calculation of pulp chamber volumes. A linear regression analysis was conducted with age as the dependent variable and the volume of pulp as an independent variable Chamber to establish a mathematical model. A person was considered as a cluster. Initially, we evaluated the correlation (Pearson coefficient) between the actual age and the volume of the pulp Chamber. To identify the accuracy of the mathematical method, the standard error were evaluated for calculating the confidence interval at 95% of the estimated. In addition, the coefficients of determination between the total sample of both sexes were compared.

Results: The correlation between the chronological age and the volume of the pulp Chamber was - 0.83. The mathematical model of estimation for the entire sample was: $\text{age} = - 1.197444 * (\text{volume of the pulp chamber}) + 61.33765$. The regressions were statistically significant ($p = < 0.001$). The coefficient of determination (R^2) for the total sample was 0.695. However,

stratified by sex was higher (0.733) in females. The model showed a precision of ± 4.94 years between the actual and the estimated age.

Conclusion: The volume of the pulp Chamber explains 70% of the variability of age. Therefore, it could be a useful indicator for the estimation of human age with a reasonable accuracy.

Key words: Age Determination by Teeth; Forensic Dentistry; pulp chamber volumen; first molar; cone-beam computerized tomography; Peru.

MARCO TEÓRICO

La estimación de la edad es un procedimiento importante en la odontología y medicina forense ⁽¹⁾. La dentina y el esmalte dental son tejidos resistentes a cambios físicos, químicos y mecánicos, debido a esto se han establecido muchos métodos de estimación de la edad basados en los dientes ⁽²⁾. Algunos de estos métodos se desarrollan exclusivamente en las fases de la dentición, por esa razón son útiles en pacientes menores, pero no aplicables en adultos con dentición permanente ⁽³⁾. Asimismo, existen métodos basados en las características bioquímicas de los dientes, tales como la racemización de aminoácidos ⁽⁴⁾ y el isótopo de carbono 14 ⁽⁵⁾. Sin embargo, requieren mayor tiempo, costo y equipos más sofisticados.

La aposición de la dentina secundaria es un predictor morfológico significativo de la edad dental. Su formación comienza tras el cierre de los ápices y continúa la aposición de esta durante la vida del individuo. Por consecuencia, la cámara pulpar de los dientes disminuye en tamaño progresivamente a medida que se envejece ^(2,6). Por esto, el volumen de la cámara pulpar ha sido estudiado como un indicador de la edad cronológica de seres humanos en varias regiones del mundo ⁽⁷⁾.

Para lograr medir este volumen, se requiere la evaluación de una imagen tridimensional como la tomografía computarizada de haz cónico. Este método es más preciso y proporciona aproximadamente 600 imágenes distintas de diferentes ángulos de los dientes, tejidos blandos, nervios y huesos en una sola exploración ⁽⁸⁾. Estas imágenes se registran de forma computarizada con el uso de un software digital ⁽⁹⁾.

En la actualidad, la evidencia científica registrada en países como la India, Italia, Japón y China respaldan la utilidad de estas mediciones dentales en tomografías digitales, específicamente con el fin de estimar la edad de las personas ⁽¹⁰⁻²⁷⁾. Sin embargo, se registra poca evidencia científica relacionado a este tema en Latinoamérica y sobre todo que evalúe exclusivamente dientes de múltiples raíces.

La estimación nos permite calcular la edad de pacientes no identificados víctimas de tráfico de personas, con amnesia o provenientes de comunidades aisladas sin certificado de nacimiento ⁽¹⁰⁾. No obstante, su principal aplicación es en la medicina forense, donde se realiza este estudio en cadáveres no documentados ⁽¹¹⁾. Asimismo, respalda la relación entre el volumen de la cámara pulpar y la edad, y aporta en la práctica clínica a radiólogos y odontólogos forenses, acerca de la eficacia del uso de mediciones de la cámara pulpar en *CBCT* ⁽³⁾.

Por lo expuesto, el objetivo del presente estudio fue estimar de la edad a partir del volumen de la cámara pulpar de primeras molares permanentes vistas en *CBCT* obtenidas en un centro radiológico en la ciudad de Lima.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar la edad basada en el volumen de la cámara pulpar de primeras molares superiores permanentes mediante tomografías computarizadas de haz cónico obtenidas en un centro radiológico en la ciudad de Lima en el año 2016.

Objetivos específicos

1. Determinar el volumen de las cámaras pulpares de primeras molares superiores permanentes mediante tomografías computarizadas de haz cónico, según edad y género.
2. Estimar la edad basada en el volumen de la cámara pulpar de primeras molares superiores permanentes usando el modelo matemático de Zhi-pu Ge y col.⁽⁴⁾
3. Comparar la edad cronológica con la edad estimada en la evaluación de estudio.

HIPÓTESIS

No existen diferencias estadísticamente significativas entre la edad cronológica de los pacientes y la edad estimada a partir del volumen de la cámara pulpar de las primeras molares superiores permanentes en tomografías computarizadas de haz cónico en la población limeña.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y lugar de estudio

Se realizó un estudio observacional, analítico de corte transversal entre el mes de setiembre y diciembre de 2016 en el Instituto de Diagnóstico Maxilofacial IDM en la ciudad de Lima, Perú. Este establecimiento es un centro radiológico privado dirigido a un público con el nivel socioeconómico medio-alto.

Participantes, reclutamiento

Incluimos participantes que tuvieran entre 11 a 70 años de edad y presentaran la primera molar permanente observada en CBCT. Asimismo, fueron excluidos los pacientes cuya primera molar permanente presentara alguna alteración de desarrollo, taurodontismo, calcificación pulpar, caries, periodontitis, tratamiento endodóntico, fracturas u obliteración pulpar.

Aspectos éticos

El presente estudio no requirió el uso de un consentimiento informado, puesto que no se trató directamente con los pacientes. Asimismo, se trabajó exclusivamente con registros clínicos, a los cuales se les otorgó un código sin identificadores en la base de datos. El proyecto de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (PI-037-16).

Definición de variables

Las variables evaluadas fueron: edad cronológica (11 – 70 años); edad estimada (11 – 70 años); volumen de la cámara pulpar (mm^3); y el sexo (masculino y femenino). Las variables fueron extraídas de la historia clínica de los pacientes, excepto la edad estimada que se obtuvo

a partir del modelo matemático. La hemiarcada no fue tomada en cuenta debido a que cada persona fue considerada como cluster en los pacientes donde se incluyeron ambas piezas.

Adquisición y segmentación de imágenes

Todas las *CBCT* recolectadas fueron tomadas por el equipo PROMAX 3D de la Empresa Planmeca[®], teniendo como parámetros para las exposiciones: kilovoltaje de 85 y 16 miliamperios con un tiempo de exposición de 14 segundos. La selección del campo de visión (FOV) se basó en la necesidad clínica. Los campos de visión incluyen volúmenes estándar (diámetro x altura) de 80 x 80 mm, 80 x 50 mm, 40 x 80 mm, 40 x 50 mm.

Posteriormente, las imágenes adquiridas se reconstruyeron con un tamaño vóxel de 0,16 mm y se exportaron como grupo de datos DICOM. Estos datos luego se importaron en una imagen 3D de segmentación automática y software de conteo de vóxeles ROMEXIS 3.4.0.R para el cálculo de los volúmenes de la cámara pulpar.

Las imágenes fueron evaluadas por un examinador capacitado. Las mediciones de este examinador, al ser comparadas con las de un odontólogo especialista en radiología, el Coeficiente de Correlación Intraclase fue de 0,91 al evaluar el volumen pulpar de treinta primeras molares superiores permanentes como piloto.

Para evitar la influencia del complejo radicular de las primeras molares y asimismo, para simplificar el procedimiento de segmentación, se delimitó mediante líneas horizontales y verticales tangenciales al borde más inferior del piso pulpar y a la zona más superior de los cuernos pulpares, así como al borde más mesial y distal de la cámara pulpar, respectivamente ⁽¹⁰⁾. La imagen final segmentada de la cámara pulpar del diente se muestra en la Figura 1.

Análisis estadístico y Establecimiento del modelo matemático

El análisis estadístico se realizó mediante el Stata 14.0 (Statacorp, College Station, TX, US). Para el análisis descriptivo, se presentó la media del volumen de las cámaras pulpaes de la muestra, la edad cronológica y estimada.

El análisis de regresión lineal se realizó con la edad como variable dependiente y el volumen de la cámara pulpar como variable independiente. A fin de establecer modelos matemáticos adecuados para la estimación de la edad tanto para toda la muestra, como para ambos sexos por separado. Asimismo, se evaluó la correlación (Coeficiente de Pearson) entre la edad real y el volumen de la cámara pulpar. Adicionalmente, evaluamos el error estándar para calcular el intervalo de confianza al 95% en el que se encuentran los estimados para evaluar la exactitud del modelo establecido.

RESULTADOS

Características de los participantes

De los 5312 pacientes atendidos, durante el período del 2013 al 2016, solo 4201 registraban dentro de su historia clínica al menos una CBCT. De estos, 4007 pacientes no cumplían con los criterios de selección. Finalmente, 300 imágenes CBCT de primeras molares superiores permanentes se recogieron retrospectivamente de 194 pacientes (**Figura 2**).

Por un lado, de los 194 pacientes incluidos, 99 (51%) eran mujeres, de las cuales, el 64% presentaron ambas molares sanas y el resto solo una. Por el otro, en los pacientes varones, el 47% presentaron ambas molares sanas. En total se registraron 152 primeras molares en la hemiarcada derecha y 148 en el lado izquierdo. La edad media de los pacientes fue 29.0 años (SD=12.9). Asimismo, el volumen calculado de la cámara pulpar en las muestras del grupo tuvo un valor medio de 27.0 mm^3 (SD=8.71) en un rango de 9 mm^3 y 47 mm^3 (**Tabla 1**).

Estimación de la edad mediante el volumen de la cámara pulpar

La correlación de Pearson entre la edad cronológica con el volumen de la cámara pulpar fue de -0.83. Ver Figura 3. Esto refleja una correlación muy alta y se evidencia al observar que a menor edad existe un mayor volumen de cámara pulpar y a una mayor edad un menor volumen.

La ecuación del análisis de regresión lineal para ambos sexos en conjunto, es decir en el caso de que el sexo sea desconocido, es:

$$\text{EDAD} = -1.225656 * (\text{volumen de la cámara pulpar}) + 62.18108$$

Las ecuaciones obtenidas del análisis de regresión lineal también se pueden utilizar por separado para cada sexo:

Sexo Masculino: $EDAD = -1.191268 * (\text{volumen de la cámara pulpar}) + 62.1455$

Sexo Femenino: $EDAD = -1.268871 * (\text{volumen de la cámara pulpar}) + 62.48863$

Los tres modelos presentados con la variable volumen de la cámara pulpar fueron significativamente diferentes del modelo nulo ($p < 0,001$).

El volumen de la cámara pulpar explicaba el 69,5% de la variabilidad de la edad. Al estratificar por sexo el coeficiente de determinación en las mujeres fue ligeramente más alto **(Tabla 2)**.

Finalmente, evaluamos el error estándar para calcular el intervalo de confianza al 95%. Para la muestra total fue de ± 4.94 años, al dividirlo por grupos femenino y masculino fue de ± 6.48 y ± 7.49 años respectivamente.

FIGURA 1

Imagen final segmentada de la cámara pulpar del diente en Tomografía Computarizada *Cone Beam* usando el software Romexis® (Planmeca). Se muestra la vista coronal (A), sagital (B), axial (C) y reconstrucción 3D de la cámara pulpar (D).

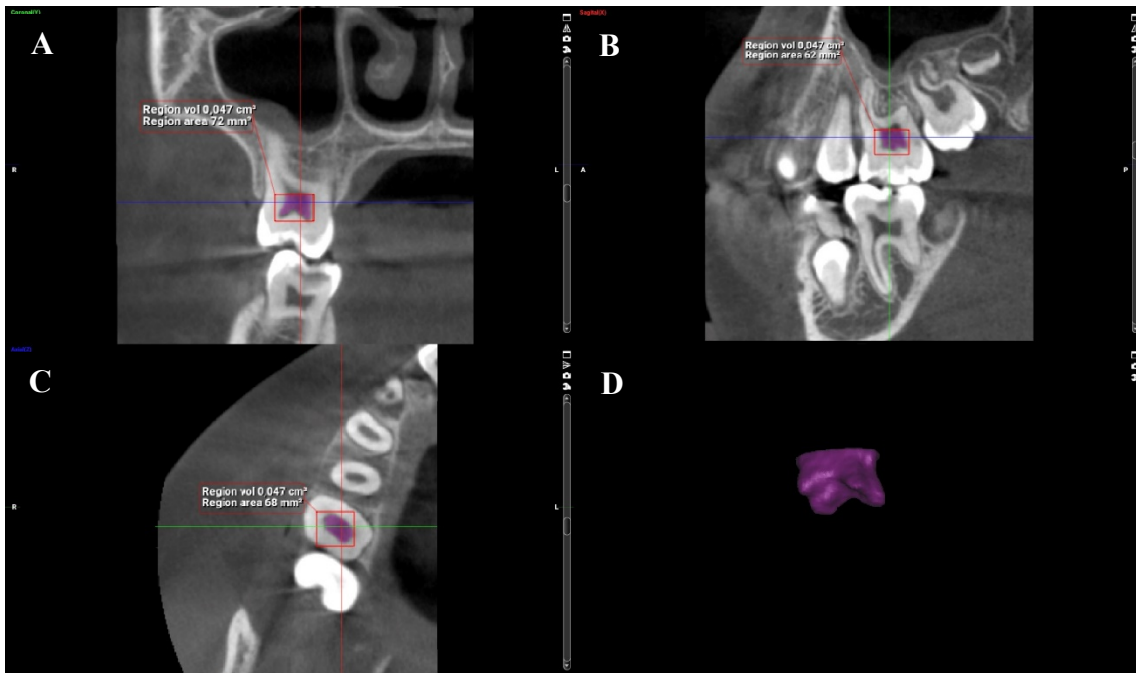


FIGURA 2

Flujograma de participación en el estudio: Estimación de la edad basada en el volumen de la cámara pulpar de primeras molares superiores por tomografía computarizada cone beam (CBCT) en una muestra de pacientes peruanos.

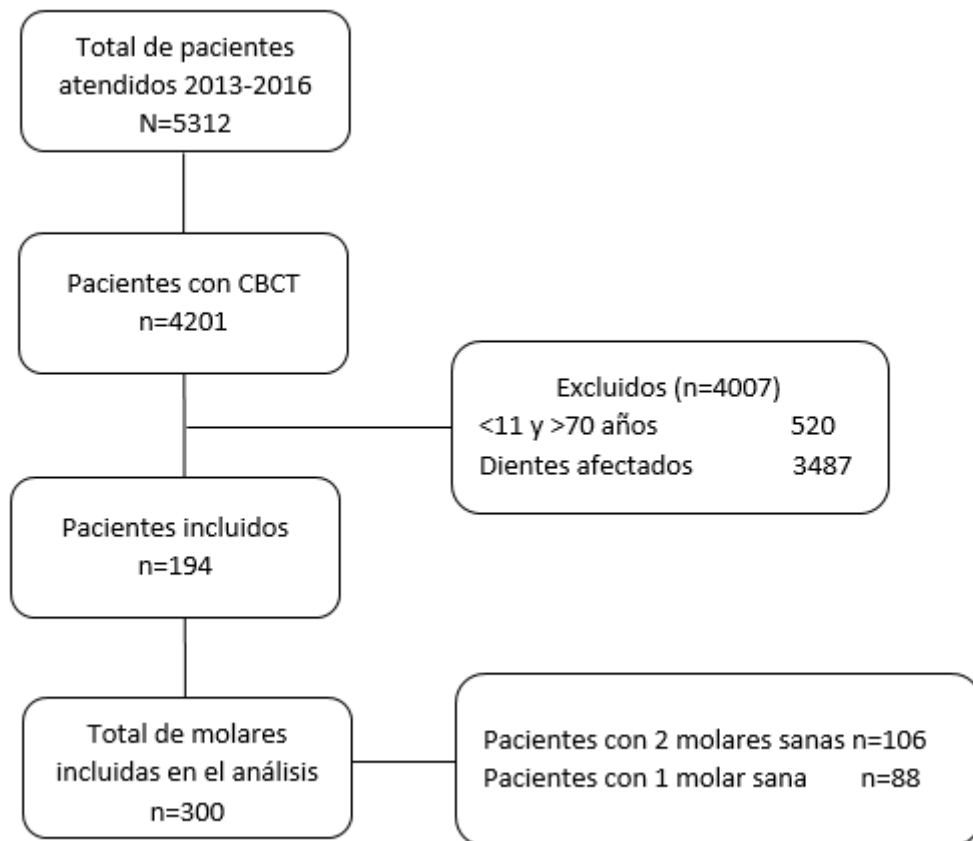


FIGURA 3

Gráfico entre la edad cronológica y el volumen de la cámara pulpar en la muestra total

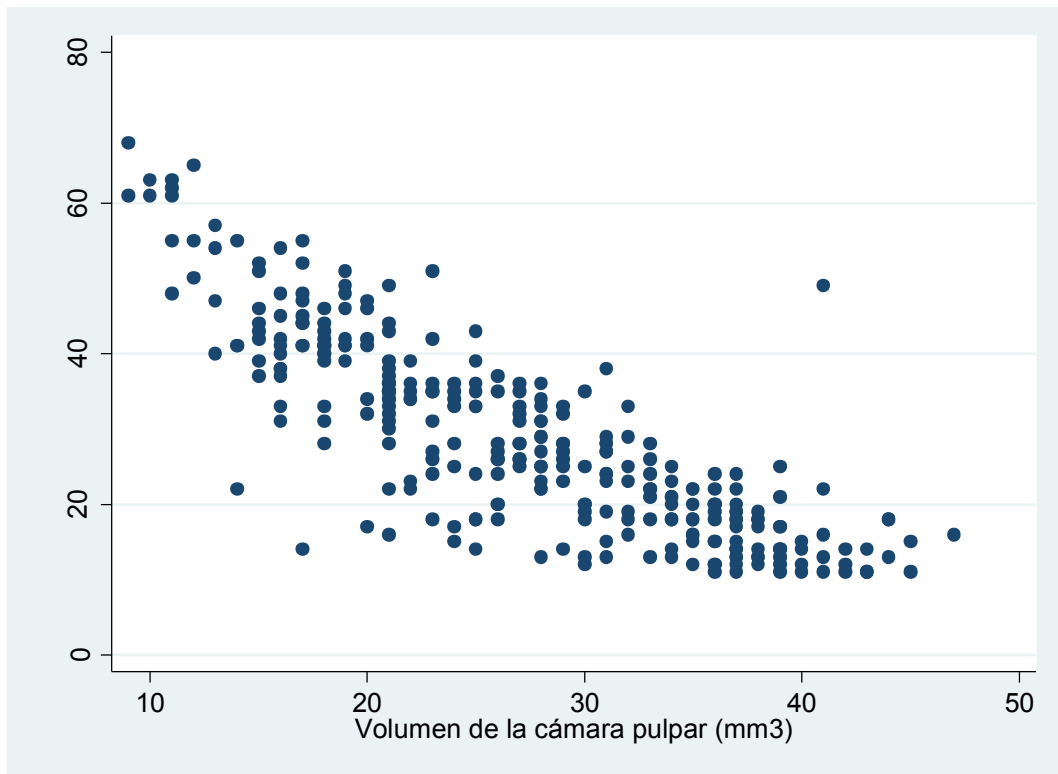


TABLA 1

Características de la edad cronológica y el volumen de las cámaras pulpares en población peruana en una clínica privada (N=300)

Sexo	Variable	Media (SD)	Mediana	Min	Max
Total	Volumen mm ³	27.1 (8.83)	27	9	47
	Edad cronológica	29.0 (12.9)	27	11	68
Masculino	Volumen mm ³	28.6 (8.2)	28	9	47
	Edad cronológica	27.4 (12.9)	25	12	65
Femenino	Volumen mm ³	27.1 (8.7)	28	9	45
	Edad cronológica	26.4 (13.2)	23	11	68

TABLA 2

Resumen de los estudios que investigaron la relación entre la edad y la pulpa mediante la relación del volumen total del diente y/o el volumen de cámara pulpar

Sexo	B	IC 95%	Intercepto	R²	Valor p*
Ambos	-1.22	4.94	62.2	0.6955	<0,001
Masculino	-1.19	7.49	62.1	0.6671	<0,001
Femenino	-1.26	6.48	62.5	0.7338	<0,001

*Likelihood ratio test del modelo con la variable volumen de la cámara pulpar comparado con el modelo nulo.

TABLA 3

Resumen de los estudios que investigaron la relación entre la edad y la pulpa mediante la relación del volumen total del diente y/o el volumen de cámara pulpar

Autor	Año	País	N	Posición del Diente	Sistema de Imagen	Medida	R² H	R² M	R²
Zhi Pu et al. ⁽⁸⁾	2016	China	240	IC, IL, C, P y M	CBCT	Vol D/ Vol CP	0.63	0.70	0.63
Shah et al. ⁽¹⁰⁾	2016	India	300	1 M	Rx Pano	Vol D/ Vol CP	-	-	0.37
Kumar et al. ⁽¹¹⁾	2016	India	300	1 M	CBCT	Vol CP	0.78	0.70	0.67
Talabani et al. ⁽¹²⁾	2015	Iraq	96	P y 1 M	CBCT	Índice C/P	-	-	0.49
Pinchi et al. ⁽¹³⁾	2015	Italia	148	IC	CBCT	Vol D/ Vol CP	-	-	0.58
Porto et al. ⁽¹⁴⁾	2015	Brasil	118	IC	CBCT	Vol D/ Vol CP	0.15	0.29	0.21
Zhi Pu et al. ⁽¹⁵⁾	2015	China	745	1 M	CBCT	Vol CP	0.54	0.68	0.56
Hye-Mi J et al. ⁽¹⁶⁾	2015	Corea	325	1 M	Rx Pano	Vol CP	0.56	0.57	0.55
Hye-Mi J et al. ⁽¹⁶⁾	2015	Corea	325	1 M	Rx PA	Vol CP	0.56	0.59	0.57
De Angelis et al. ⁽¹⁷⁾	2014	Italia	91	C	CBCT	Vol D/ Vol CP	0.26	0.48	0.39
Sakuma et al. ⁽⁹⁾	2013	Japón	136	1 P	MDCT	Índice C/P	0.59	0.18	0.56
Mathew et al. ⁽¹⁸⁾	2013	India	88	P y 1 M	Rx Pano	Vol D/ Vol CP	-	-	0.31
Erbudak et al. ⁽¹⁹⁾	2012	Turquía	123	IC, C y P	Rx Pano	Vol D/ Vol CP	-	-	0.34
Star et al. ⁽²⁰⁾	2011	Bélgica	111	IC, C y P	CBCT	Vol D/ Vol CP	0.31	0.38	0.34
Jagannathan et al. ⁽²¹⁾	2011	India	140	C	CBCT	Vol D/ Vol CP	-	-	0.39
Agematsu et al. ⁽²²⁾	2010	Japón	148	IC	Micro CT	Vol D/ Vol CP	0.65	0.75	0.71
Aboshi et al. ⁽²³⁾	2010	Japón	50	1 P	Micro CT	Vol D/ Vol CP	-	-	0.63
García et al. ⁽²⁴⁾	2009	Colombia	107	IC	Rx PA	Índice C/P	-	-	0.36

Vol D/ Vol CP Relación de volúmenes entre el diente y la cámara pulpar, *Vol CP* Volumen de la cámara pulpar, *Índice C/P* Índice de la cavidad corono-pulpar, *Rx Pano* Radiografía Panorámica, *Rx PA* Radiografía Periapical, *IC* Incisivo central, *C* Canino, *I P* Primera premolar, *I M* Primera Molar

DISCUSIÓN

En el presente estudio utilizamos el volumen de la cámara pulpar para estimar la edad en una muestra de pacientes en un centro radiológico en la ciudad de Lima. La variabilidad de la edad fue explicada en aproximadamente 70% solo con el volumen de la cámara pulpar, y fue ligeramente mayor en mujeres al estratificar por sexo. Este coeficiente de determinación fue más alto que el encontrado en el estudio de Zhi Pu et al. (0.63)⁽¹²⁾ o el de Kumar et al. (0.67)⁽¹⁵⁾ que también evaluaron la cámara pulpar a través de tomografías.

Asimismo, también es más alto que otros estudios en los cuales evaluaron diferentes dientes y distintos métodos⁽¹²⁻²⁹⁾. Por ejemplo, De Angelis et al. (2014) determinó la relación de volúmenes entre el diente y la cámara pulpar de caninos en 91 individuos y alcanzó un 0.39⁽²¹⁾. Pinchi et al. (2015) evaluó el índice de la cavidad corono-pulpar de los incisivos centrales en 148 personas y obtuvo un 0.58⁽¹⁷⁾. Por último, Zhi Pu et al. en el año 2016 realizó otro estudio en el que evaluó la relación de volúmenes entre el diente y la cámara pulpar en 13 tipos de dientes en una muestra de 240 personas. Sin embargo, el coeficiente de determinación fue 0.63⁽¹⁹⁾. A continuación, en la Tabla 3 presentamos un balance de nuestra investigación con los estudios encontrados.

En comparación con diversas investigaciones en las que se utilizó la relación entre la cavidad pulpar y el volumen del diente como indicador para estimar la edad humana, se utilizó el volumen de la cámara de pulpar en el presente estudio⁽¹²⁾. La principal razón es debida a que, la disminución del volumen pulpar está asociada a la aposición de la dentina secundaria conforme pasen los años, mientras que el volumen total del diente puede verse afectado por una fractura o desgaste del esmalte a cualquier edad, no progresivamente⁽²⁾. En segundo

lugar, el cálculo del volumen de la cámara pulpar es más preciso que el del volumen total de los dientes debido al alto contraste de imagen entre la dentina y la cámara pulpar ⁽³⁰⁾. Por lo tanto, utilizar una relación entre estas variables nos podría generar un valor incierto, ya que el volumen total del diente no es un desgaste progresivo ⁽³¹⁾.

Nuestra variable cámara pulpar explicaba una proporción de la variabilidad de la edad en las mujeres ligeramente superior respecto a los hombres. Este hallazgo concuerda con estudios previos en los que se evidencia un mayor coeficiente de determinación para las mujeres ^(12, 18-21, 24, 26, 29). No hemos encontrado una explicación razonable para este fenómeno. No obstante, en nuestra muestra hubo un mayor porcentaje de pacientes mujeres, lo cual podría aumentar el coeficiente de determinación.

El estudio presenta ciertas limitaciones. Por ejemplo, sólo se incluyeron las primeras molares superiores, las cuales, debido a su temprana aparición en boca (6 años) se convierten en los más susceptibles a caries dental ⁽³¹⁾. Por lo tanto, en la realidad podrían no encontrarse en los pacientes, lo cual podría limitar el uso del modelo desarrollado para la estimación de la edad, especialmente en las personas de edad avanzada ⁽³²⁾. Finalmente, debido a la poca población con la que se trabajó en este estudio queda a comprobar en futuras investigaciones la reproducibilidad del modelo expuesto con otra muestra de población peruana.

Nuestro estudio también tiene fortalezas, pues cabe señalar que el uso de la tomografía computarizada *cone beam* posibilitó el logro de muestras confiables y de alta calidad ⁽³³⁾. Asimismo, el software Planmeca Romexis utilizado para las mediciones del volumen de la cámara pulpar fue muy beneficioso, de fácil manejo y dado que en el estudio no se requirió la extracción o manipulación del diente, se debe resaltar su utilidad no sólo en cadáveres, sino en individuos vivos ⁽³⁴⁾.

En la actualidad, se registra poca evidencia científica en Latinoamérica relacionado a la estimación de la edad basada en el volumen de la cámara pulpar y sobre todo que evalúe exclusivamente dientes de múltiples raíces, en comparación con países como China, Japón, India, Italia, etc. ⁽¹²⁻²⁹⁾

Por esta razón, realizamos este estudio a fin de estimar la edad de pacientes no identificados víctimas de tráfico de personas, con amnesia o provenientes de comunidades aisladas que no tengan un certificado de nacimiento ⁽¹⁰⁾. Asimismo, es un procedimiento importante en la medicina forense, debido a que se realiza este estudio en cadáveres no documentados ⁽¹¹⁾.

La realización de este estudio proporcionará información valiosa en la práctica clínica a radiólogos y odontólogos forenses, acerca de la eficacia del uso de mediciones de la cámara pulpar de piezas dentales en tomografías computarizadas de haz cónico como una herramienta confiable para la estimación de la edad de pacientes en la población limeña ⁽³⁾.

Además, este estudio presenta una importancia teórica porque busca establecer la relación que existe entre el volumen de la cámara pulpar y la edad; debido a que otros estudios postulan que mientras mayor sea la edad de la persona, menor debería ser el volumen de la cámara pulpar. Por lo tanto, respalda el concepto de que la dentina secundaria se acumula en la cámara pulpar progresivamente conforme pasan los años ⁽²⁾.

CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó la relación entre la edad y el volumen de la cámara pulpar de los primeros molares superiores permanentes de pacientes en un centro radiológico en la ciudad de Lima. La variabilidad de la edad fue explicada en aproximadamente un 70% solo con el volumen de la cámara pulpar, y fue ligeramente mayor en mujeres al estratificar por sexo. Nuestro estudio revela que el volumen de la cámara pulpar podría ser un indicador prometedor y merece ser analizado a mayor profundidad por estudios adicionales.

Asimismo, se recomienda que las investigaciones futuras involucren muestras más grandes que incluyan diferentes regiones geográficas y razas para mejorar los estimadores antropométricos ⁽³⁵⁾. Por último, también deberán tomar en consideración factores ambientales, tales como hábitos dietéticos, antecedentes genéticos, la historia o presencia de cualquier enfermedad para mejorar la exactitud de la estimación de la edad.

REFERENCIAS

1. Pretty I, Sweet D. A look forensic dentistry Part I: the role of teeth in the determination of human identity. *British Dent Journal*. 2001; 190:359-66.
2. Philippas G, Applebaum E. Age factor in secondary dentin formation. *J Dent Res*. 1996; 45(3): 778–89.
3. Panchbhai A. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011; 40(4):199–212.
4. Yekkala R, Meers C, Van Schepdael A, Hoogmartens J, Lambrichts I, Willems G, Racemization of aspartic acid from human dentin in the estimation of chrono-logical age, *Forensic Sci. Int.*2006; 159 (1): 89–94.
5. Alkass K, Buchholz B, Ohtani S, Yamamoto Y, Druid H, Spalding K. Age estimation in forensic sciences: application of combined aspartic acid racemization and radiocarbon analysis, *Mol. Cell. Proteomics*. 2010; 9(5):1022–30.
6. Woods M, Robinson Q, Harris E. Age progressive changes in pulp widths and root lengths during adulthood: a study of American blacks and whites. *Gerodontology*. 1990; 9(2): 41-9.
7. Morse D. Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1991; 72(6):721–45.
8. Gantt D, Kappleman J, Ketcham R, Alder M, Deahl T. Threedimensional reconstruction of enamel thickness and volume in humans and hominoids. *Eur J Oral Sci*. 2006; 1:360–4.

9. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini P, Andreis I. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8(9): 1558-64.
10. Kringsholm B, Jakobsen J, Sejrsen B, Gregersen M. Unidentified bodies/skulls found in Danish waters in the period 1992–1996. *Forensic Sci Int.* 2001; 123(2–3): 150–8.
11. Ritz-Time S, Cattaneo C, Collins M, Waite E, Schultz H, Kaatsh H, et al. Age estimation: the state of art in relation to the specific demands of forensic practice. *Int J Legal Med.* 2000; 113:129-36.
12. Ge Z, Ma R, Li G, Zhang J, Ma X. Age estimation based on pulp chamber volume of first molars from cone-beam computed tomography images. *J Forensic Sci.* 2015; 253(1): 1-7.
13. Sakuma A, Saitoh H, Suzuki Y, Makino Y, Inokuchi G, Hayakawa M, et al. Age estimation based on pulp cavity to tooth volume ratio using postmortem computed tomography images. *J Forensic Sci.* 2013; 58:1531–5.
14. Shah P, Venkatesh R. Pulp/tooth ratio of mandibular first and second molars on panoramic radiographs: An aid for forensic age estimation. *J Forensic Dent Sci.* 2016; 8: 112.
15. Kumar S, Deepthi B, Jyothsna V. Age estimation using pulp chamber volume of first molars from cone beam computed tomography images in indian population. *IJSR.* 2016;5: 4.
16. Talabani R, Baban M, Mahmood M. Age estimation using lower permanent first molars on a panoramic radiograph: A digital image analysis. *J Forensic Dent Sci.* 2015; 7: 158-62.
17. Pinchi V, Pradella F, Buti J, Baldinotti C, Focardi M, Norelli G. A new age estimation procedure based on the 3D CBCT study of the pulp cavity and hard tissues of the teeth for forensic purposes: a pilot study. *J Forensic Leg Med.* 2015; 36: 150–7.

18. Porto L, Celestino J, Anjos A, Catunda R. Evaluation of volumetric changes of teeth in a Brazilian population by using cone beam computed tomography. *J Forensic Leg Med.* 2015; 36: 4–9.
19. Ge Z, Yang P, Li G, Zhang J, Ma XC. Age estimation based on pulp cavity/chamber volume of 13 types of tooth from cone beam computed tomography images. *Int J Legal Med.* 2016; 130: 1159–67.
20. Jeon H, Kim J, Heo J, Ok S, Jeong S, Ahn J. Age estimation by radiological measuring of mandibular first molar in korean adults. *J Oral Med Pain* 2015; 40(4):146-54.
21. De Angelis D, Gaudio D, Guercini N, Cipriani F, Gibelli D, Caputi S, et al. Age estimation from canine volumes. *Radiol Med.* 2015; 120(8):731–6.
22. Mathew D, Rajesh S, Koshi E, Priya L, Nair A, Mohan A. Adult forensic age estimation using mandibular first molar radiographs: A novel technique. *J Forensic Dent Sci* 2013; 5: 56-9.
23. Erbudak H, Özbek M, Uysal S, Karabulut E. Application of Kvaal et al.'s age estimation method to panoramic radiographs from Turkish individuals. *J Forensic Dent Sci.* 2012; 219:141-6.
24. Star H, Thevissen P, Jacobs R, Fieuws S, Solheim T, Willems G. Human dental age estimation by calculation of pulp-tooth volume ratios yielded on clinically acquired cone beam computed tomography images of monoradicular teeth. *J Forensic Sci.* 2011; 1:77–82.
25. Jagannathan N, Neelakantan P, Thiruvengadam C, Ramani P, Premkumar P, Natesan A, Herald J, Luder H. Age estimation in an Indian population using pulp/tooth volume ratio of mandibular canines obtained from cone beam computed tomography. *J Forensic Odontostomatol.* 2011; 29(1): 1–6.

26. Agematsu H, Someda H, Hashimoto M, Matsunaga S, Abe S, Kim HJ, Koyama, et al. Three-dimensional observation of decrease in pulp cavity volume using micro-CT: age-related change. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2010; 51(1): 1–6.
27. Aboshi H, Takahashi T, Komuro T. Age estimation using microfocus X-ray computed tomography of lower premolars. *Forensic Sci. Int.* 2010; (3): 35-40.
28. Avendaño G, Rodríguez G, Escobar V. Estimación de la edad por aposición de dentina secundaria en una muestra de la población de Bogotá entre 21 y 50 años de edad. *Univ Odontol.* 2009; 28(60): 29-38.
29. Someda H, Saka H, Matsunaga S, Ide Y, Nakahara K, Hirata S, et al. Age estimation based on three-dimensional measurement of mandibular central incisors in Japanese. *Forensic Sci Int.* 2009; 185 (1): 110–4.
30. Rodt T, Luepke M, Boehm C, Von Falck C, Stamm G, Borlak J, et al. Phantom and cadaver measurements of dose and dose distribution in micro-CT of the chest in mice. *Acta Radiol.* 2011; 52 (1): 75–80.
31. González J, Manrique R, Carballo A, Carbonell M, Córdova L, Coronel G, et al. Estudio epidemiológico sobre la pérdida prematura del primer molar permanente en niños con edades comprendidas entre 6 y 10 años. *Acta Odontol Venezuela.* 2001; 39(2): 42-6.
32. Alvarez J, Navia J. Nutritional, tooth eruption, and dental caries, a review. *Am J Clin Nutr.* 1989; 49: 417-26.
33. Macleod I, Heath N. Cone-beam computed tomography (CBCT) in dental practice. *Dent Update.* 2008; 35(9): 590–2.
34. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Denis K, White S, Coudyzer W, et al. Image quality vs radiation dose of four cone beam computed tomography scanners. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008; 37(6): 309–18.

35. Basoya S. Estimation of age by pulp-tooth area ratio using three computer aided software's. *Quality in Primary Care*. 2016; 24 (4): 161-6.

ANEXOS



ANEXO 1

Aprobación de Comité de Ética



UPC
Universidad Peruana de
Ciencias Aplicadas

Avenida Alameda
San Marcos cuadro 2
Chorrillos
Lima 9 - Perú
T 311 383 3333
www.upc.edu.pe
exigote, meova

Chorrillos, 23 de setiembre del 2016

Alumno
Edson Molina Susano
Alumno de la Carrera de Odontología
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Presente.-

Ref. PI037-16: Estimación de la edad basada en el volumen de la cámara pulpar de primeras molares superiores permanentes mediante tomografías computarizadas de haz cónico obtenidas en un centro radiológico en la ciudad de Lima.

Estimados alumnos:

En atención al Protocolo indicado, tengo a bien hacer de su conocimiento que el Comité de Ética e Investigación (CEI) en su reunión del 23 de setiembre ha determinado aprobar el estudio de la referencia.

Se le recuerda también que el plazo de aprobación tiene una duración de 18 meses a partir de la fecha de esta carta, la que puede ser renovada luego de la revisión del informe anual de avances.

Sin otro particular, quedo de ustedes.

Atentamente,

Dr. Aldo Vivar Mendoza
Presidente del Comité de Ética
Facultad de Ciencias de la Salud



ANEXO 2

Determinación de tamaño de muestra Comparación de dos medias

```
. sampsi 28.08 27.64, sd1(0.79) sd2(0.72) alpha  
> (0.05) power(.80)
```

```
Estimated sample size for two-sample comparison  
> of means
```

```
Test Ho: m1 = m2, where m1 is the mean in popul  
> ation 1
```

```
and m2 is the mean in popul
```

```
> ation 2
```

```
Assumptions:
```

```
alpha = 0.0500 (two-sided)  
power = 0.8000  
m1 = 28.08  
m2 = 27.64  
sd1 = .79  
sd2 = .72  
n2/n1 = 1.00
```

```
Estimated required sample sizes:
```

```
n1 = 47  
n2 = 47
```



ANEXO 3

Ficha de recolección de datos

Orden de Recolección	Lado del Maxilar	Sexo del Paciente	Edad Cronológica	Volumen	Edad Estimada	Número de Historia Clínica

Leyenda:

✓ Lado del Maxilar: D = Derecha

I = Izquierda

✓ Sexo del Paciente: M = Masculino

F = Femenino

✓ Edad Cronológica: 11, 12, 13, 14, 15,..., 70.

✓ Volumen: Ejemplo 7.456 cm³

✓ Edad Estimada: 11, 12, 13, 14, 15,..., 70.

✓ Numero de Historia Clínica: Ejemplo 145.



ANEXO 4

Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala de Medición	Valores
Edad Cronológica	Tiempo transcurrido desde el nacimiento hasta el momento en que se realiza su evaluación.	Tomografías	Cuantitativa	De razón – Discreta	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,...
Edad Dental	Edad estimada obtenida gracias al estudio	Volumen de la Cámara pulpar.	Cuantitativa	De razón – Discreta	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,....
Volumen de cámara pulpar	Se delimitará desde los cuernos pulpares hasta el piso pulpar.	Software Digital	Cuantitativa	De razón – Continua	cm ³
Género	Condición biológica que distingue a hombres de mujeres	Tomografías	Cualitativo	Nominal dicotómica	Masculino Femenino